



# **Universidad de Valladolid**

E.T.S Ingeniería Informática

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática Mención Tecnologías de la  
Información

**Aplicación móvil para ayuda a la enseñanza del campo y el potencial  
eléctrico**

Autor:

**Dña. Laura Esteban Espina**

Tutor:

**D. Manuel Ángel González Delgado**



# RESUMEN

El proyecto consiste en el desarrollo de una aplicación móvil para dispositivos Android que sirva como actividad complementaria de la asignatura de Física, a petición del Departamento de Física Aplicada de la Escuela Técnica Superior en Ingenierías Informáticas de la Universidad de Valladolid. En esta aplicación se podrán poner en práctica los conceptos relacionados con el cálculo del campo y el potencial eléctrico.

La aplicación permitirá repasar y afianzar los conceptos del campo eléctrico y potencial eléctrico que se han podido explicar en clase así como evaluar estos conceptos con unos cuestionarios de tipo test. Esta aplicación también permitirá crear una simulación sencilla con cargas puntuales y visualizar las distintas líneas de campo que se crean.

La aplicación es compatible con dispositivos con sistema operativo Android siendo la versión mínima necesaria para su funcionamiento 4.1 o superior.

Además de esta aplicación en Android, se ha creado una aplicación Java de escritorio de uso exclusivo para el profesorado que permite crear las preguntas que se podrán usar en la aplicación Android.

# ABSTRACT

This Project consists of the development of an Android app that serves as a complement for Physics class, at the request of the Applied Physics Department at the School of Computer Engineering at the University of Valladolid. This application permits ensure concepts about electric field and electric potencial.

The application allows the user go over the concepts about electric field and electric potencial. The users can do a test to assess their knowledge. This application too, allows to create a simulation with isolated charges a their force lines.

The application runs on mobile devices with 4.1 or greater and has been developed guaranteeing compatibility with devices of various hardware configurations.

A Java desktop applications have also been developed, that will allow teachers to edit and update the test questions.

# INDICE CAPITULOS

<b>Capítulo I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
Visión General .....	15
Objetivos .....	15
Lecciones Teóricas .....	16
Ley de Coulomb .....	16
Campo eléctrico .....	16
Líneas de Fuerza.....	17
Flujo eléctrico .....	17
Teorema de Gauss .....	18
Energía electrostática .....	18
Potencial eléctrico .....	19
Contexto de desarrollo .....	20
Plataforma .....	20
Entorno de desarrollo .....	20
Planificación de proyecto .....	20
Documentación .....	20
<b>Capítulo II: Planificación</b> .....	<b>21</b>
Organización del proyecto .....	22
Roles y responsabilidades .....	22
Estimaciones de tiempos .....	22
Plan de proyecto.....	22
Calendario del proyecto .....	23
Recursos del proyecto .....	24
Análisis de riesgos.....	25
Planificación de fases .....	28
Estimación de costes.....	30
<b>Capítulo III: Análisis</b> .....	<b>31</b>
Participantes en el proyecto .....	32
Objetivos del sistema .....	32
Requisitos del sistema .....	33
Requisitos Funcionales del sistema .....	33

Requisitos No Funcionales del sistema .....	34
Actores participantes en el sistema .....	35
Diagrama de casos de uso.....	36
Casos de uso detallados .....	37
Modelo de dominio .....	40
Descripción del modelo de dominio.....	40
Diagramas de secuencia .....	41
Consultar teoría .....	41
Realizar Cuestionario de test .....	42
Crear carga .....	43
Visualizar línea de campo .....	44
Actualizar preguntas .....	44
Consultar manual de usuario.....	45
<b>Capítulo IV: Diseño .....</b>	<b>45</b>
Diagrama de clases.....	46
Diagrama de clases completo.....	49
Diagramas de secuencia .....	60
Bienvenida a la aplicación .....	60
Consultar teoría .....	60
Realizar cuestionario de test .....	61
Crear carga .....	62
Visualizar líneas de campo .....	63
Actualizar preguntas .....	63
Consultar manual de usuario .....	64
<b>Capítulo V: Implementación.....</b>	<b>65</b>
Estilo visual .....	66
Creación de cargas .....	66
Dropbox como servidor de almacenamiento de preguntas .....	66
Algoritmo de líneas de campo .....	67
Librerías utilizados .....	67
<b>Capítulo VI: Pruebas .....</b>	<b>68</b>
Pruebas de la interfaz gráfica .....	69

Pruebas del dominio de la aplicación .....	70
<b>Capítulo VII: Conclusiones .....</b>	<b>81</b>
Conclusiones .....	82
Mejoras futuras .....	82
Optimización algoritmo líneas de campo .....	82
Portado a otras plataformas .....	82
Añadir más conceptos .....	82
<b>Capítulo VIII: Bibliografía .....</b>	<b>83</b>
Bibliografía para la parte de física .....	84
Bibliografía para la gestión de proyectos.....	84
Bibliografía para Dropbox .....	84
<b>Capítulo IX: Anexos.....</b>	<b>85</b>
Manual de instalación .....	87
Manual de usuario.....	87
Pantalla Principal .....	87
Teoría .....	88
Cuestionario .....	89
Simulación .....	92
Manual .....	94
Ajustes .....	94
Aplicación complementaria .....	95
Contenido del CD .....	97

# INDICE TABLAS

Tabla 1. Roles .....	21
Tabla 2. Fases del proyecto .....	21
Tabla 3. Hitos del proyecto .....	21
Tabla 4. Recursos del proyecto .....	23
Tabla 5. Ordenador utilizado en el proyecto .....	23
Tabla 6. Sony Xperia E .....	23
Tabla 7. Riesgo-0001 .....	24
Tabla 8. Riesgo-0002 .....	24
Tabla 9. Riesgo-0003 .....	24
Tabla 10. Riesgo-0004 .....	24
Tabla 11. Riesgo-0005 .....	25
Tabla 12. Riesgo-0006 .....	25
Tabla 13. Riesgo-0007 .....	25
Tabla 14. Riesgo-0008 .....	25
Tabla 15. Riesgo-0009 .....	26
Tabla 16. Participante-0001 .....	29
Tabla 17. Participante-0002 .....	29
Tabla 18. Objetivo-0001 .....	29
Tabla 19. Objetivo-0002 .....	29
Tabla 20. Objetivo-0003 .....	30
Tabla 21. Requisito Funcional-0001 .....	30
Tabla 22. Requisito Funcional-0002 .....	30
Tabla 23. Requisito Funcional-0003 .....	30
Tabla 24. Requisito Funcional-0004 .....	33
Tabla 25. Requisito Funcional-0005 .....	33
Tabla 26. Requisito No Funcional-0001 .....	33
Tabla 27. Requisito No Funcional-0002 .....	33
Tabla 28. Requisito No Funcional-0003 .....	34
Tabla 29. Requisito No Funcional-0004 .....	34
Tabla 30. Actor-0001 .....	34
Tabla 31. Caso de uso-0001 .....	35

Tabla 32. Caso de uso-0002 .....	36
Tabla 33. Caso de uso-0003 .....	37
Tabla 34. Caso de uso-0004 .....	37
Tabla 35. Caso de uso-0005 .....	38
Tabla 36. Caso de uso-0006 .....	38
Tabla 37. Prueba-0001 .....	68
Tabla 38. Prueba-0002 .....	68
Tabla 39. Prueba-0003 .....	68
Tabla 40. Prueba-0004 .....	68
Tabla 41. Prueba-0005 .....	68
Tabla 42. Prueba-0006 .....	68
Tabla 43. Prueba-0007 .....	69
Tabla 44. Prueba-0008 .....	69
Tabla 45. Prueba-0009 .....	69
Tabla 46. Prueba-0010 .....	69
Tabla 47. Prueba-0011 .....	69
Tabla 48. Prueba-0012 .....	69
Tabla 49. Prueba-0013 .....	70
Tabla 50. Prueba-0014 .....	70
Tabla 51. Prueba-0015 .....	70
Tabla 52. Prueba-0016 .....	70
Tabla 53. Prueba-0017 .....	70
Tabla 54. Prueba-0018 .....	70
Tabla 55. Prueba-0019 .....	70
Tabla 56. Prueba-0020 .....	71
Tabla 57. Prueba-0021 .....	71
Tabla 58. Prueba-0022 .....	71
Tabla 59. Prueba de dominio-0001 .....	71
Tabla 60. Prueba de dominio-0002 .....	72
Tabla 61. Prueba de dominio-0003 .....	72
Tabla 62. Prueba de dominio-0004 .....	73
Tabla 63. Prueba de dominio-0005 .....	73



Tabla 64. Prueba de dominio-0006 .....	74
Tabla 65. Prueba de dominio-0007 .....	74
Tabla 66. Prueba de dominio-0008 .....	75
Tabla 67. Prueba de dominio-0009 .....	75
Tabla 68. Prueba de dominio-0010 .....	76
Tabla 69. Prueba de dominio-0011 .....	76
Tabla 70. Prueba de dominio-0012 .....	77
Tabla 71. Prueba de dominio-0013 .....	77
Tabla 72. Prueba de dominio-0014 .....	78
Tabla 73. Prueba de dominio-0015 .....	78
Tabla 74. Prueba de dominio-0016 .....	78

# INDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ley de Coulomb .....	15
Ilustración 2. Campo eléctrico .....	15
Ilustración 3. Campo eléctrico con cargas discretas .....	15
Ilustración 4. Campo eléctrico distribución continua .....	15
Ilustración 5. Flujo eléctrico .....	16
Ilustración 6. Flujo eléctrico sobre área constante .....	16
Ilustración 7. Signo del flujo .....	16
Ilustración 8. Teorema de Gauss .....	17
Ilustración 9. Flujo en cargas puntuales .....	17
Ilustración 10. Flujo distribución continua .....	17
Ilustración 11. Energía electrostática .....	17
Ilustración 12. Potencial eléctrico .....	18
Ilustración 13. Potencial distribución discreta .....	18
Ilustración 14. Potencial distribución continua .....	18
Ilustración 15. Calendario de proyecto .....	22
Ilustración 16. Diagrama Gantt del proyecto.....	22
Ilustración 17. Fase de inicio detallada .....	27
Ilustración 18. Fase de elaboración detallada iteración 1 .....	27
Ilustración 19. Fase de elaboración detallada iteración 2 .....	27
Ilustración 20. Fase de construcción detallada iteración 1 .....	27
Ilustración 21. Fase de construcción detallada iteración 2 .....	28
Ilustración 22. Fase de transición .....	28
Ilustración 23. Diagrama de casos de uso .....	35
Ilustración 24. Modelo de dominio .....	39
Ilustración 25. Diagrama de secuencia Consultar teoría .....	40
Ilustración 26. Diagrama de secuencia Realizar cuestionario de test .....	41
Ilustración 27. Diagrama de secuencia Crear carga .....	42
Ilustración 28. Diagrama de secuencia Visualizar líneas de campo .....	43
Ilustración 29. Diagrama de secuencia Actualizar preguntas .....	43
Ilustración 30. Diagrama de secuencia Consultar manual de usuario .....	44
Ilustración 31. Diagrama de clases Bienvenida. ....	46

Ilustración 32. Diagrama de clases Teoría .....	46
Ilustración 33. Diagrama de clases Cuestionario de test .....	46
Ilustración 34. Diagrama de clases Manual de usuario .....	47
Ilustración 35. Diagrama de clases Simulación .....	47
Ilustración 36. Diagrama de clases Actualizar preguntas .....	47
Ilustración 37. Diagrama de clases completo .....	48
Ilustración 38. Clase Ajustes .....	49
Ilustración 39. Clase Ayuda .....	49
Ilustración 40. Clase Bienvenida .....	49
Ilustración 41. Clase ConexionDropbox .....	50
Ilustración 42. Clase Cuestionario .....	50
Ilustración 43. Clase CuestionarioFragment .....	51
Ilustración 44. Clase CuestionarioPagerAdapter .....	51
Ilustración 45. Clase ResponderFragment .....	51
Ilustración 46. Clase Estadísticas .....	52
Ilustración 47. Clase Pregunta .....	52
Ilustración 48. Clase Resultados.....	53
Ilustración 49. Clase ResultadosFragment.....	53
Ilustración 50. Clase ResultadosPagerAdapter .....	54
Ilustración 51. Clase Teoría .....	54
Ilustración 52. Clase TeoríaPagerAdapter .....	54
Ilustración 53. Clase Simulación .....	55
Ilustración 54. Clase DrawView .....	56
Ilustración 55. Clase Carga .....	57
Ilustración 56. Clase Manual .....	57
Ilustración 57. Clase ManualPagerAdapter .....	58
Ilustración 58. Diagrama de secuencia Bienvenida de la aplicación.....	59
Ilustración 59. Diagrama de secuencia Consulta teoría .....	59
Ilustración 60. Diagrama de secuencia Realizar cuestionario test [1] .....	60
Ilustración 61. Diagrama de secuencia Realizar cuestionario test [2] .....	60
Ilustración 62. Diagrama de secuencia Crear carga .....	61
Ilustración 63. Diagrama de secuencia Visualizar líneas de campo .....	62

Ilustración 64. Diagrama de secuencia Actualizar preguntas .....	62
Ilustración 65. Diagrama de secuencia Manual de usuario .....	63
Ilustración 66. Pantalla de Bienvenida .....	86
Ilustración 67. Pantalla de Teoría .....	87
Ilustración 68. Movimientos para navegar entre apartados .....	87
Ilustración 69. Pantalla Cuestionario .....	88
Ilustración 70. Pantalla navegar entre preguntas del mismo cuestionario .....	88
Ilustración 71. Pantalla para responder al cuestionario .....	89
Ilustración 72. Pantalla de Estadísticas del cuestionario resuelto .....	89
Ilustración 73. Pantalla con preguntas corregidas .....	90
Ilustración 74. Creación carga diálogo para rellenar valores .....	91
Ilustración 75. Movimiento de las cargas .....	91
Ilustración 76. Menú de simulación .....	92
Ilustración 77. Para visualizar las líneas de campo .....	92
Ilustración 78. Pantalla con el manual .....	93
Ilustración 79. Pantalla de ajustes .....	93
Ilustración 80. Diagrama de clases aplicación complementaria .....	95
Ilustración 81. Aplicación complementaria .....	96

# **CAPITULO I: INTRODUCCIÓN**

# Visión general

Los avances de la tecnología y sobre todo el desarrollo enfocado en la tecnología móvil, hacen que los métodos educativos cambien de perspectiva. Este es uno de los pilares en los que se basa este proyecto: aprender con el dispositivo móvil.

Hoy en día no hay ningún estudiante que no disponga de un Smartphone o de una Tablet. Desde hace unos cuantos años es muy común enseñar asignaturas como Física o las distintas ramas de Matemáticas a través de juegos o aplicaciones móviles. Juntar estas dos ideas hace que este proyecto sea muy atractivo.

El objetivo final de la aplicación es que los alumnos utilicen esta aplicación para aprender y/o reforzar sus conocimientos de física sobre el campo eléctrico y potencial eléctrico. De la misma forma, permitirá al profesor conocer aquellos apartados donde los alumnos presentan más problemas para así ayudar a mejorar la comprensión de la asignatura de Física.

## Objetivos

El objetivo del proyecto es realizar una aplicación móvil que sirva de apoyo para la asignatura de Física. La aplicación será un complemento educativo que ayudará a los alumnos a repasar los conceptos teóricos más importantes, ponerlos a prueba con cuestiones de tipo test autocorregibles y utilizar una simulación sencilla que mostrará de forma visual las líneas de campo eléctrico sobre unas cargas creadas.

La plataforma elegida es Android ya que es la más extendida en los dispositivos y se puede desarrollar de forma gratuita para ella. Android también cuenta con una amplísima documentación tanto física como online lo que hace que sea muy accesible.

Para la correcta realización de este proyecto se tienen que realizar las siguientes tareas:

- Aprender los fundamentos tanto básicos como más avanzados del desarrollo de aplicaciones para Android: entornos, lenguaje, estructuras, permisos, visualización, etc.
- Aprender a planificar y organizar el proyecto, eligiendo la metodología de desarrollo adecuado que permita estimar el coste y duración, así como los hitos necesarios para la superación del mismo.
- Realizar un detallado análisis de requisitos tanto funcionales como no funcionales que deberá cumplir la aplicación.
- Realizar un diseño de la aplicación que cumpla todos los requisitos y que sea lo más fácil posible de utilizar por todos los usuarios.
- Implementar la aplicación.
- Probar la aplicación para que funcione correctamente.
- Realizar la documentación.

# Lecciones teóricas

La aplicación está relacionada con el campo y el potencial eléctrico, así como las leyes y teoremas que explican todos los conceptos.

## *Ley de Coulomb.*

Esta ley explica que la fuerza ejercida por una carga puntual sobre otra está dirigida a lo largo de la línea que las une. Una fuerza varía intensamente con el cuadrado de la distancia que separa las cargas y es proporcional al producto de las mismas. Esta fuerza es repulsiva si las cargas tienen el mismo signo y atractiva si las cargas tienen signos opuestos.

$$\begin{aligned}\vec{F}_{12} &= k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{u}_r = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^3} \vec{r}_{12} \\ [q] &= \text{C (S.I.)} \\ k &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \\ \epsilon_0 &= 8,85 \cdot 10^{-12} \text{C}^2 \text{N}^{-1} \text{m}^{-2}\end{aligned}$$

$\epsilon_0$  es la permitividad eléctrica del vacío.

**Ilustración 1: Ley de Coulomb**

## *Campo eléctrico*

Es un vector que describe la condición en el espacio creada por el sistema de cargas puntuales. Se define como la fuerza por unidad de carga.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q'} = k \frac{q}{r^2} \vec{u}_r \text{ (N/C)}$$

**Ilustración 2: Campo eléctrico**

Si se aplica el Principio de Superposición sobre una distribución discreta de cargas se obtendría el siguiente campo eléctrico:

$$\vec{E}(r)_{Total} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i(r) = \sum_{i=1}^n k \frac{q_i}{r_i^2} \vec{u}_{r_i}$$

**Ilustración 3: Campo eléctrico con cargas discretas**

En cambio, en una distribución continua tendríamos que el campo eléctrico es:

$$\begin{aligned}\vec{E}(r)_{Total} &= \int_{\text{Distrib.}} d\vec{E} \\ d\vec{E} &= k \frac{dq}{r^2} \vec{u}_r\end{aligned}$$

**Ilustración 4: Campo eléctrico en distribución continua**

## Líneas de Fuerza

Es la representación gráfica que muestra la dirección de la fuerza ejercida sobre una carga testigo positiva en función de la intensidad de E en cada punto. Son tangentes al vector de campo (E) y no pueden cortarse.

## Flujo eléctrico

El flujo eléctrico es una magnitud matemática relacionada con el número de líneas de campo que atraviesan una superficie. Se mide en Nm<sup>2</sup>/C. La fórmula del flujo eléctrico es:

$$\phi = \vec{E} \cdot \vec{A}$$

Ilustración 5: Flujo eléctrico

Cuando no se tiene una superficie de área constante, ni un campo eléctrico constante, el flujo se obtiene de la siguiente manera:

$$\phi = \int_{Superf} \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

Ilustración 6: Flujo eléctrico sobre área constante

Cuando se tiene una superficie cerrada se puede determinar el signo del flujo de la siguiente manera:

$\phi > 0$  si salen más líneas que las que entran.

$\phi < 0$  si entran más líneas que las que salen.

$\phi = 0$  si sale igual número de líneas que las que entran.

Ilustración 7: Signo del flujo



## Teorema de Gauss

Si tenemos una superficie donde se puede dividir el espacio en dos regiones diferentes (exterior e interior) el flujo eléctrico se calcularía:

$$\phi = \frac{q}{\epsilon_0}$$

Ilustración 8: Teorema de Gauss

Para todas aquellas cargas puntuales que se encuentran dentro se puede calcular el flujo con la siguiente fórmula:

$$\phi = \frac{\sum q_{\text{encerradas}}}{\epsilon_0}$$

Ilustración 9: Flujo en cargas puntuales

Para una distribución continua de cargas podremos calcular el flujo con la siguiente fórmula:

$$\phi = \int_{\text{Superf.}} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q_{\text{encerrada}}}{\epsilon_0} = \frac{1}{\epsilon_0} \int_{\text{Distrib.}} dq$$

Ilustración 10: Flujo en distribución continua

## Energía electrostática

Es el trabajo que realiza el campo para trasladar una carga desde el punto donde se encuentra hasta otro de potencial nula.

$$W = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{l} = \int_A^B q\vec{E} \cdot d\vec{l} = -\Delta E_p$$

Ilustración 11: Energía electrostática

## Potencial eléctrico

Es la variación de energía potencial por unidad de carga, dando lugar a la diferencia de potencial.

$$\Delta E_p = q\Delta V$$

$$\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} = V(A) - V(B)$$

Ilustración 12: Potencial eléctrico

$V(A) - V(B)$  representa el trabajo que realiza el campo.

El campo se puede obtener a partir del potencial de la siguiente manera:

$$\vec{E} = -\vec{\nabla} V$$

Siendo el gradiente:

$$\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial}{\partial z} \vec{k}$$

Con una distribución discreta de cargas tendríamos el siguiente potencial:

$$V(r) = V(r) - V(\infty) = \int_r^\infty \vec{E} \cdot d\vec{r} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

Ilustración 13: Potencial distribución discreta

En cambio para una distribución continua:

$$V = \int_{\text{Distrib.}} dV$$
$$dV = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r}$$

Ilustración 14: Potencial distribución continua

# Contexto de desarrollo

## *Plataforma*

Android es la plataforma que está presente en la mayoría de los dispositivos móviles. Es por eso que se ha decidido desarrollar la aplicación para ella además de que cuenta con una gran difusión y apoyo.

El terminal base sobre el que se realizarán las pruebas y desarrollo es un Sony Xperia E. Se ha elegido este terminal porque es el que el gestor del proyecto ha tenido acceso y que cuenta con una versión de 4.1.2 de Android, una de las más extendidas actualmente en los dispositivos.

Para un uso adecuado es recomendable tener una versión android igual o superior a 4.1.1 así como contar con una conexión de datos o wifi.

## *Entorno de desarrollo*

El entorno de desarrollo elegido es el proporcionado por Google, Android SDK. Se trata de una versión de Eclipse que incluye todas las librerías y plug-ins necesarios para desarrollar, ejecutar y depurar aplicaciones Android.

Para la aplicación que genera preguntas para la parte de los cuestionarios, se ha utilizado Netbeans. Con este IDE se pueden crear interfaces con mucha facilidad así como administrarlas mediante código.

Las imágenes presentes en la aplicación se han editado con la herramienta GIMP. Es una herramienta que ofrece una gran variedad de opciones de edición, es multiplataforma y de código libre. Se ha elegido este programa al contar con cierta experiencia de uso.

## *Planificación del proyecto*

La herramienta utilizada para esta parte del proyecto ha sido Microsoft Office Project 2013. Se ha elegido esta herramienta porque es la herramienta más potente, se ha utilizado en proyectos anteriores teniendo el alumno cierta familiaridad con ella y de la que dispone de acceso gratuito a ella.

## *Documentación*

Para generar la documentación se ha empleado Microsoft Office Word 2010 ya que el alumno está ampliamente familiarizado con él.

## **CAPITULO II: PLANIFICACIÓN**

# Organización del proyecto

## *Roles y responsabilidades*

El proyecto cuenta con un solo miembro, la alumna Laura Esteban Espina que será la encargada de realizar todos los roles durante el desarrollo del proyecto. Cuenta con la ayuda y guía de su tutor D. Manuel Ángel González Delgado, profesor del Departamento de Física Aplicada en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Valladolid.

Rol	Responsabilidades	Persona encargada
Gestor del proyecto	Planificar, organizar, gestionar, dirigir y controlar	Laura Esteban Espina
Planificador	Planificar y documentar las fases del proyecto	Laura Esteban Espina
Analista	Analizar el problema, identificar requisitos y proporcionar una solución.	Laura Esteban Espina
Diseñador	Desarrollar y probar la aplicación	Laura Esteban Espina

**Tabla 1: Roles**

## *Estimación de tiempos*

La estimación de tiempos se realizará en función de la experiencia obtenida durante los años de estudio con otros proyectos y trabajos, así como las estimaciones aprendidas con proyectos reales en las prácticas de empresa y de la información obtenida a partir de otras memorias de proyectos proporcionadas por el tutor.

## *Plan de proyecto*

La metodología a seguir en este proyecto será la del Proceso Unificado. Las fases de las que constará serán las siguientes:

Fase	Número de iteraciones	Duración estimada
Fase de inicio	1 iteración	3 semanas
Fase de elaboración	2 iteraciones	5-6 semanas
Fase de construcción	2 iteraciones	10-11 semanas
Fase de transición	1 iteración	2-3 semanas

**Tabla 2: Fases del proyecto**

Cada fase tiene asociado un hito:

Fase	Hito
Fase de inicio	Se ha analizado el problema. Se han obtenido los requisitos iniciales más generales. Se ha elegido una arquitectura candidata, un plan de fases y una definición de riesgos.
Fase de elaboración	Se han obtenido los requisitos de la aplicación y los casos de uso. Inicio del desarrollo de la aplicación con un prototipo inicial.
Fase de construcción	Se han implementado todos los casos de uso. Se realizan las pruebas para detectar y solucionar los posibles fallos que ocurran. Se obtiene la versión final de la aplicación.
Fase de transición	Se prueba la aplicación en distintos dispositivos con diferentes características tanto de versión Android como hardware para ver el correcto funcionamiento de la aplicación. Realización de manual de usuario que se entregará junto a la aplicación.

**Tabla 3: Hitos del proyecto**

## Calendario del proyecto

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
Comienzo del proyecto	0 días	mar 24/02/15	mar 24/02/15		Laura Esteban Espina
▾ Fase de Inicio	21 días	mar 24/02/15	mar 24/03/15		Laura Esteban Espina
▸ Iteración 1	21 días	mar 24/02/15	mar 24/03/15		Laura Esteban Espina
▾ Fase de Elaboración	33 días	mié 25/03/15	vie 08/05/15		Laura Esteban Espina
▸ Iteración 1	15 días	mié 25/03/15	mar 14/04/15		Laura Esteban Espina
▸ Iteración 2	17 días	mié 15/04/15	jue 07/05/15		Laura Esteban Espina
▾ Fase de Construcción	70 días	vie 08/05/15	jue 13/08/15		Laura Esteban Espina
▸ Iteración 1	33 días	vie 08/05/15	mar 23/06/15		Laura Esteban Espina
▸ Iteración 2	36 días	mié 24/06/15	mié 12/08/15		Laura Esteban Espina
▾ Fase de Transición	13 días	jue 13/08/15	dom 30/08/15		Laura Esteban Espina
▸ Iteración 1	13 días	jue 13/08/15	dom 30/08/15		Laura Esteban Espina
Fin del proyecto	0 días	lun 31/08/15	lun 31/08/15		Laura Esteban Espina

Ilustración 15: Calendario proyecto

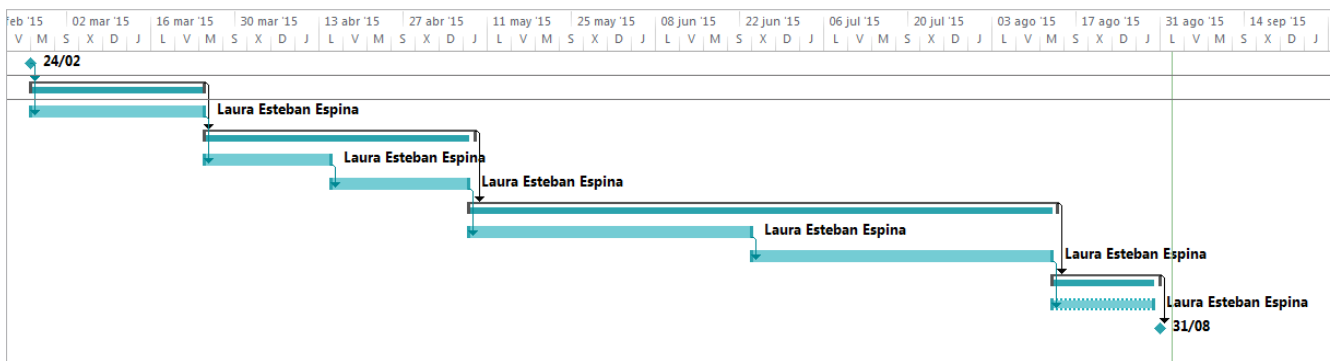


Ilustración 16: Diagrama Gantt del proyecto

## Recursos del proyecto

Fase	Recurso Humano	Recurso Hardware	Recurso software
Fase de inicio	Laura Esteban Espina	Ordenador	Microsoft Office 2010, REM 1.2.2.
Fase de elaboración	Laura Esteban Espina	Ordenador	Microsoft Office 2010, REM 1.2.2, Astah Community, Eclipse con Android SDK.
Fase de construcción	Laura Esteban Espina	Ordenador, Sony Xperia E.	Microsoft Office 2010, REM 1.2.2, Astah Community, Eclipse con Android SDK, Netbeans, GIMP
Fase de transición	Laura Esteban Espina	Ordenador, Sony Xperia E, Samsung Galaxy S4 (emulador), Nexus 5 (2014) (emulador).	Microsoft Office 2010, REM 1.2.2, Astah Community, Eclipse con Android SDK, GIMP.

**Tabla 4: Recursos de proyecto**

Ordenador	
CPU	Intel Core i3-2310M @2.10GHz
GPU	NVIDIA GeForce GT 520M
RAM	4 GB
HDD	500 GB
OS	Windows 7 Home Premium SP1

**Tabla 5: Ordenador utilizado en el proyecto**

Sony Xperia E	
CPU	Qualcomm MSM7227A
GPU	Adreno 200 1GHz
RAM	512 MB
HDD	4 GB
Display	3.5"
OS	Android 4.1.2

**Tabla 6: Sony Xperia E**

## Análisis de riesgos

Riesgo-0001	Planificación demasiado optimista
Descripción	La planificación inicial realizada es demasiado optimista y no se pueden cumplir los plazos estimados en un inicio.
Efecto	Retraso en las tareas del proyecto.
Frecuencia	Alta.
Gravedad	Alta.
Detección	Alta.
Acción correctora	La planificación inicial se realizará de forma realista incorporando más tiempo del necesario en las fases importantes (elaboración y construcción) para adelantar posibles retrasos o imprevistos.
Plan de contingencia	Aumentar el ritmo de trabajo para cumplir los plazos.

**Tabla 7: Riesgo-0001**

Riesgo-0002	Pérdida de datos
Descripción	Pérdida total o parcial de partes del proyecto (código, imágenes, documentos, bibliografía)
Efecto	Retraso en las tareas del proyecto.
Frecuencia	Baja.
Gravedad	Alta.
Detección	Alta.
Acción correctora	Realización de copias de seguridad diarias de los avances del proyecto, en almacenamiento local, externo y en nube.
Plan de contingencia	Aumentar ritmo de trabajo para cumplir los plazos.

**Tabla 8: Riesgo-0002**

Riesgo-0003	Cambio de requisitos
Descripción	Cambios inesperados en los requisitos del proyecto.
Efecto	Retraso en las tareas del proyecto.
Frecuencia	Media.
Gravedad	Media.
Detección	Alta.
Acción correctora	Realizar la planificación incorporando más tiempo del necesario por si se cumple este riesgo.
Plan de contingencia	Aumentar ritmo de trabajo para cumplir los plazos.

**Tabla 9: Riesgo-0003**

Riesgo-0004	Error interpretación requisitos
Descripción	Los requisitos no se han interpretado bien.
Efecto	Retraso en las tareas del proyecto.
Frecuencia	Baja.
Gravedad	Alta.
Detección	Media.
Acción correctora	Realizar reuniones periódicas con el cliente para identificar los requisitos.
Plan de contingencia	Identificar correctamente al inicio del proyecto los requisitos.

**Tabla 10: Riesgo-0004**



<b>Riesgo-0005</b>	<b>Desconocimiento de tecnología</b>
Descripción	Desconocimiento de alguna de las tecnologías empleadas en el desarrollo del proyecto.
Efecto	Retraso en las tareas del proyecto.
Frecuencia	Media.
Gravedad	Media.
Detección	Media.
Acción correctora	Realizar la planificación teniendo en cuenta la experiencia del desarrollador con las tecnologías y el ámbito sobre los que se va a realizar el desarrollo.
Plan de contingencia	Aumentar ritmo de trabajo para cumplir los plazos.

**Tabla 11: Riesgo-0005**

<b>Riesgo-0006</b>	<b>No disponible dispositivo de prueba (Avería o pérdida)</b>
Descripción	No existe un dispositivo físico donde se puedan hacer pruebas.
Efecto	Retraso en las tareas del proyecto.
Frecuencia	Baja.
Gravedad	Baja.
Detección	Alta.
Acción correctora	Contar con dispositivos de repuesto que se use únicamente para el desarrollo del proyecto.
Plan de contingencia	Obtener un nuevo dispositivo para hacer las pruebas o utilizar emuladores.

**Tabla 12: Riesgo-0006**

<b>Riesgo-0007</b>	<b>Desarrollo de funciones erróneas</b>
Descripción	Se han desarrollado funciones que no eran lo que el cliente ha solicitado o funciones no necesarias.
Efecto	Retraso en las tareas del proyecto.
Frecuencia	Media.
Gravedad	Alta.
Detección	Alta.
Acción correctora	Realizar la planificación teniendo en cuenta este riesgo y aumentar el tiempo en las fases importantes.
Plan de contingencia	Definir desde un inicio las funciones que se tienen que desarrollar en el proyecto.

**Tabla 13: Riesgo-0007**

<b>Riesgo-0008</b>	<b>Enfermedad</b>
Descripción	Imposibilidad de trabajar en el proyecto.
Efecto	Retraso en las tareas del proyecto
Frecuencia	Media.
Gravedad	Media.
Detección	Alta.
Acción correctora	Realizar la planificación teniendo en cuenta este riesgo y aumentar el tiempo en las fases importantes.
Plan de contingencia	Aumentar ritmo de trabajo para cumplir los plazos.

**Tabla 14: Riesgo-0008**

<b>Riesgo-0009</b>	<b>Limitaciones de la arquitectura</b>
Descripción	La existencia de limitaciones en la arquitectura que impidan realizar las funciones del sistema.
Efecto	Retraso en las tareas del proyecto
Frecuencia	Media.
Gravedad	Alta.
Detección	Alta.
Acción correctora	Realizar la planificación teniendo en cuenta este riesgo y aumentar el tiempo en las fases importantes. Ser consciente de estas limitaciones.
Plan de contingencia	Aumentar ritmo de trabajo para cumplir los plazos.

**Tabla 15: Riesgo-0009**

## Planificación detallada de cada fase

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
Comienzo del proyecto	0 días	mar 24/02/15	mar 24/02/15		Laura Esteban Espina
<b>▲ Fase de Inicio</b>	<b>21 días</b>	<b>mar 24/02/15</b>	<b>mar 24/03/15</b>		<b>Laura Esteban Espina</b>
<b>▲ Iteración 1</b>	<b>21 días</b>	<b>mar 24/02/15</b>	<b>mar 24/03/15</b>		<b>Laura Esteban Espina</b>
Estudio inicial del proyecto	2 días	mar 24/03/15	mié 25/03/15		Laura Esteban Espina
Planificación inicial del proyecto	3 días	jue 26/03/15	lun 30/03/15	4	Laura Esteban Espina
Determinar fases e hitos	6 días	mar 31/03/15	mar 07/04/15	5	Laura Esteban Espina
Identificación de objetivos	1 día	mié 08/04/15	mié 08/04/15	6	Laura Esteban Espina
Identificación de riesgos	2 días	jue 26/03/15	vie 27/03/15	4	Laura Esteban Espina
Identificación de requisitos	6 días	jue 26/03/15	jue 02/04/15	4	Laura Esteban Espina
Identificación de casos de uso	8 días	jue 26/03/15	lun 06/04/15	4	Laura Esteban Espina

Ilustración 17: Fase de inicio detallada

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
Comienzo del proyecto	0 días	mar 24/02/15	mar 24/02/15		Laura Esteban Espina
▷ Fase de Inicio	21 días	mar 24/02/15	mar 24/03/15		Laura Esteban Espina
<b>▲ Fase de Elaboración</b>	<b>33 días</b>	<b>mié 25/03/15</b>	<b>vie 08/05/15</b>	<b>2</b>	<b>Laura Esteban Espina</b>
<b>▲ Iteración 1</b>	<b>15 días</b>	<b>mié 25/03/15</b>	<b>mar 14/04/15</b>		<b>Laura Esteban Espina</b>
Creación Documento Análisis	1 día	mié 25/03/15	mié 25/03/15		Laura Esteban Espina
Desarrollo Casos de uso	5 días	jue 26/03/15	mié 01/04/15	13	Laura Esteban Espina
Desarrollo Diagramas de Secuencia	7 días	jue 02/04/15	vie 10/04/15	13	Laura Esteban Espina
Desarrollo Modelo de Dominio	2 días	lun 13/04/15	mar 14/04/15	13	Laura Esteban Espina
Descripción Herramientas Hardware y Software	1 día	mar 14/04/15	mar 14/04/15		Laura Esteban Espina

Ilustración 18: Fase de Elaboración detallada la iteración 1

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
Comienzo del proyecto	0 días	mar 24/02/15	mar 24/02/15		Laura Esteban Espina
▷ Fase de Inicio	21 días	mar 24/02/15	mar 24/03/15		Laura Esteban Espina
<b>▲ Fase de Elaboración</b>	<b>33 días</b>	<b>mié 25/03/15</b>	<b>vie 08/05/15</b>	<b>2</b>	<b>Laura Esteban Espina</b>
▷ Iteración 1	15 días	mié 25/03/15	mar 14/04/15		Laura Esteban Espina
<b>▲ Iteración 2</b>	<b>17 días</b>	<b>mié 15/04/15</b>	<b>jue 07/05/15</b>		<b>Laura Esteban Espina</b>
Actualización Documento Análisis	1 día	mié 15/04/15	mié 15/04/15	17	Laura Esteban Espina
Revisión Casos de Uso	7 días	jue 16/04/15	vie 24/04/15	19	Laura Esteban Espina
Revisión Diagramas de Secuencia	7 días	lun 27/04/15	mar 05/05/15	20	Laura Esteban Espina
Revisión Modelo de Dominio	3 días	mié 06/05/15	vie 08/05/15	21	Laura Esteban Espina

Ilustración 19: Fase de Elaboración detallada la iteración 2

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
Comienzo del proyecto	0 días	mar 24/02/15	mar 24/02/15		Laura Esteban Espina
▷ Fase de Inicio	21 días	mar 24/02/15	mar 24/03/15		Laura Esteban Espina
▷ Fase de Elaboración	33 días	mié 25/03/15	vie 08/05/15	2	Laura Esteban Espina
<b>▲ Fase de Construcción</b>	<b>70 días</b>	<b>vie 08/05/15</b>	<b>jue 13/08/15</b>	<b>11</b>	<b>Laura Esteban Espina</b>
<b>▲ Iteración 1</b>	<b>33 días</b>	<b>vie 08/05/15</b>	<b>mar 23/06/15</b>	<b>11</b>	<b>Laura Esteban Espina</b>
Creación Documento de Diseño	1 día	lun 11/05/15	lun 11/05/15	22	Laura Esteban Espina
Desarrollo Diagramas de Clases	7 días	mar 12/05/15	mié 20/05/15	25	Laura Esteban Espina
Desarrollo Diagramas de Secuencia	7 días	jue 21/05/15	vie 29/05/15	26	Laura Esteban Espina
Programación de la aplicación	19 días	lun 01/06/15	jue 25/06/15	27	Laura Esteban Espina

Ilustración 20: Fase de Construcción detallada la iteración 1

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
Comienzo del proyecto	0 días	mar 24/02/15	mar 24/02/15		Laura Esteban Espina
▸ Fase de Inicio	21 días	mar 24/02/15	mar 24/03/15		Laura Esteban Espina
▸ Fase de Elaboración	33 días	mié 25/03/15	vie 08/05/15	2	Laura Esteban Espina
▸ Fase de Construcción	70 días	vie 08/05/15	jue 13/08/15	11	Laura Esteban Espina
▸ Iteración 1	33 días	vie 08/05/15	mar 23/06/15	11	Laura Esteban Espina
▸ Iteración 2	36 días	mié 24/06/15	mié 12/08/15	24	Laura Esteban Espina
Revisión Diagrama de Clases	5 días	vie 26/06/15	jue 02/07/15	28	Laura Esteban Espina
Revisión Diagrama de Secuencia	5 días	vie 03/07/15	jue 09/07/15	30	Laura Esteban Espina
Programación de la aplicación	26 días	vie 10/07/15	vie 14/08/15	31	Laura Esteban Espina

**Ilustración 21: Fase de Construcción detallada la iteración 2**

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
Comienzo del proyecto	0 días	mar 24/02/15	mar 24/02/15		Laura Esteban Espina
▸ Fase de Inicio	21 días	mar 24/02/15	mar 24/03/15		Laura Esteban Espina
▸ Fase de Elaboración	33 días	mié 25/03/15	vie 08/05/15		Laura Esteban Espina
▸ Fase de Construcción	70 días	vie 08/05/15	jue 13/08/15		Laura Esteban Espina
▸ Fase de Transición	13 días	jue 13/08/15	dom 30/08/15		Laura Esteban Espina
▸ Iteración 1	13 días	jue 13/08/15	dom 30/08/15		Laura Esteban Espina
Pruebas y depuración	7 días	lun 17/08/15	mar 25/08/15	32	Laura Esteban Espina
Realización Manual de Usuario	2 días	mié 26/08/15	jue 27/08/15	35	Laura Esteban Espina
Revisión de Documentación	5 días	vie 28/08/15	jue 03/09/15	36	Laura Esteban Espina

**Ilustración 22: Fase de Transición detallada**

## *Estimación de costes*

El coste monetario del proyecto constaría de lo siguiente:

- Smartphone básico: Sony Xperia E – 80€
- Licencia desarrolladore Play Store: 25 \$(US)

El resto de hardware o software son propiedad del usuario que ya tenía de antemano y que no ha generado ningún coste añadido.

## **CAPITULO III: ANÁLISIS**

## Participantes en el proyecto

Participante-0001	Laura Esteban Espina
Organización	Departamento de informática.
Rol	Gestor de proyecto, analista, desarrollador.
Desarrollador	Sí.
Cliente	No.
Usuario	No.

Tabla 16: Participante-0001

Participante-0002	Manuel Ángel González Delgado
Organización	Departamento de Física Aplicada.
Rol	Tutor de TFG.
Desarrollador	No.
Cliente	Sí.
Usuario	Sí.

Tabla 17: Participante-0002

## Objetivos del sistema

OBJ-0001	Aprendizaje sobre el campo y el potencial eléctrico
Versión	1.0 (24/02/2015)
Autores	Laura Esteban Espina
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario el aprendizaje de los fundamentos teóricos relativos al campo y al potencial eléctrico.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

Tabla 18: Objetivo-0001

OBJ-0002	Evaluación de conocimientos
Versión	1.0 (24/02/2015)
Autores	Laura Esteban Espina
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario evaluar los conocimientos adquiridos a través de formularios de tipo test.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

Tabla 19: Objetivo-0002

OBJ-0003	Visualizar líneas de campo eléctrico
Versión	1.0 (24/02/2015)
Autores	Laura Esteban Espina
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario colocar cargas en pantalla y visualizar las líneas de campo que se generan en función de su carga y signo.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

Tabla 20: Objetivo-0003

## Requisitos del sistema

### *Requisitos Funcionales*

FRQ-0001	Consultar teoría
Versión	1.0 (24/02/2015)
Autores	Laura Esteban Espina
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario consultar la teoría relacionada con el campo y el potencial eléctrico.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

Tabla 21: Requisito Funcional- 0001

FRQ-0002	Realizar cuestionario
Versión	1.0 (24/02/2015)
Autores	Laura Esteban Espina
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario realizar un cuestionario de evaluación de conocimientos y mostrarle los resultados así como las respuestas a las preguntas planteadas.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

Tabla 22: Requisito Funcional- 0002

FRQ-0003	Creación de cargas puntuales
Versión	1.0 (24/02/2015)
Autores	Laura Esteban Espina
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario crear cargas eléctricas y colocarlas en la posición de la pantalla que quiera.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

Tabla 23: Requisito Funcional- 0003



FRQ-0004	Visualizar líneas de campo
Versión	1.0 (24/02/2015)
Autores	Laura Esteban Espina
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario visualizar las líneas de campo que crean las cargas que estén en pantalla en ese momento.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

**Tabla 24: Requisito Funcional- 0004**

FRQ-0005	Actualización de preguntas
Versión	1.0 (24/02/2015)
Autores	Laura Esteban Espina
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Descripción	El sistema deberá integrarse con la aplicación complementaria que permite la actualización de preguntas de tipo test.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

**Tabla 25: Requisito Funcional- 0005**

### *Requisitos No Funcionales*

NFRQ-0001	Facilidad de uso
Versión	1.0 (24/02/2015)
Autores	Laura Esteban Espina
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Descripción	El sistema deberá poder ser usado de forma sencilla e intuitiva y contar con un pequeño manual de usuario.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

**Tabla 26: Requisito No Funcional- 0001**

NFRQ-0002	Fiabilidad y rapidez
Versión	1.0 (24/02/2015)
Autores	Laura Esteban Espina
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Descripción	El sistema deberá permitir una experiencia de uso satisfactoria.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

**Tabla 27: Requisito No Funcional- 0002**

<b>NFRQ-0003</b>	<b>Sincronización de ficheros con servidor externo</b>
Versión	1.0 (24/02/2015)
Autores	Laura Esteban Espina
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Descripción	El sistema deberá poder sincronizar y actualizar los ficheros relacionados con las preguntas de test mediante un servidor externo a la aplicación.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

**Tabla 28: Requisito No Funcional- 0003**

<b>NFRQ-0004</b>	<b>Compatibilidad con distintos dispositivos</b>
Versión	1.0 (24/02/2015)
Autores	Laura Esteban Espina
Fuentes	Manuel Ángel González Delgado
Descripción	El sistema deberá poder funcionar correctamente en dispositivos diversos con distintas características hardware cumpliendo los requisitos mínimos exigidos por la aplicación.
Importancia	Vital
Urgencia	Inmediatamente
Estado	En construcción
Estabilidad	Baja

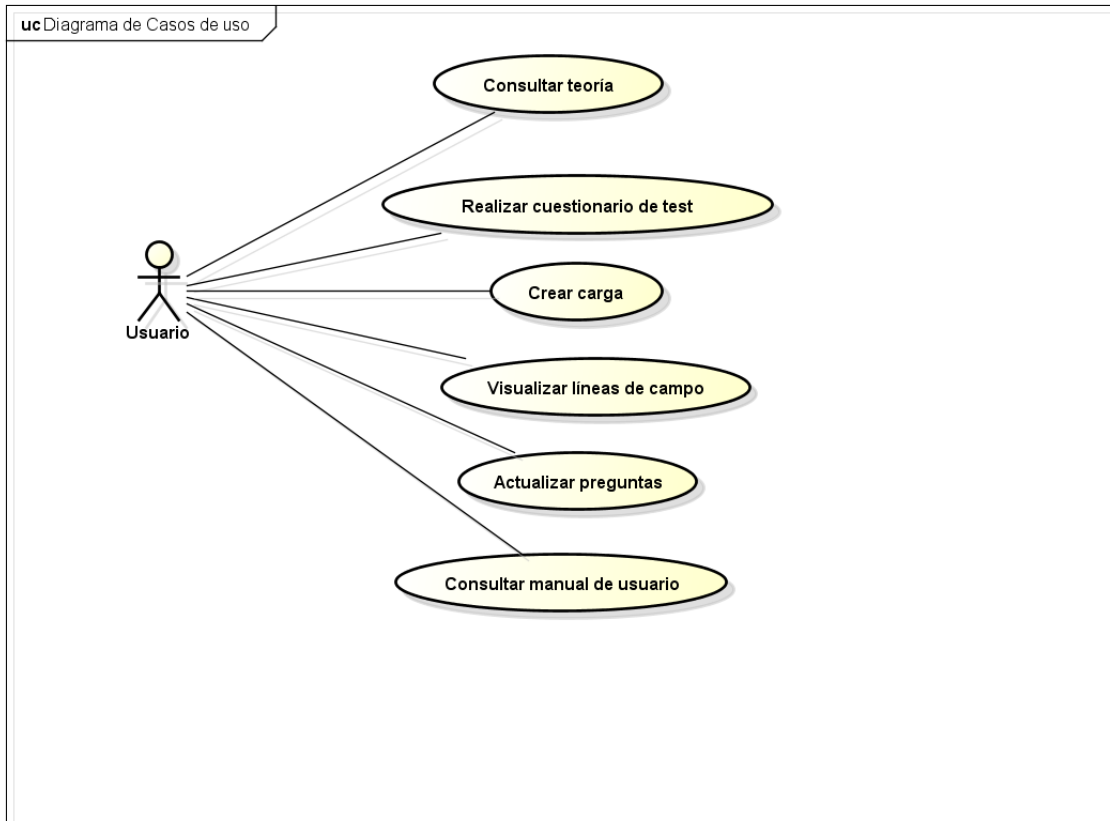
**Tabla 29: Requisito No Funcional- 0004**

## *Actores*

<b>ACT-0001</b>	<b>Usuario</b>
Versión	1.0 (24/02/2015)
Autores	Laura Esteban Espina
Descripción	El actor Usuario representa a cualquier persona que utilice la aplicación.

**Tabla 30: Actor-0001**

## Diagrama de Casos de uso



powered by Astah

Ilustración 23: Diagrama de casos de uso

## Casos de uso

UC-0001	Consultar teoría	
<b>Versión</b>	1.0 (24/02/2015)	
<b>Autores</b>	Laura Esteban Espina	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiera consultar la teoría sobre el campo y el potencial eléctrico.	
<b>Precondición</b>	Ninguna.	
<b>Secuencia Normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Lecciones en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de teoría.
<b>Excepciones</b>	Ninguna	
<b>Importancia</b>	Vital	
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente	
<b>Estado</b>	Completado	
<b>Estabilidad</b>	Alta	

Tabla 31: Caso de uso-0001

<b>UC-0002</b>	Realizar cuestionario de test	
<b>Versión</b>	1.0 (24/02/2015)	
<b>Autores</b>	Laura Esteban Espina	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiera realizar un cuestionario de test.	
<b>Precondición</b>	Ninguna.	
<b>Secuencia Normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Cuestionario en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de cuestionario de test.
	3	El actor Usuario (ACT-0001) responde a las preguntas y pulsa Finalizar cuestionario.
	4	El sistema comprueba que todas las preguntas han sido contestadas y muestra la pantalla con las estadísticas del test y la opción de consultar los resultados.
<b>Excepciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	4	Si no ha contestado a todas las preguntas, el sistema muestra un aviso al usuario y a continuación este caso de uso continúa en el paso 3.
<b>Importancia</b>	Vital	
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente	
<b>Estado</b>	Completado	
<b>Estabilidad</b>	Alta	

Tabla 32: Caso de uso-0002

<b>UC-0003</b>	Utilizar carga	
<b>Versión</b>	1.0 (24/02/2015)	
<b>Autores</b>	Laura Esteban Espina	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando el usuario desee colocar cargas en pantalla.	
<b>Precondición</b>	Ninguna	
<b>Secuencia Normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Simulación en la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de simulación
	3	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona el símbolo +
	4	El sistema muestra un diálogo para rellenar los campos de signo y valor de carga.
	5	El actor Usuario (ACT-0001) rellena los datos
	6	El sistema crea la carga en pantalla
	7	El actor Usuario (ACT-0001) mueve/edita/ve detalles/elimina la carga de la pantalla.
<b>Excepciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	5	El actor Usuario (ACT-0001) no rellena los datos, el sistema cancela la creación de la carga y a continuación el caso de uso continúa en el paso 2.
	7a	El actor Usuario (ACT-0001) coloca la carga en un sitio cercano a otra el sistema muestra un mensaje de error y coloca la carga en la posición (0,0) de la pantalla.
	7b	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona ver detalles/eliminar carga/editar cuando no hay cargas en pantalla, el sistema mostrará un mensaje de error al usuario indicando que no hay cargas creadas en pantalla.
<b>Importancia</b>	Vital.	
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente.	
<b>Estado</b>	Completado.	
<b>Estabilidad</b>	Alta.	

Tabla 33: Caso de uso-0003

<b>UC-0004</b>	Visualizar líneas de campo	
<b>Versión</b>	1.0 (24/02/2015)	
<b>Autores</b>	Laura Esteban Espina	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando el usuario quiera visualizar las líneas de campo que se generan.	
<b>Precondición</b>	Tiene que haber cargas creadas en pantalla	
<b>Secuencia Normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Visualizar líneas de campo.
	2	El sistema muestra las líneas de campo.
<b>Excepciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	2	Si no hay suficientes cargas o hay demasiadas cargas, el sistema muestra un mensaje de notificación al usuario y a continuación el caso de uso continúa en el paso 1.
<b>Importancia</b>	Vital	
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente	
<b>Estado</b>	Completado	
<b>Estabilidad</b>	Alta	

Tabla 34: Caso de uso-0004

UC-0005	Actualizar preguntas	
<b>Versión</b>	1.0 (24/02/2015)	
<b>Autores</b>	Laura Esteban Espina	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando un usuario quiere actualizar las preguntas de cuestionario.	
<b>Precondición</b>	Ninguna.	
<b>Secuencia Normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción de Ajustes del menú desde la pantalla principal.
	2	El sistema muestra la pantalla de Ajustes de aplicación
	3	El actor Usuario (ACT-0001) pulsa Actualizar preguntas.
	4	El sistema se conecta al servidor externo para obtener la última versión del fichero que contiene las preguntas de test y muestra un mensaje de notificación al usuario
<b>Excepciones</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	4	Si no se puede conectar al servidor externo para la descarga del fichero, el sistema muestra un mensaje de error y a continuación el caso de uso continúa en el paso 3.
<b>Importancia</b>	Vital	
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente	
<b>Estado</b>	Completado	
<b>Estabilidad</b>	Alta	

Tabla 35: Caso de uso-0005

UC-0006	Consultar manual de usuario	
<b>Versión</b>	1.0 (24/02/2015)	
<b>Autores</b>	Laura Esteban Espina	
<b>Descripción</b>	El sistema deberá comportarse tal y como se describe en el siguiente caso de uso, cuando el usuario quiera consultar el manual de usuario de la aplicación.	
<b>Precondición</b>	Ninguna	
<b>Secuencia Normal</b>	<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
	1	El actor Usuario (ACT-0001) selecciona la opción Cómo usar la aplicación en la pantalla principal
	2	El sistema muestra la pantalla de manual de usuario.
<b>Excepciones</b>	Ninguna.	
<b>Importancia</b>	Vital.	
<b>Urgencia</b>	Inmediatamente.	
<b>Estado</b>	Completado.	
<b>Estabilidad</b>	Alta.	

Tabla 36: Caso de uso-0006

## Modelo de dominio.

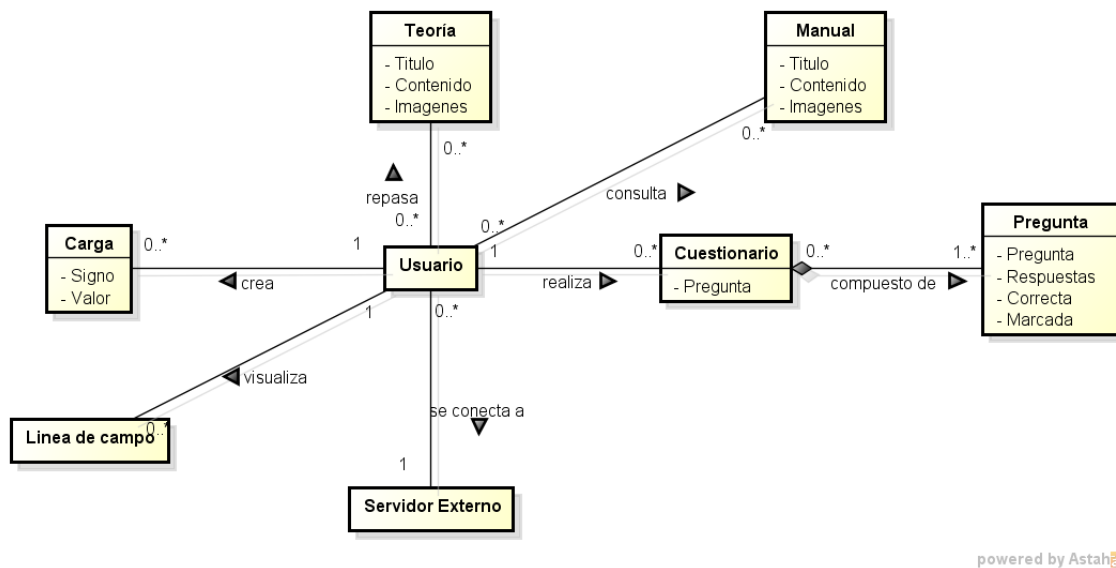


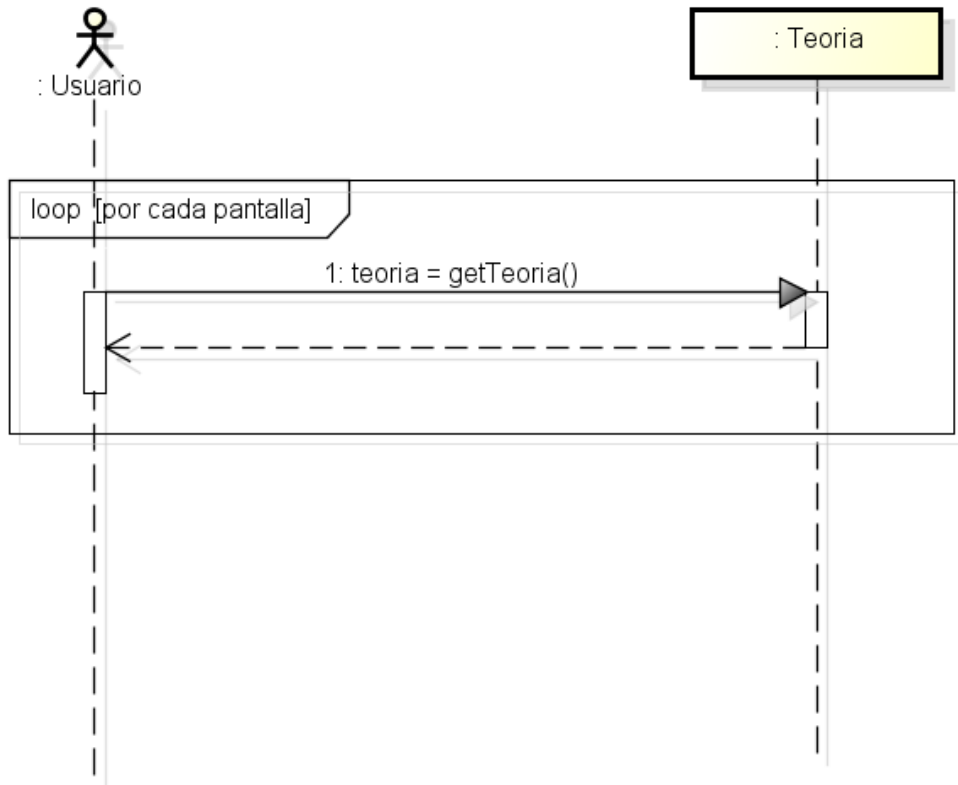
Ilustración 24: Modelo de dominio

## Descripción del modelo de dominio.

- **Usuario**: usuario de la aplicación
- **Teoría**: representa cada una de las pantallas que se mostrarán de la teoría. Contiene los títulos de los apartados, el contenido y las imágenes de las fórmulas.
- **Manual**: representa cada una de las pantallas que se mostrarán del manual de usuario. Contiene los títulos de cada apartado, contenido y las imágenes de la aplicación.
- **Cuestionario**: representa un cuestionario de evaluación de tipo test. Formado por las preguntas generadas aleatoriamente.
- **Pregunta**: cada una de las preguntas que se mostrarán en el cuestionario. Formada el enunciado de la pregunta, las posibles respuestas, la respuesta correcta y la que marca el usuario.
- **Servidor Externo**: representa el usuario externo al que se conectará la aplicación para actualizar el fichero de preguntas de test.
- **Carga**: representa cada una de las cargas discretas puntuales que puede crear el usuario en pantalla. Formada por un signo (positivo o negativo) y un valor de carga.
- **Línea de campo**: representa las líneas de campo eléctrico que pueden crear las cargas puntuales creadas por el usuario.

## Diagramas de secuencia.

### Consultar teoría

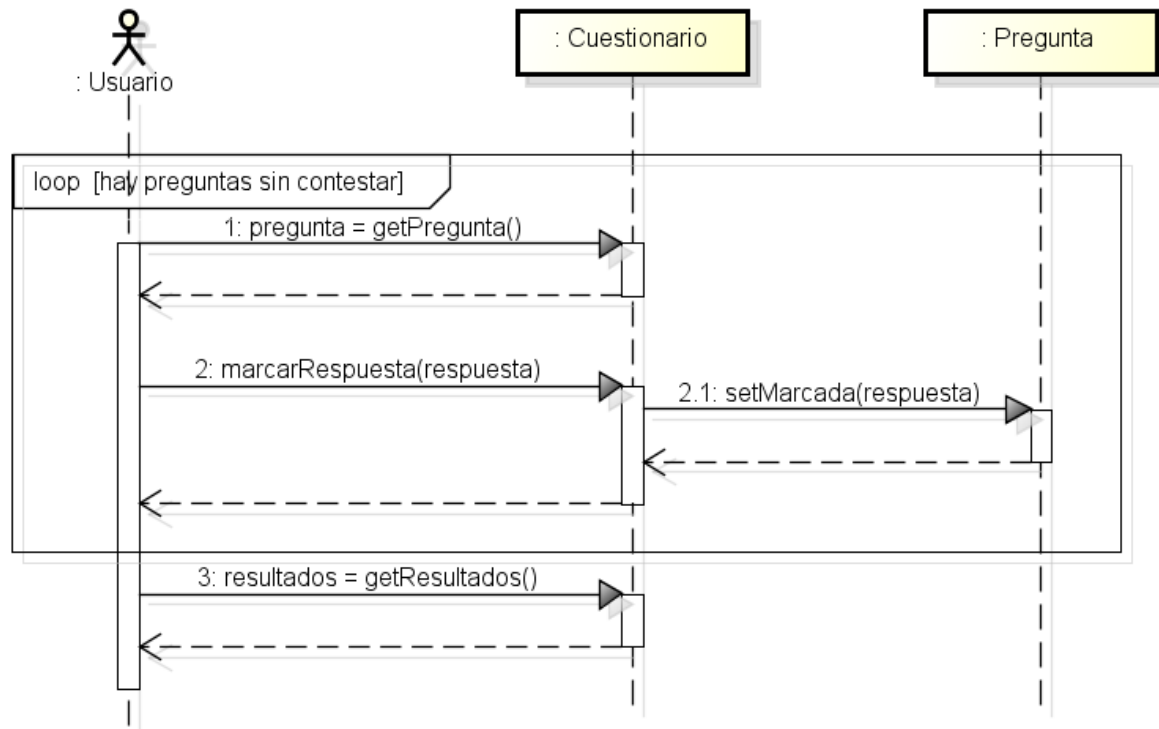


powered by Astah

Ilustración 25: Diagrama de secuencia Consultar teoría



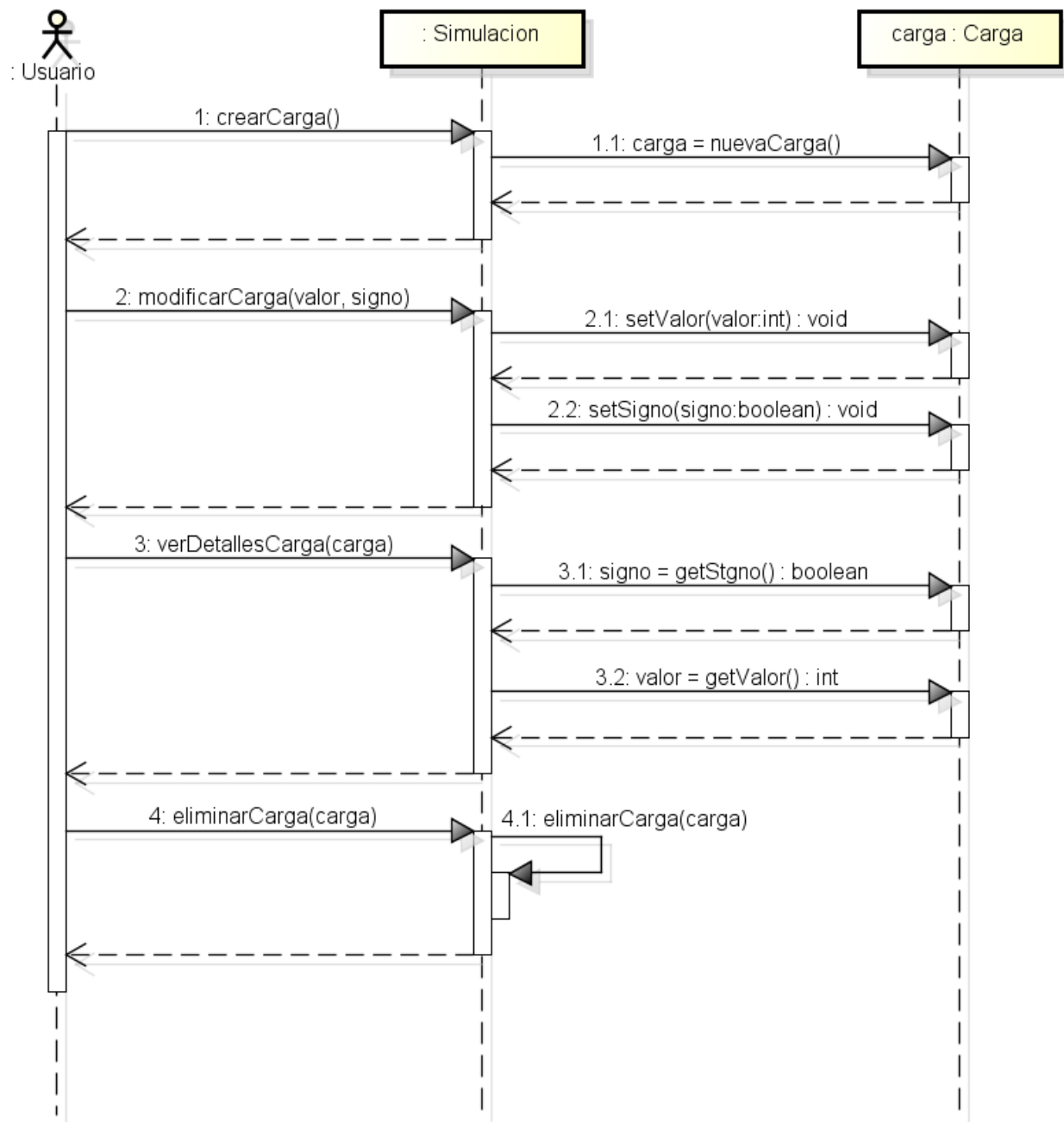
## Realizar cuestionario de test



powered by Astah

Ilustración 26: Diagrama de secuencia Realizar cuestionario de test

## Crear carga



powered by Astah

Ilustración 27: Diagrama de secuencia Crear carga

## Visualizar líneas de campo

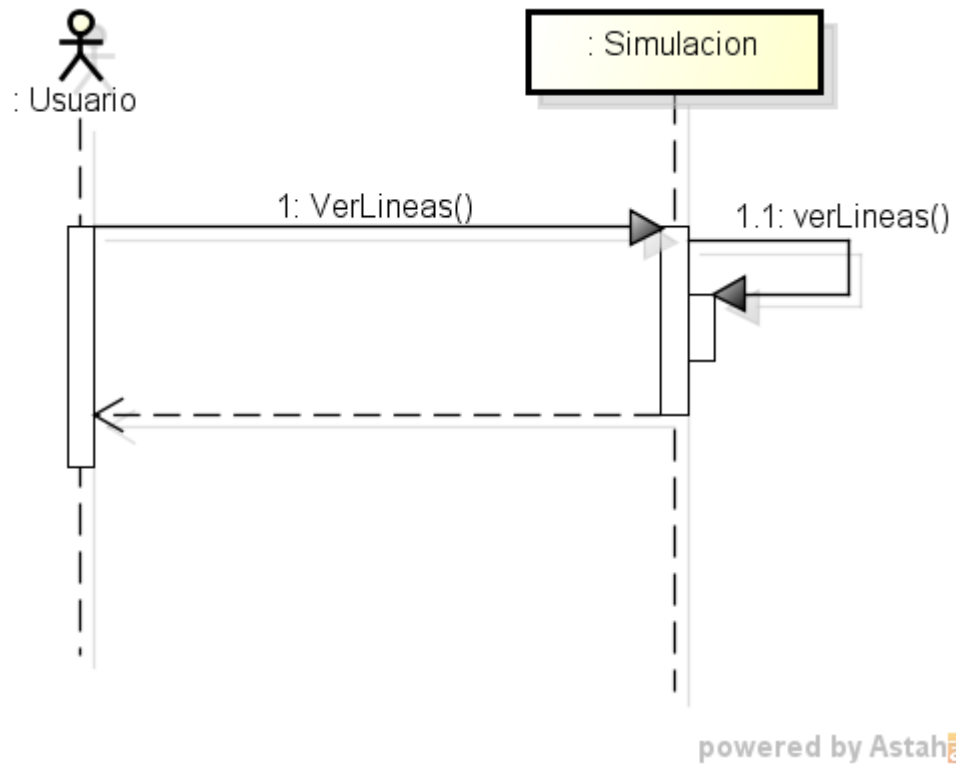


Ilustración 28: Diagrama de secuencia Visualizar líneas de campo

## Actualizar preguntas

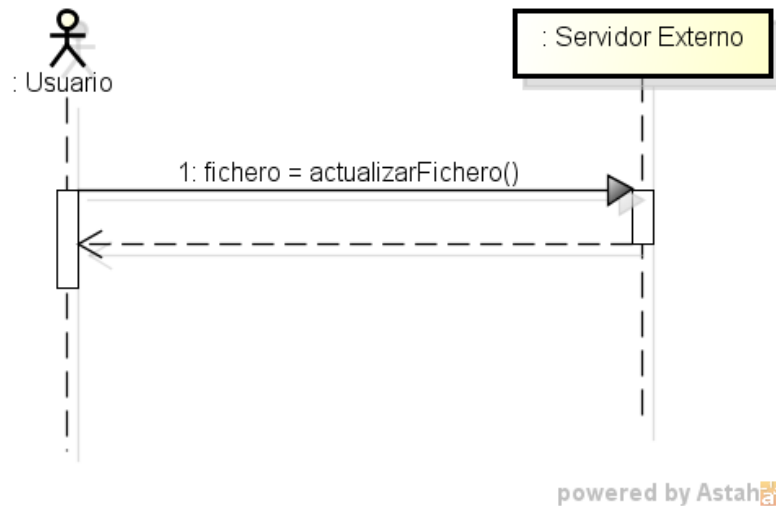
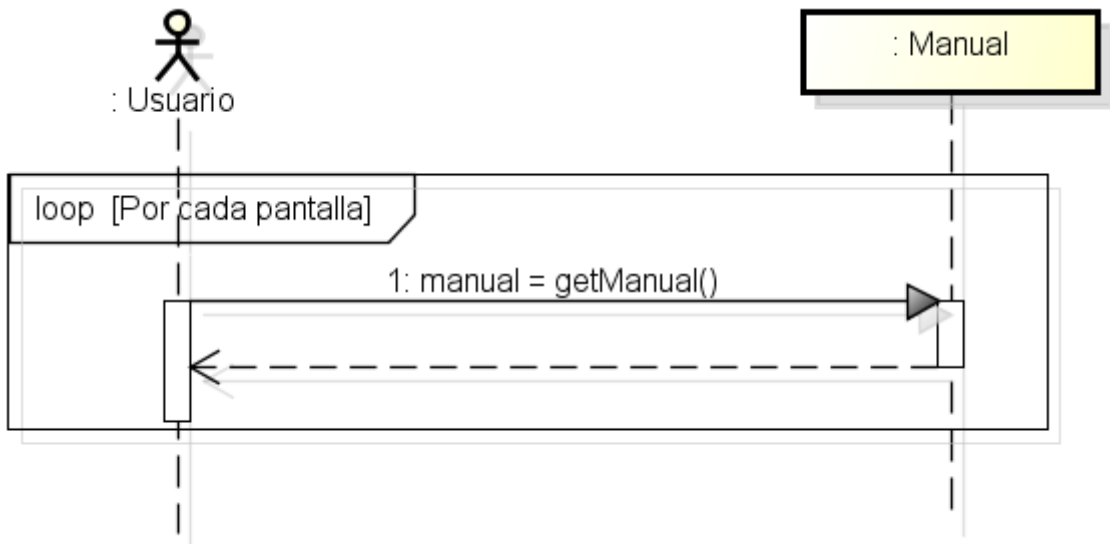


Ilustración 29: Diagrama de secuencia Actualizar preguntas

## Consultar manual de usuario



powered by Astah 

Ilustración 30: Diagrama de secuencia Consultar manual de usuario

# **CAPITULO IV: DISEÑO**

# Diagramas de clases

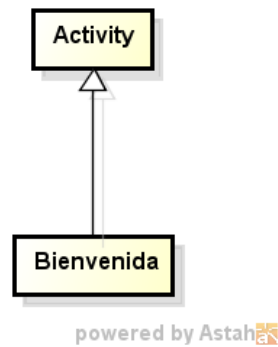


Ilustración 31: Diagrama de Clases Bienvenida

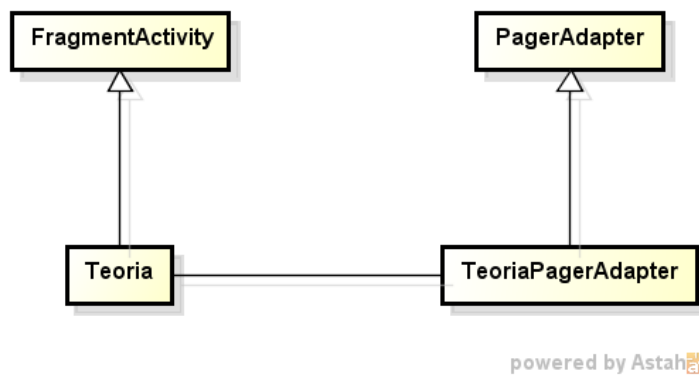


Ilustración 32: Diagrama de Clases Teoria

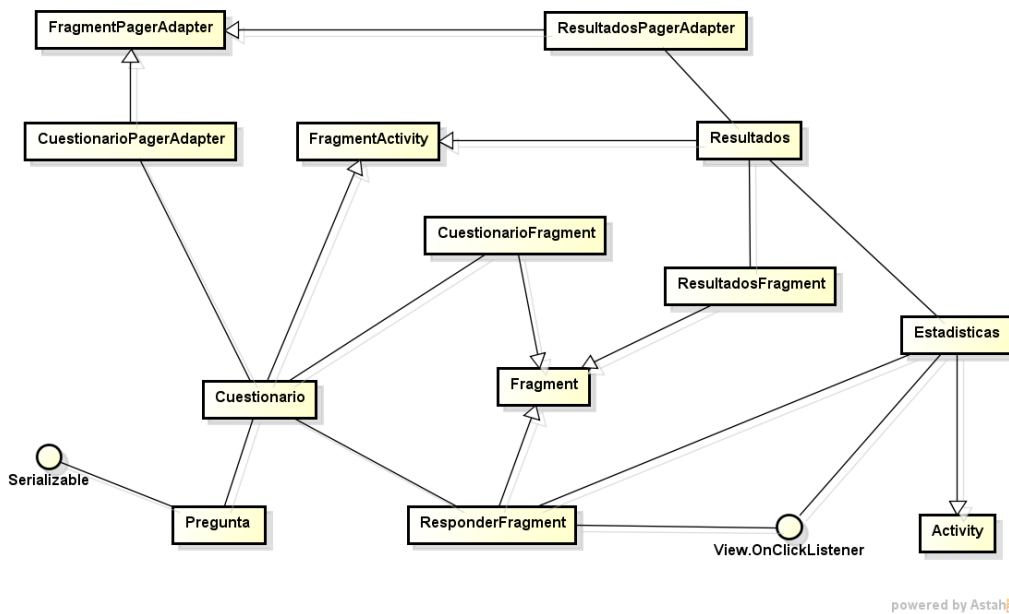
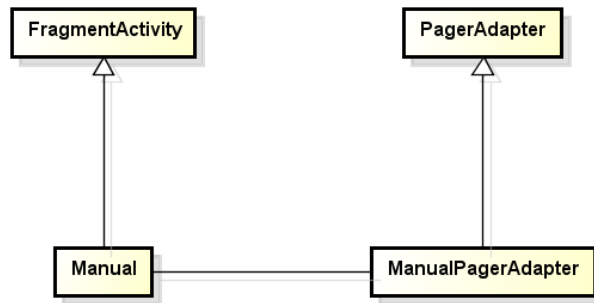
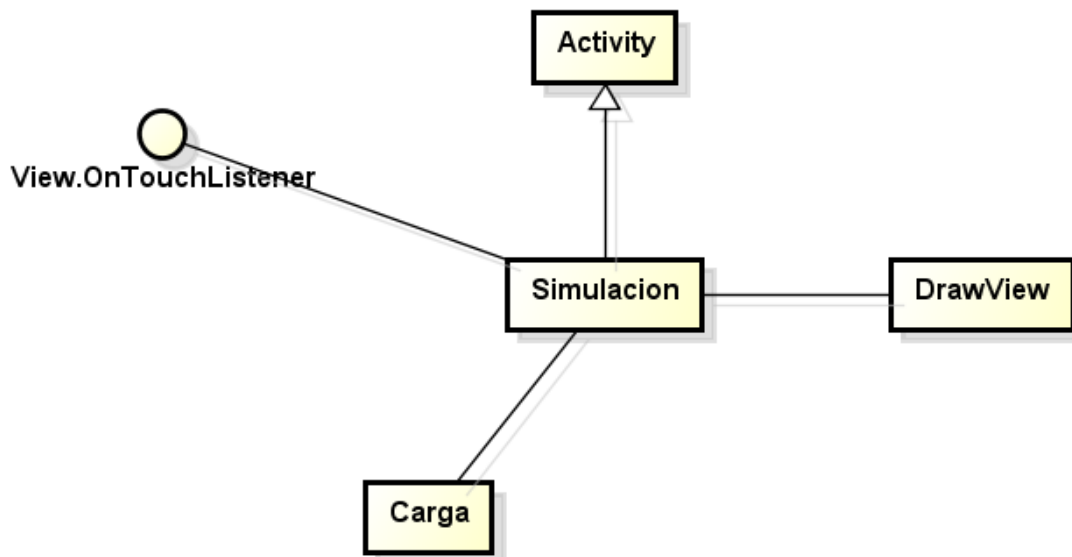


Ilustración 33: Diagrama de Clases Cuestionario de Test



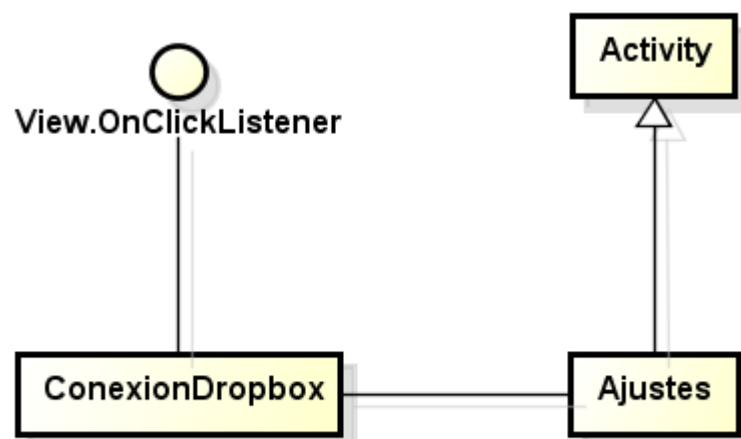
powered by Astah

Ilustración 34: Diagrama de Clases Manual de usuario



powered by Astah

Ilustración 35: Diagrama de Clases Simulación



powered by Astah

Ilustración 36: Diagrama de Clases Actualizar preguntas

# Diagrama de clases completo

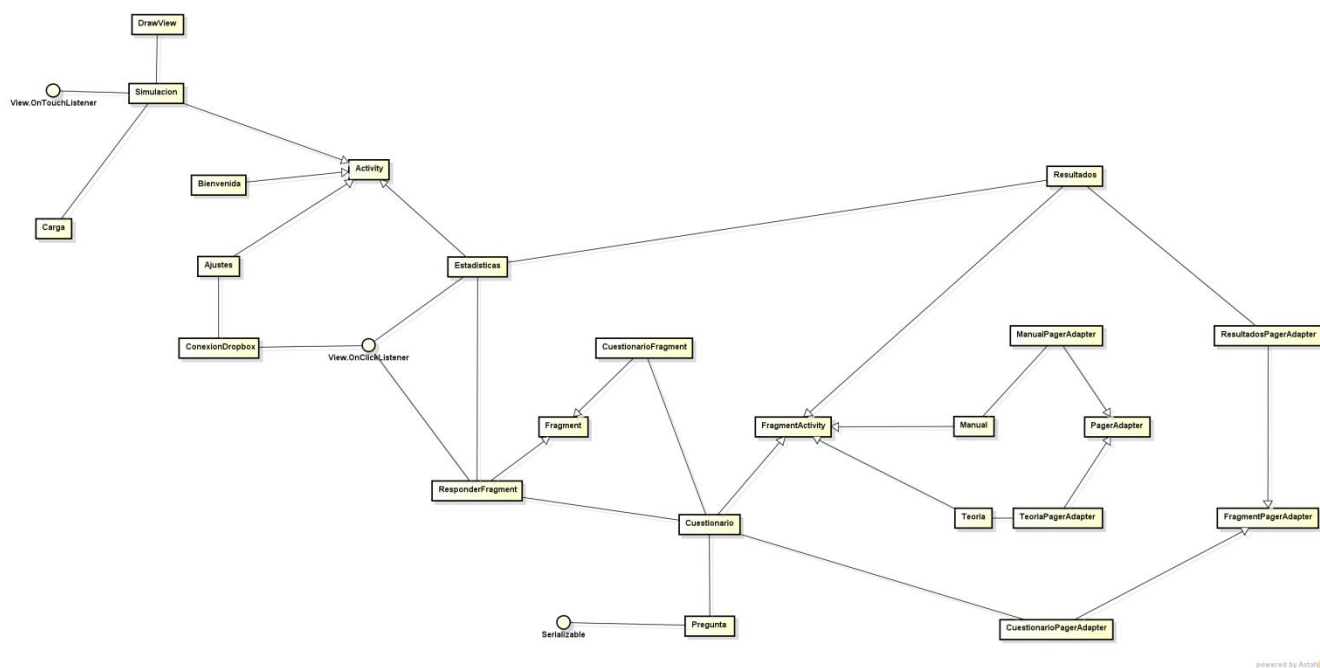
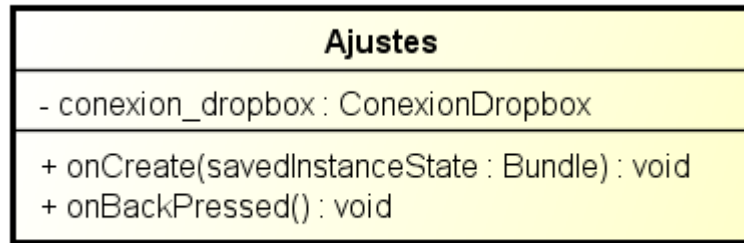


Ilustración 37: Diagrama de Clases completo



# Clases detalladas

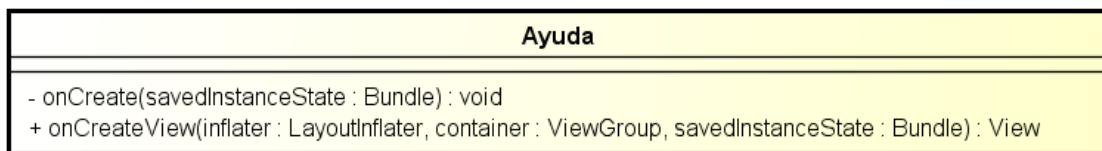
Ajustes: clase que permite actualizar el banco de preguntas.



powered by Astah

Ilustración 38: Clase Ajustes

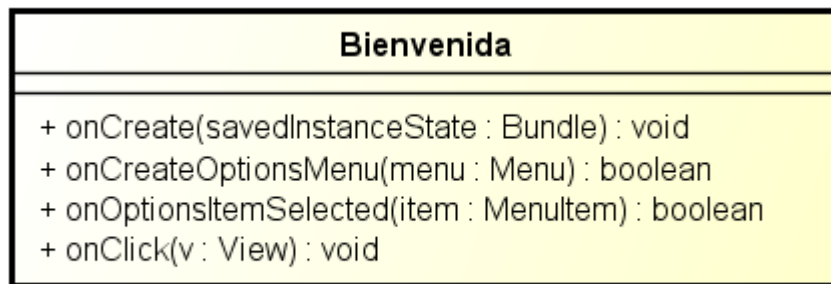
Ayuda: clase que muestra información acerca de la aplicación.



powered by Astah

Ilustración 39: Clase Ayuda

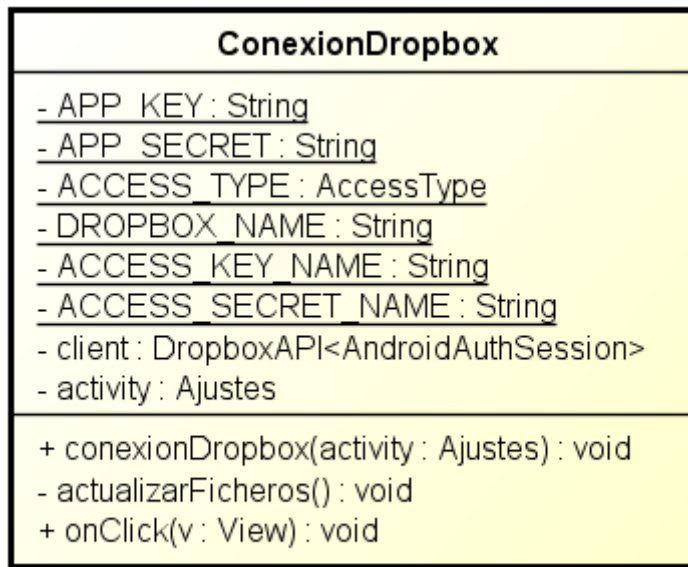
Bienvenida: clase que extiende Activity. Corresponde con la pantalla principal.



powered by Astah

Ilustración 40: Clase Bienvenida

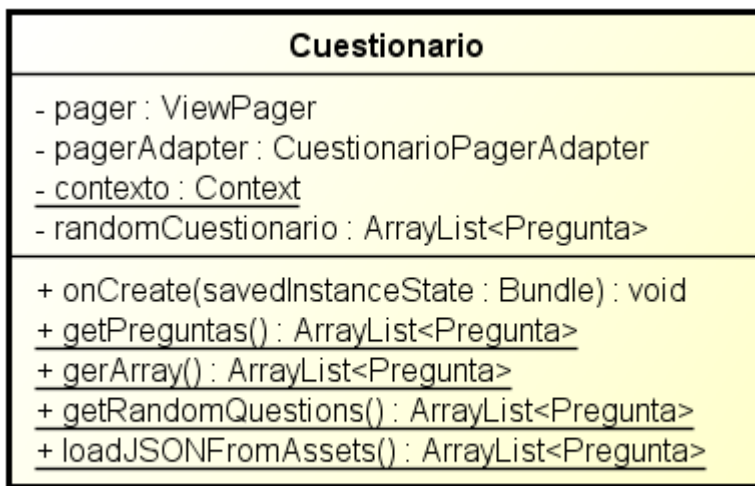
ConexionDropbox: clase que implementa `Android.view.View.OnClickListener`. Es la clase encargada de actualizar el fichero de preguntas de test conectándose a Dropbox y descargando el fichero correspondiente.



powered by Astah 

Ilustración 41: Clase ConexionDropbox

Cuestionario: clase que extiende `FragmentActivity`. Crea un cuestionario de diez preguntas aleatorias sacadas del banco de preguntas y una pantalla donde permite responder el test.



powered by Astah 

Ilustración 42: Clase Cuestionario

CuestionarioFragment: clase que extiende de Fragment. Representa cada pregunta de tipo test.

CuestionarioFragment
- contexto : Context - pregunta : Pregunta - enunciado : String - answers : String [] - position : int - marcada : int - ENUNCIADO : String - RESPUESTA_1 : String - RESPUESTA_2 : String - RESPUESTA_3 : String - RESPUESTA_4 : String - INDEX : String - MARCADA : String - PREGUNTA : String
+ newInstance(pregunta : Pregunta, i int : int) : CuestionarioFragment + CuestionarioFragment() : void + onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void + onCreateView(inflater : LayoutInflater, container : ViewGroup, savedInstanceState : Bundle) : View

powered by Astah

Ilustración 43: Clase CuestionarioFragment

CuestionarioPagerAdapter: clase que extiende de FragmentPagerAdapter. Es la encargada de gestionar los fragmentos de cuestionario mostrando el que corresponde al navegar entre ellos.

CuestionarioPagerAdapter
- fragments : List<Fragment>
+ CuestionarioPagerAdapter(fm : FragmentManager) + addFragment(fragment Fragment : int) : void + getItem(arg0 int : int) : Fragment + getCount() : int + instantiateItem(collection : View, position int : int) : Object

powered by Astah

Ilustración 44: Clase CuestionarioPagerAdapter

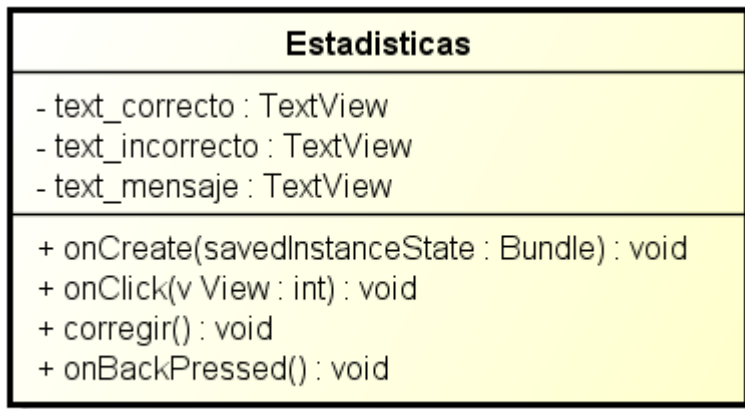
ResponderFragment: clase que extiende de Fragment y que implementa `Android.view.View.OnClickListener`. Se encarga de mostrar la opción de responder o no el cuestionario en curso.

ResponderFragment
+ newInstance() : ResponderFragment + onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void + onCreateView(inflater LayoutInflater : int, container ViewGroup : int, savedInstanceState : Bundle) : View + onClick(v : View) : void

powered by Astah

Ilustración 45: Clase ResponderFragment

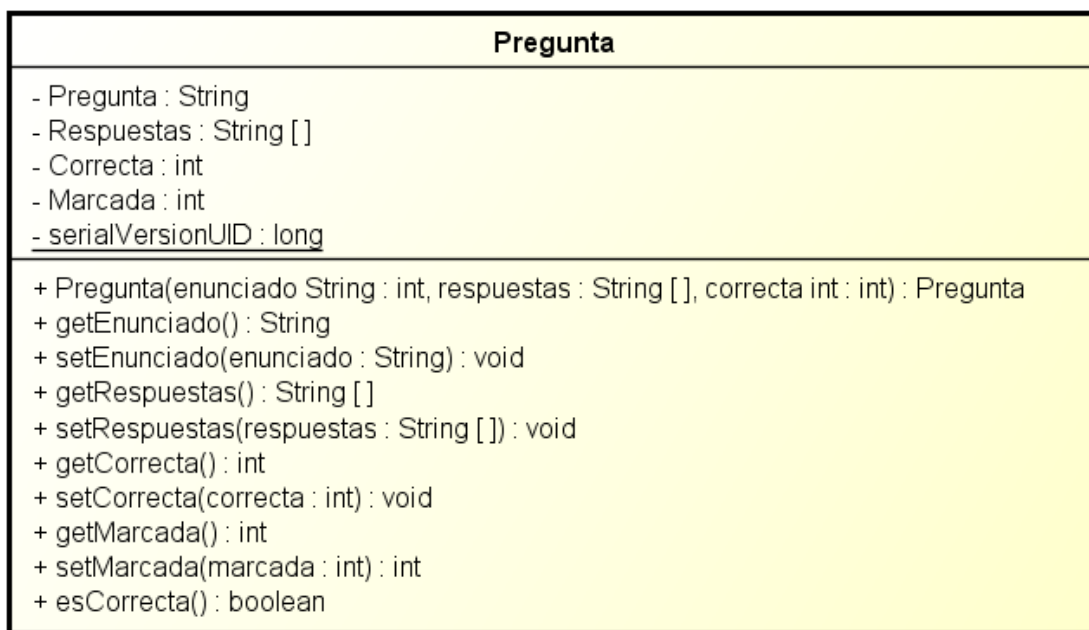
**Estadísticas:** clase que extiende de Activity y que implementa Android.view.View.OnClickListener. Se encarga de mostrar el número de aciertos y fallos que se han tenido en el cuestionario y da la posibilidad de ver los aciertos y fallos.



powered by Astah

Ilustración 46: Clase Estadísticas

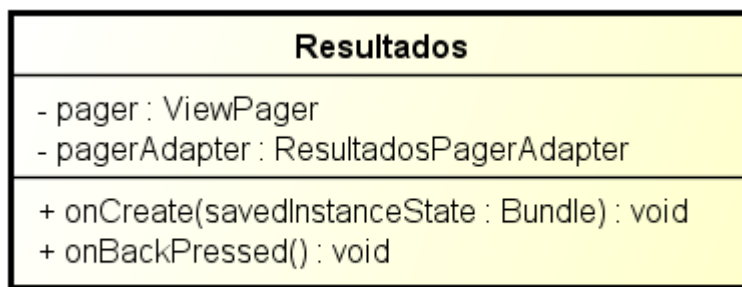
**Pregunta:** clase que implementa Serializable. Representa una pregunta de tipo test con solución única. Está formada por una pregunta, un conjunto de respuestas y el número de la opción correcta, así como el número de la opción que ha marcado el usuario.



powered by Astah

Ilustración 47: Clase Pregunta

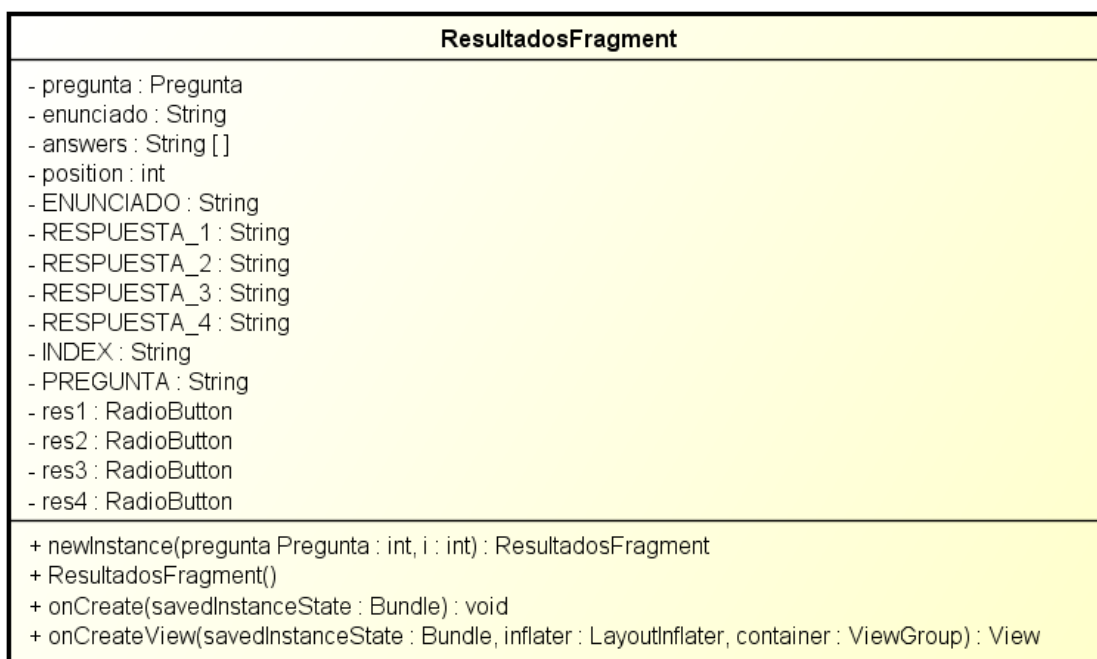
Resultados: clase que extiende `FragmentActivity`. Se encarga de crear el cuestionario corregido.



powered by Astah

Ilustración 48: Clase Resultados

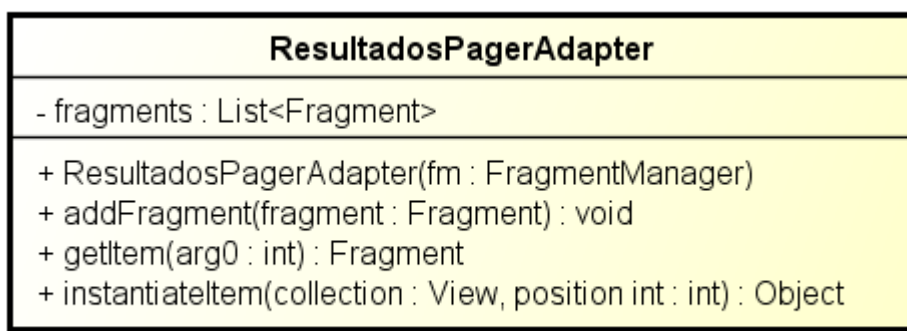
ResultadosFragment: clase que extiende `Fragment`. Se encarga de mostrar cada pregunta corregida mostrando con color verde la respuesta correcta y con color rojo si la opción seleccionada por el usuario es incorrecta.



powered by Astah

Ilustración 49: Clase ResultadosFragment

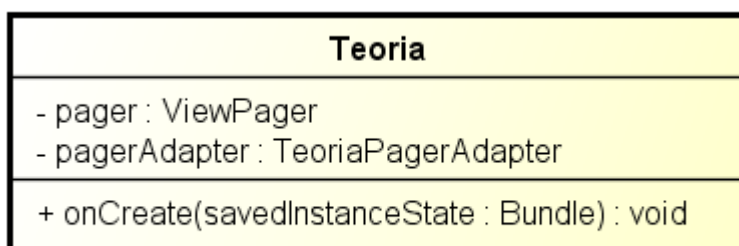
ResultadosPagerAdapter: clase que extiende de FragmentPagerAdapter. Es la encargada de gestionar los fragmentos de cuestionario corregidos mostrando el que corresponde al navegar entre ellos.



powered by Astah

Ilustración 50: Clase ResultadosPagerAdapter

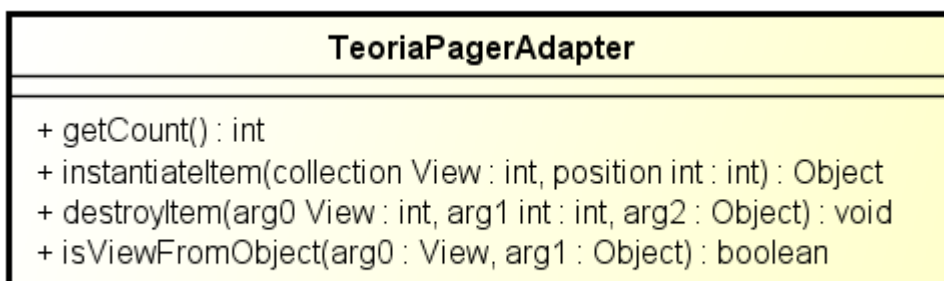
Teoria: clase que extiende Fragment Activity. Encargada de mostrar un resumen de los conceptos teóricos más importantes del campo eléctrico y potencial eléctrico.



powered by Astah

Ilustración 51: Clase Teoría

TeoriaPagerAdapter: clase que extiende de PagerAdapter. Se encarga de mostrar los diferentes *layouts* (vistas) de los conceptos teóricos.



powered by Astah

Ilustración 52: Clase TeoriaPagerAdapter

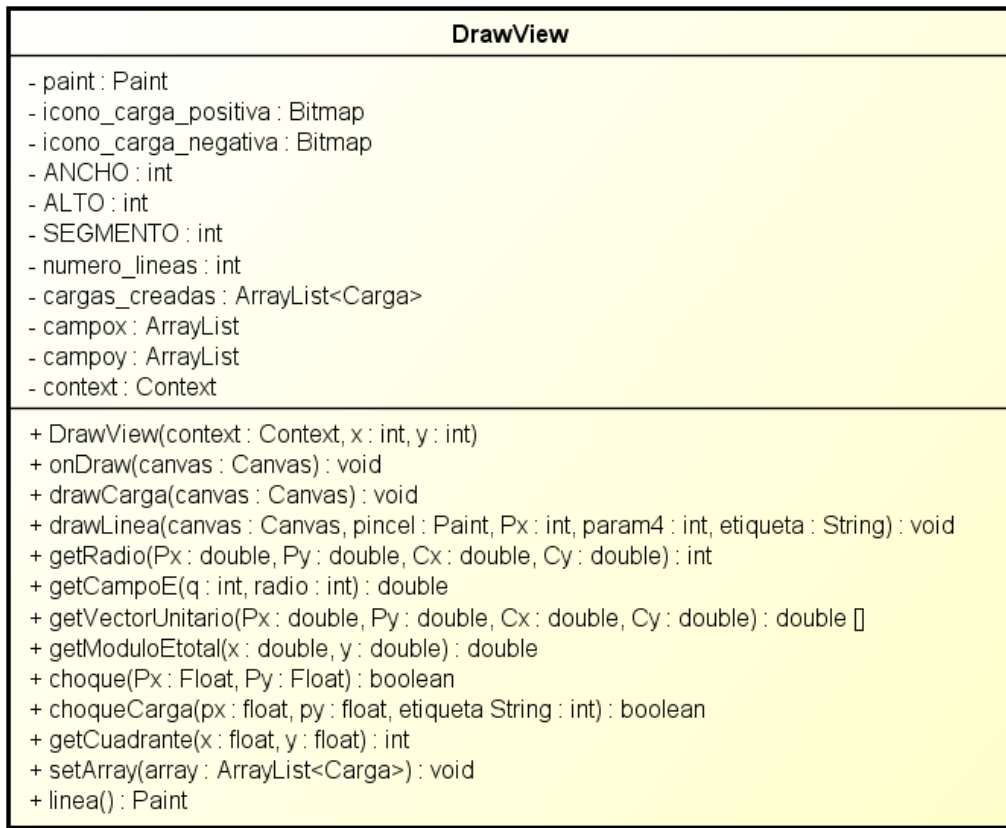
Simulación: clase que extiende de Activity que implementa Android.view.View.OnTouchListener. Es la encargada de crear, editar, eliminar cargas en pantalla y poder moverlas a cualquier posición de la misma.

Simulacion
- marco : ViewGroup - xDelta : int - yDelta : int - cargas : ArrayList<Pregunta> - signo : boolean - carga_valor : int - carga_edit_pos : int - drawView : DrawView
+ onCreate(savedInstanceState : Bundle) : void + onTouch(view : View, event : MotionEvent) : boolean + onCreateOptionsMenu(menu : Menu) : boolean + crearImagen(carga : int, signo : boolean) : void + crearCargaDialogo() : void + editarCargaDialogo() : void + editarListaDialogo() : void + editarCarga(cargavalor : int, cargasin : boolean, carga_pos : int) : void + removeCargaDialog() : void + infoCargaDialog() : void + infoCargafromScreen(seleccion : ArrayList<String>) : void + removeCargafromScreen(seleccion : ArrayList<String>) : void + actualizeCargafromScreen(pos_array : int, sig : boolean) : void + crearLineas() : void + onOptionsItemSelected(item MenuItem : int) : boolean

powered by Astah

Ilustración 53: Clase Simulacion

DrawView: clase que extiende de View. Es la encargada de visualizar las líneas de campo que crean las cargas que haya en pantalla.

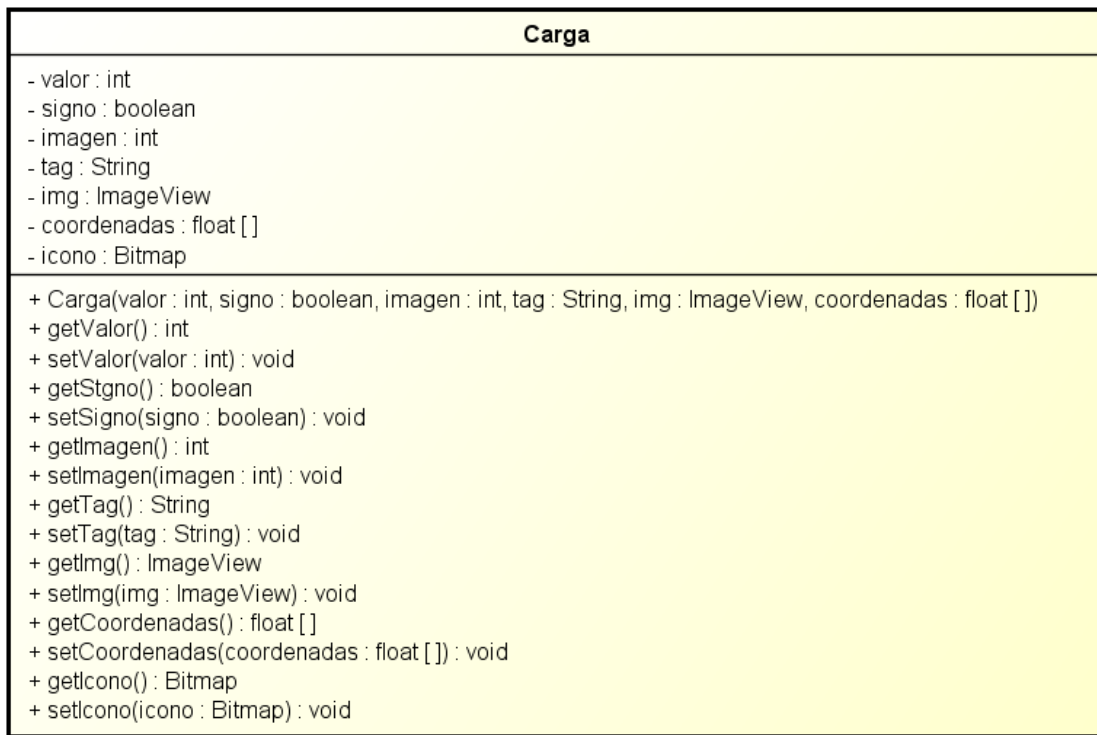


powered by Astah

Ilustración 54: Clase DrawView



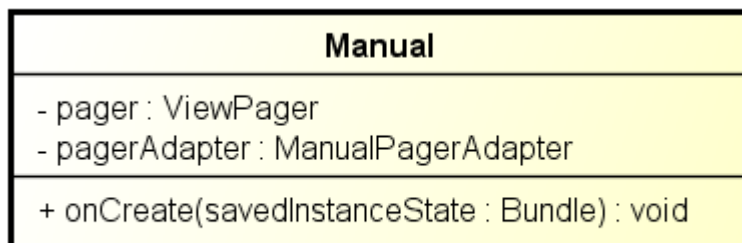
**Carga:** clase que simula una carga eléctrica discreta. Tiene como atributos más importantes signo y valor que la definen.



powered by Astah

Ilustración 55: Clase Carga

**Manual:** clase que extiende Fragment Activity. Encargada de mostrar un resumen de las principales funciones que hace la aplicación.



powered by Astah

Ilustración 56: Clase Manual

ManualPagerAdapter: clase que extiende de PagerAdapter. Se encarga de mostrar los diferentes *layouts* (vistas) del manual de usuario.

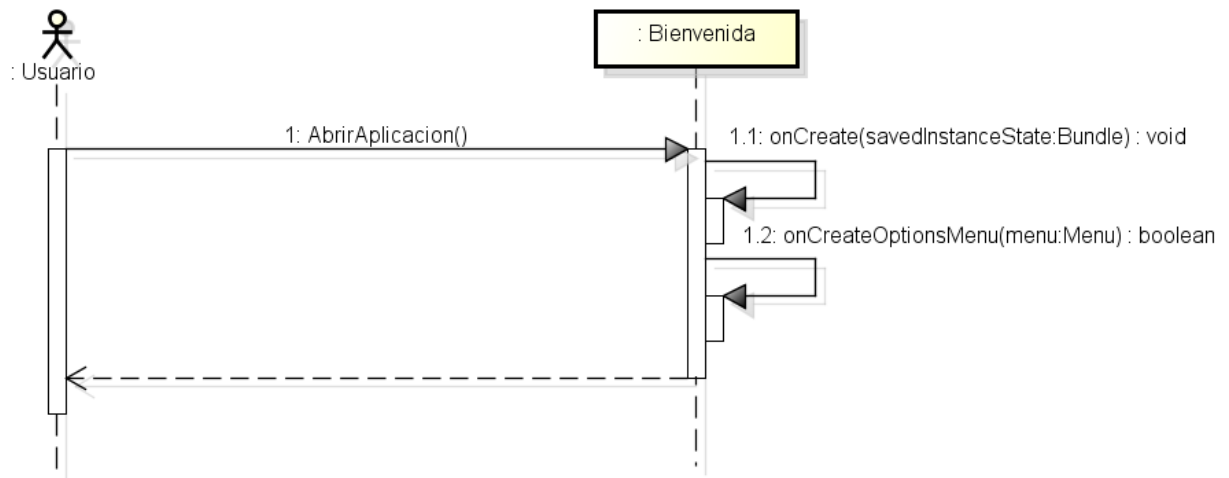
ManualPagerAdapter
+ getCount() : int + instantiateItem(collection : View, position : int) : Object + destroyItem(arg0 : View, arg1 : int, arg2 : Object) : void + isViewFromObject(arg0 : View, arg1 : Object) : boolean

powered by Astah 

Ilustración 57: Clase ManualPagerAdapter

# Diagramas de secuencia

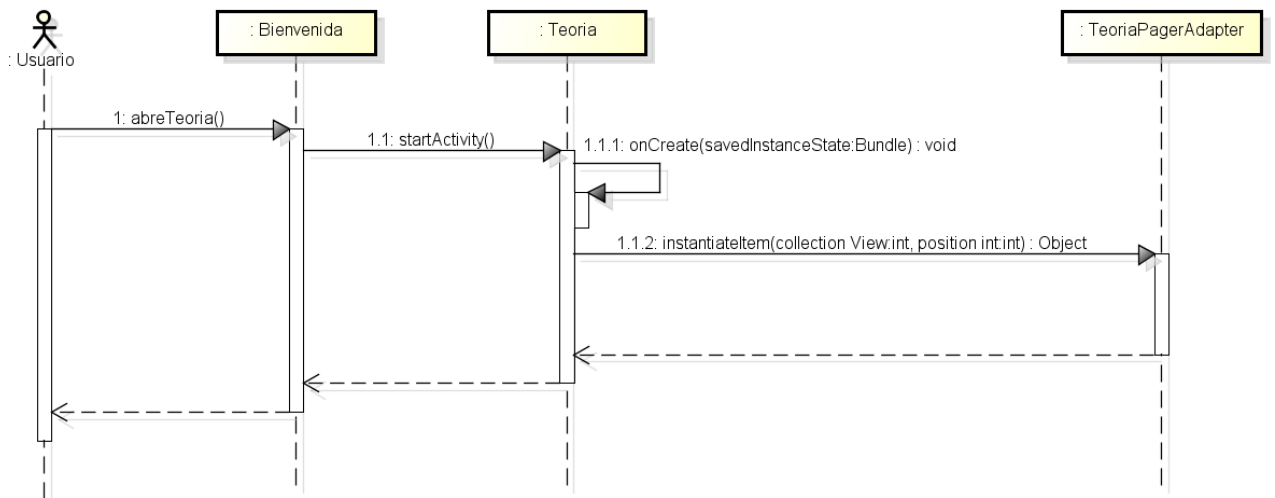
## Bienvenida a la aplicación



powered by Astah

Ilustración 58: Diagrama de secuencia Bienvenida a la aplicación

## Consultar teoría



powered by Astah

Ilustración 59: Diagrama de secuencia Consultar Teoría

## Realizar cuestionario de test

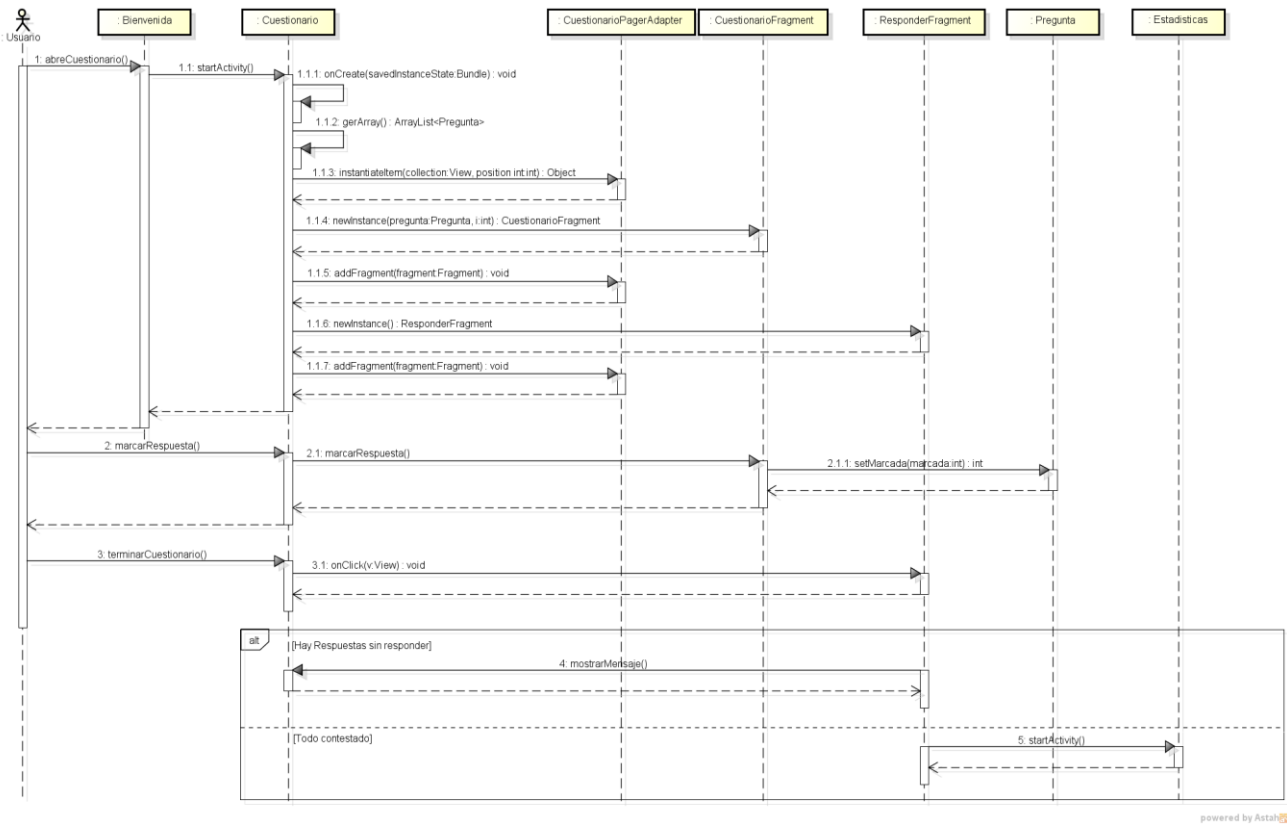


Ilustración 60: Diagrama de secuencia Realizar cuestionario de test [1]

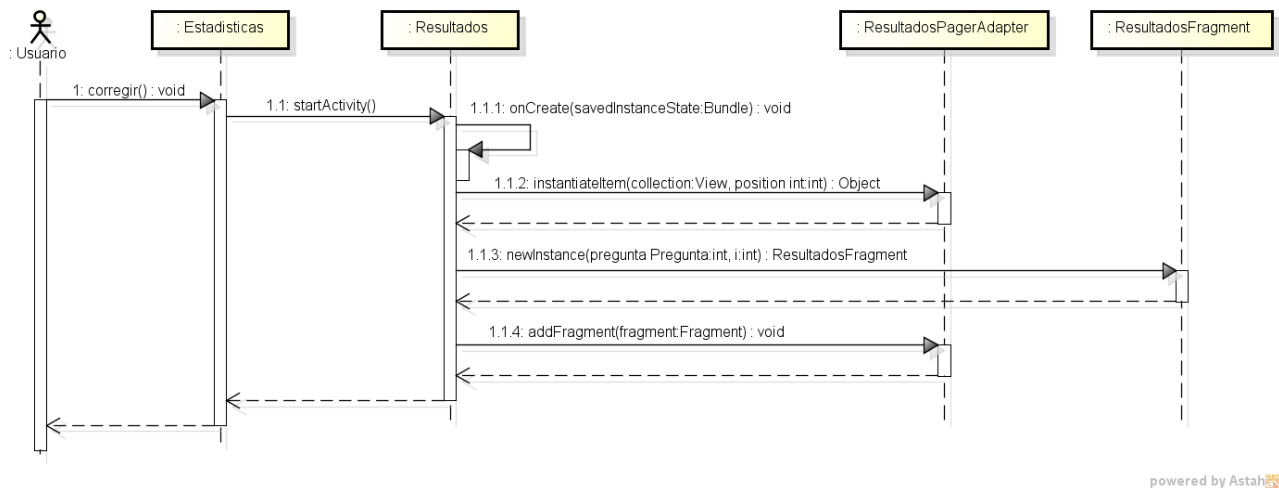
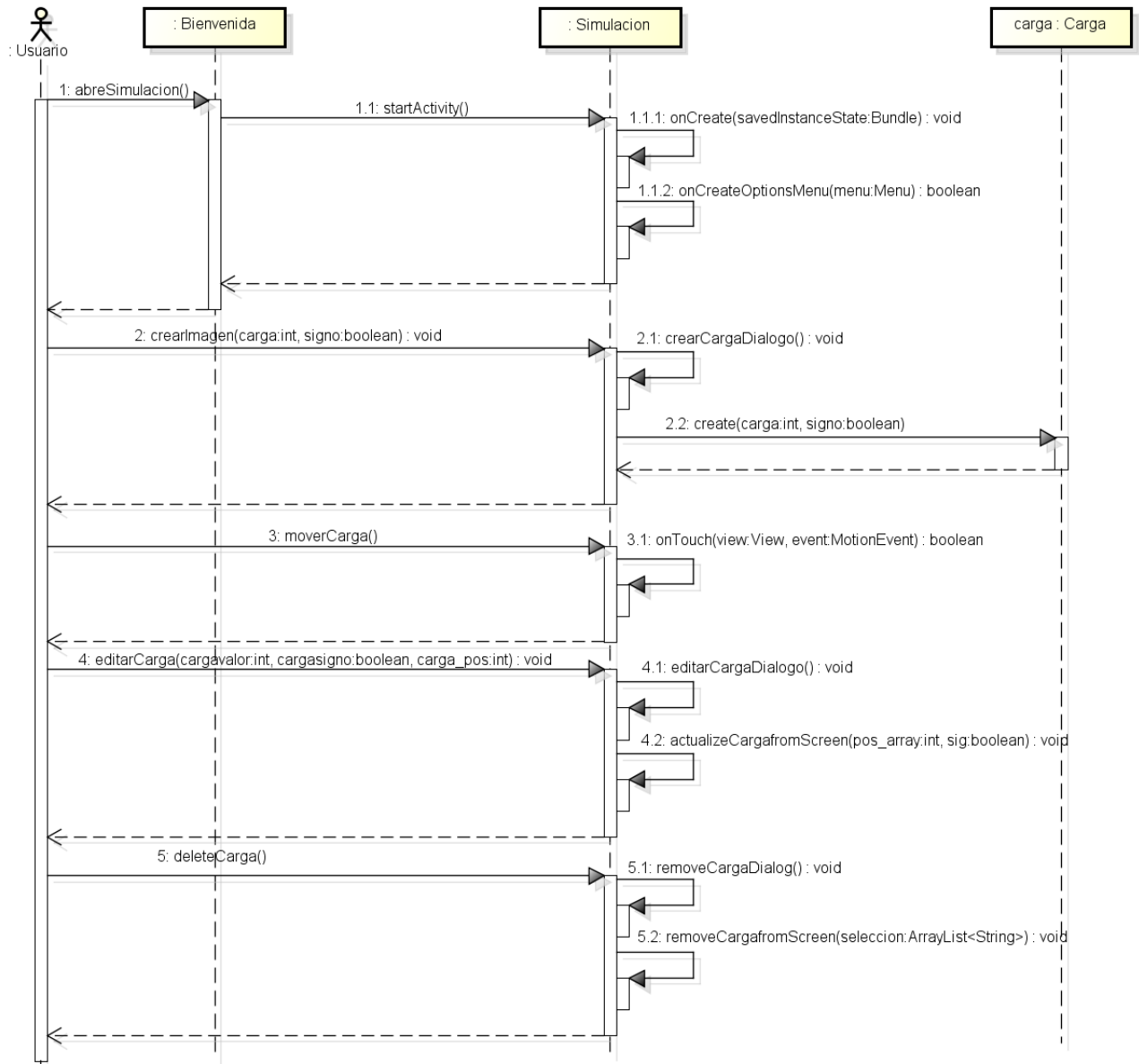


Ilustración 61: Diagrama de secuencia Realizar cuestionario de test [2]

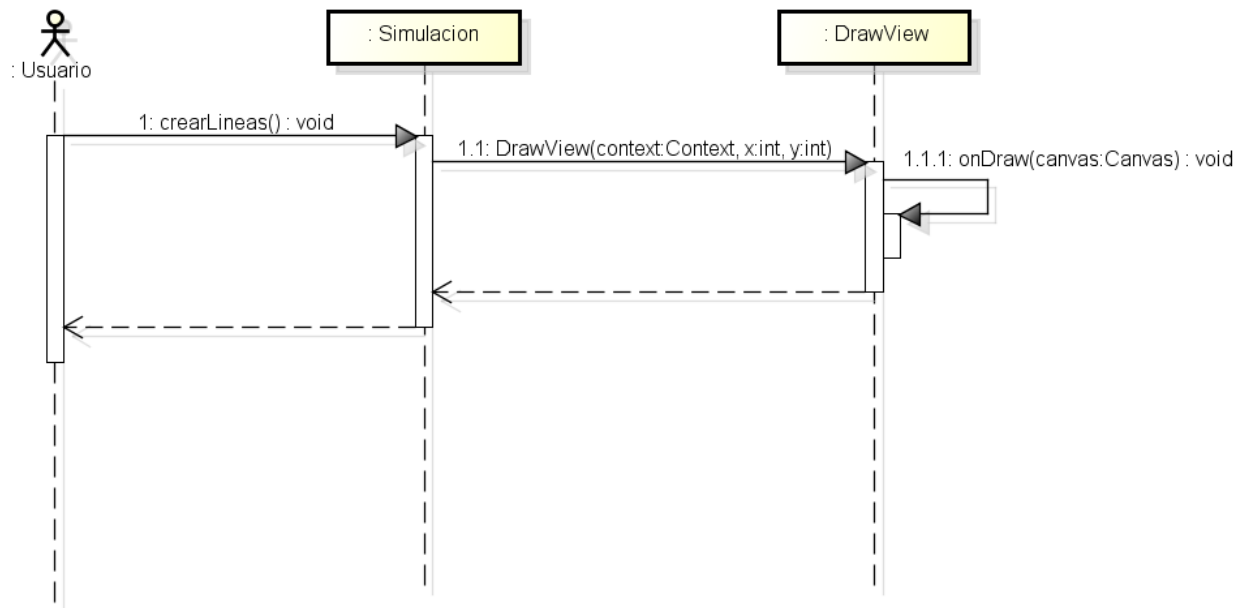
# Crear Carga



powered by Astah

Ilustración 62: Diagrama de secuencia Crear carga

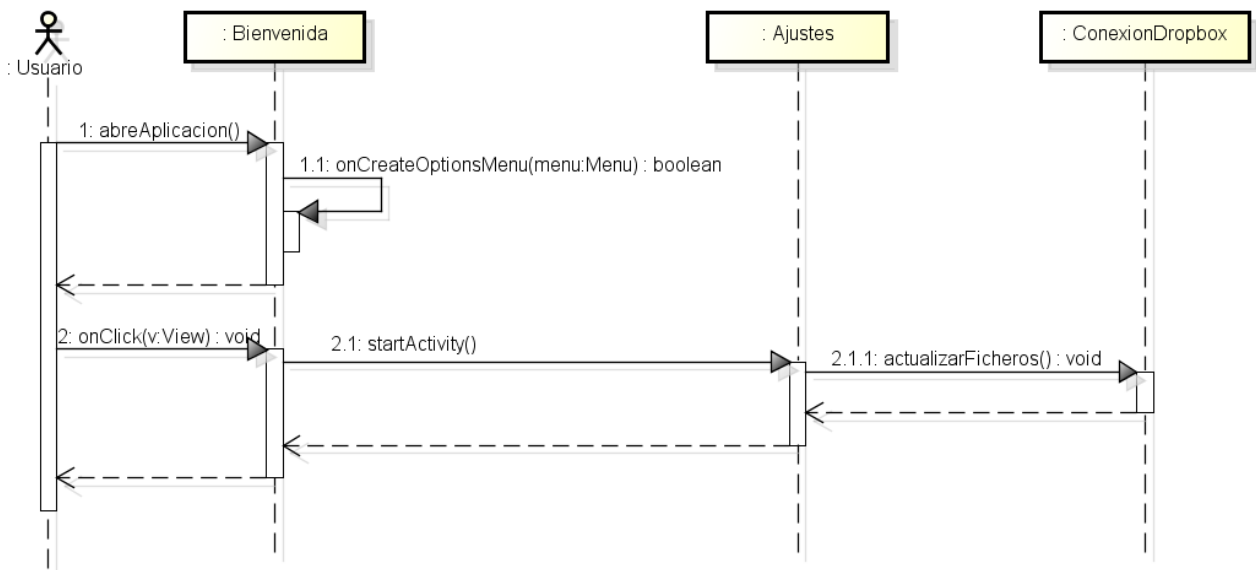
## Visualizar líneas de campo



powered by Astah

Ilustración 63: Diagrama de secuencia Visualizar líneas de campo

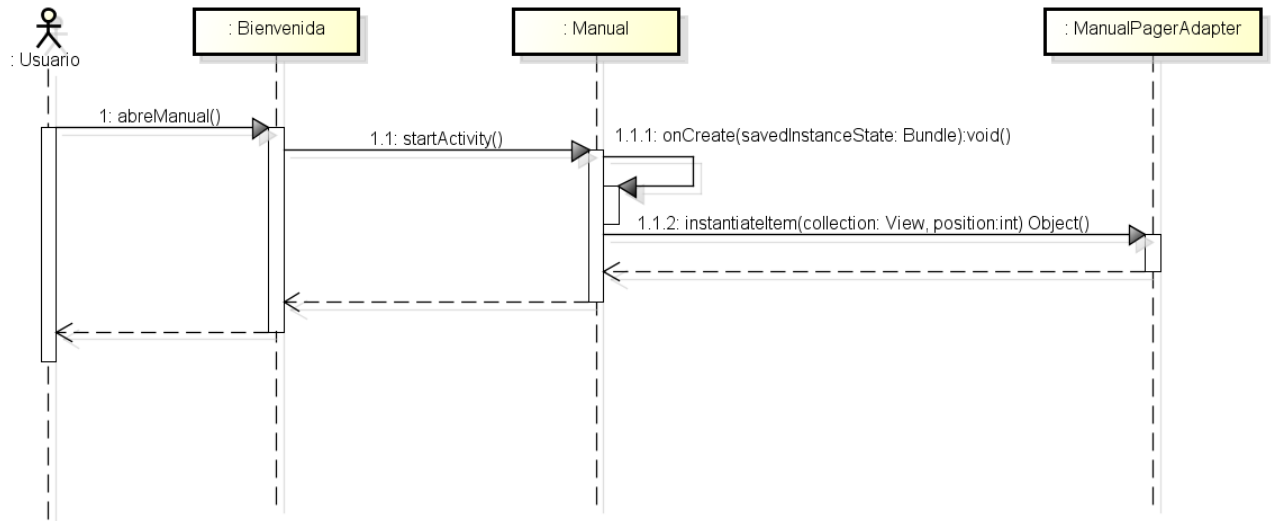
## Actualizar preguntas



powered by Astah

Ilustración 64: Diagrama de secuencia Actualizar Preguntas

## Consultar Manual de usuario



powered by Astah

Ilustración 65: Diagrama de secuencia Consultar Manual de usuario

# **CAPITULO V: IMPLEMENTACION**



## Estilo visual

Para el desarrollo de la aplicación se ha optado por utilizar una interfaz sencilla e intuitiva. Se ha procurado seguir las ideas más sencillas que proporcionan los patrones de diseño para crear interfaces fáciles de usar por todos los usuarios.

## Creación de cargas

Para esta parte, se ha optado por utilizar una pantalla totalmente libre de botones. La razón de esta decisión es que el usuario pueda colocar la carga que crea en el punto de la pantalla que desee sin que haya botones que resten espacio a la pantalla, pensado sobre todo para móviles con una pantalla de pequeñas dimensiones.

La carga se puede mover a cualquier posición utilizando *drag & drop* que es una de las principales características de las pantallas táctiles, presentes en todos los smartphones del mercado.

Para el resto de funciones como editar, eliminar o ver detalles de las cargas creadas, se ha elegido un menú de opciones. Este menú en versiones antiguas de Android (como la 4.1.2) es una parte muy importante en la experiencia de usuario ya que es muy común tener las opciones ordenadas en este tipo de menús. A partir de versiones más recientes, con la consecuente eliminación del botón menú de los dispositivos, estas opciones se encuentran en una barra donde se agrupan todas las opciones.

Para las funciones avanzadas se utilizan diálogos emergentes para seleccionar la/las carga/s que se quieran eliminar, ver detalles o editar. Si se elige la opción de ver detalles sale la información de la carga seleccionada en forma de mensaje emergente de duración limitada encima de la carga.

## Dropbox como servidor de almacenamiento de preguntas

Con el requisito que se pudieran actualizar las preguntas de los cuestionarios se decidió junto al tutor del proyecto, utilizar una herramienta externa para dicho proceso. El servidor externo elegido donde se guardarán las preguntas es Dropbox. Se ha elegido porque Dropbox proporciona una API muy sencilla de incorporar a los proyectos de JAVA y de ANDROID, proporcionando unas librerías que permiten la subida y bajada de todo tipo de ficheros, sincronizándose a una cuenta registrada en Dropbox anteriormente. Esta API se ha integrado en la aplicación Android para descargar las preguntas actualizadas y en la aplicación JAVA de escritorio para subir las preguntas nuevas.

# Algoritmo de líneas de campo

El algoritmo empleado para visualizar las líneas de campo consiste en partir de las cargas positivas que se encuentren creadas en pantalla. Cada carga tendrá un valor en culombios que producirán el número de líneas que correspondan.

El algoritmo se basa en la ley de Coulomb para calcular los puntos que formarán la línea de campo. Comenzando en un punto cercano a la carga, se calcula el siguiente punto con respecto a las cargas existentes en pantalla, los valores de las cargas y los signos. De esta manera, cada vez que se tenga un nuevo punto, se podrá pintar un trozo de la línea. Los cálculos pararán cuando el punto calculado sea el borde de la pantalla o la cercanía de otra de las cargas existentes.

Para poder visualizar las cargas se han puesto dos restricciones. La primera es que el número mínimo que se necesita para poder visualizar las cargas es de dos, es decir, que si el usuario sólo introduce una carga en pantalla, se mostrará un aviso de que no son cargas suficientes. La segunda es que el número máximo que se pueden tener en pantalla para la correcta visualización es de cuatro cargas, mostrando un nuevo mensaje al usuario de que son demasiadas cargas en el caso de introducir más de ese número. Esta restricción se ha determinado para que el dibujo de las líneas que se obtenga se entienda con pocas cargas, al aumentar el número no se entendería el resultado lo que dificultaría el aprendizaje de los alumnos.

## Librerías utilizadas

Junto a las librerías propias de Android (Android-support-v4.jar) se han utilizado las siguientes librerías para el desarrollo de la aplicación:

- bcprov-jdk16-146.jar: librería utilizada para la conexión con Dropbox.
- commons-logging-1.1.1.jar: librería utilizada para la conexión con Dropbox.
- dropbox-android-sdk-1.6.1.jar: librería utilizada para la conexión con Dropbox.
- httpclient-4.0.3.jar: librería utilizada para la conexión con Dropbox.
- httpcore-4.0.1.jar: librería utilizada para la conexión con Dropbox.
- httpmime-4.0.3.jar: librería utilizada para la conexión con Dropbox.
- json\_simple-1.1.jar: librería utilizada para la conexión con Dropbox y tratamiento de ficheros JSON.
- library.jar: librería utilizada para breadcrumbs implementada por Jake Wharton.

# **CAPITULO VI: PRUEBAS**

# Pruebas de la interfaz gráfica

PGUI-0001	
Descripción	Se pulsa el botón Teoría de la pantalla principal.
Entrada	Pulsación del botón.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla de teoría.
Resultado	Correcto.

**Tabla 37: Prueba-0001**

PGUI-0002	
Descripción	Se pulsa el botón Cuestionarios de la pantalla principal.
Entrada	Pulsación del botón.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla con el cuestionario.
Resultado	Correcto.

**Tabla 38: Prueba-0002**

PGUI-0003	
Descripción	Se pulsa el botón Simulación.
Entrada	Pulsación del botón.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla de creación de cargas.
Resultado	Correcto.

**Tabla 39: Prueba-0003**

PGUI-0004	
Descripción	Se pulsa el botón Cómo usar la aplicación.
Entrada	Pulsación del botón.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla del manual.
Resultado	Correcto.

**Tabla 40: Prueba-0004**

PGUI-0005	
Descripción	Se pulsa el botón Ajustes del Menú.
Entrada	Pulsación del botón.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla de configuración.
Resultado	Correcto.

**Tabla 41: Prueba-0005**

PGUI-0006	
Descripción	Se pulsa el botón Acerca de la aplicación.
Entrada	Pulsación del botón.
Resultado esperado	Se muestra la pantalla de información de la aplicación.
Resultado	Correcto.

**Tabla 42: Prueba-0006**

PGUI-0007	
Descripción	La navegación entre las pantallas de Teoría se realiza correctamente, mostrando correctamente el color en el breadcrumb.
Entrada	Navegación lateral.
Resultado esperado	Se muestran las pantallas de teoría en el orden correcto.
Resultado	Correcto.

**Tabla 43: Prueba-0007**

PGUI-0008	
Descripción	La navegación entre las preguntas del cuestionario se realiza correctamente mostrando correctamente el color en el breadcrumb.
Entrada	Navegación lateral.
Resultado esperado	Se muestran las pantallas de las preguntas en orden.
Resultado	Correcto.

**Tabla 44: Prueba-0008**

PGUI-0009	
Descripción	La navegación entre los resultados del cuestionario corregidos se realiza correctamente mostrando correctamente el color en el breadcrumbs.
Entrada	Navegación lateral.
Resultado esperado	Se muestran las pantallas de las preguntas corregidas en orden.
Resultado	Correcto.

**Tabla 45: Prueba-0009**

PGUI-0010	
Descripción	La navegación entre las pantallas del manual se realiza correctamente mostrando correctamente el color en el breadcrumb.
Entrada	Navegación lateral.
Resultado esperado	Se muestran las pantallas del manual corregidas en orden.
Resultado obtenido	Correcto.

**Tabla 46: Prueba-0010**

PGUI-0011	
Descripción	Se pulsa el botón superior izquierdo o el botón Atrás en la teoría.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Aparece la pantalla principal
Resultado	Correcto.

**Tabla 47: Prueba-0011**

PGUI-0012	
Descripción	Se pulsa el botón superior izquierdo o el botón Atrás en los cuestionarios.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Aparece la pantalla principal
Resultado	Correcto.

**Tabla 48: Prueba-0012**

PGUI-0013	
Descripción	Se pulsa el botón superior izquierdo o el botón Atrás en las estadísticas.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Aparece la pantalla principal
Resultado	Correcto.

**Tabla 49: Prueba-0013**

PGUI-0014	
Descripción	Se pulsa el botón superior izquierdo o el botón Atrás en los resultados.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Aparece la pantalla principal
Resultado	Correcto.

**Tabla 50: Prueba-0014**

PGUI-0015	
Descripción	Se pulsa el botón superior izquierdo o el botón Atrás en las estadísticas.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Aparece la pantalla principal
Resultado	Correcto.

**Tabla 51: Prueba-0015**

PGUI-0016	
Descripción	Se pulsa el botón + en la simulación.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Aparece un diálogo para la creación de la carga.
Resultado	Correcto.

**Tabla 52: Prueba-0016**

PGUI-0017	
Descripción	Se pulsa la opción eliminar en la simulación.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Aparece un diálogo para seleccionar la carga o cargas para eliminar.
Resultado	Correcto.

**Tabla 53: Prueba-0017**

PGUI-0018	
Descripción	Se pulsa la opción editar en la simulación.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Aparece un diálogo para seleccionar la carga para editar.
Resultado	Correcto.

**Tabla 54: Prueba-0018**

PGUI-0019	
Descripción	Se pulsa el botón ver detalles en la simulación.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Aparece un diálogo para seleccionar la carga o cargas para ver detalles.
Resultado	Correcto.

**Tabla 55: Prueba-0019**

PGUI-0020	
Descripción	Se arrastra una carga a otra posición.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Se mueve la carga a esa posición.
Resultado	Correcto.

Tabla 56: Prueba-0020

PGUI-0021	
Descripción	Se pulsa sobre el botón de actualizar ficheros.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Aparece mensaje de actualización correcta.
Resultado	Correcto.

Tabla 57: Prueba-0021

PGUI-0022	
Descripción	Se pulsa sobre el botón corregir cuestionario.
Entrada	Pulsación de botón.
Resultado esperado	Aparece la pantalla de estadísticas.
Resultado	Correcto.

Tabla 58: Prueba-0022

## Pruebas del dominio de la aplicación


PDOM-0001	
Descripción	Se mueve una carga a una posición donde se encuentra otra carga creada anteriormente.
Entrada	
Resultado esperado	Mensaje de error.
Resultado	Correcto.

Tabla 59: Prueba de dominio-0001


PDOM-0002	
Descripción	Se pulsa la opción de eliminar cuando no hay cargas creadas.
Entrada	
Resultado esperado	Mensaje de error.
Resultado	Correcto.

Tabla 60: Prueba de dominio-0002


PDOM-0003	
Descripción	Se pulsa la opción ver detalles de carga cuando no hay cargas creadas.
Entrada	
Resultado esperado	Mensaje de error.
Resultado	Correcto.

Tabla 61: Prueba de dominio-0003




PDOM-0004	
Descripción	Se pulsa la opción editar cuando no hay cargas creadas.
Entrada	
Resultado esperado	Mensaje de error.
Resultado	Correcto.

Tabla 62: Prueba de dominio-0004


PDOM-0005	
Descripción	Se pulsa la opción visualizar las líneas cuando no hay cargas creadas.
Entrada	
Resultado esperado	Mensaje de error.
Resultado	Correcto.

Tabla 63: Prueba de dominio-0005

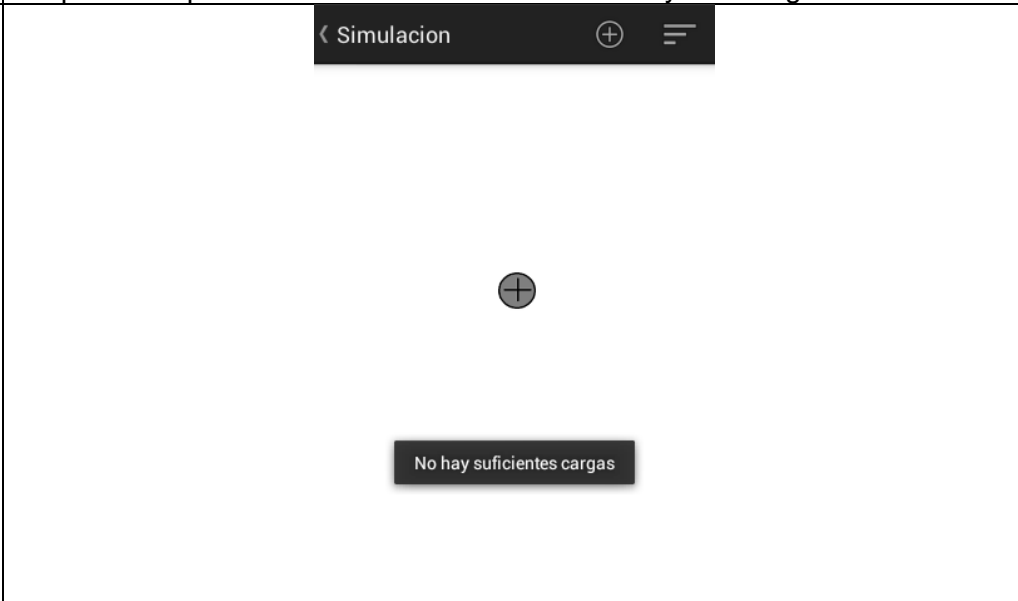
PDOM-0006	
Descripción	Se pulsa la opción visualizar las líneas cuando hay una carga creada.
Entrada	 <p>The screenshot shows a dark navigation bar at the top with a back arrow, the text 'Simulacion', a plus icon, and a hamburger menu icon. Below this, a single grey circular icon with a plus sign is centered. At the bottom, a dark rectangular box contains the white text 'No hay suficientes cargas'.</p>
Resultado esperado	Mensaje de error.
Resultado	Correcto.

Tabla 64: Prueba de dominio-0006

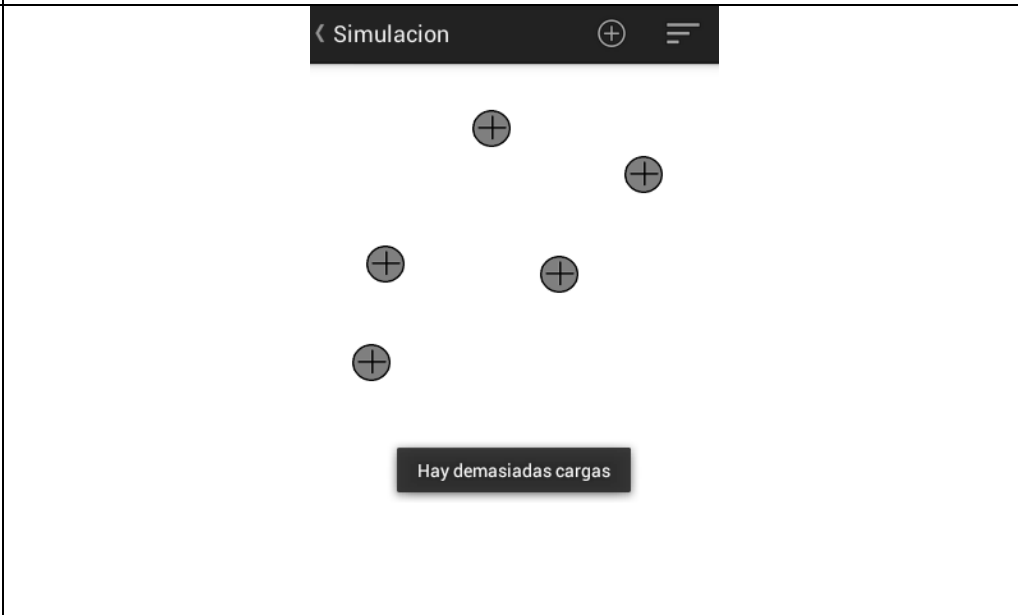
PDOM-0007	
Descripción	Se pulsa la opción visualizar las líneas cuando hay más de cuatro cargas creadas.
Entrada	 <p>The screenshot shows the same dark navigation bar as in the previous table. Below it, five grey circular icons with plus signs are arranged in a pentagonal pattern. At the bottom, a dark rectangular box contains the white text 'Hay demasiadas cargas'.</p>
Resultado esperado	Mensaje de error.
Resultado	Correcto.

Tabla 65: Prueba de dominio-0007

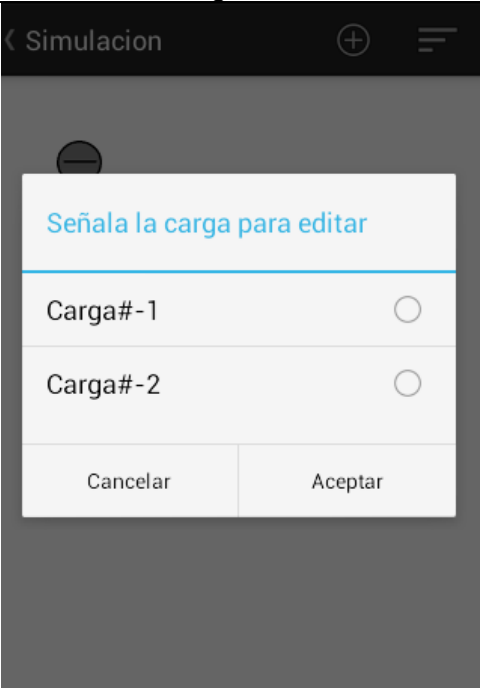
PDOM-0008	
Descripción	Se pulsa la opción de editar una carga.
Entrada	
Resultado esperado	Aparece el diálogo para seleccionar la carga que se quiera editar.
Resultado	Correcto.

Tabla 66: Prueba de dominio-0008

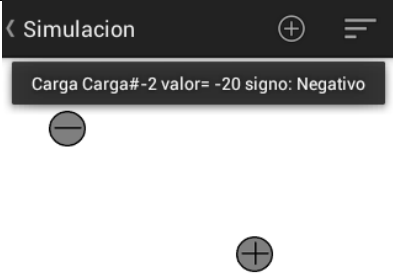
PDOM-0009	
Descripción	Se pulsa la opción de ver detalles sobre una carga creada.
Entrada	
Resultado esperado	Aparece la información de la carga en un mensaje emergente sobre ella.
Resultado	Correcto.

Tabla 67: Prueba de dominio-0009


PDOM-0010	
Descripción	Se pulsa la opción de eliminar una carga.
Entrada	
Resultado esperado	Desaparece la carga y aparece un mensaje de confirmación.
Resultado	Correcto.

Tabla 68: Prueba de dominio-0010

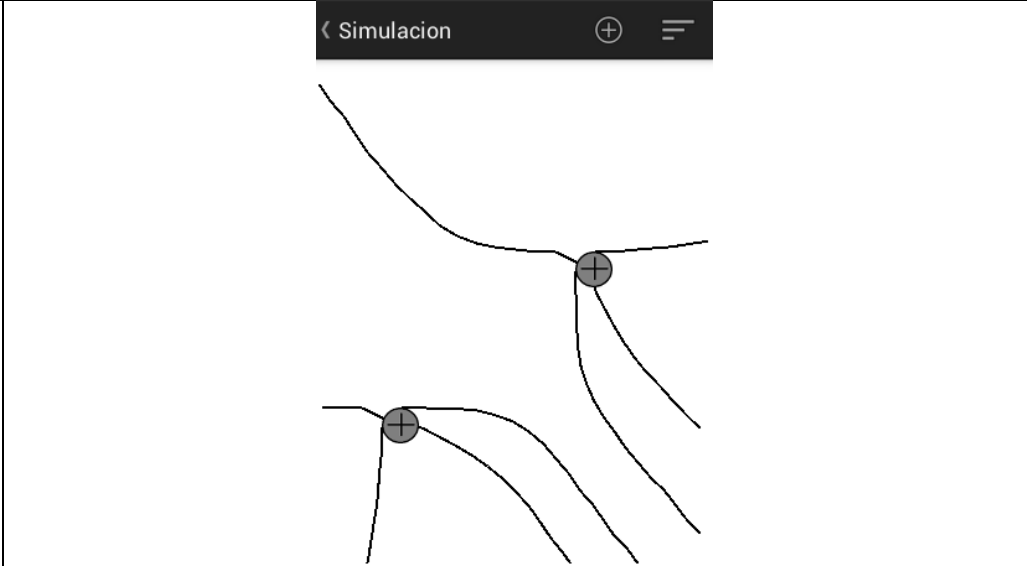
PDOM-0011	
Descripción	Visualizar las líneas con dos cargas positivas en pantalla.
Entrada	
Resultado esperado	Aparecen las líneas.
Resultado	Correcto.

Tabla 69: Prueba de dominio-0011

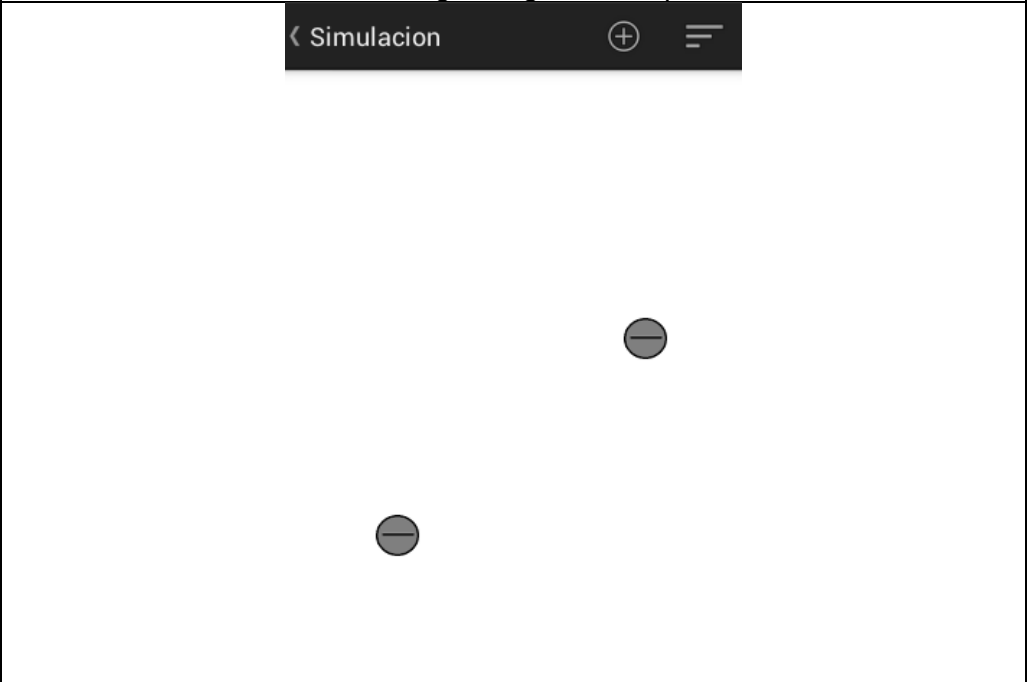
PDOM-0012	
Descripción	Visualizar las líneas con dos cargas negativas en pantalla.
Entrada	
Resultado esperado	No aparecen líneas.
Resultado	Correcto.

Tabla 70: Prueba de dominio-0012

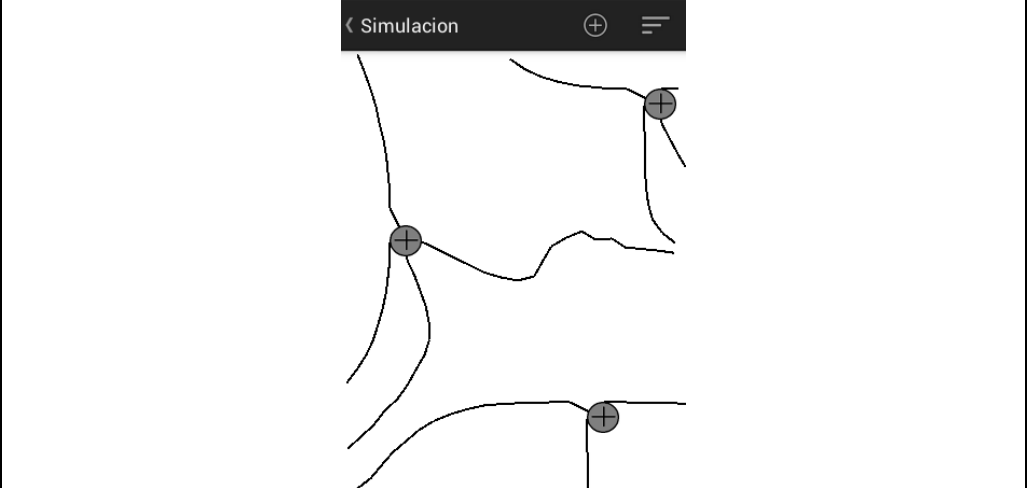
PDOM-0013	
Descripción	Visualizar las líneas con tres cargas positivas en pantalla.
Entrada	
Resultado esperado	Aparecen las líneas.
Resultado	Correcto.

Tabla 71: Prueba de dominio-0013

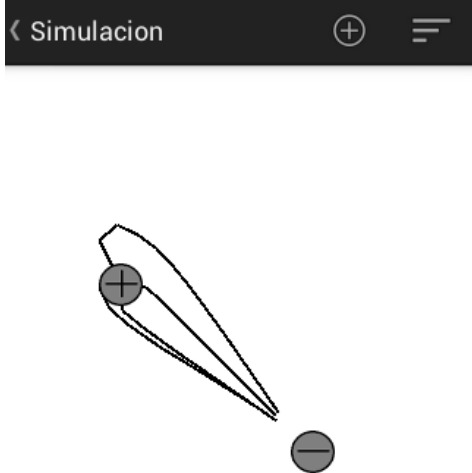
PDOM-0014	
Descripción	Visualizar las líneas con una carga positiva y una negativa
Entrada	 <p>The screenshot shows a mobile application interface. At the top, there is a dark navigation bar with a back arrow, the text 'Simulacion', a plus sign, and a hamburger menu icon. The main area displays two lines representing electrical wires. The left wire has a grey circle with a plus sign (+) attached to it, and the right wire has a grey circle with a minus sign (-) attached to it. The lines are slightly curved towards each other.</p>
Resultado esperado	Aparecen las líneas.
Resultado	Correcto.

Tabla 72: Prueba de dominio-0014

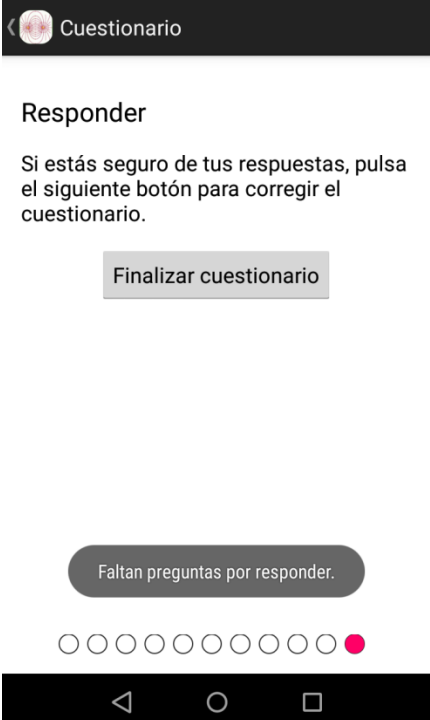
PDOM-0015	
Descripción	Se pulsa Finalizar cuestionario sin responder a todas las preguntas.
Entrada	 <p>The screenshot shows a mobile application interface for a questionnaire. At the top, there is a dark navigation bar with a back arrow, a red circle icon, and the text 'Cuestionario'. Below the navigation bar, the text 'Responder' is displayed. Underneath, there is a message: 'Si estás seguro de tus respuestas, pulsa el siguiente botón para corregir el cuestionario.' Below this message is a grey button labeled 'Finalizar cuestionario'. At the bottom of the screen, there is a dark bar with three navigation icons (back, home, recent apps). Above this bar, there is a row of ten circles, with the last one on the right being filled with red, indicating that one question remains unanswered. Above the circles, there is a dark rounded rectangle containing the text 'Faltan preguntas por responder.'</p>
Resultado esperado	Mensaje de error.
Resultado	Correcto.

Tabla 73: Prueba de dominio-0015

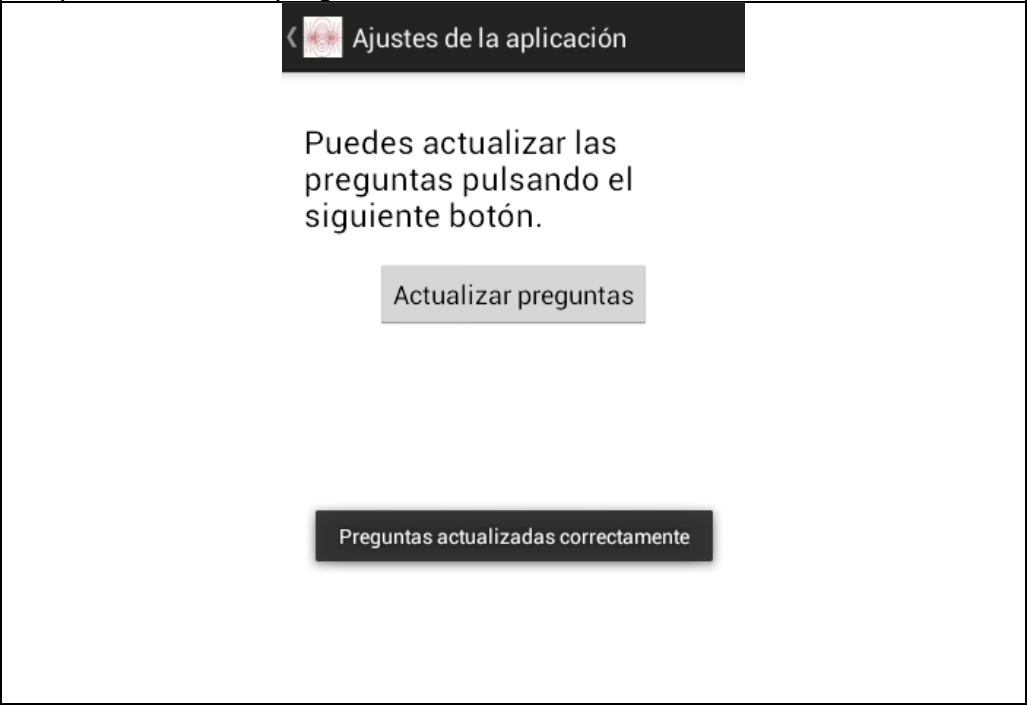
PDOM-0016	
Descripción	Se pulsa Actualizar preguntas.
Entrada	 <p>The screenshot shows a dark-themed interface. At the top, there is a navigation bar with a back arrow and the text 'Ajustes de la aplicación'. Below this, a message reads 'Puedes actualizar las preguntas pulsando el siguiente botón.' followed by a light gray button labeled 'Actualizar preguntas'. At the bottom, a dark gray confirmation message box displays 'Preguntas actualizadas correctamente'.</p>
Resultado esperado	Mensaje de confirmación.
Resultado	Correcto.

Tabla 74: Prueba de dominio-0016

# **CAPITULO VII: CONCLUSIONES**



# Conclusiones

Finalizado este proyecto puedo decir que he cumplido con los objetivos propuestos al principio del mismo. La aplicación resultante puede ser usada como apoyo a los estudiantes de física para repasar conceptos tanto de forma teórica como autoevaluándose a sí mismos mediante los cuestionarios incorporados. Con la simulación se ha pretendido que se entienda mejor la formación de las líneas de campo. Se ha conseguido incorporar aplicaciones externas como Dropbox para que la experiencia de usuario sea completamente transparente y fácil.

Con este proyecto he aprendido a reforzar mis conocimientos, que hasta ese momento eran básicos, de Android; a realizar aplicaciones gráficas en JAVA y a incorporar APIs externas. Este proyecto me ha proporcionado una experiencia real incalculable. Todo el proceso seguido desde la realización de una planificación lo más objetiva y realista posible hasta la implementación y pruebas, ha sido en algunas ocasiones duro pero finalmente se ha superado.

Ha habido momentos en los que la realización de las líneas de campo ha sido infructuosa estando bloqueada durante varios días, pero gracias a mi tutor Manuel y los distintos libros e información de física y Android, he conseguido orientarlo a una solución.

## Mejoras futuras

- *Optimización algoritmo líneas de campo.*

Actualmente el algoritmo es muy complejo, funcionando con un número limitado de líneas de campo y unos limitados valores de carga. En un futuro se podrían añadir más líneas y más cargas, teniendo en cuenta que no todos los dispositivos tienen el mismo hardware ni software. Estos cálculos pueden llegar a ser muy costosos y consumir mucha memoria del dispositivo.

Coste estimado: 100 a 150 horas-hombre.

- *Portado a otras plataformas*

Android es el sistema operativo más común en Tablet y Smartphone pero el potente crecimiento de otras plataformas como son iOS o Windows Phone hace que se necesite migrar esta aplicación a estos sistemas operativos. Al no contar con la misma tecnología, sería realizar el proyecto desde el principio lo que el coste estimado será el mismo que se ha obtenido en este proyecto.

Coste estimado: 600-700 horas-hombre.

- *Añadir más conceptos*

Las posibilidades de las cargas físicas en el campo eléctrico y potencial eléctrico son infinitas. Se podrían incorporar a la simulación más conceptos como calcular el campo en un punto señalado o la visualización de las líneas equipotenciales.

Coste estimado: 100 horas-hombre.

## **CAPITULO VIII: BIBLIOGRAFÍA**

## Bibliografía para la parte de física.

- [1] TIPLER, Paul A. Y MOSCA, Gene, *Física para la Ciencia y la Tecnología, Volumen 2: Electricidad y magnetismo/Luz. 6ª edición.* (Ed. Reverté). 2010. ISBN: 978-84-291-4430-7. Fecha de última consulta: 15 de Agosto de 2015.
- [2] GONZÁLEZ DELGADO, Manuel Ángel, *Tema 1: Campo eléctrico en el vacío.* Universidad de Valladolid. 2014/2015. Fecha de última consulta: 13/05/2015
- [3] Wikipedia, *Campo eléctrico.* [https://es.wikipedia.org/wiki/Campo\\_el%C3%A9ctrico](https://es.wikipedia.org/wiki/Campo_el%C3%A9ctrico). Fecha de última consulta: 13/05/2015
- [4] KUCEROVSKY, D. *An algorithm for the Visual Representation of A Two-Dimensional Vector Field.* University of Western Ontario, Canadá. Fecha de última consulta: 15 de Agosto de 2015.
- [5] KIRKUP, L. *Computer Simulation of electric field lines.* Fecha de última consulta: 15 de Agosto de 2015.
- [6] RODRIGUEZ, J. *Estrategias para resolver problemas de Campo eléctrico.* [http://www.unedcervera.com/c3900038/estrategias/estrategias\\_c\\_electrico\\_1.html](http://www.unedcervera.com/c3900038/estrategias/estrategias_c_electrico_1.html). Fecha de última consulta: 20 de Agosto de 2015.

## Bibliografía para la gestión de proyectos.

- [7] BOURQUE, Pierre y FAIRLEY, Richard E., *SWEBOK v3.0. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge.* (IEEE Computer Society). 2014. ISBN: 978-0-7695-5166-1. Fecha de última consulta: 6 de Abril de 2015.
- [8] LARMAN, Craig. *UML y Patrones. Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al proceso unificado. 2ª Edición.* (Ed. Pearson Education). 2009. ISBN: 84-205-3438-2. Fecha de última consulta: 15 de Marzo de 2015.
- [9] Change Vision, Inc. *Astah. Reference Manual. Ver. 6.7.* (Change Vision, Inc). 2006-2013. Fecha de última consulta: 15 de Marzo de 2015.

Bibliografía de programación en Android.

- [10] MORENA, Miguel Ángel. *Informática 64. Desarrollo de aplicaciones Android SeguraS.* 2013. ISBN: 978-84-616-2903-9. Fecha de última consulta: 25 de Junio de 2015.
- [11] Android developers. *Android developers.* <http://developer.android.com/intl/es/index.html>. Fecha de última consulta: 25 de Agosto de 2015.
- [12] WHARTON, Jake. *View Pager Indicator.* <http://viewpagerindicator.com/> Fecha de última consulta: 20 de Mayo de 2015.
- [13] Android Begin. *Jake Wharton ViewpagerIndicator tutorial.* <http://www.androidbegin.com/tutorial/android-jake-wharton-viewpager-indicator-tutorial/>. Fecha de última consulta: 20 de Mayo de 2015.
- [14] Google Groups. *JSON-simple.* <https://code.google.com/p/json-simple/wiki/EncodingExamples>. Fecha de última consulta: 18 de Mayo de 2015.

## Desarrollo para Dropbox.

[15] Java Papers. *Dropbox Java Api tutorial*. <http://javapapers.com/java/dropbox-java-api-tutorial/>  
Fecha de última consulta: 20 de Julio de 2015

[16] Dropbox. *Dropbox Core Api*. <https://www.dropbox.com/developers/core> Fecha de última consulta:  
20 de Julio de 2015.

## **CAPITULO IX: ANEXOS**

# Manual de instalación

Para poder usar la aplicación se puede instalar el fichero .apk presente en el CD proporcionado. Para ello hay que activar la opción “orígenes desconocidos” dentro del apartado de Ajustes/Seguridad/Administración del dispositivo. Para el correcto funcionamiento, hay que disponer de una versión de Android 4.1.2 como mínimo.

## Manual de usuario

### *Pantalla principal*

Es la pantalla que aparece nada más iniciar la aplicación. Cada botón permite realizar las funciones principales.

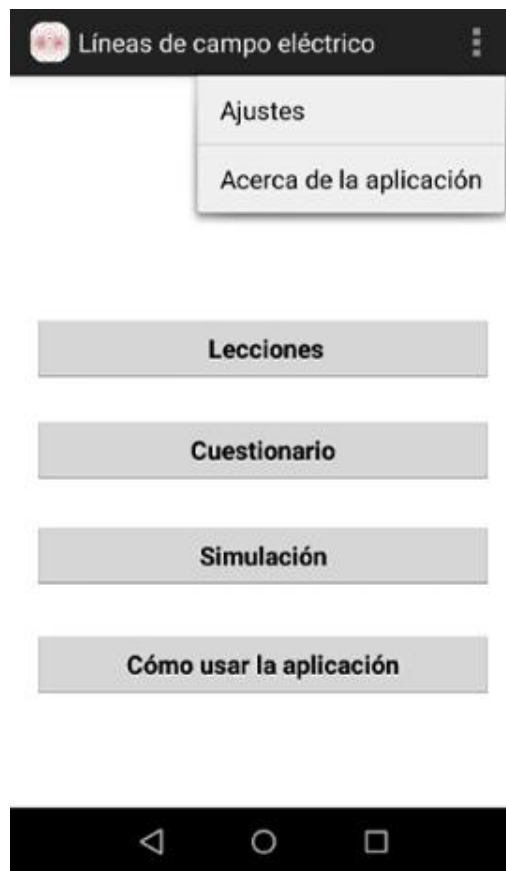


Ilustración 66: Pantalla de Bienvenida

- Lecciones: botón que permite consultar la teoría sobre el campo y el potencial eléctrico.
- Cuestionario: botón que permite realizar un cuestionario de tipo test sobre los conocimientos adquiridos por el usuario.
- Simulación: botón que permite realizar la simulación de las cargas y las líneas que produce.
- Cómo usar la aplicación: botón que permite consultar una versión más reducida de este manual de usuario.
- Ajustes: opción del menú que permite actualizar las preguntas de los cuestionarios
- Acerca de la aplicación: opción del menú que muestra información de la aplicación.

## Teoría

En esta parte se muestra un resumen de la teoría sobre el campo y el potencial eléctrico.

Fundamentos teóricos

### Ley de Coulomb

Esta ley explica que la fuerza ejercida por una carga puntual sobre otra está dirigida a lo largo de la línea que las une.

Una fuerza varía intensamente con el cuadrado de la distancia que separa las cargas y es proporcional al producto de las mismas.

Es repulsiva si las cargas tienen el mismo signo y atractiva si las cargas tienen signos opuestos

$$\vec{F}_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{u}_r = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^3} \vec{r}_{12}$$
$$[q] = \text{C (S.I.)}$$
$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Ilustración 67: Pantalla Teoría

Se puede navegar entre los distintos apartados de manera horizontal con movimientos táctiles.

Fundamentos teóricos

### Ley de Coulomb

Esta ley explica que la fuerza ejercida por una carga puntual sobre otra está dirigida a lo largo de la línea que las une.

Una fuerza varía intensamente con el cuadrado de la distancia que separa las cargas y es proporcional al producto de las mismas.

Es repulsiva si las cargas tienen el mismo signo y atractiva si las cargas tienen signos opuestos

$$\vec{F}_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{u}_r = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^3} \vec{r}_{12}$$
$$[q] = \text{C (S.I.)}$$
$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Ilustración 68: Movimientos para navegar entre apartados

Para volver a la pantalla principal se puede pulsar el título “Lecciones de teoría” o pulsar la tecla de atrás del dispositivo.

## Cuestionario

En esta parte puedes realizar un cuestionario formado por diez preguntas que después se podrá corregir.

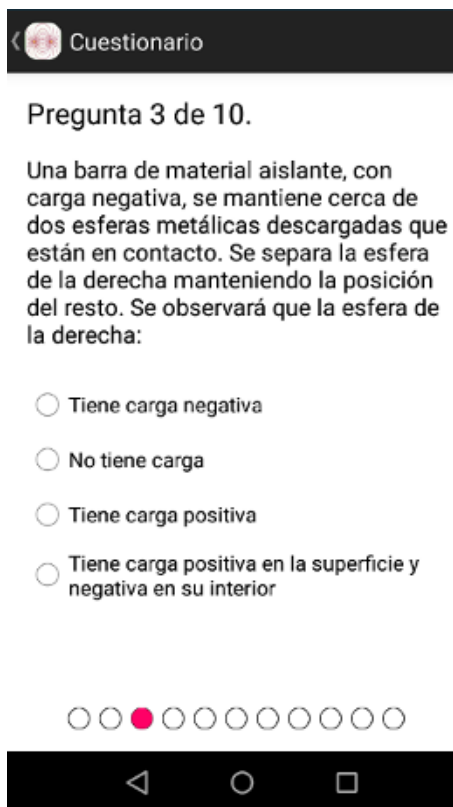


Ilustración 69: Pantalla cuestionario

Se puede navegar entre las preguntas de manera horizontal con movimientos táctiles. Sabiendo en todo momento en qué pregunta se está mediante los puntos de abajo.

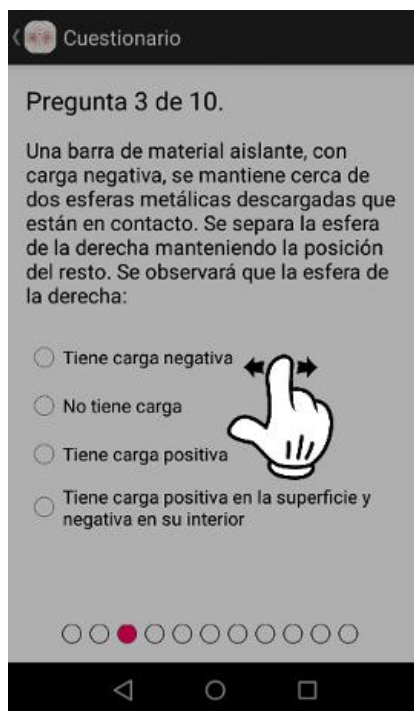


Ilustración 70: Pantalla navegar entre preguntas del mismo cuestionario



Para volver a la pantalla principal se puede pulsar el título “Cuestionario” o pulsar la tecla de atrás del dispositivo.

La siguiente pantalla muestra el botón para corregir las preguntas. Si se han respondido todas aparecerán los resultados y si no un mensaje indicando que quedan preguntas por responder.

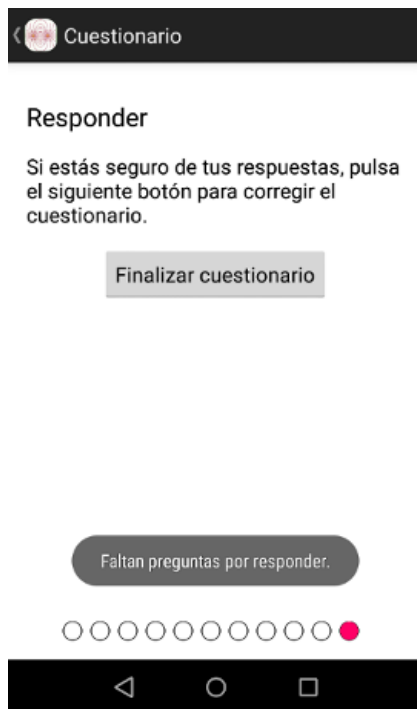


Ilustración 71: Pantalla para responder al cuestionario

Además de ver la puntuación obtenida se puede ver las respuestas a las preguntas con la opción correcta.

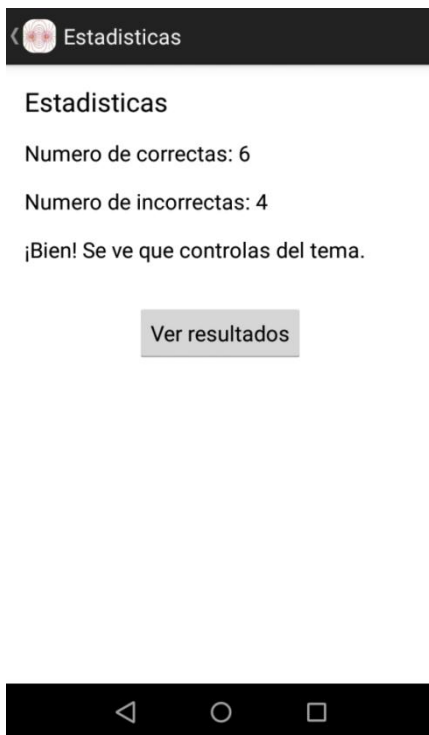


Ilustración 72: Pantalla de Estadísticas del cuestionario realizado

Si se selecciona la opción de ver los resultados, aparecerán las preguntas del test corregidas. Las respuestas con color verde son las correctas y en color rojo serán las opciones incorrectas que seleccionó el usuario.

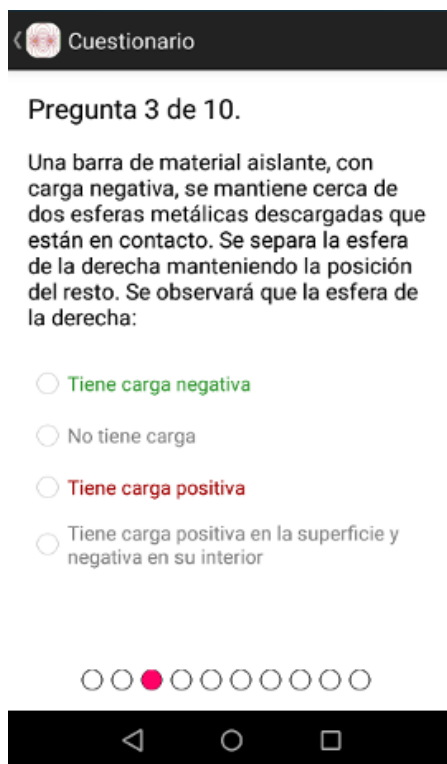


Ilustración 73: Pantalla con las preguntas corregidas

## Simulación

Esta pantalla permite crear cargas y ponerlas en pantalla para más tarde visualizar las líneas de campo que producen. Si se pulsa el botón “+” aparecerá un diálogo indicando que seleccione el signo y el valor de la carga.

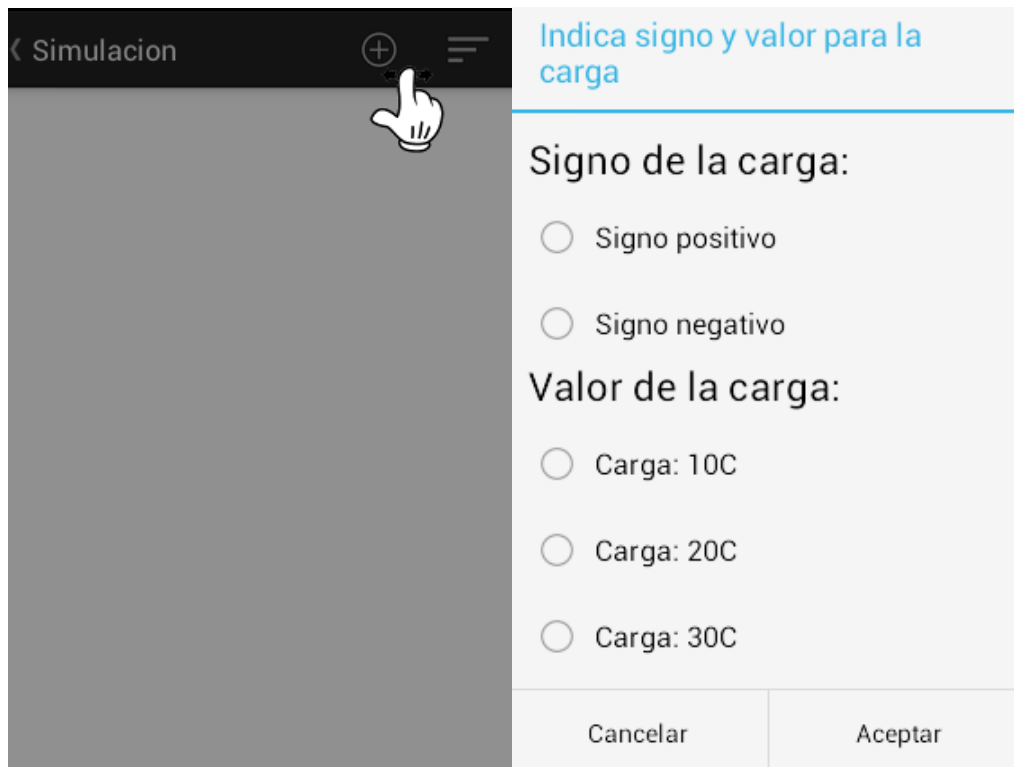


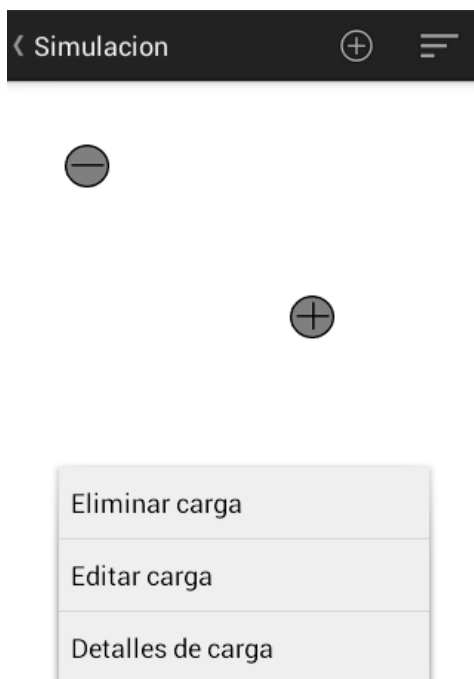
Ilustración 74: Creación de carga y diálogo para rellenar los valores

Una vez creada se puede mover al punto de la pantalla que se desee con un movimiento deslizante. Hay que tener en cuenta que no se puede colocar la carga encima de las creadas anteriormente.



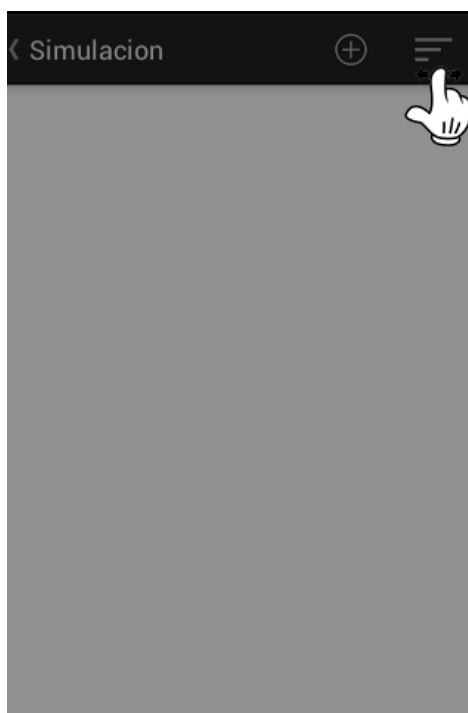
Ilustración 75: Movimiento de las cargas

Una vez creadas las cargas se pueden consultar la información de cada carga (signo y valor), editar esos valores o eliminarlas. Todas estas opciones están presentes en el menú de la simulación.



**Ilustración 76: Menú de la simulación**

Por último, se pueden crear las líneas de campo que se generan con las cargas en pantalla, pulsando el botón de las líneas de la barra superior.



**Ilustración 77: Para visualizar las líneas de campo**

Para salir de la simulación se puede hacer como en los apartados anteriores pulsando el botón de atrás del dispositivo o pulsando sobre el título "simulación".

## Manual

En este apartado se puede consultar desde la aplicación una versión reducida de este manual de usuario. Se mantiene la estructura con los movimientos horizontales para pasar entre apartados.

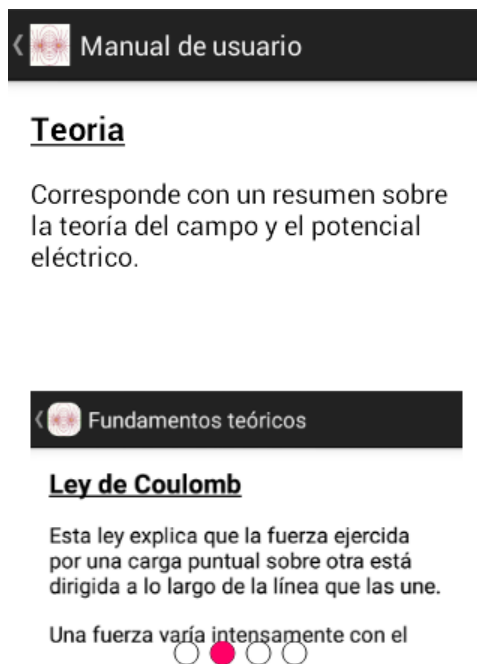


Ilustración 78: Pantalla con el manual

## Ajustes

En este apartado se podrán actualizar las preguntas para los cuestionarios, mostrando un mensaje de notificación cuando haya terminado de hacerlo.



Ilustración 79: Pantalla de ajustes

## Aplicación complementaria

Como complemento a la aplicación Android realizada, se ha creado una aplicación JAVA de escritorio de uso exclusivo para el profesorado. Esta aplicación permite crear preguntas de tipo test, indicando la respuesta correcta y actualizando el fichero de preguntas que se encuentra en Dropbox. Las preguntas reciben un tratamiento especial ya que se almacenan en formato JSON. Para ello se ha necesitado de la ayuda de unas librerías que son las siguientes:

- json-simple-1.1.jar
- Dropbox-core-sdk-1.7.7.jar
- Jackson-core-2.2.4.jar

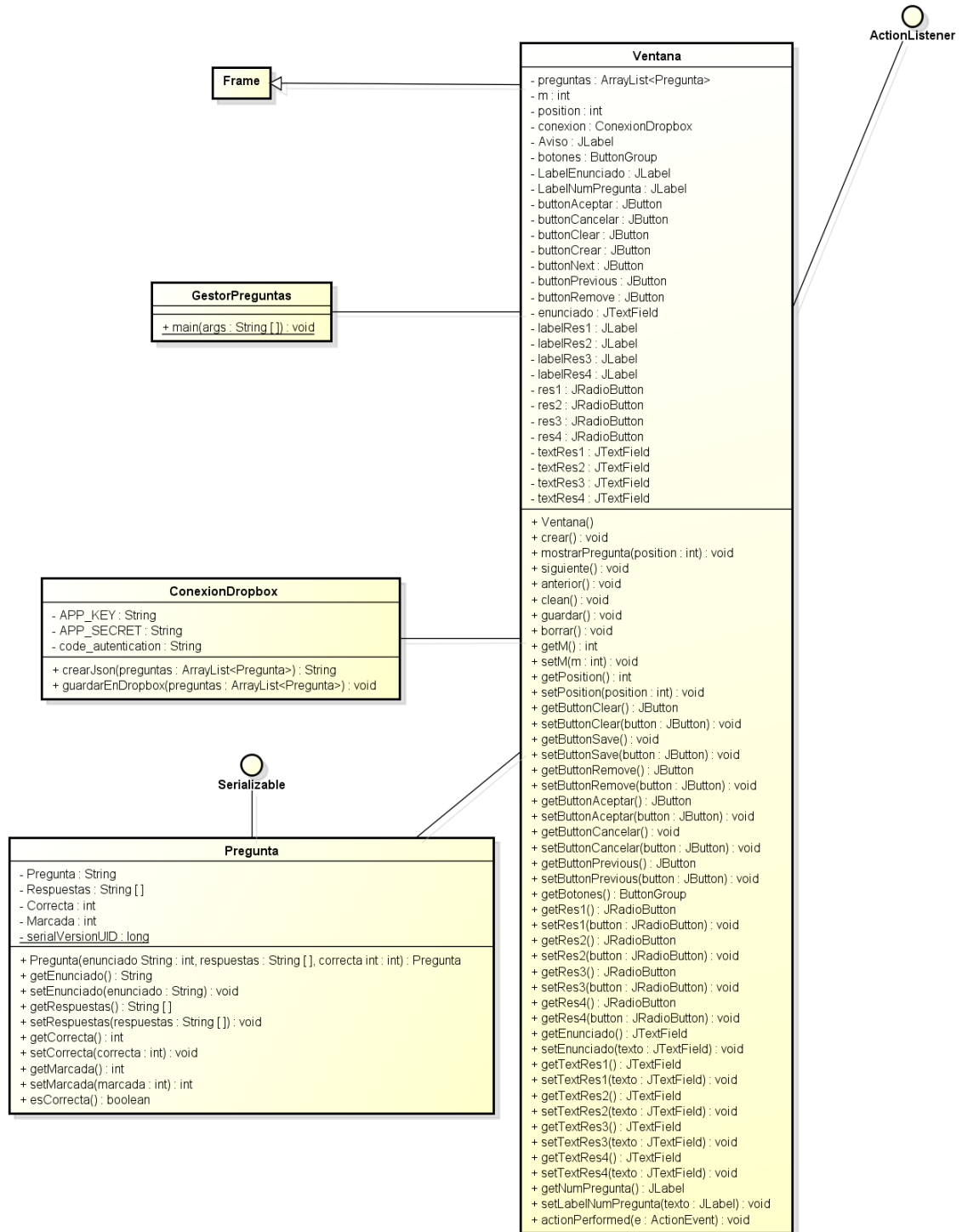
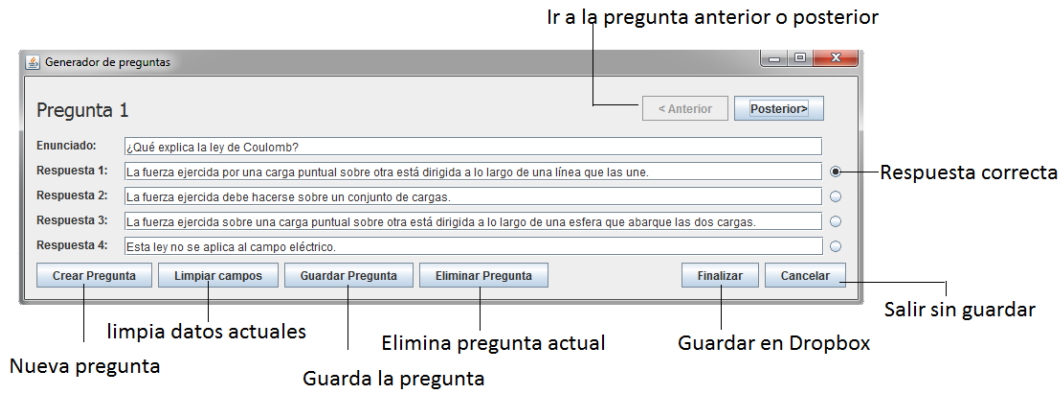


Ilustración 80: Diagrama de Clases de la aplicación complementaria



**Ilustración 81: Aplicación complementaria**



# Contenido del CD

El CD junto a la memoria en formato físico contiene los siguientes directorios:

- Aplicación complementaria de gestión de preguntas.
  - Código fuente: el proyecto Netbeans con el que se ha desarrollado la aplicación.
- Código fuente: carpeta con los ficheros fuente del proyecto, importable desde Eclipse con el SDK Android.
- Librería complementaria: Librería complementaria de Jake Wharthon.
- Instalable: fichero .apk de la aplicación.
- Memoria: fichero pdf con el formato digital de esta memoria.

El CD entregado al tutor incluye el ejecutable, así como las librerías necesarias para utilizar la aplicación complementaria de preguntas. Por motivos de seguridad se ha preferido dar únicamente la versión ejecutable al tutor ya que será el usuario que lo usará. Además de no incluir este ejecutable, en el código fuente se han cambiado las credenciales de Dropbox para evitar un posible mal uso.

