

Aplicación para el uso de la plataforma Sentilo a través de dispositivos móviles.

Alberto Revel Jarne

Master Universitario de Desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles

Trabajo de final de master

Francesc d'Assís Giralt Queralt

Carles Garrigues Olivella

Junio de 2019



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada
[3.0 España de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

FICHA DEL TRABAJO FINAL

Título del trabajo:	Aplicación para el uso de la plataforma Sentilo a través de dispositivos móviles.
Nombre del autor:	Alberto Revel Jarne
Nombre del consultor/a:	Francesc d'Assís Giralt Queralt
Nombre del PRA:	Carles Garrigues Olivella
Fecha de entrega:	06/2019
Titulación:	Master Universitario de Desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles
Área del Trabajo Final:	Trabajo final de máster
Idioma del trabajo:	Castellano
Palabras clave	Sentilo, Smart city, móvil

Resumen del Trabajo:

El presente trabajo tiene como finalidad documentar todas las fases del ciclo de vida de la creación de una aplicación para dispositivos móviles orientada a permitir el uso de la plataforma de sensores y actuadores Sentilo, que se integra en el concepto de ciudad inteligente.

La idea de la aplicación surge de las necesidades detectadas por las personas trabajadoras de la Diputación de Barcelona a la hora de realizar y gestionar una serie de mediciones que deben hacer de manera manual. Esta aplicación supone un apoyo para estas tareas, así como permite integrar su trabajo en la plataforma Sentilo, que se nutre de estas nuevas fuentes de datos, estableciendo una sinergia entre ambas todas las partes implicadas.

El producto creado responde a estas necesidades detectadas, tratando de dar respuesta a estas y sentando las bases de un futuro producto que sea capaz de hacer crecer todavía más la plataforma.

La aplicación objetivo del presente trabajo se trata de una aplicación híbrida creada con el framework Ionic, concebida para ser usada en distintas plataformas dada la naturaleza heterogénea de sus usuarios finales.

El resultado es un trabajo que ha servido para sintetizar todo lo aprendido a lo largo de la realización del Máster y llevar a la práctica estos conocimientos a través de un caso real.

Abstract

The purpose of this paper is to document all phases of a mobile phone application development life-cycle. This app allows the use (from a mobile device) of the sensor and actuator project called Sentilo, which is integrated into the smart city concept.

The idea of the application arises from the needs detected by the workers of the *Diputació de Barcelona*. As part of their job, they have to carry out and manage a lot of environmental measurements manually. This application is supposed to be a support for these tasks, as well as allows them to integrate their work in the Sentilo platform, which will be fed from these new sources of data, establishing a synergy between all the parties involved.

The product created answer to these detected needs, trying to respond to them and building the foundations of a future app that will be a powerful tool, which will help the platform's growth even more.

The application is a hybrid application created with the Ionic framework, designed to be used in different platforms given the heterogeneous nature of its end users.

The result is a work that has helped to synthesize everything learned during the completion of the studies and to put into practice all this knowledge through a real case.

ÍNDICE

Ficha del trabajo final	i
Índice	iii
Lista de figuras	vi
Lista de tablas	viii
1. Introducción.....	1
1.1 Contexto y justificación del Trabajo	1
1.2 Objetivos del Trabajo	3
1.3 Enfoque y método seguido.....	5
1.4 Planificación del Trabajo	6
1.4.1. Recursos disponibles	6
1.4.2. Planificación temporal y de tareas.	7
1.4.3. Análisis de riesgos y medidas de contingencia	11
1.5. Breve resumen de productos obtenidos	12
1.6. Breve descripción de los otros capítulos de la memoria	12
2. Análisis y diseño.....	13
2.1. Diseño centrado en el usuario	13
2.1.1 Contexto de uso.....	13
2.1.2. Usuarios.....	14
2.2. Sentilo.....	19
2.2.1. Entidades de la plataforma Sentilo.....	19
2.2.2. Herramientas de la plataforma	20
2.3. Definición de los casos de uso	22
2.3.1. Tablas de requisitos	22
2.3.2. Actores de la aplicación	25
2.3.3. Casos de uso.....	26

2.3.4. Aclaraciones acerca de usuarios y token de proveedor	42
2.4. Mapa de navegación.....	44
2.5. Diagrama de casos de uso	45
2.6. Prototipo de bajo nivel	47
2.6.1. Aplicación móvil.....	47
2.6.2. Página web	53
2.7. Validación del diseño y cambios.....	54
2.7.1. Simplificación de la navegación	54
2.7.2. Unificación de sensores y componentes	55
2.7.3. Nueva funcionalidad de la aplicación	57
2.7.4. Supresión de la gestión de usuarios	57
2.7.5. Nuevo diagrama de casos de uso	58
2.8. Diseño técnico de la aplicación.....	59
2.8.1. Arquitectura de la aplicación.	59
2.8.2. Diagrama UML de las clases del modelo	60
3. Implementación	61
3.1. Estructura de la aplicación	61
3.1.1. Capa del modelo.....	61
3.1.2. Capas de controlador y vista	62
3.2. Decisiones de diseño	63
3.2.1. Tipologías de componentes y sensores	63
3.2.2. URL de la API.....	63
3.2.3. Carga inicial de datos y sincronización.....	63
3.2.4. Pantallas de creación, edición y visualización	64
3.3. Pruebas realizadas	65
3.4. Viabilidad del producto.....	65
3.5. Ejemplos de pantallas de la aplicación.....	66
4. Conclusiones.....	69

4.1. Valoración personal del trabajo realizado.....	69
4.2. Planificación del proyecto.....	70
4.3. Futuras líneas de trabajo.....	70
5. Glosario	72
6. Bibliografía.....	73
7. Anexos.....	74
Anexo I. Diagrama de Gantt del proyecto completo.....	74
Anexo II. Manual de uso de la aplicación.....	75
Inicio de sesión.....	75
Pantalla principal.....	75
Menú de la aplicación	75
Vista de un componente	75
Datos de prueba.....	76
Anexo III. Manual de instalación y despliegue de la aplicación.....	77
Preparación del entorno.....	77
Ejecución de la aplicación.....	77

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1. Desglose de tareas de la PEC1.....	8
Ilustración 2. Distribución temporal de las tareas de la PEC1.....	8
Ilustración 3. Desglose de tareas de la PEC2.....	9
Ilustración 4. Distribución temporal de las tareas de la PEC2.....	9
Ilustración 5. Desglose de tareas de la PEC3.....	10
Ilustración 6. Distribución temporal de las tareas de la PEC3.....	10
Ilustración 7. Desglose de tareas de la PEC4 y del tribunal virtual.....	11
Ilustración 8. Distribución temporal de las tareas de la PEC4 y tribunal virtual.....	11
Ilustración 9. Fotografía del usuario 1, Marc.....	15
Ilustración 10. Fotografía del usuario 2, Maria.....	17
Ilustración 11. Mapa de navegación de la aplicación móvil.....	44
Ilustración 12. Diagrama de casos de uso (gestión de usuario).....	45
Ilustración 13. Diagrama de casos de uso (plataforma Sentilo).....	46
Ilustración 14. Prototipo móvil: inicio de sesión.....	47
Ilustración 15. Prototipo móvil: registro.....	48
Ilustración 16. Prototipo móvil: pantalla principal.....	48
Ilustración 17. Prototipo móvil: cambio de contraseña.....	49
Ilustración 18. Prototipo móvil: listado de componentes.....	49
Ilustración 19. Prototipo móvil: vista de un componente.....	50
Ilustración 20. Prototipo móvil: vista de un sensor.....	50
Ilustración 21. Creación/Edición de un componente.....	51
Ilustración 22. Edición creación de un sensor.....	51
Ilustración 23. Prototipo móvil: nueva medición.....	52
Ilustración 24. Página web: inicio de sesión.....	53
Ilustración 25. Página web: asociación usuario - proveedor.....	53
Ilustración 26. Nuevo mapa de navegación de la aplicación tras la validación.....	55
Ilustración 27. Prototipo móvil: nueva pantalla de inicio.....	56

Ilustración 28. Prototipo móvil: nueva pantalla de mediciones	56
Ilustración 29. Nuevo diagrama de casos de uso tras la validación	58
Ilustración 30. Diagrama de clases del modelo.....	60
Ilustración 31. Pantalla de la app: autenticación.....	66
Ilustración 32. Pantalla de la app: menú de navegación lateral	67
Ilustración 33. Pantalla de la app: pantalla principal	67
Ilustración 34. App: vista de componente.....	68
Ilustración 35. App: Nueva medición	68
Ilustración 36. Diagrama de Gantt del proyecto	74
Ilustración 37. Código QR con el token del proveedor de prueba.....	76

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos funcionales de la aplicación.....	22
Tabla 2. Requisitos no funcionales de la aplicación.....	23
Tabla 3. Restricciones y reglas de negocio de la aplicación.....	23
Tabla 4. Requisitos de información de la aplicación.....	24
Tabla 5. CU01- Asociación de un usuario y un proveedor.....	26
Tabla 6. CU02 - Inicio de sesión del administrador	27
Tabla 7. CU03 - Inicio de sesión de un usuario en la aplicación.....	28
Tabla 8. CU04 - Cierre de sesión de un usuario	29
Tabla 9. CU05 - Creación de un usuario	30
Tabla 10. CU06 - Modificar la contraseña de un usuario.....	31
Tabla 11. CU07 - Restablecer contraseña de usuario	32
Tabla 12. CU08 - Mostrar componentes.....	33
Tabla 13. CU09 - Mostrar detalles de un componente	34
Tabla 14. CU10 - Mostrar sensores	35
Tabla 15. CU11 - Mostrar mediciones de un sensor	36
Tabla 16. CU12 - Creación de un componente.....	37
Tabla 17. CU13 - Creación de un sensor	38
Tabla 18. CU14 - Introducción de una observación	39
Tabla 19. CU15 - Edición de un sensor o componente	40
Tabla 20. CU16 - Borrado de un sensor o componente.....	41
Tabla 21. Nueva versión del requisito RI1 tras la validación.....	57
Tabla 22. Datos de prueba de acceso a la aplicación.....	76

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto y justificación del Trabajo

Se conoce como ciudad inteligente a aquella área urbana que a través del uso de la integración de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación, permite tanto mejorar las condiciones de vida de las personas que habitan en esta, como avanzar hacia un espacio más sostenible y eficiente[1].

En los últimos años, el concepto de ciudad inteligente, o *smart city*, ha tomado gran relevancia debido a los avances tecnológicos realizados sobre todo en el sector del Internet de las Cosas (más conocido como *Internet of Things* en inglés, o simplemente IoT).

El hecho de poder disponer de una gran cantidad de sensores y otros elementos electrónicos que pueden estar conectados, tanto entre sí como a otras redes, ha permitido que sea mucho más fácil recabar mucha información, analizarla y tomar decisiones sobre las conclusiones y datos que pueden emanar de estos datos y análisis. Estas decisiones son las que permiten mejorar, entre otros, la gestión de la energía, de los flujos de personas y vehículos o de las condiciones medioambientales.

En este campo, la ciudad de Barcelona es una de las pioneras a nivel mundial, habiendo lanzado, en colaboración con otras empresas y entidades[2], la plataforma Sentilo[3]. Sentilo es una plataforma de código abierto, multiplataforma y escalable, que puede ser usada por otras aplicaciones.

La plataforma permite aunar una gran cantidad de sensores y actuadores de fuentes heterogéneas y ofrece una serie de herramientas para trabajar con los datos que generan. Es una solución de código abierto, al alcance de aquellas personas o entidades que quieran usarla. Se trata de un componente pensado para ser extendido y escalable, permitiendo su uso en diversas arquitecturas que se quieran desarrollar en una ciudad inteligente.

En la actualidad, los técnicos de la Diputación de Barcelona y los proveedores de esta, que trabajan realizando distintas medidas medioambientales (analíticas de fuentes de agua natural o del agua de las piscinas), se encuentran con el problema de que la toma y recopilación de datos que realizan no está informatizada ni centralizada. Cada técnico toma una serie de medidas que posteriormente anota en hojas de cálculo. Estas hojas son enviadas por correo una vez han regresado a la oficina tras haber tomado las medidas correspondientes.

Para los organismos que se encargan de gestionar todos estos datos, sería muy útil poderlos incorporar en la plataforma Sentilo, siendo capaces los técnicos de introducir estos datos en la plataforma a través de algún tipo de aplicación. Además, la gestión de estos datos sería mucho más eficiente si todos estuvieran centralizados y recogidos en un mismo lugar.

El uso de Sentilo para realizar estas tareas permitiría por un lado enriquecer las instancias de la plataforma usadas en los núcleos de población de la provincia de Barcelona, haciendo crecer el catálogo de datos recogidos, posibilitando en un futuro la ampliación de las aplicaciones que pueden tener esos datos; por otro lado, permitiría facilitar el trabajo a todas aquellas personas que tienen que introducir, recoger o analizar estas mediciones realizadas.

Pese a que el ámbito de actuación de la Diputación de Barcelona comprende toda la provincia de Barcelona, el trabajo de esta se desarrolla principalmente en los municipios que no se encuentran entre los más poblados. Los municipios más grandes, especialmente la ciudad de Barcelona, cuentan con recursos propios, haciendo que los recursos de la Diputación en estas áreas se destinen principalmente a estos núcleos más pequeños.

1.2 Objetivos del Trabajo

Este Trabajo de Final de Máster consiste en analizar y desarrollar una aplicación móvil con el objetivo de cubrir esa necesidad, dotando a los técnicos municipales de una herramienta para poder introducir los datos que vayan recopilando fruto de su trabajo.

Esta idea inicial permite ofrecer a los técnicos de la Diputación y a los proveedores una herramienta para llevar a cabo su trabajo, no obstante el rumbo que se desea tomar a largo plazo es la apertura del concepto de *smart city* a la ciudadanía. La aplicación objetivo de este proyecto puede ayudar en la consecución de esta meta, tanto por el hecho de hacer capaces a los diferentes organismos de poblar con un conjunto de datos mucho más amplio la plataforma Sentilo, que podrán ser utilizados directamente o a través de otras aplicaciones; como por el hecho de en un futuro permitir a los ciudadanos la introducción de datos en la plataforma (por ejemplo, un accidente de tráfico).

Las funcionalidades principales que realizará esta aplicación serán por tanto:

- Crear una serie de componentes y sensores de la plataforma Sentilo, asociadas a una geolocalización.
- Introducir las medidas tomadas, que serán introducidas como datos de sensores asociados a esos componentes definidos.

La introducción de estos datos en la plataforma permitirá el uso de las distintas herramientas que provee la plataforma para tratar con esa información introducida, pudiendo ser recuperada para su análisis, visualización, creación de alarmas ante diferentes umbrales o la incorporación de estos en otras aplicaciones o plataformas.

Esta aplicación se trata de un primer paso en la incorporación de estas mediciones en el ecosistema de ciudad inteligente de los núcleos de población de la provincia de Barcelona.

La plataforma Sentilo se concibió en un primer momento para recoger datos que envían los sensores de manera automática, y todas las herramientas que ofrece están enfocadas a ese fin. Es por esta razón que las herramientas que ofrece no están concebidas para el uso de una aplicación externa que, usada por personas, permita explotar el potencial de la plataforma. Esta aplicación debería servir por lo tanto para avanzar hacia la ampliación de las posibilidades de uso de la plataforma y la apertura de esta a otros ámbitos menos concretos.

Se plantea la creación de una aplicación híbrida, debido a que:

- Tiene que poder ser ejecutada desde Android e iOS indistintamente y no existe la necesidad, por el tipo de aplicación a crear, de realizar aplicaciones nativas para cada uno de los sistemas ya que con las características disponibles a través de una aplicación híbrida debería ser necesario.
- Queda abierta la posibilidad de desarrollar nuevas funcionalidades en el futuro, así como el uso de la plataforma en navegadores de otros dispositivos como computadoras, pudiendo aprovechar las funcionalidades que estas brindan y que actualmente no se plantean desde un dispositivo móvil, como la carga de ficheros existentes para incorporar todos los datos existentes de manera masiva.

- Por motivos académicos y de aprendizaje, se ve óptimo conocer una tecnología poco usada hasta el momento por el alumno, permitiendo ampliar su campo de conocimiento y su *stack* tecnológico.

Por las razones expuestas anteriormente, se ha optado por el uso del framework *Ionic* frente a otras alternativas como *React Native* (siendo ambas las más viables debido a la enorme comunidad de desarrolladores con la cuentan y toda la información disponible que proporcionan). Al estar enfocado el futuro del producto a poder ampliar las funcionalidades de este, ofreciendo una versión web, se opta por *Ionic* ya que *React* está más enfocado a construir aplicaciones nativas.

Además, por las características propias de cada *framework* y por el conocimiento previo del autor, la curva de aprendizaje de *Ionic* será más suave que la de *React*, algo valorable en un proyecto con unos plazos algo ajustados.

1.3 Enfoque y método seguido

La estrategia elegida es desarrollar un producto nuevo ya que en la actualidad no existe ninguna aplicación en el mercado que pueda ser usada para este propósito dadas las características de la necesidad a cubrir, siendo las principales el ámbito de uso de la aplicación y la necesidad de conectarse con una tecnología ya existente (Sentilo).

Se ha optado por desarrollar una aplicación móvil híbrida, que podrá ser usada tanto en dispositivos con sistema operativo Android como iOS. En futuras fases del producto, más allá de este trabajo, podrían ampliarse las funcionalidades de la aplicación y crear una versión para su uso en ordenadores sin un elevado coste, gracias a las tecnologías usadas.

Cabe destacar que esta tecnología es prácticamente desconocida para el alumno, habiendo sido utilizada únicamente en una de las PEC de una asignatura del presente Máster. Pese a tener más conocimiento en el desarrollo de aplicaciones nativas (sobre todo para Android), se entiende que dadas las características de este proyecto esta estrategia es la más adecuada.

El producto a desarrollar está pensado para ser usado en un escenario real, no limitándose a un trabajo meramente académico. Sin embargo, se han tenido en cuenta las limitaciones, sobre todo de carácter temporal y de recursos, que han restringido el proyecto a cubrir las principales necesidades existentes a través de una aplicación móvil.

El desarrollo será en cascada por la propia planificación marcada por las diferentes PEC que constituyen la asignatura. No obstante, en la fase de codificación, se seguirá un desarrollo más iterativo, intentando realizar una aplicación funcional en cada una de estas iteraciones, evitando que toda la codificación sea desarrollada en cascada. Esta decisión se ha tomado tanto por las carencias que puede tener el desarrollador en cuanto al conocimiento de la tecnología en concreto, sobre todo al inicio del proyecto; como porque este tipo de desarrollo, junto con un diseño adecuado, permite detectar fallos cometidos en cualquier fase del proyecto de manera más temprana, evitando así que aumente el coste de la solución.

Se colaborará tanto con el tutor de la asignatura como con personas trabajadoras en las áreas de la Diputación de Barcelona para realizar la validación del diseño y prototipo así como para realizar la captura de información y la resolución de dudas de negocio.

Se utilizará un control de versiones, en concreto la tecnología Git, para mantener un control del código creado. El repositorio se puede encontrar en: <https://github.com/albertorevel/sentiloUocApp>.

1.4 Planificación del Trabajo

1.4.1. Recursos disponibles

Los principales recursos de Hardware disponibles para la realización del proyecto son:

- Ordenador para el desarrollo de la aplicación y del resto de entregables del proyecto.
- Teléfono móvil con sistema operativo Android con la versión 9, como dispositivo principal para la realización de pruebas.
- Emulador de teléfono móvil con sistema operativo iOS con la versión 12.

Los principales recursos de Software disponibles serán:

- Ionic Framework V4.
- Visual Studio Code.
- Microsoft Office 16.
- macOS Mojave.
- Control de versiones Git.

1.4.2. Planificación temporal y de tareas.

A la hora de realizar una planificación de las tareas a llevar a cabo y del coste en horas que tendrán estas, se han dividido según los hitos parciales marcados por las PEC y se han tomado estos como referencia, desglosando cada uno en las tareas principales que se llevarán a cabo en esa fase.

Cada crédito ECTS representa unas 25 horas de trabajo del alumno, por lo que este trabajo al enmarcarse dentro de una asignatura de 12 créditos ECTS, debería conllevar una dedicación de 300 horas. Estas 300 horas, repartidas entre los 106 días que abarcan las 4 PEC, hacen que la media teórica de cada día de trabajo que se muestra en la planificación sea de 3 horas aproximadamente.

La planificación solamente es una aproximación ya que al no contar con una dedicación exclusiva a este proyecto, hay días en los que la dedicación será menor a la teórica y días en los que sea mayor. Se ha tratado de reflejar no obstante, las fechas en las que se debería realizar cada una de las tareas y el coste que tienen estas, en relación al cálculo del párrafo anterior y proporcionalmente al total del proyecto.

Por la razón comentada en el párrafo anterior, no se han tenido en cuenta días festivos ni periodos de no realización del trabajo, ya que al depender de factores externos al propio desarrollo del proyecto y al no tener previsto ningún periodo de vacaciones hasta la finalización de este, la repartición de horas dedicadas a lo largo de las diferentes etapas no puede ser establecida de antemano y los periodos de descanso del proyecto se establecerán a más a corto plazo en función de las posibilidades reales.

A continuación se puede ver el diagrama de Gantt en el que queda reflejada la planificación realizada y las tareas planeadas. Se ha optado por separar el diagrama siguiendo la misma división marcada por las PEC por claridad y legibilidad. Se puede encontrar el diagrama completo en el capítulo de la presente memoria: [Anexo I. Diagrama de Gantt del proyecto completo.](#)

En cada fase se ha incluido un periodo de revisión de la presente memoria que incluye el redactado de algunas partes que puedan quedar incompletas. La tarea de redacción de la memoria no aparece como tal ya que será una tarea transversal, que se irá desarrollando a lo largo de todo el proyecto, aunque tendrá un peso mayor en las tareas que mencionan la memoria de manera específica.

PEC 1 – Plan de trabajo

Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin	Duración
▼ • PEC1 – Plan de trabajo	20/02/19	13/03/19	22
• Contexto y justificación	20/02/19	9/03/19	18
• Objetivos del trabajo	27/02/19	9/03/19	11
• Planificación	6/03/19	8/03/19	3
• Enfoque y método	7/03/19	12/03/19	6
• Revisión de la memoria	12/03/19	13/03/19	2

Ilustración 1. Desglose de tareas de la PEC1.

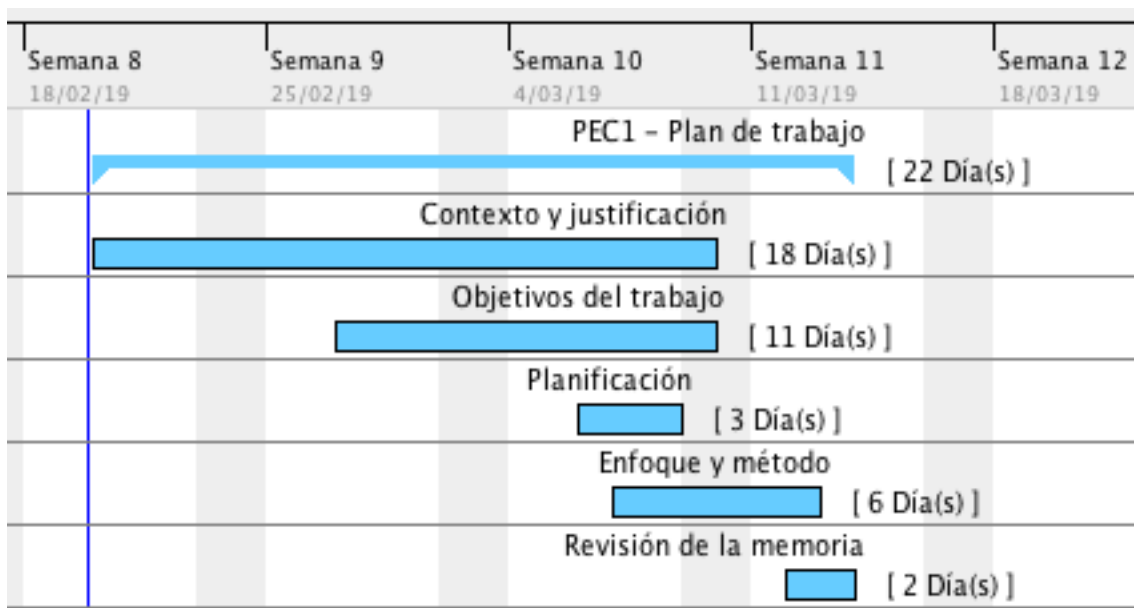


Ilustración 2. Distribución temporal de las tareas de la PEC1.

PEC2 – Diseño

Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin	Duración
▼ • PEC2 – Diseño	14/03/19	3/04/19	21
• Análisis de usuarios y contexto	14/03/19	20/03/19	7
• Diseño conceptual	20/03/19	26/03/19	7
• Prototipado	23/03/19	28/03/19	6
• Diseño técnico	28/03/19	1/04/19	5
• Revisión de la memoria	30/03/19	3/04/19	5

Ilustración 3. Desglose de tareas de la PEC2.

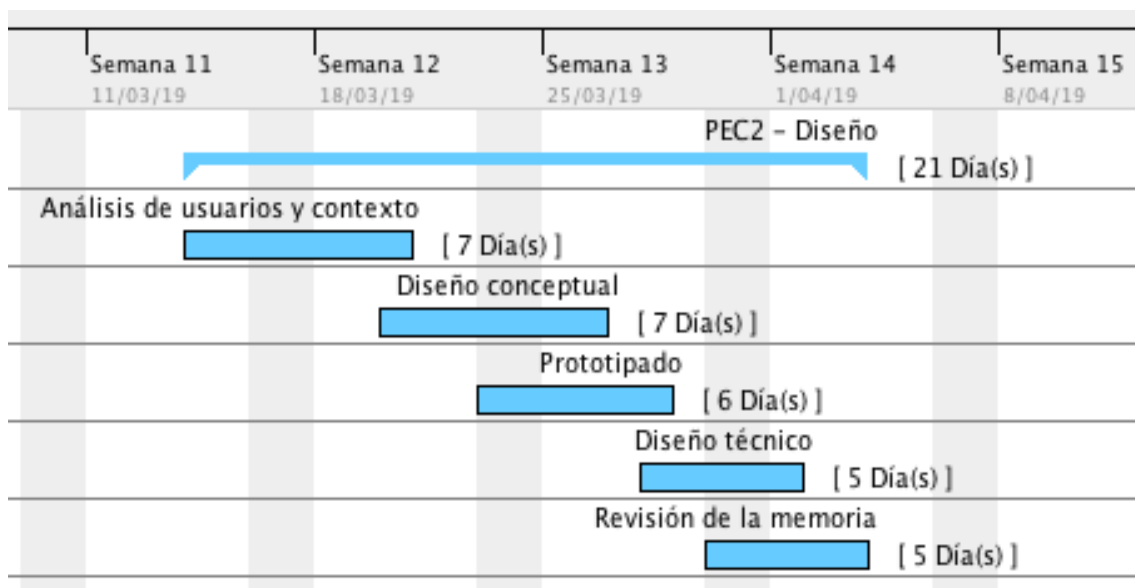


Ilustración 4. Distribución temporal de las tareas de la PEC2.

PEC3 – Implementación

Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin	Duración
▼ • PEC3 – Implementación	4/04/19	15/05/19	42
• Investigación tecnologías	4/04/19	8/04/19	5
• Creación componentes	8/04/19	15/04/19	8
• Introducción de medidas	16/04/19	23/04/19	8
• Gestión usuarios	23/04/19	3/05/19	11
• Pruebas y depuración	2/05/19	11/05/19	10
• Revisión de la memoria	11/05/19	15/05/19	5

Ilustración 5. Desglose de tareas de la PEC3.

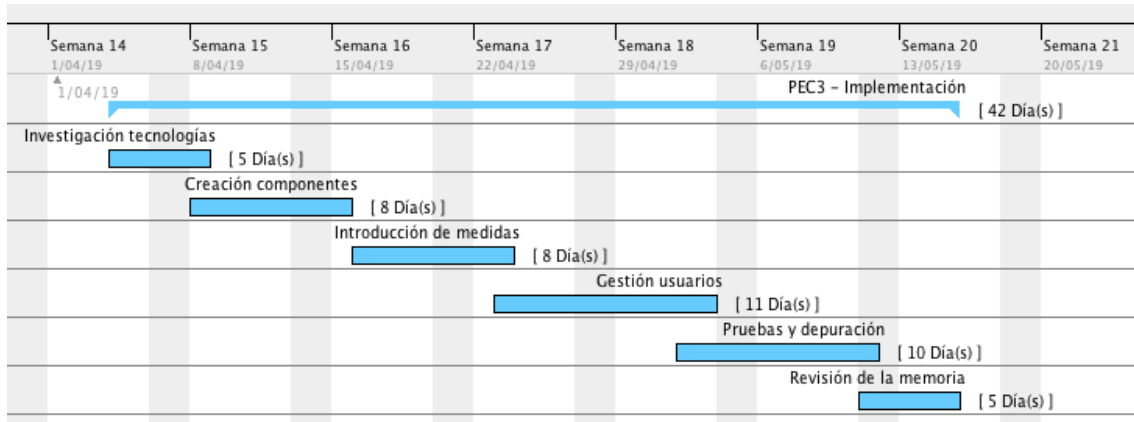


Ilustración 6. Distribución temporal de las tareas de la PEC3.

PEC4 – Entrega final y tribunal virtual

Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin	Duración
▼ • PEC4 – Entrega final	16/05/19	5/06/19	21
• Finalización de la memoria	16/05/19	26/05/19	11
• Presentación	25/05/19	3/06/19	10
• Entregable y revisión final	3/06/19	5/06/19	3
• Tribunal Virtual	17/06/19	21/06/19	5

Ilustración 7. Desglose de tareas de la PEC4 y del tribunal virtual.

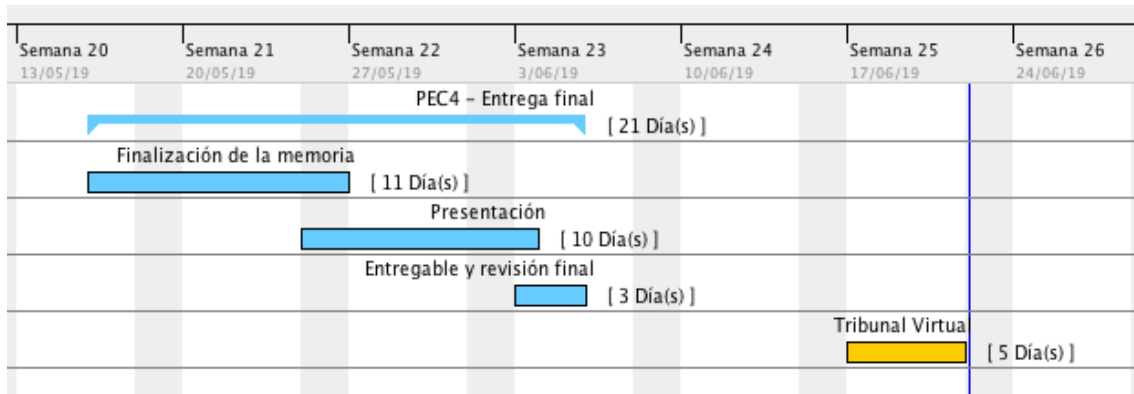


Ilustración 8. Distribución temporal de las tareas de la PEC4 y tribunal virtual.

1.4.3. Análisis de riesgos y medidas de contingencia

Se detectan dos posibles riesgos principales derivados del tiempo para llevar a cabo el proyecto y del sistema a utilizar.

El primer riesgo es la posibilidad de encontrarse con falta de tiempo, bien por factores externos, bien por una planificación que no acabe de ajustarse a la realidad de las necesidades del proyecto y de los recursos disponibles. Se propone ir revisando la planificación realizada, vigilar su cumplimiento sobre todo en las fechas relacionadas con las diferentes entregas que suponen un cambio de fase del proyecto. Si fuera necesario, se deberá rehacer la planificación de las tareas restantes para distribuir las correctamente y conseguir llegar a la fecha de entrega final con el resultado esperado.

El otro riesgo importante puede venir por el uso de un sistema ya existente, no diseñado ni concebido para el uso que se le dará en este proyecto. Para tratar de mitigar este riesgo y sus consecuencias, se deberá realizar un estudio correcto y cuidadoso de las posibilidades que brinda el sistema, buscando soluciones que no comprometan el resultado final.

1.5. Breve resumen de productos obtenidos

Los productos obtenidos, fruto de la realización del proyecto serán los citados a continuación:

- Aplicación móvil que usarán los usuarios para realizar todas las funcionalidades previstas.
- Manual de uso de la aplicación.
- Manual de instalación de la aplicación.
- Video de presentación del proyecto.
- La presente memoria.

1.6. Breve descripción de los otros capítulos de la memoria

Análisis y diseño: en este apartado se analizan los usuarios de la aplicación, su problemática actual con respecto al problema que se trata de solucionar mediante la aplicación objetivo del proyecto y el estudio de la plataforma Sentilo que será usada por esta. También se desarrolla el análisis llevado a cabo tras el estudio de la situación y las funcionalidades que el producto debe realizar.

Se incluye así mismo el diseño de la aplicación que comprende dos partes: el diseño conceptual mediante un prototipo de bajo nivel, además de los cambios en el planteamiento de la aplicación derivados de la validación de este; y el diseño técnico que permitirá llevar a cabo ese diseño conceptual.

Implementación: se muestra la manera en la que ha sido desarrollada la aplicación y las decisiones de diseño tomadas a lo largo de dicho proceso. Incluye una serie de capturas de la aplicación final.

Conclusiones: Valoración crítica del resultado obtenido y del impacto de este en el autor. También se analiza el proceso llevado a cabo durante la realización del proyecto y las posibles líneas futuras de desarrollo que quedan abiertas tras la finalización del trabajo.

2. ANÁLISIS Y DISEÑO

Se ha realizado un análisis tanto del contexto de uso de la aplicación como de los usuarios, con el fin de obtener los requisitos de la aplicación y definir los casos de uso. Posteriormente y a partir de estos, se ha podido realizar el prototipo de la aplicación y definir el diseño a nivel técnico.

2.1. Diseño centrado en el usuario

La técnica que se ha elegido para realizar el análisis de los requisitos de usuario ha sido mediante entrevistas vía correo electrónico con una trabajadora de la Diputación de Barcelona cuyo trabajo está relacionado con la plataforma Sentilo y que conoce la problemática aquí descrita.

2.1.1 Contexto de uso

En la presente memoria, se ha expuesto que la idea a largo plazo del producto obtenido es que pueda ir abriéndose tanto a otros ámbitos de la Diputación, como a la ciudadanía. No obstante, al pretender que en primera instancia se pueda dar solución a un problema real que se encuentran tanto los técnicos de la Diputación como los trabajadores de las empresas proveedoras de esta, se toma como contexto de uso de la aplicación aquel en el que será utilizada por los actores mencionados, manteniendo siempre en vista la perspectiva de futuro de la aplicación, en el que si bien la funcionalidad será la misma, el contexto de uso, usuarios y escenarios pueden ir abarcando otros ámbitos distintos.

En un principio está pensada para introducir datos acerca de medidas medioambientales pero los tipos de datos informados pueden ir en aumento ya que los ámbitos de actuación de una Smart City para la Diputación de Barcelona son: Ciudadanía, Gobierno, Medio Ambiente, Movilidad y Promoción económica.

Geográficamente, el contexto de uso de la aplicación se restringe a la provincia de Barcelona, que es el ámbito de actuación de la Diputación de Barcelona, especialmente a los núcleos de población tanto urbanos como rurales, que no se encuentran entre los más grandes, por los motivos comentados en el apartado [*1.1 Contexto y justificación del Trabajo*](#).

Los teléfonos móviles usados por los usuarios serán los suyos propios, por lo que muchas características de estos pueden ser muy heterogéneas y no estar controladas ya que dependen de cada persona; características como la antigüedad, la gama del dispositivo, el sistema operativo, la versión de este sistema o las características del hardware.

2.1.2. Usuarios

Todos los usuarios de la aplicación comparten una serie de características demográficas dada la naturaleza de esta. Estas características comunes son: personas comprendidas en una franja de edad de entre 16 y 65 años que forman parte de la población activa, y más concretamente de la población ocupada al ser trabajadores en activo de la Diputación de Barcelona. Además, su trabajo se desarrolla en la provincia de Barcelona, y en la mayoría de los casos, su residencia y entorno socio-familiar también se encontrarán bien en la provincia, bien en su entorno cercano.

Cabe destacar que una de las características en común de todos los trabajadores es que deberían tener conocimiento tanto de catalán como de castellano, siendo en muchos casos una, o ambas, su lengua materna.

Una de las posibles barreras que se pueden encontrar los usuarios de la aplicación, sobre todo aquellos de edad más avanzada, puede ser causada por la familiaridad que puedan tener con el uso de teléfonos móviles inteligentes, dándose el caso de que pese a contar con un dispositivo propio, sean menos permeables a conocer aplicaciones nuevas e incorporar el uso de estas en su rutina y su día a día.

Otra de las barreras tecnológicas que pueden encontrar los futuros usuarios de la aplicación es la calidad de los dispositivos móviles, ya que esto podría suponer un problema dependiendo de los recursos que necesite la aplicación desarrollada para funcionar correctamente.

Estas barreras se ha tenido en cuenta a la hora de realizar las fichas de usuario.

2.1.2.1. Ficha de usuario 1

Marc Ruano Sentís	
	<p>Edad: 58 años.</p> <p>Empleo: Técnico de medio ambiente de la Diputación de Barcelona.</p> <p>Lugar de residencia: Lliçà de Vall (Vallès Oriental, Barcelona).</p> <p>Situación familiar: Soltero, con un hijo.</p> <p>Nivel de estudios: equivalente a Ciclo Formativo de Grado Medio.</p> <p>Nivel de familiaridad con la tecnología: Medio Bajo.</p>

Ilustración 9. Fotografía del usuario 1, Marc.

Descripción del usuario

Marc vive en un pueblo pequeño, no muy lejos de la ciudad de Barcelona pero suficientemente aislado del ajetreo de una gran urbe. Tiene una vida sencilla, le gusta sentarse delante de la chimenea y leer algún libro policiaco al acabar su rutina diaria. Los fines de semana suele hacer alguna excursión por la naturaleza con su hijo y por la tarde y quedar con sus amigos de la infancia y pasar la tarde juntos.

Cuando cerraron la empresa de construcción en la que llevaba trabajando desde joven, tuvo que buscar otro empleo y consiguió una plaza como técnico de la Diputación de Barcelona, su actual trabajo; este consiste en controlar el estado de las diferentes instalaciones públicas que se encuentran en las poblaciones de su comarca, es un trabajo tranquilo y le permite moverse, hablar con todo tipo de gente y sobre todo, no estar encerrado en una oficina.

Uso de la tecnología

El uso de la tecnología no es uno de los puntos fuertes de Marc, ya que nunca le ha interesado mucho. Tiene un ordenador que empieza a quedarse un poco obsoleto en casa que usa para leer las noticias de vez en cuando aunque principalmente lo utiliza su hijo. También tiene un móvil inteligente de gama baja con sistema operativo Android que utiliza principalmente para hablar con sus familiares y amigos, tanto por teléfono como con mensajería instantánea; de vez en cuando, también consulta el tiempo o alguna noticia que le sale en las notificaciones del móvil, por una aplicación que venía preinstalada en este.

Descripción del escenario

Marc comienza su jornada visitando las instalaciones deportivas de una pequeña ciudad de la comarca. Entre sus tareas se encuentra la realización de analíticas de las diferentes piscinas del recinto. Tras realizar estas analíticas, anota los resultados en la libreta que siempre lleva encima ya que le resulta más cómodo realizar las anotaciones . Antes de salir hacia otra población, se anota en la misma libreta unas cuantas preguntas que acaba de recordar gracias a una trabajadora del recinto, que quiere realizarle a la responsable de su departamento.

Cuando llega a la oficina tras varias visitas, se sienta en el ordenador antes de acabar la jornada para introducir todos los datos de las analíticas que ha realizado a lo largo del día en una hoja de cálculo, proceso que irá repitiendo diariamente hasta que el viernes a última hora, envíe ese documento con las analíticas de toda la semana a su responsable, que tendrá que agrupar las hojas de todas las personas del departamento.

2.1.2.2. Ficha de usuario 2

Maria Sánchez Blanch



Edad: 28 años.

Empleo: Técnica de medio ambiente de la Diputación de Barcelona.

Lugar de residencia: Sabadell (Vallès Occidental, Barcelona).

Situación familiar: Vive en pareja.

Nivel de estudios: Grado en Administración y Dirección de Empresas.

Nivel de familiaridad con la tecnología: Medio Alto.

Ilustración 10. Fotografía del usuario 2, María

Descripción del usuario

Laia vive en una ciudad mediana en la que tiene a su disposición todos los servicios que necesita, aunque de vez en cuando le gusta ir a Barcelona una tarde o el fin de semana para poder disfrutar de la oferta cultural que la capital puede ofrecer.

Siempre tiene que buscar alguna actividad que realizar, intenta ir a correr o al gimnasio varios días por semana, quedar con sus amigas para tomar un café o ir al cine o a cenar con su pareja. Es dinámica, activa y extrovertida.

Después de dos años trabajando en una gran multinacional que tiene una sede cerca de la ciudad en la que vive, Laia consiguió trabajar en la Diputación de Barcelona. Le gusta el puesto ya que pese a no trabajar directamente con los ciudadanos, siente que el trabajo que hace puede facilitar la vida de las personas.

Uso de la tecnología

Laia está familiarizada con la tecnología ya que la usa a diario, trabaja con un ordenador de sobremesa, utiliza su teléfono móvil a diario para hablar con sus amigas, su pareja y su familia; también hace un uso regular de las redes sociales, le gusta ver cuentas de gente famosa y conocer recetas nuevas. Cuando llega cansada a casa le gusta usar su televisor inteligente para poner alguna serie de fondo utilizando un servicio de vídeos en línea.

Descripción del escenario

Laia tiene que recoger toda la información de las medidas y agruparla en carpetas a través de las hojas de cálculo que le van enviando los técnicos del ayuntamiento para poder

tratarlas posteriormente. Esta información va creciendo con el paso del tiempo, y pese a la buena gestión que se realiza de clasificación y almacenamiento de esta información, la gestión de estos datos resulta en ocasiones tediosa y con un coste acumulado de horas de trabajo elevado.

2.1.2.3. Conclusiones derivadas del estudio de los usuarios

Según las posibles barreras tecnológicas detectadas en este apartado, y el estudio de posibles usuarios de la de la aplicación que puedan encontrarse con estas barreras, queda constancia de que deberá realizarse una aplicación cuya interfaz contenga elementos fácilmente identificables y en cuyo diseño se sigan los paradigmas más comunes de las aplicaciones para dispositivos móviles, permitiendo a los usuarios que tengan un conocimiento más limitado de la tecnología un aprendizaje fácil y rápido. Al tratarse de una aplicación que los usuarios utilizarán en un entorno laboral y que en ocasiones no podrán decidir si desean o no usarla, y al ser las características de estos muy heterogéneas, sería deseable que se intentasen mitigar estos problemas de aprendizaje y adaptación a la aplicación.

2.2. Sentilo

En este punto del análisis de usuarios y contextos de uso, se ve necesario realizar un estudio de la plataforma Sentilo, ya que el conocimiento de las limitaciones derivadas del uso de la plataforma y de las acciones que esta permite, influirá en los casos de uso de la aplicación a desarrollar y el alcance de estos.

2.2.1. Entidades de la plataforma Sentilo

Las principales entidades de la plataforma Sentilo que afectan a la aplicación son:

Organización: cada una de las instancias (virtuales) que puede ser creada desde la aplicación Sentilo, cada una de ellas es independiente y tiene su propio contexto, entidades, datos o tipologías. Un ejemplo de organización puede ser una ciudad.

Sensor: un elemento, típicamente de hardware o software que realiza una medición, mediante la cual obtiene los datos que se enviarán a la plataforma.

Componente: los componentes son elementos que poseen una localización geoespacial, correspondientes a elementos software o hardware en general, que están compuestos por uno o más sensores.

Tipología: cada uno de los sensores y componentes de la plataforma tienen asociada una tipología. La tipología asociada a cada uno de estos elementos debe estar presente en el catálogo de tipologías del que dispone la organización.

Proveedor: es cada una de las entidades presentes en la plataforma y que posee una serie de componentes. Es el proveedor la entidad que permite la comunicación entre los componentes y la plataforma Sentilo gracias al token de autenticación asociado a cada uno de estos proveedores, haciendo posible el envío de los datos recogidos por el sensor así como el envío de comandos a estos componentes y sensores.

Usuarios: entidades de la aplicación que pueden interactuar desde la consola de administración para realizar una serie de tareas. Hay tres roles de usuario definidos por Sentilo: *Super Admin*, *Admin* y *User*, cada uno de ellos puede realizar una serie de acciones en esta consola.

Existen más entidades, elementos y acciones en la plataforma, como por ejemplo la definición de alarmas, la suscripción a eventos del sistema o la definición de aplicaciones que consuman los datos existentes. No se procede a una descripción más detallada dado que exceden el ámbito del actual proyecto.

2.2.2. Herramientas de la plataforma

Principalmente, la plataforma ofrece dos herramientas que permiten interactuar con la plataforma, tanto para la gestión de datos como para la gestión de entidades.

La primera de las herramientas, es la consola de administración. El uso de esta consola es necesario en varios puntos ya que existen una serie de acciones que no pueden ser realizadas desde otra herramienta o entorno. La gestión de usuarios, organizaciones, aplicaciones o proveedores solamente se puede realizar a través de esta herramienta.

La segunda de las herramientas, que es la que deberá ser usada desde la aplicación objetivo de este proyecto es una API accesible vía el protocolo HTTP y basada en una interfaz REST. Debe ser usada esta herramienta ya que es la única manera permitida por Sentilo para comunicarse desde un elemento externo.

Hay una serie de tareas y acciones que no pueden ser realizadas desde la API ofrecida, que sin embargo, son necesarias para el funcionamiento de la aplicación, por lo tanto se procede a continuación a detallar estas limitaciones:

2.2.2.1. Acciones que permite la API que ofrece Sentilo

Entre todas las operaciones que brinda la API, se han seleccionado aquellas que pueden estar más relacionadas con las funcionalidades principales del producto a desarrollar.

Estas operaciones son:

- Crear uno o varios sensores.
- Crear un componente asociado a algún sensor.
- Editar la información de un sensor o componente.
- Asociar el sensor a otros componentes.
- Obtener un listado de sensores y componente de un proveedor.
- Añadir una medición a un sensor.
- Borrar un sensor o componente.

2.2.2.2. Acciones que deben realizarse desde la consola de administración

La gestión de una serie de elementos o entidades solamente está permitida desde la consola de administración. Esta gestión incluye el alta, modificación, consulta y borrado de estas. Las entidades o elementos solamente gestionables desde esta herramienta son:

- Los proveedores disponibles en la plataforma para una organización, así como la consulta del token que les corresponde y les permite realizar las llamadas a la API.
- Las aplicaciones que se comunican con la plataforma.
- Las tipologías disponibles de sensores y componentes.

Estas acciones no intervendrán en los casos de uso de la aplicación, no obstante, debe quedar constancia de ellos ya que son necesarios para el funcionamiento de una gran parte de la aplicación

2.2.2.3. Limitaciones de las herramientas

Se puede detectar que la API sufre una serie de limitaciones ya que no está preparada para el uso que se le pretende dar. Hay muchas acciones que solamente pueden realizarse desde la consola de administración, haciendo imposible realizar una aplicación externa completamente autónoma y limitando las funcionalidades que puede brindar esta aplicación.

La API no permite, por ejemplo, ver todos los componentes y sensores de la organización dado un proveedor, limitando ciertas acciones al proveedor que se esté utilizando. Así mismo, no permite la creación de componentes sin necesidad de añadir un sensor o la gestión ni consulta de las tipologías de componentes y sensores, por lo que deberá buscarse alternativas que permitan adaptar el producto desarrollado a esta realidad, evitando lo máximo posible que la experiencia de usuario se vea afectada por las limitaciones existentes.

La plataforma no permite tampoco el envío del token de proveedor, necesario para realizar las llamadas a la API ofrecida, por lo que esta debe realizarse de manera externa. Esto obliga a disponer de un mecanismo que permita informar de este token de manera segura.

Se plantea por lo tanto la creación de una página web que permita asociar el token de cada proveedor a las cuentas de usuario de la aplicación, además de la aplicación móvil.

2.3. Definición de los casos de uso

En este apartado veremos requisitos funcionales de la aplicación y los casos de uso que los representan. Estos surgen tanto del análisis de los usuarios y el contexto realizados como del estudio de las posibilidades que nos brinda Sentilo y las restricciones que supone su utilización.

2.3.1. Tablas de requisitos

2.3.1.1. Requisitos funcionales

Tabla 1. Requisitos funcionales de la aplicación

Código	Descripción
RF1	La página web permitirá la asociación de una cuenta de usuario y de un proveedor de la plataforma Sentilo.
RF2	La página web permitirá el inicio de sesión de un administrador.
RF3	La aplicación permitirá el inicio de sesión del usuario.
RF4	La aplicación permitirá el cierre de una sesión de usuario iniciada.
RF5	La aplicación permitirá la creación de una cuenta de usuario.
RF6	La aplicación permitirá al usuario cambiar su contraseña de acceso.
RF7	La aplicación permitirá el restablecimiento de la contraseña de un usuario.
RF8	La aplicación mostrará un listado de los componentes de un usuario.
RF9	La aplicación mostrará los detalles de un componente.
RF10	La aplicación mostrará los sensores de un componente.
RF11	La aplicación mostrará mediciones realizadas en los sensores.
RF12	La aplicación permitirá la creación de un nuevo componente.
RF13	La aplicación permitirá la creación de un nuevo sensor.
RF14	La aplicación permitirá la introducción de mediciones para un sensor.
RF15	La aplicación permitirá editar un sensor o componente ya creado.
RF16	La aplicación permitirá eliminar un sensor o componente ya creado.

2.3.1.2. Requisitos no funcionales

Tabla 2. Requisitos no funcionales de la aplicación

Código	Descripción
RNF1	La aplicación se desarrollará mediante el framework Ionic, concretamente la versión 4.
RNF2	La comunicación con la plataforma Sentilo será mediante una API vía HTTP.
RNF3	La aplicación necesitará una conexión de datos disponible.
RNF5	Se proporcionará <i>feedback</i> al usuario ante cualquier acción realizada por este.
RNF6	La aplicación estará disponible en castellano.

2.3.1.5. Restricciones y reglas de negocio

Tabla 3. Restricciones y reglas de negocio de la aplicación

Código	Descripción
RRN1	Cada usuario de la aplicación se corresponderá con un proveedor de Sentilo.
RRN2	Los datos serán considerados válidos y persistentes una vez enviados correctamente a la plataforma Sentilo.

2.3.1.4. Requisitos de información

Tabla 4. Requisitos de información de la aplicación

Código	Descripción
RI1	Información relativa a un usuario de la aplicación: <ul style="list-style-type: none">- Identificador de proveedor- Email- Contraseña- Token de proveedor
RI2	Información relativa a un componente: <ul style="list-style-type: none">- Identificador- Tipo de componente- Descripción del componente- Ubicación del componente
RI3	Información relativa a un sensor: <ul style="list-style-type: none">- Identificador del sensor- Descripción del sensor- Tipo de sensor- Unidad de medida de los datos del sensor
RI4	Información relativa a una medición: <ul style="list-style-type: none">- Valor de la medición- Fecha de la medición
RI5	Información relativa a un tipo de componente: <ul style="list-style-type: none">- Identificador del tipo
RI6	Información relativa a un tipo de sensor: <ul style="list-style-type: none">- Identificador del tipo

2.3.1.4. Aclaración acerca de la página web y del usuario administrador de la aplicación

Se ha optado por definir una página web de administrador muy sencilla y limitada porque es un mero soporte para que las funcionalidades de la aplicación fueran posibles. Esta necesidad nace básicamente de la falta de implementación de la plataforma Sentilo de un mecanismo para comunicar los tokens de proveedor.

Si surgiesen nuevas necesidades, podrían ampliarse las funcionalidades de esta página web. En todo caso, dado que es posible que en el futuro se incluya esta función en la propia plataforma, esta página web podría desaparecer.

2.3.2. Actores de la aplicación

Los actores que interactuarán con la aplicación serán:

- Usuario de la aplicación
- Administrador.
- Instancia de la plataforma Sentilo.
- Web administrador.
- Servidor, que engloba tanto la base de datos cómo el código que se ejecuta en el servidor.

2.3.3. Casos de uso

A continuación se presentan los casos de uso que extienden los requisitos funcionales definidos en [2.3.1.1. Requisitos funcionales](#).

Tabla 5. CU01- Asociación de un usuario y un proveedor

CU01	Asociación de un usuario y un proveedor
Descripción	El administrador desea asociar un usuario de la aplicación y un proveedor.
Prioridad	Alta
Sistemas	Web del administrador. Servidor.
Usuarios	Administrador.
Precondiciones	El proveedor debe existir en la plataforma Sentilo
Poscondiciones	En el servidor queda asociado el proveedor y sus datos con un usuario de la aplicación.
Flujo normal	1 – El sistema pide al administrador los datos del proveedor. 2 – El administrador introduce los datos y selecciona la opción de enviar. 3 – El sistema envía la información a el servidor. 4 – El servidor informa al sistema de que el almacenamiento se ha completado de manera correcta. 5 – El sistema informa al usuario de que la operación se ha realizado correctamente.
Flujo alternativo	4 – El servidor informa al sistema de que ha ocurrido un error en el almacenamiento. 5 – El sistema informa al administrador del problema ocurrido.

Tabla 6. CU02 - Inicio de sesión del administrador

CU02	Inicio de sesión del administrador
Descripción	El administrador desea asociar un usuario de la aplicación y un proveedor.
Prioridad	Alta
Sistemas	Web del administrador. Servidor.
Usuarios	Administrador.
Precondiciones	La cuenta del administrador debe existir en el Servidor.
Poscondiciones	El administrador ha iniciado sesión y puede realizar las acciones que el sistema ofrece
Flujo normal	1 – El sistema pide al administrador sus credenciales de inicio de sesión.
	2 – El administrador introduce los datos y selecciona la opción de enviar.
	3 – El sistema envía los datos a el servidor para verificar las credenciales del usuario.
	4 – El sistema puede confirmar que las credenciales usadas son correctas.
	5 – El sistema muestra al usuario la pantalla de asignación de usuarios y tokens.
Flujo alternativo	4 – El servidor informa al sistema de que ha ocurrido un error en el almacenamiento.
	5 – El sistema informa al administrador del problema ocurrido.

Tabla 7. CU03 - Inicio de sesión de un usuario en la aplicación

CU03	Inicio de sesión de un usuario en la aplicación
Descripción	El usuario desea iniciar la sesión en la aplicación para poder usar otras funciones de la aplicación.
Prioridad	Alta
Sistemas	Servidor. Aplicación móvil.
Usuarios	Usuario de la aplicación móvil.
Precondiciones	No debe de haber una sesión de usuario iniciada en el dispositivo.
Poscondiciones	La aplicación considera al usuario autenticado y le permite realizar otras acciones, mostrándose la pantalla principal. La aplicación conoce la información de proveedor asociada al usuario.
Flujo normal	<p>1 – El sistema pide al usuario sus credenciales de acceso.</p> <p>2 – El usuario introduce las credenciales y selecciona la opción de acceder.</p> <p>3 – El sistema envía los datos a el servidor para verificar las credenciales del usuario.</p> <p>4 – El sistema puede confirmar que las credenciales usadas son correctas y la información de proveedor asociada de la que disponga.</p> <p>5 – El sistema almacena en el dispositivo la sesión iniciada.</p> <p>6 – El sistema muestra al usuario la pantalla principal de la aplicación.</p>
Flujo alternativo	<p>4 – El sistema comprueba que las credenciales son correctas pero que no cuenta con información asociada.</p> <p>5 – El sistema informa al usuario del inicio de sesión correcto pero le informa de que no puede realizar ninguna acción sin la información de proveedor asociada.</p>

Tabla 8. CU04 - Cierre de sesión de un usuario

CU04	Cierre de sesión de un usuario
Descripción	El usuario desea cerrar la sesión iniciada en la aplicación.
Prioridad	Alta
Sistemas	Servidor. Aplicación móvil.
Usuarios	Usuario de la aplicación móvil.
Precondiciones	Debe de haber una sesión de usuario iniciada en el dispositivo.
Poscondiciones	No habrá ninguna sesión iniciada en el dispositivo
Flujo normal	<u>1</u> – El usuario selecciona la opción de cerrar sesión <u>2</u> – El sistema borra la sesión autenticada en el dispositivo

Tabla 9. CU05 - Creación de un usuario

CU05	Creación de un usuario
Descripción	El usuario desea crear una cuenta de usuario de la aplicación.
Prioridad	Alta
Sistemas	Servidor. Aplicación móvil.
Usuarios	Usuario de la aplicación móvil.
Precondiciones	No debe de haber una sesión iniciada en la aplicación.
Poscondiciones	El usuario dispondrá de una cuenta de usuario.
Flujo normal	1 – El usuario selecciona la opción de crear una cuenta. 2 – El sistema pide al usuario una serie de datos para realizar la creación de la cuenta. 3 – El sistema envía a el servidor la información introducida. 4 – El servidor envía al sistema la información de que la operación se ha realizado correctamente. 5 – El sistema informa del resultado al usuario.
Flujo alternativo	4 – El servidor informa al sistema de que no se ha podido completar la operación de manera satisfactoria. 5 – El sistema informa al usuario del error ocurrido.

Tabla 10. CU06 - Modificar la contraseña de un usuario

CU06	Modificar la contraseña de un usuario
Descripción	El usuario desea modificar su actual contraseña de acceso.
Prioridad	Media – baja.
Sistemas	Servidor. Aplicación móvil.
Usuarios	Usuario de la aplicación móvil.
Precondiciones	Debe haber una sesión iniciada en el dispositivo.
Poscondiciones	La contraseña de acceso del usuario ha cambiado.
Flujo normal	<p>1 – El sistema pide al usuario la contraseña nueva por duplicado y su contraseña de acceso actual.</p> <p>2 – El usuario introduce los datos y selecciona la opción cambiar.</p> <p>3 – El sistema envía los nuevos datos a el servidor.</p> <p>4 – El servidor envía al sistema la información de que la operación se ha realizado correctamente.</p> <p>5 – El sistema informa del resultado al usuario.</p>
Flujo alternativo	<p>4 – El servidor informa al sistema de que no se ha podido completar la operación de manera satisfactoria.</p> <p>5 – El sistema informa al usuario del error ocurrido.</p>

Tabla 11. CU07 - Restablecer contraseña de usuario

CU07	Restablecer la contraseña de un usuario
Descripción	El usuario ha olvidado su contraseña y desea restablecerla.
Prioridad	Media – baja.
Sistemas	Servidor. Aplicación móvil.
Usuarios	Usuario de la aplicación móvil.
Precondiciones	No debe haber una sesión iniciada en el dispositivo.
Poscondiciones	Se ha enviado un e-mail al usuario para que pueda restablecer su contraseña.
Flujo normal	<ol style="list-style-type: none"> 1 – El sistema pide al usuario su dirección de e-mail. 2 – El usuario introduce los datos y selecciona la opción enviar. 3 – El sistema envía los datos a el servidor. 4 - El servidor envía un e-mail con la información para restablecer la contraseña del usuario. 5 – El servidor envía al sistema la información de que la operación se ha realizado correctamente. 6 – El sistema informa del resultado al usuario.
Flujo alternativo	<ol style="list-style-type: none"> 5 – El servidor informa al sistema de que no se ha podido completar la operación de manera satisfactoria. 6 – El sistema informa al usuario del error ocurrido.

Tabla 12. CU08 - Mostrar componentes

CU08	Mostrar componentes
Descripción	El usuario desea ver los componentes asociados a su usuario.
Prioridad	Media
Sistemas	Plataforma Sentilo. Aplicación móvil.
Usuarios	Usuario de la aplicación móvil.
Precondiciones	Debe haber una sesión iniciada en la aplicación.
Poscondiciones	El sistema mostrará al usuario un listado con todos los componentes pertenecientes al proveedor asociado.
Flujo normal	1 – El sistema solicitará a Sentilo el listado de componentes y sensores del usuario. 2 – El sistema recibe el listado de componentes del usuario. 3 – El sistema muestra todos los componentes recibidos.
Flujo alternativo	2 – El sistema recibe un listado vacío. 3 – El sistema informa al usuario de que no tiene ningún componente.

Tabla 13. CU09 - Mostrar detalles de un componente

CU09	Mostrar detalles de un componente
Descripción	El usuario desea ver los detalles de un componente.
Prioridad	Media
Sistemas	Plataforma Sentilo. Aplicación móvil.
Usuarios	Usuario de la aplicación móvil.
Precondiciones	Debe haber una sesión iniciada en la aplicación.
Poscondiciones	El sistema muestra al usuario los detalles de un componente.
Flujo normal	1 – El usuario informa del componente del que desea ver los detalles 2 – El sistema accede a la información del componente seleccionado. 3 – El sistema muestra los detalles del componente seleccionado.
Flujo alternativo	3 – El sistema no puede recuperar los detalles del componente seleccionado e informa al usuario.

Tabla 14. CU10 - Mostrar sensores

CU10	Mostrar sensores
Descripción	El usuario desea ver los sensores asociados a un componente.
Prioridad	Media
Sistemas	Plataforma Sentilo. Aplicación móvil.
Usuarios	Usuario de la aplicación móvil.
Precondiciones	Debe haber una sesión iniciada en la aplicación.
Poscondiciones	El sistema muestra al usuario un listado con los sensores asociados a un componente.
Flujo normal	1 – El usuario informa al sistema del componente del que desea ver los sensores. 2 – El sistema solicitará a Sentilo el listado de sensores de un componente. 3 – El sistema recibe el listado de sensores del componente. 4 – El sistema muestra un listado con los sensores recibidos.
Flujo alternativo	3 – El sistema recibe un listado vacío. 4 – El sistema informa al usuario de que el componente no tiene ningún sensor asociado.

Tabla 15. CU11 - Mostrar mediciones de un sensor

CU11	Mostrar mediciones de un sensor
Descripción	El usuario desea ver las mediciones realizadas en un sensor en concreto.
Prioridad	Baja
Sistemas	Plataforma Sentilo. Aplicación móvil.
Usuarios	Usuario de la aplicación móvil.
Precondiciones	Debe haber una sesión iniciada en la aplicación. El usuario debe haber informado al sistema del sensor del que desea ver las mediciones.
Poscondiciones	El sistema muestra al usuario las mediciones realizadas en un sensor.
Flujo normal	1 – El sistema solicitará a Sentilo la información de las mediciones de un sensor. 2 – El sistema recibe la información de las mediciones realizadas en un sensor. 3 – El sistema muestra al usuario las mediciones realizadas para un sensor.
Flujo alternativo	2 – El sistema recibe la información de que no existen mediciones realizadas en un sensor. 3 – El sistema informa al usuario del error.

Tabla 16. CU12 - Creación de un componente

CU12	Creación de un componente
Descripción	El usuario desea crear un nuevo componente para poder crear sensores asociados.
Prioridad	Media – Alta.
Sistemas	Plataforma Sentilo. Aplicación móvil.
Usuarios	Usuario de la aplicación móvil.
Precondiciones	Debe haber una sesión iniciada en la aplicación.
Poscondiciones	Se ha creado un componente en Sentilo asociado al usuario.
Flujo normal	<p>1 – El usuario selecciona la opción de crear un componente.</p> <p>2 – El sistema pide a usuario la información necesaria para crear el nuevo componente.</p> <p>3 – El usuario introduce la información y selecciona la opción de crear.</p> <p>4 – El sistema envía los datos a la plataforma Sentilo.</p> <p>5 – Sentilo informa al sistema de que la operación se ha llevado a cabo correctamente.</p> <p>6 – El sistema informa al usuario del resultado de la operación.</p>
Flujo alternativo	<p>5 – Sentilo informa al sistema de que ha ocurrido un error llevando a cabo la operación.</p> <p>6 – El sistema informa al usuario del error.</p>

Tabla 17. CU13 - Creación de un sensor

CU13	Creación de un sensor
Descripción	El usuario desea crear un nuevo sensor para poder introducir nuevas mediciones.
Prioridad	Media – Alta.
Sistemas	Plataforma Sentilo. Aplicación móvil.
Usuarios	Usuario de la aplicación móvil.
Precondiciones	Debe haber una sesión iniciada en la aplicación.
Poscondiciones	Se ha creado un sensor asociado a un componente en la plataforma Sentilo.
Flujo normal	<p>1 – El usuario selecciona la opción de crear un sensor.</p> <p>2 – El sistema pide a usuario la información necesaria para crear el nuevo sensor.</p> <p>3 – El usuario introduce la información, selecciona el componente asociado y selecciona la opción de crear.</p> <p>4 – El sistema envía los datos a la plataforma Sentilo.</p> <p>5 – Sentilo informa al sistema de que la operación se ha llevado a cabo correctamente.</p> <p>6 – El sistema informa al usuario del resultado de la operación.</p>
Flujo alternativo	3 – No existe el componente asociado que el usuario desea, selecciona la opción de crear componente automáticamente (sigue en el punto 4).

Tabla 18. CU14 - Introducción de una observación

CU14	Introducción de una observación
Descripción	El usuario desea introducir una medición asociada a un sensor creado.
Prioridad	Alta
Sistemas	Plataforma Sentilo. Aplicación móvil.
Usuarios	Usuario de la aplicación móvil.
Precondiciones	Debe haber una sesión iniciada en la aplicación. Debe existir el sensor en el que añadir la observación.
Poscondiciones	Se ha almacenado en la plataforma Sentilo la observación para el sensor.
Flujo normal	<p>1 – El usuario informa al sistema de que desea introducir una medición para un sensor.</p> <p>2 – El sistema pide al usuario los datos de la medición a realizar</p> <p>3 – El usuario introduce la información y selecciona la opción de enviar.</p> <p>4 – El sistema envía los datos a la plataforma Sentilo.</p> <p>5 – Sentilo informa al sistema de que la operación se ha llevado a cabo correctamente.</p> <p>6 – El sistema informa al usuario del resultado de la operación.</p>
Flujo alternativo	<p>5 – Sentilo informa al sistema de que ha ocurrido un error llevando a cabo la operación.</p> <p>6 – El sistema informa al usuario del error.</p>

Tabla 19. CU15 - Edición de un sensor o componente

CU15	Edición de un sensor o componente
Descripción	El usuario decide editar la información existente de un componente o sensor.
Prioridad	Baja
Sistemas	Plataforma Sentilo. Aplicación móvil.
Usuarios	Usuario de la aplicación móvil.
Precondiciones	Debe haber una sesión iniciada en la aplicación. Debe existir el sensor o componente a editar.
Poscondiciones	El sensor o componente contiene la información editada en la plataforma Sentilo.
Flujo normal	<p>1 – El usuario selecciona la opción de editar un componente o sensor.</p> <p>2 – El sistema muestra la información editable al usuario.</p> <p>3 – El usuario introduce la información y selecciona la opción de modificar.</p> <p>4 – El sistema envía los datos a la plataforma Sentilo.</p> <p>5 – Sentilo informa al sistema de que la operación se ha llevado a cabo correctamente.</p> <p>6 – El sistema informa al usuario del resultado de la operación.</p>
Flujo alternativo	<p>5 – Sentilo informa al sistema de que ha ocurrido un error llevando a cabo la operación.</p> <p>6 – El sistema informa al usuario del error.</p>

Tabla 20. CU16 - Borrado de un sensor o componente

CU16	Borrado de un sensor o componente
Descripción	El usuario decide eliminar un componente o sensor.
Prioridad	Baja
Sistemas	Plataforma Sentilo. Aplicación móvil.
Usuarios	Usuario de la aplicación móvil.
Precondiciones	Debe haber una sesión iniciada en la aplicación. Debe existir el sensor o componente a eliminar.
Poscondiciones	El sensor o componente se ha eliminado de la plataforma Sentilo.
Flujo normal	<p>1 – El usuario selecciona la opción de eliminar un componente o sensor.</p> <p>2 – El sistema pide la confirmación de la operación.</p> <p>3 – El usuario selecciona la opción de eliminar.</p> <p>4 – El sistema envía la orden a la plataforma Sentilo.</p> <p>5 – Sentilo informa al sistema de que la operación se ha llevado a cabo correctamente.</p> <p>6 – El sistema informa al usuario del resultado de la operación.</p>
Flujo alternativo	<p>5 – Sentilo informa al sistema de que ha ocurrido un error llevando a cabo la operación.</p> <p>6 – El sistema informa al usuario del error.</p>

2.3.4. Aclaraciones acerca de usuarios y token de proveedor

Una de las cuestiones a decidir ha sido la manera en la que se realizaría la gestión de usuarios en el sistema y la asociación de estos con los datos de Sentilo, principalmente el token de proveedor.

Se han barajado varias opciones teniendo en cuenta las siguientes limitaciones:

- Los plazos marcados para la realización del proyecto, así como el esfuerzo que debía dedicarse, daban lugar a restringir las funcionalidades y el tiempo de desarrollo, dando prioridad a las funcionalidades principales de la aplicación móvil.
- La plataforma Sentilo no dispone, como ya se ha nombrado, de un sistema para enviar la información del *token* asociado a un proveedor. Esta información es clave en el desarrollo del proyecto y en la futura utilización de la aplicación ya que es la que nos permite realizar todas las acciones sobre la plataforma.
- No se veía viable realizar una página web de administrador con muchas funcionalidades ya que se ha pretendido, dado el carácter de los estudios en los que se engloba la asignatura, dar peso a la aplicación móvil y a una buena integración de esta con los sistemas existentes, permitiendo dar solución a problemas reales.
- La gestión de cuentas de usuario de la aplicación y la creación de proveedores en la plataforma Sentilo tienen relación en cuanto a la lógica de negocio, pero no puede darse una relación real de manera automática.

Las opciones que se han barajado han incluido dotar de peso a las acciones realizadas por el administrador haciendo que, por ejemplo, fuera el actor que diera de alta a los usuarios de la aplicación o que pudiera crear un fichero de configuración que tuviera que ser incluido en la aplicación. Cualquier opción debía incluir un paso en que la persona administradora, copiara desde la consola de Sentilo el token de proveedor y lo informara en el servidor o base de datos para que pudiera ser usado, no pudiendo realizarse este paso de manera automática.

Finalmente, se ha optado por que el administrador deba asociar en la base de datos, a través de la página web, una dirección de correo electrónico con un token de proveedor. Cuando un usuario de la aplicación disponga una cuenta de usuario, que deberá crearse a través de esta misma aplicación, podrá utilizar el token de proveedor que tenga asociado a ese mismo correo, si existe esa asociación en la base de datos; en caso de que no exista, podrá autenticarse pero no realizar ninguna acción. En cuanto a la asociación de un correo con un token de proveedor, no es necesario que esa cuenta exista.

Mediante este sistema se permite una solución que deja esa relación funcional activa, pero sin crear dependencias entre dos sistemas que no pueden ser controlados desde el mismo entorno. Permite que los usuarios puedan crear sus cuentas de usuario de manera independiente a la información que existe en la plataforma Sentilo, así como permite a

los administradores incluir la información de los *token* de proveedor sin necesidad de saber si existe ese usuario o no en la aplicación.

Se considera por lo tanto una solución óptima hasta que crezcan las funcionalidades de la aplicación o hasta que la plataforma Sentilo ofrezca una solución integrada que resuelva este problema.

2.4. Mapa de navegación

En este apartado se encuentra el mapa de navegación de la aplicación móvil. La página web, por su simplicidad, no se ha visto relevante la inclusión de un mapa de navegación.

Se han diferenciado dos grupos o zonas, una en la que no hay usuario autenticado (la superior) y la otra en la que sí lo hay.

Desde cada pantalla se puede volver a la anterior, no obstante se refleja el flujo entre la pantalla de inicio de sesión y la principal ya que marca el paso entre dos zonas diferenciadas; para pasar de una a otra debe realizarse un inicio o cierre de sesión.

Se ha optado por mantener una sola pantalla para tanto para la edición y creación de un componente o sensor por su similitud.

El diagrama presentado en este apartado, al igual que el otro mapa de navegación de la presente memoria, se ha realizado mediante la herramienta web Cacao¹.

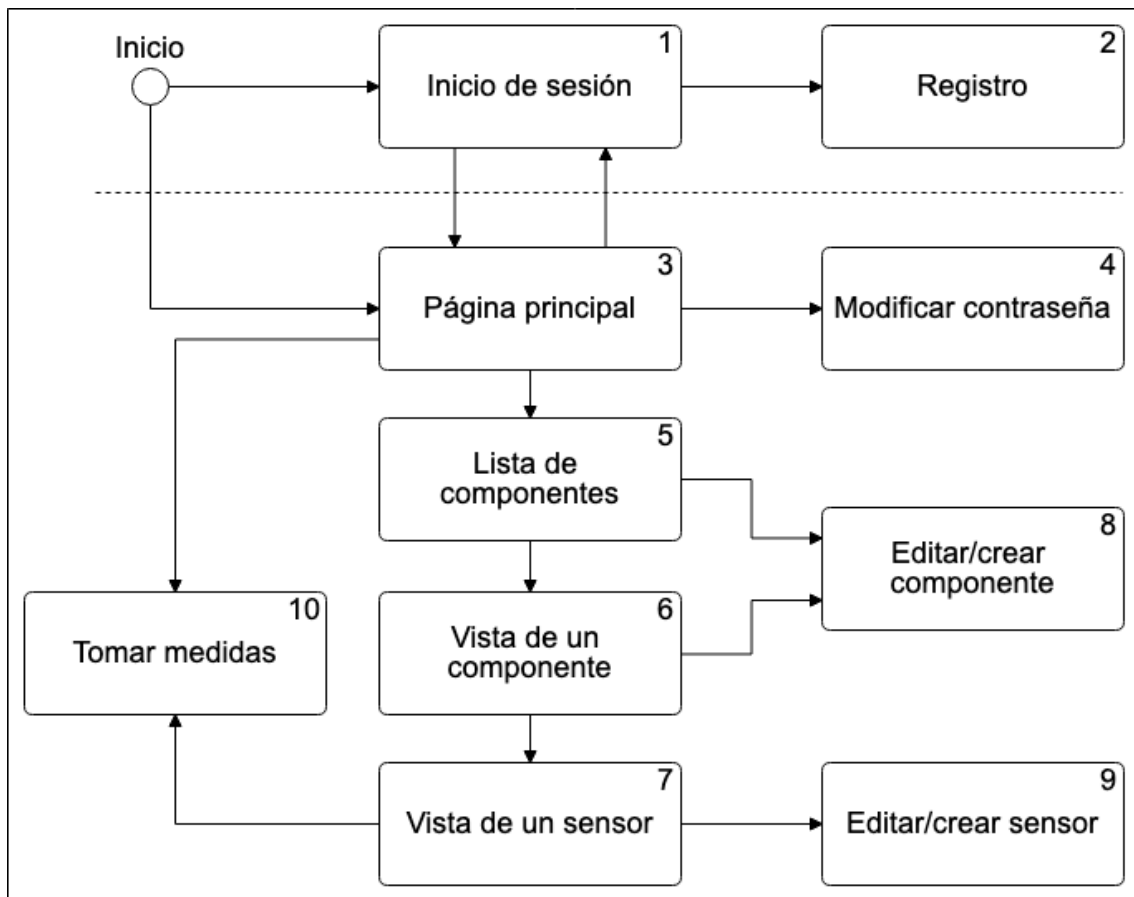


Ilustración 11. Mapa de navegación de la aplicación móvil.

¹ <https://cacao.com/>

2.5. Diagrama de casos de uso

A continuación se muestra el diagrama de casos de uso de la aplicación, dividido en dos por legibilidad. Se ha agrupado por un lado aquellos casos de uso relativos a la gestión de usuario y por otro lado aquellos relativos a acciones relacionadas con la plataforma Sentilo.

Los diagramas de casos de uso de la presente memoria se han realizado con la misma herramienta que los mapas de navegación.

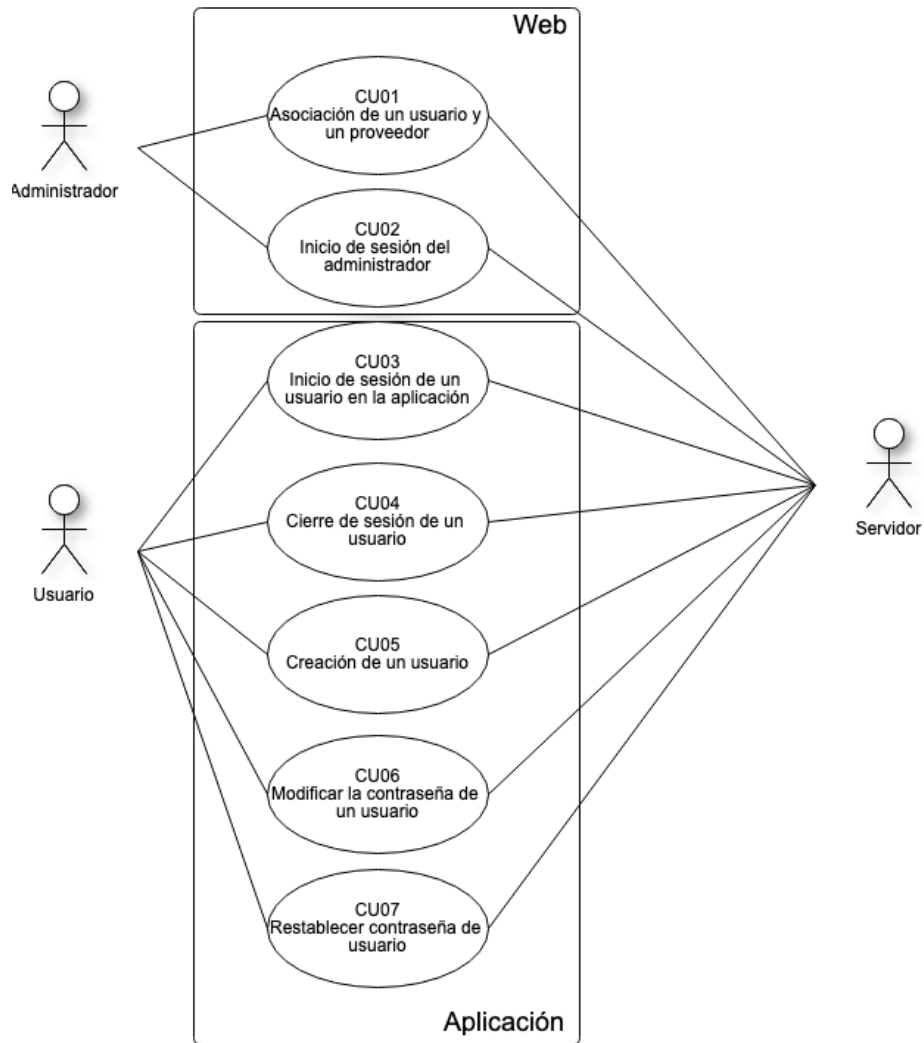


Ilustración 12. Diagrama de casos de uso (gestión de usuario)



Ilustración 13. Diagrama de casos de uso (plataforma Sentilo)

2.6. Prototipo de bajo nivel

A continuación se presenta el prototipo tanto de la aplicación móvil como de la página web. Se ha realizado con la herramienta web *Balsamiq*².

2.6.1. Aplicación móvil

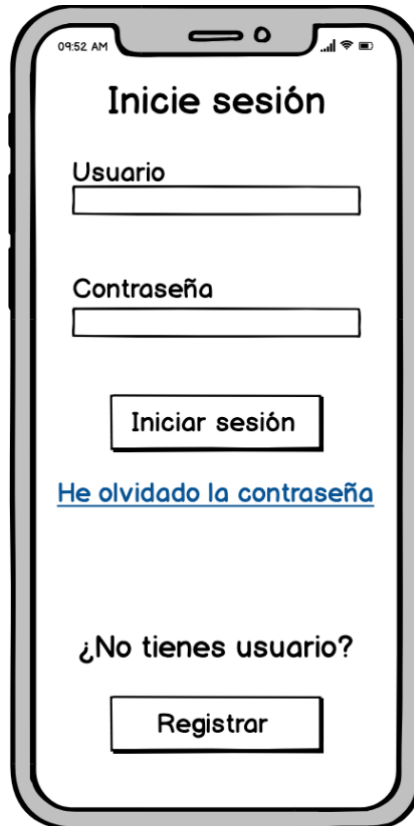


Ilustración 14. Prototipo móvil: inicio de sesión.

² <https://balsamiq.com/>

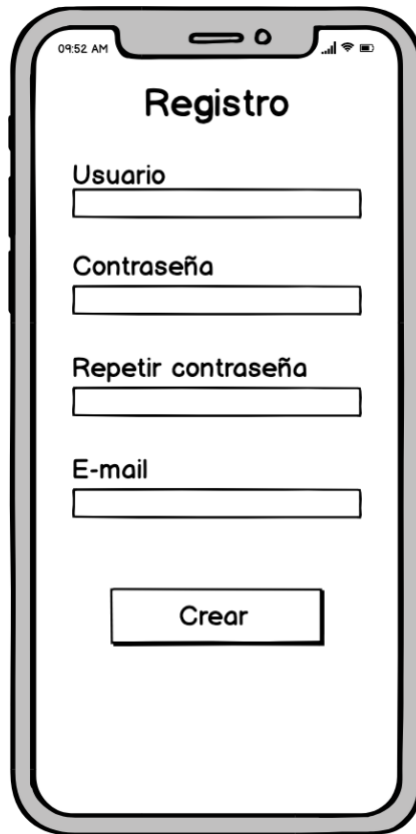


Ilustración 15. Prototipo móvil: registro.

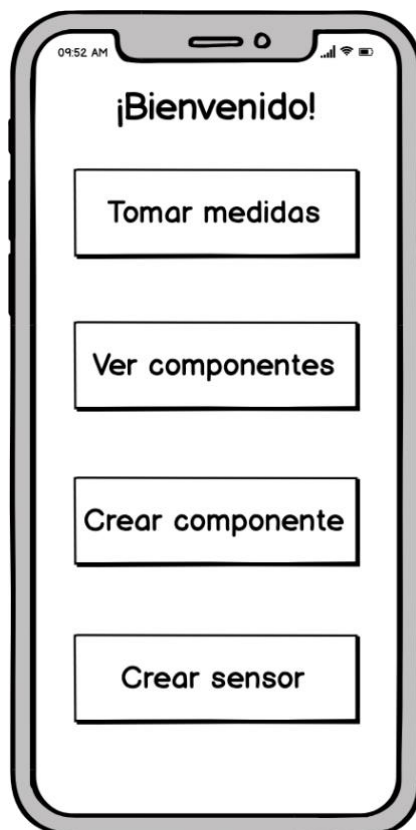


Ilustración 16. Prototipo móvil: pantalla principal

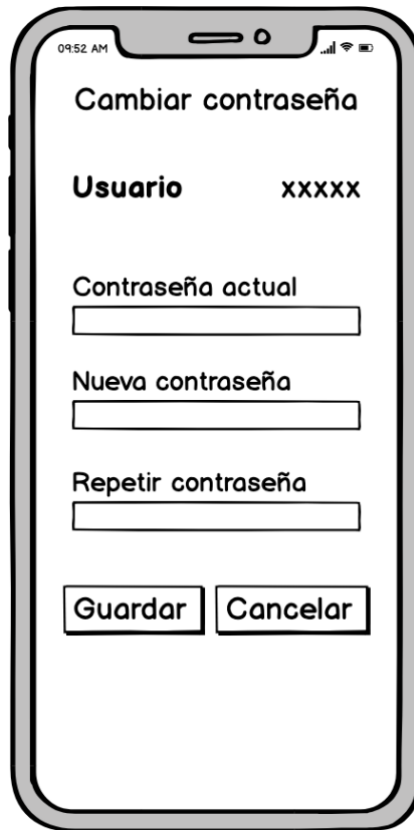


Ilustración 17. Prototipo móvil: cambio de contraseña

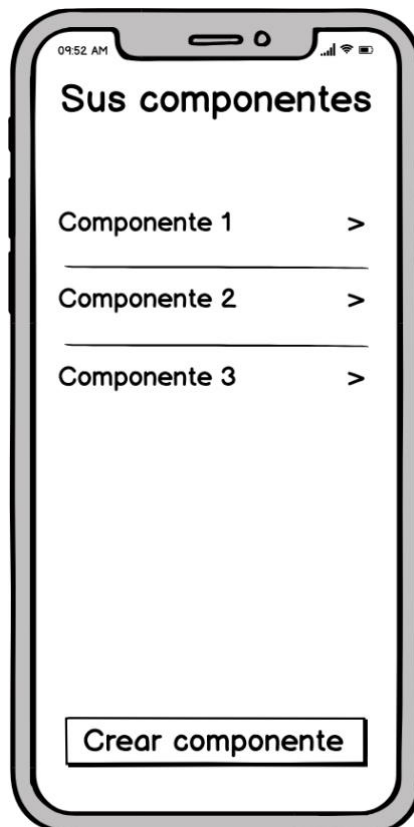


Ilustración 18. Prototipo móvil: listado de componentes



Ilustración 19. Prototipo móvil: vista de un componente



Ilustración 20. Prototipo móvil: vista de un sensor

09:52 AM

Editar/crear componente 1

Identificador

Nombre

Tipo

Ubicación

Descripción

Guardar **Cancelar**

Ilustración 21. Creación/Edición de un componente.

09:52 AM

Editar/crear sensor

Identificador

Nombre

Tipo

Tipo de datos

Componente

Guardar **Cancelar**

Ilustración 22. Edición creación de un sensor

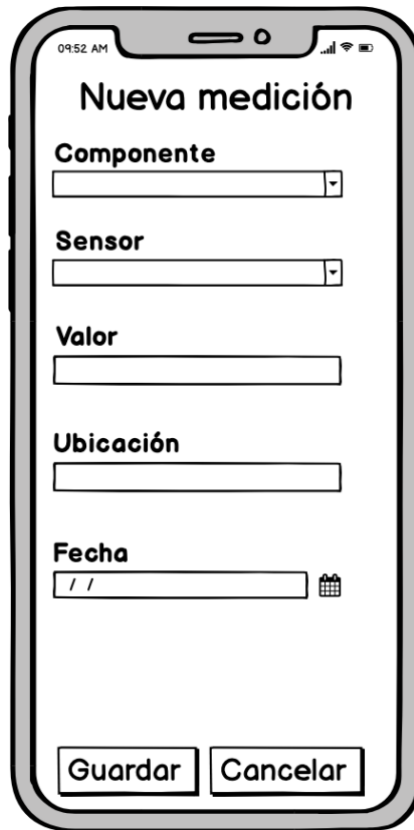



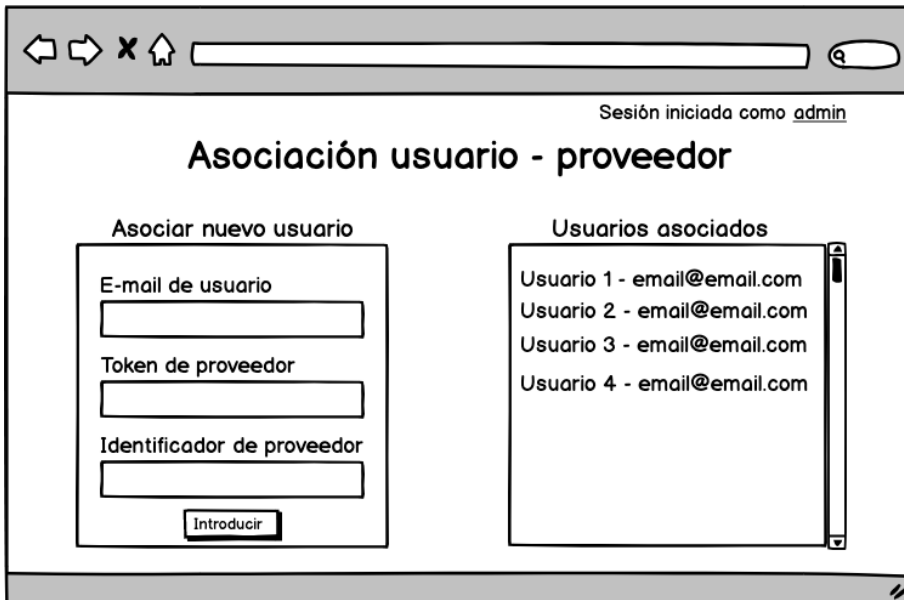
Ilustración 23. Prototipo móvil: nueva medición.

2.6.2. Página web



A screenshot of a web browser window. The address bar is empty. The page title is "Plataforma de administración". The main content area contains a login form with two input fields: "Usuario" and "Contraseña". Below the fields is a button labeled "Entrar".

Ilustración 24. Página web: inicio de sesión.



A screenshot of a web browser window. The address bar is empty. The page title is "Asociación usuario - proveedor". The page content includes a status message "Sesión iniciada como admin" in the top right. The main content is divided into two sections: "Asociar nuevo usuario" and "Usuarios asociados". The "Asociar nuevo usuario" section contains three input fields: "E-mail de usuario", "Token de proveedor", and "Identificador de proveedor", followed by an "Introducir" button. The "Usuarios asociados" section contains a list of four users, each with a unique ID and an email address: "Usuario 1 - email@email.com", "Usuario 2 - email@email.com", "Usuario 3 - email@email.com", and "Usuario 4 - email@email.com".

Ilustración 25. Página web: asociación usuario - proveedor.

2.7. Validación del diseño y cambios.

Para realizar la validación, se ha presentado el prototipo presentado en el punto anterior, [2.5. Prototipo de bajo nivel](#), al tutor de la asignatura del presente proyecto, así como a los trabajadores de la Diputación de Barcelona que han colaborado en la fase de captura de requisitos.

Esta validación dio como fruto una serie de cambios en el análisis desarrollado. Se ha optado por mantener el análisis realizado y los cambios separados para reflejar de manera lo más fidedigna posible el proceso de elaboración del producto.

Los cambios derivados tras esta validación se muestran a continuación organizados por las funcionalidades tratadas en estos.

2.7.1. Simplificación de la navegación

Se propone simplificar la navegación dado que no se ve necesario el menú principal, así como la gran cantidad de pantallas existentes para las funcionalidades realizadas.

Se opta por lo tanto por darle más valor a la pantalla principal, evitando que se trate simplemente de un menú de navegación que permita acceder a las diferentes funcionalidades de la aplicación. La pantalla principal pasará a ser la de la vista del listado de componentes del proveedor.

Este cambio supone también la creación de un menú (desplegable y lateral) en el que incluir las opciones que se presentaban en la pantalla principal del diseño presentado anteriormente. Este menú incluirá un acceso directo a la adición de medidas por tratarse de una de las funciones principales de la aplicación; de la misma manera, el menú incluirá aquellas funcionalidades que no pueden incluirse en ninguna de las pantallas de la aplicación.

Por otro lado, esta simplificación incluirá la unificación de pantallas, evitando crear la obligación al usuario de tener que navegar entre muchas pantallas para realizar determinadas acciones. Hasta el momento de este cambio, había una asociación mucho más fuerte entre casos de uso y pantallas de la aplicación; ahora en cambio, se integran un número más elevado de casos de uso y de funcionalidades en estas pantallas.

Las pantallas resultantes son 4:

- Autenticación en el sistema.
- Listado de componentes y sus sensores.
- Creación y edición de un componente y sus sensores
- Visualización y adición de medidas.

Se presenta a continuación el nuevo mapa de navegación simplificado, teniendo en cuenta tantos las modificaciones presentadas en este punto como en el resto de puntos del presente apartado [2.6. Validación del diseño y cambios](#).

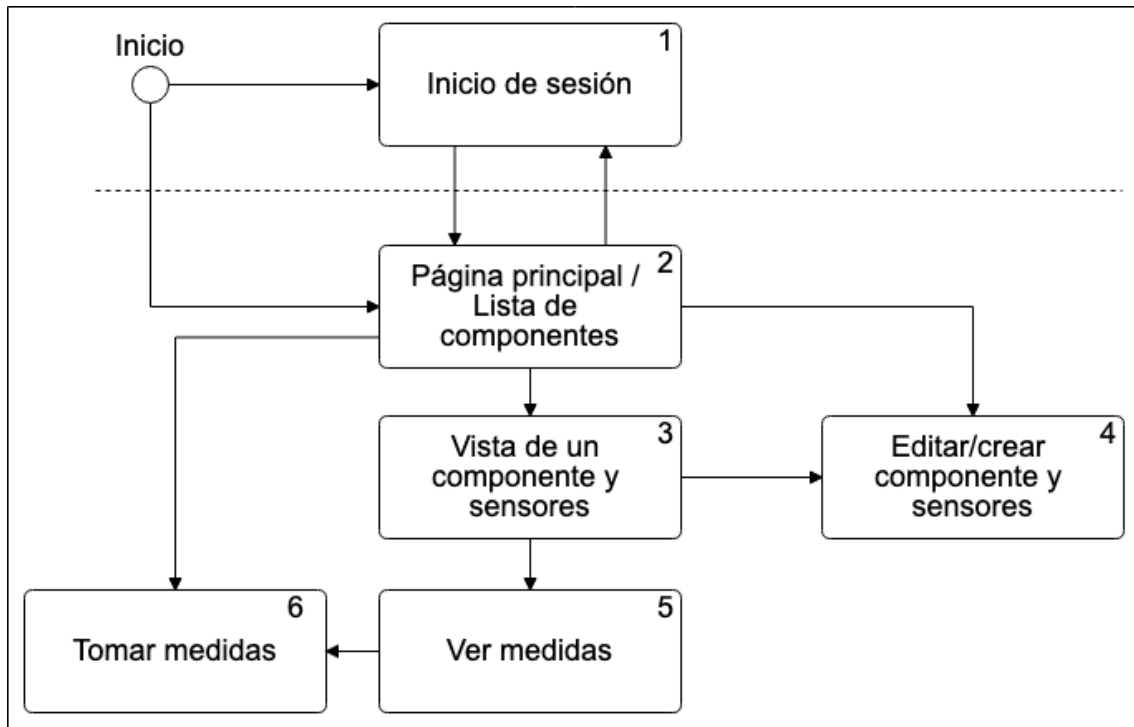


Ilustración 26. Nuevo mapa de navegación de la aplicación tras la validación

2.7.2. Unificación de sensores y componentes

Relacionado con la unificación de pantallas comentada en el punto anterior y debido a las observaciones hechas por las personas que validaron el prototipo, se ha optado por unificar en la plataforma toda la gestión de componentes y sensores.

La gestión de estos elementos deja de estar por lo tanto separada. Según el uso que se dará a la aplicación y según la lógica de negocio, todos los sensores dependen de un componente y se tratarán todos en el mismo momento, tanto para la edición y creación de componentes o sensores, como para la vista y toma de medidas.

Se presentan a continuación dos rediseños de pantallas de la aplicación que cambian sustancialmente: en primer lugar la vista del listado de componentes, que pasa a ser la nueva pantalla principal y en segundo lugar la pantalla de vista y creación de medidas, ya que se presentan las mediciones de todos los sensores de un componente.

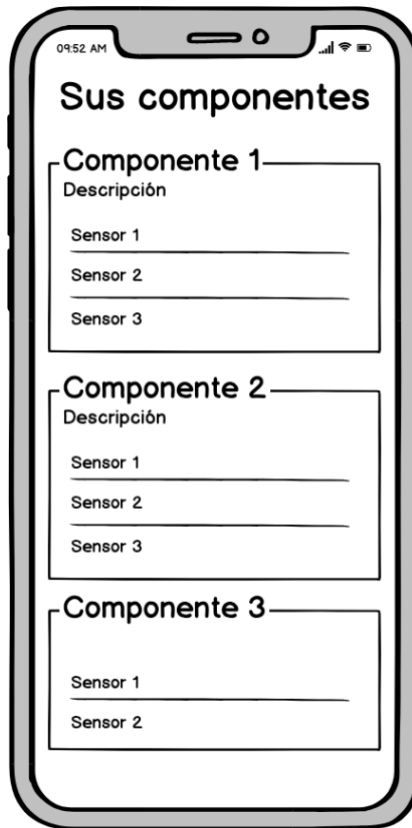


Ilustración 27. Prototipo móvil: nueva pantalla de inicio

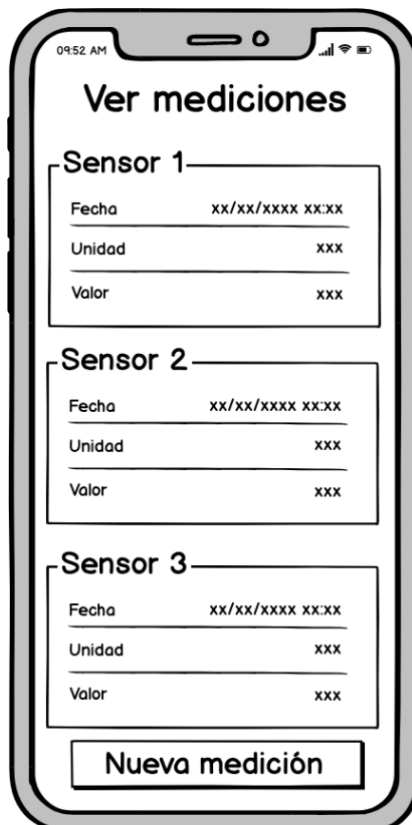


Ilustración 28. Prototipo móvil: nueva pantalla de mediciones

2.7.3. Nueva funcionalidad de la aplicación

Se propuso una nueva funcionalidad a introducir en la aplicación objetivo: la copia de un componente y de todos sus sensores asociados. Esta copia permitirá la creación de nuevos elementos sin necesidad de reintroducir todos los datos, siendo obligatorio solamente para el usuario de la aplicación informar de los nuevos identificadores de los componentes y sensores copiados, ya que estos no pueden ser los mismos que los del elemento original.

2.7.4. Supresión de la gestión de usuarios

Se propone no realizar la creación e identificación de usuarios tal y como se había planteado. Por un lado, existe la tendencia de utilizar la misma contraseña en todos los servicios por parte de los usuarios, y tener por lo tanto un sistema de usuarios externo a la Diputación (u otras organizaciones que puedan usarla en un futuro) puede llegar a comprometer la seguridad desde un punto de vista corporativo. Esta gestión de usuarios añade también a la aplicación una serie de gestiones y complicaciones, así como duplica la información en dos sistemas que no estarán sincronizados.

Para solventar la autenticación de un usuario y la información del token de proveedor a la aplicación para poder realizar las llamadas a la API, se propone que el usuario deba introducir el identificador y el token del proveedor al abrir la aplicación, permitiendo almacenarlo en el dispositivo para futuros usos. Será cada organización la que deberá decidir la manera en que debe hacer llegar esa información a los usuarios de la aplicación.

Este cambio por lo tanto, supone la desaparición de la web de gestión de usuarios, el usuario administrador de esa página web y el uso de un servidor y una base de datos distintos de los de la instancia de Sentilo.

Los requisitos que ya no serán necesarios son todos aquellos relacionados con esta gestión de usuarios, salvo el inicio y cierre de sesión, estos requisitos son el RF1, RF2, RF5, RF6 y RF7. De la misma manera, desaparecen los casos de uso CU01, CU02, CU05, CU06 y CU07.

Por otra parte, el requisito de información RI1 queda de la siguiente manera:

Tabla 21. Nueva versión del requisito RI1 tras la validación

Código	Descripción
RI1	Información relativa a un usuario de la aplicación: <ul style="list-style-type: none">- Identificador de proveedor- Token de proveedor

El flujo del caso de uso CU03 cambia ya que deja de ser necesario la autenticación de las credenciales introducidas con el servidor, aunque se realizará una comprobación de las credenciales a través de alguna llamada de la API.

2.7.5. Nuevo diagrama de casos de uso

Tras los cambios indicados en el presente apartado, cambia sustancialmente el diagrama de casos de uso. No obstante, los casos de uso se mantienen sin demasiadas alteraciones, exceptuando que ya no trata de casos aislados en muchas ocasiones si no que unos casos de uso extienden otros, haciendo que estos se encuentren más integrados.

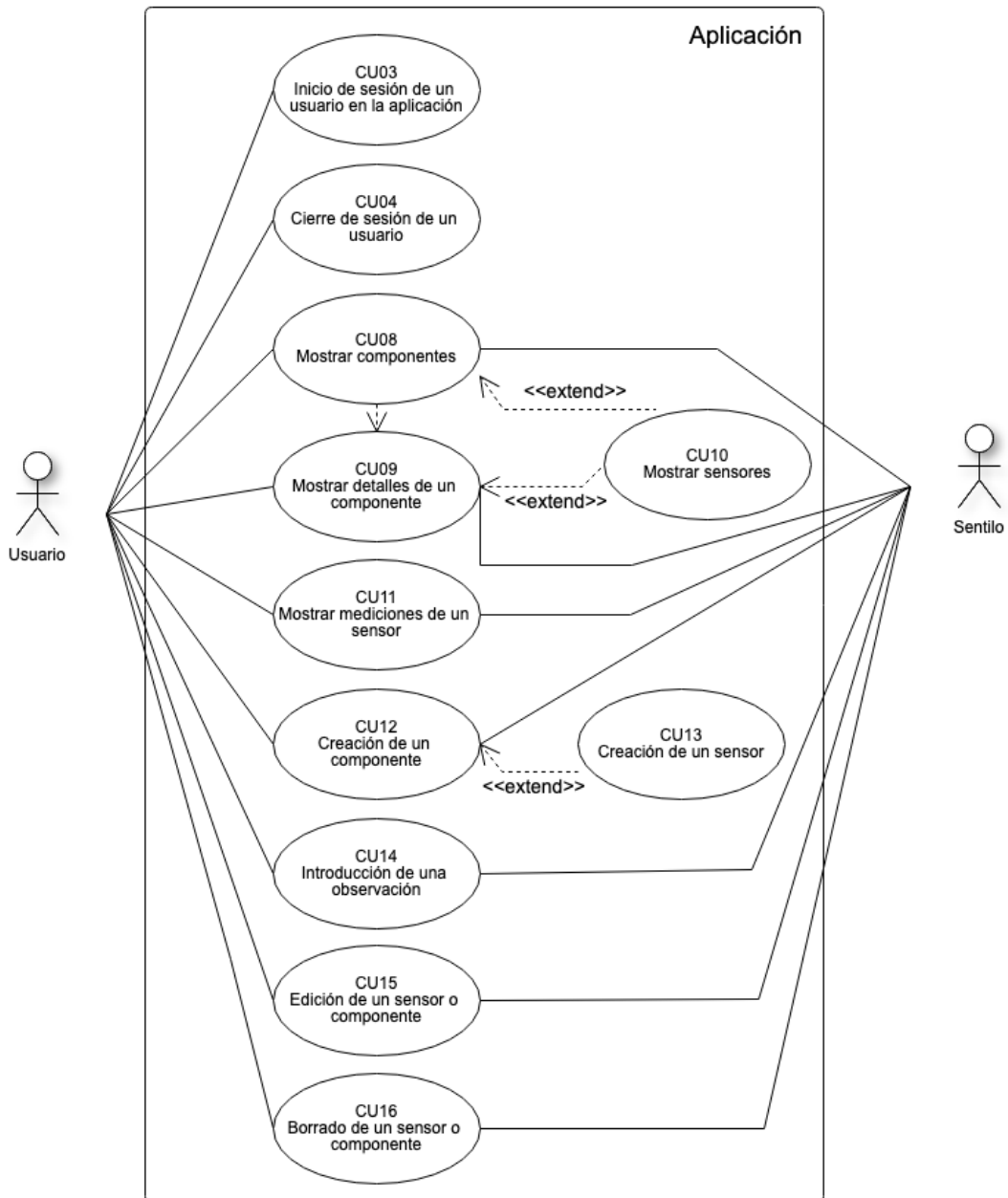


Ilustración 29. Nuevo diagrama de casos de uso tras la validación

2.8. Diseño técnico de la aplicación

En este apartado se muestra el diseño técnico de la aplicación, derivado del análisis y diseño de los puntos anteriores.

2.8.1. Arquitectura de la aplicación.

Se ha optado por el uso del patrón de software Modelo – Vista – Controlador.

Esta decisión viene dada porque permite realizar una implementación de manera modular. Esto permite contar con un código más mantenible y modificable a largo plazo. Dado que la aplicación puede cambiar en el futuro para añadir muchas más funcionalidades, es necesario que estos cambios puedan hacerse de manera más fácil, con distintos elementos desacoplados entre sí.

El modelo de datos es independiente del proyecto ya que este se nutre de una plataforma externa. Por ello, al igual que por las posibilidades de mejora y ampliación en el futuro, es aconsejable evitar al máximo la dependencia entre diferentes capas.

2.8.2. Diagrama UML de las clases del modelo

Este modelo de clases corresponde únicamente con las clases que representan la información en la aplicación (modelo).

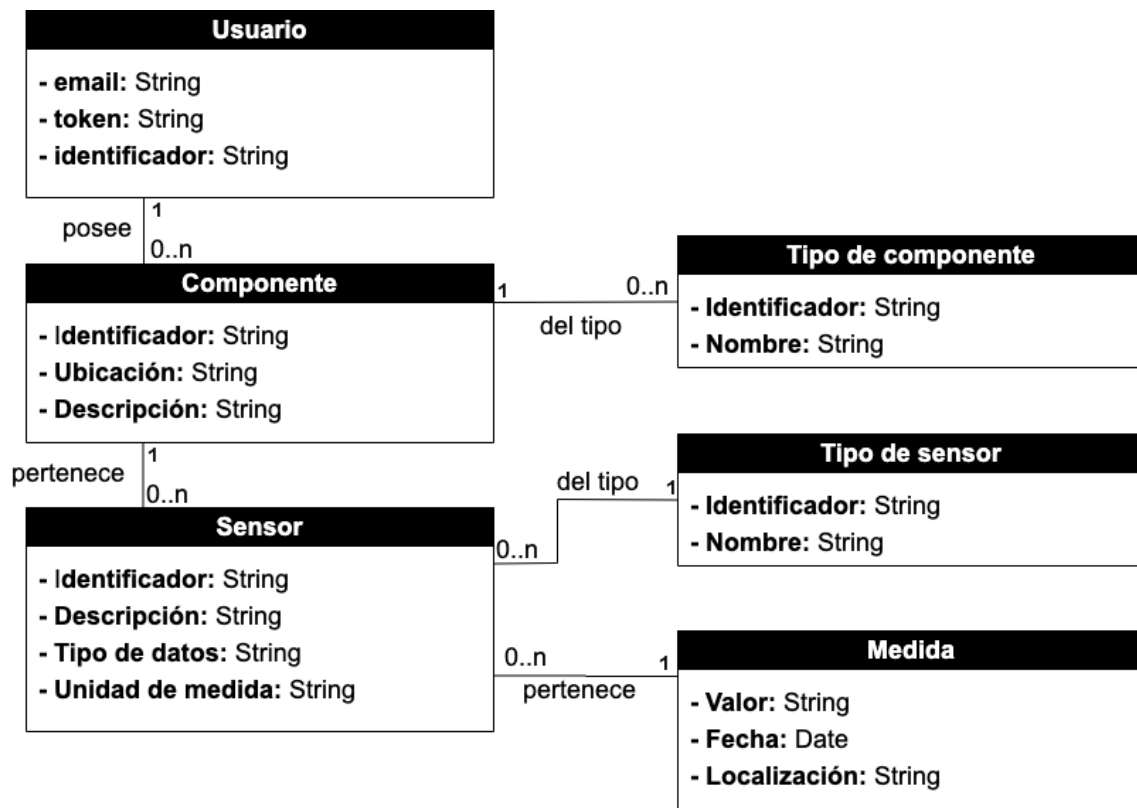


Ilustración 30. Diagrama de clases del modelo.

3. IMPLEMENTACIÓN

En este apartado se muestra la manera en la que ha sido desarrollada la aplicación, así como las decisiones de diseño que se han ido tomando durante este proceso.

3.1. Estructura de la aplicación

3.1.1. Capa del modelo

Esta capa es en la que se gestionan los datos utilizados por la aplicación. Contiene todas las clases que representan las diferentes entidades identificadas en los capítulos anteriores correspondientes a los elementos de Sentilo que se utilizarán en la aplicación.

Se ha optado por crear una clase por cada una de las entidades representadas y que contienen la información mostrada en el apartado [2.3.1.3. Requisitos de información.](#), salvo para el caso del usuario de la aplicación. Se ha creado de la misma manera una clase para representar ubicaciones, para poder disponer de una serie de métodos asociados a esta que sean útiles y eviten repetir código en diferentes partes de la aplicación. Todas estas clases tienen una serie de métodos para modificar y acceder a los diferentes atributos que las componen, así como un método para crear una copia de la instancia de la clase.

De la misma manera, se han creado dos servicios en la aplicación que permiten realizar diferentes acciones sobre el modelo de datos de la aplicación.

Por un lado, se ha creado un servicio que permite gestionar la autenticación y los datos que esta maneja, ya que deben ser persistidos en la aplicación para almacenar esa autenticación en el dispositivo.

Por otro lado, se ha creado un servicio que se encarga de realizar las llamadas a la API de Sentilo y de crear las instancias de las clases que definen las instancias. Se ha optado por el uso de la librería `ReactiveX`³ para gestionar las llamadas asíncronas a esta API y sus respuestas. El uso de esta librería ha permitido poder modificar y tratar en ocasiones los datos recibidos en la respuesta, antes de informar al controlador que ha solicitado alguna acción a este servicio.

Este servicio incluye tanto la gestión de las llamadas a la API externa como la transformación de esos datos para que se adecúen al modelo de datos usado en la aplicación.

³ <http://reactivex.io/>

3.1.2. Capas de controlador y vista

Estas capas se encuentran distribuidas de la misma manera en la aplicación ya que se ha organizado el código según las pantallas de las que esta dispone. Cada una de las pantallas dispone de un componente que contiene tanto la vista como el controlador y en el que se implementan todos los métodos necesarios para obtener los datos del modelo de la aplicación que serán usados por la vista y gestionar las acciones del usuario.

3.2. Decisiones de diseño

A lo largo del desarrollo de la aplicación se han tomado una serie de decisiones que han modificado parte de todo aquello que se había desarrollado en el apartado de análisis de la presente memoria o que no se habían contemplando en ese momento.

3.2.1. Tipologías de componentes y sensores

Dada la imposibilidad de recuperar las tipologías de sensores y componentes disponibles en la instancia de Sentilo, y siendo que no es un listado fijo si no que en cada instancia se puede editar en cualquier momento, se ha optado por mostrar únicamente aquellas tipologías que se encuentren en uso por parte del proveedor (y que por lo tanto, pueden ser recuperadas mediante las llamadas a la API realizadas).

Esto no puede limitar al usuario al uso de estas tipologías solamente por lo que se ha acabado optando por permitir introducir a la hora de crear y modificar componentes y sensores, tipologías no disponibles en el listado que se muestra. Sin embargo, si las tipologías indicadas no existen en la aplicación, no se persistirán los cambios y se informará al usuario de que ha ocurrido un error.

Pese a que no se ha incidido en la presente aplicación en la gestión de los errores devueltos por las llamadas a la API de Sentilo, en el caso de la introducción de nuevos componentes o sensores, o la edición de estos sí que se muestran los errores devueltos, mostrando un mensaje adicional que informa al usuario de que debe introducir un tipo que exista para su instancia de Sentilo. Esto se ha hecho así ya que este error es probable que ocurra y viene derivado de la decisión que se ha tomado, por lo que pese a mantener que es la mejor opción de entre las analizadas, se debe tratar de reducir el impacto de este problema lo máximo posible y que el usuario sea consciente de la fuente del error que aparece en pantalla.

3.2.2. URL de la API

Se ha optado por incluir la URL de la API en la pantalla de autenticación de la aplicación, por lo que esta ha tomado todavía más relevancia ya que permite usar la aplicación con diferentes instancias, algo no contemplado en un primer momento.

De esta manera, se consolida el uso de la pantalla de autenticación como pantalla de configuración de la aplicación.

3.2.3. Carga inicial de datos y sincronización

Otra de las decisiones tomadas ha sido la de realizar una carga inicial con todos los datos y aprovechar esta llamada para confirmar los datos de configuración y autenticación que bien ha proporcionado el usuario. Esto se debe a que no existe, como se ha comentado anteriormente, ningún mecanismo que permita la validación de estos datos, más allá de la realización de una de las llamadas que ofrece la API.

Esto puede ocasionar algún problema en la experiencia de usuario ya que, por ejemplo, si ocurre un error con los datos devueltos y tratados, pero no con los datos introducidos de proveedor y acceso introducidos por él, puede dar lugar a la confusión de la causa del error por parte de este.

Los datos que provienen de la plataforma Sentilo se mantendrán en la memoria de la aplicación hasta que esta sea cerrada, momento en el que se volverán a obtener, no se persistirán en la memoria del dispositivo. El modelo de datos no se actualizará con cada cambio, si no que una vez que el usuario realice una modificación, esta se mostrará en el momento en el que la respuesta del servidor sea correcta.

Sí que quedaran almacenados en el dispositivo los datos de autenticación relacionados con el proveedor mientras estos no sean borrados desde el propio dispositivo, la aplicación se desinstale o se realice un cierre de sesión.

3.2.4. Pantallas de creación, edición y visualización

Se ha tomado la decisión de utilizar el mismo componente y las mismas vistas tanto para la creación, la edición y la visualización de los diferentes datos y entidades que componen la aplicación. Esta decisión ha permitido contar con un diseño más consolidado y uniforme en toda la aplicación y reducir el tiempo de implementación y pruebas de la aplicación, permitiendo una mejor mantenibilidad de esta.

3.3. Pruebas realizadas

Por problemas con la planificación del trabajo, que se detallan en el capítulo correspondiente, además de por el tiempo disponible para el desarrollo, solamente ha sido posible realizar pruebas funcionales de manera manual, tratando que se cumplieran todos los casos de uso y sus flujos, así como los requisitos tanto funcionales como no funcionales que se detallan en el apartado de análisis.

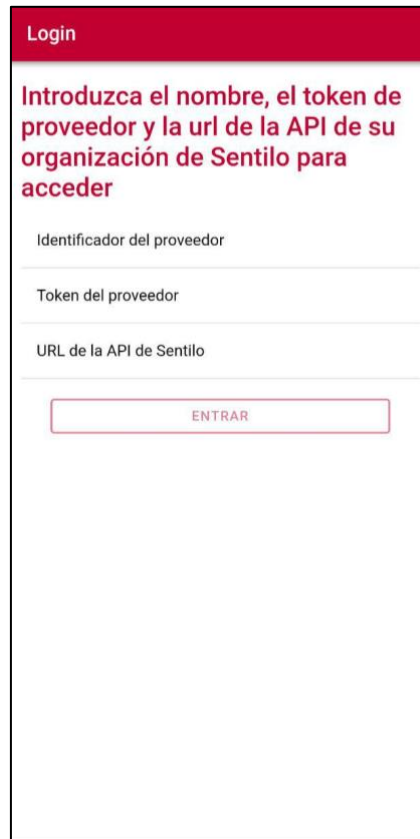
3.4. Viabilidad del producto

Este producto ha sido concebido dentro de un ámbito académico por lo que la viabilidad económica de este no ha sido una de las necesidades que debía cubrir. No obstante, se trata de un producto que soluciona una serie de necesidades reales y su uso podría trascender del ámbito en el que ha sido concebido.

Esta aplicación podría tratarse de un MVP (Producto mínimo viable) ya que cumple únicamente con una serie de características básicas que han permitido lanzar el producto, que se corresponden con las necesidades principales detectadas por los usuarios finales. Así mismo, podría ser vendido para recibir retroalimentación por parte de estos usuarios finales y poder así desarrollar más funcionalidades, en línea con lo expuesto en el punto [4.3. Futuras líneas de trabajo](#) en el que se pueden apreciar futuras líneas de desarrollo para esta aplicación, dando más sentido a esta manera de enfocar la manera de venta del producto.

3.5. Ejemplos de pantallas de la aplicación

A continuación se muestra un ejemplo de todas las pantallas de la aplicación. Al contar esta con solamente cuatro pantallas se ha decidido incluir una captura de cada una en la presente memoria, incluyendo también el menú de navegación lateral.



La imagen muestra una interfaz de usuario para el login de una aplicación. El encabezado es un recuadro rojo con el texto "Login" en blanco. Debajo, un párrafo de texto rojo indica: "Introduzca el nombre, el token de proveedor y la url de la API de su organización de Sentilo para acceder". A continuación, hay tres campos de entrada con sus respectivos labels: "Identificador del proveedor", "Token del proveedor" y "URL de la API de Sentilo". Cada campo está separado por una línea horizontal. Al final, hay un botón rectangular con el texto "ENTRAR" en mayúsculas.

Ilustración 31. Pantalla de la app: autenticación

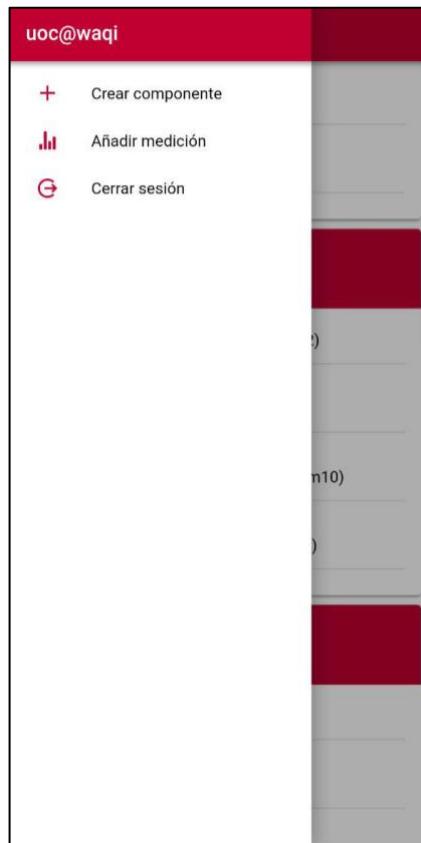


Ilustración 32. Pantalla de la app: menú de navegación lateral

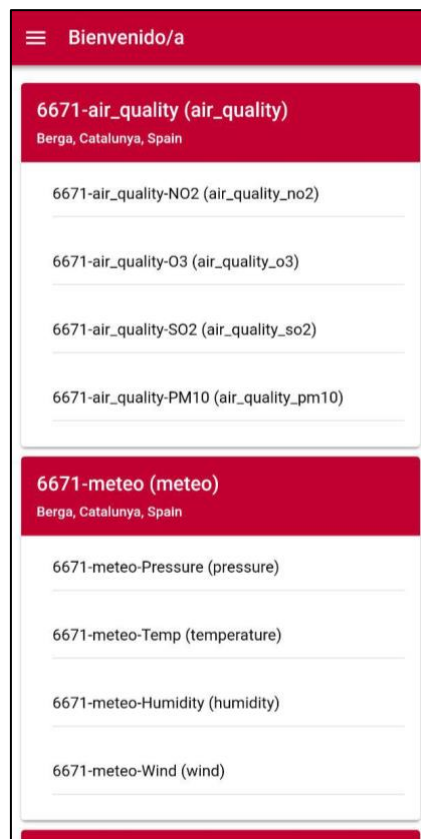


Ilustración 33. Pantalla de la app: pantalla principal

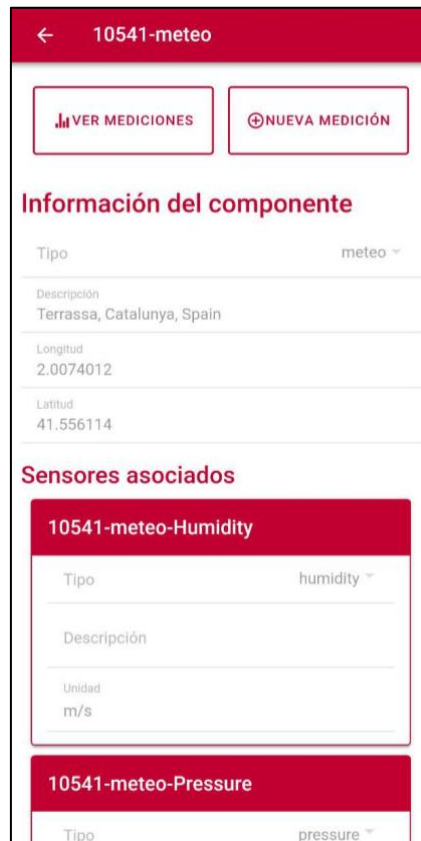


Ilustración 34. App: vista de componente

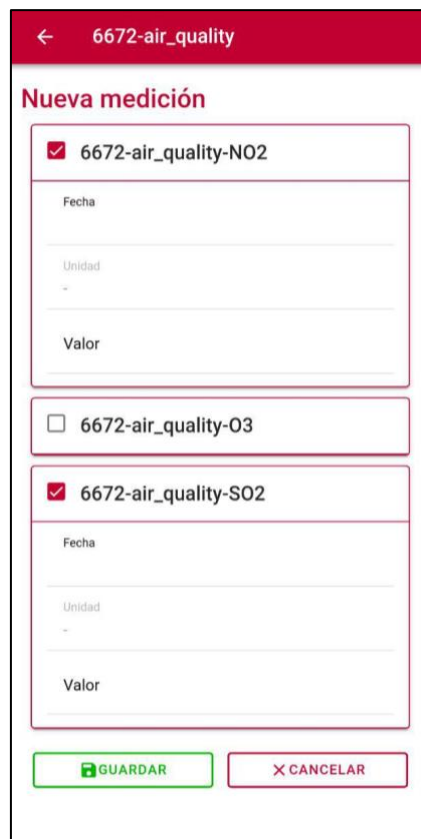


Ilustración 35. App: Nueva medición

4. CONCLUSIONES

4.1. Valoración personal del trabajo realizado

Considero que la aplicación desarrollada a lo largo de este proyecto, permite aportar valor a la plataforma Sentilo. Pese a las posibilidades que la plataforma ofrece a la hora de integrar una serie de actuadores y alarmas a partir de datos recogidos en otros sistemas, tanto la gestión de las entidades como la recogida y obtención de datos estaba fuertemente ligada a los sensores automatizados que envían estos datos y al uso de la consola de administración.

La aplicación objetivo de este trabajo permite tomar un camino hacia la apertura de la plataforma hacia otros usos, acercándola más a las personas y a un crecimiento de sus funcionalidades. Por lo tanto, valoro de manera satisfactoria el haber sido capaz de adaptar las tecnologías existentes a unas necesidades detectadas por los futuros usuarios de la aplicación.

En cuanto a la implementación ha supuesto un reto comenzar de cero una aplicación desarrollada en una tecnología que no dominaba en absoluto y que apenas conocía; una de las finalidades de un trabajo académico puede ser ampliar los campos de conocimiento de la persona que lo realiza y en esta ocasión así lo ha sido, ya que ha permitido salir de la comodidad de las tecnologías de desarrollo de aplicaciones nativas.

Analizando el trabajo desde la óptica de la planificación, análisis y diseño de una aplicación ha permitido afrontar desafíos reales, contando con unos recursos limitados que han roto con la concepción ideal que se había realizado en las primeras fases del proyecto. La superación de estas barreras encontradas a la hora de desarrollar aquello que se había previsto, la necesidad de encontrar soluciones que permitieran adaptar la realidad a las necesidades de los futuros usuarios, intentando no obstante, mantener en todo momento la coherencia con esta realidad.

No ha sido posible lograr todos los objetivos marcados dado que no se han desarrollado el 100% de las funcionalidades que se deseaba. Queda así mismo abierta la posibilidad de realizar tareas relacionadas con la calidad del código y la experiencia de usuario. Sin embargo, el resultado final es satisfactorio y pese a no haber completado todo lo planificado se ajusta bastante el resultado obtenido y el que se esperaba obtener, habiendo cumplido con los objetivos principales del presente proyecto.

4.2. Planificación del proyecto

La metodología prevista en la fase de planificación se ha ajustado a la realidad y al desarrollo del proyecto, así como las diferentes fases que se contemplaban se han ido realizando de la misma manera.

En cambio, la planificación no se ha podido seguir tal y cómo se había establecido. Esta circunstancia se ha dado sobre todo por razones ajenas a la propia elaboración del proyecto, haciendo que los tiempos que se podían dedicar para cada tarea en ocasiones fueran más ajustados y que unas fases se solaparan con otras, así como ha hecho que alguna de estas etapas se dilataran en el tiempo más de lo esperado, dejando un periodo más comprimido para la realización de otras.

Pese a haber detectado que era un posible riesgo, podría haberse tratado de reflejar de manera más acertada en la planificación. Se han llevado a cabo las estrategias de mitigación contempladas y por eso se ha llegado a finalizar el proyecto.

4.3. Futuras líneas de trabajo

Dada la naturaleza de la plataforma y todo el potencial que ofrece, o que podría llegar a ofrecer en un futuro, quedan muchas líneas abiertas en las que seguir trabajando en esta aplicación.

Una de las líneas a desarrollar en un futuro sería mejorar la aplicación existente introduciendo una serie de cambios que ayuden a mejorar su calidad. Esto se conseguiría por un lado con una refactorización del código, permitiendo encapsular ciertas operaciones y métodos de cara a un futuro crecimiento de la aplicación. Por otro lado, sería interesante desarrollar una serie de evolutivos que amplíen la usabilidad de la aplicación como, por ejemplo, añadir la posibilidad de que la aplicación incluya diferentes idiomas, mejorar la información de errores al usuario o mejorar la gestión de la localización (con la posibilidad de incluir un mapa en el que colocar componentes, sensores y mediciones). Así mismo, podría ampliarse la información mostrada de cada una de las entidades.

Otra de las líneas a desarrollar sería la inclusión de nuevas funcionalidades. Estas podrían comprender: la posibilidad de borrar componentes o sensores, una funcionalidad que no ha podido ser desarrollada en esta versión del proyecto; la carga de mediciones desde hojas de cálculo u otros ficheros, esta funcionalidad es interesante para los usuarios de la plataforma pero quedaba fuera del alcance del proyecto; la inclusión de diferentes proveedores que puedan ser usados de manera simultánea, tanto de la misma organización cómo de diferentes, permitiendo tratar con un abanico más amplio de elementos sin necesidad de ir cambiando de sesiones, siempre que esta funcionalidad pudiera ser útil para los distintos usuarios de la aplicación.

En la línea de estas nuevas funcionalidades, otra de las posibilidades que quedan abiertas es la de mejorar el conjunto de pruebas y tests automáticos diseñados para la aplicación,

que permitiría tener un producto más estable, mantenible y robusto ante posibles errores no detectados hasta ahora o que pueden llegar a ser introducidos en el futuro.

Cabe destacar también el desarrollo de una aplicación web para navegador, posibilidad que podría ir ligada a la carga de ficheros, dado que estos suelen usarse más en ordenadores que en dispositivos móviles. El uso de Ionic para el desarrollo de la aplicación facilitaría esta tarea, pudiendo crear el producto para navegador web a partir del código actual.

Por último, queda abierta la posibilidad de participar en los premios “Apps&IoT for citizens”⁴. Se trata de una convocatoria anual que convoca la Diputación de Barcelona con el objetivo de fomentar la creación de servicios y aplicaciones relacionadas con proyectos innovadores del IoT, que utilicen la plataforma Sentilo y entren dentro del ámbito de actuación de la Diputación o de los municipios de su demarcación. El objetivo sería, poder crear un producto mínimo viable según los requisitos del concurso, a partir de la aplicación creada, para poder presentarla a la convocatoria de dichos premios.

⁴ <https://www.diba.cat/premismartregion/>

5. GLOSARIO

API: Interfaz de programación de aplicaciones (del inglés, Application Programming Interface)

HTTP: Protocolo de transferencia de hipertexto (del inglés, Hypertext Transfer Protocol)

REST: Transferencia de estado representacional (del inglés, Representational State Transfer)

URL: Localizador de recursos uniforme (del inglés, Uniform Resource Locator)

MVP: Producto viable mínimo (del inglés, Minimum Viable Project)

IoT: Internet de las cosas (del inglés, Internet of Things)

Smart city: Ciudad inteligente.

Stack tecnológico: “pila” o conjunto de conocimientos tecnológicos.

Feedback: Retroalimentación.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Smartcity y Grupo Tecma Red, *Libro de comunicaciones*. Grupo Tecma Red, 2016.
- [2] A. Solana, «IoT beneath the city streets: Barcelona tests out open platform for smart services | ZDNet», 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.zdnet.com/article/iot-beneath-the-city-streets-barcelona-tests-out-open-platform-for-smart-services/>. [Accedido: 11-mar-2019].
- [3] «Home Sentilo - Sentilo». [En línea]. Disponible en: <http://www.sentilo.io/wordpress/>. [Accedido: 11-mar-2019].

7. ANEXOS

Anexo I. Diagrama de Gantt del proyecto completo

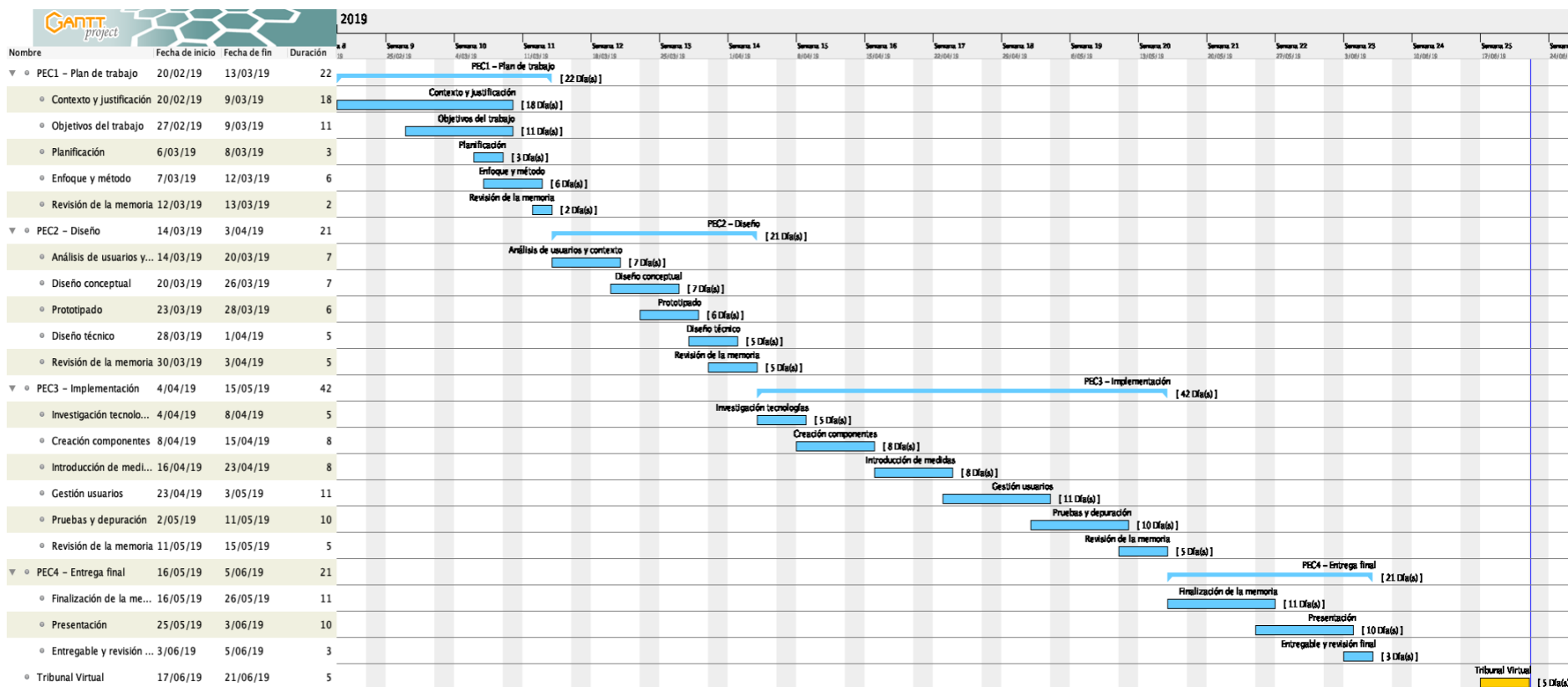


Ilustración 36. Diagrama de Gantt del proyecto

Anexo II. Manual de uso de la aplicación

Inicio de sesión

Las acciones realizadas por el usuario en una instancia de Sentilo a través de la aplicación estarán asociadas a un proveedor existente en dicha instancia.

Al abrir la aplicación por primera vez, se encontrará la pantalla de autenticación. En esta pantalla, para acceder a la aplicación y poder realizar las acciones que esta ofrece, deberá iniciar sesión con los datos correspondientes al proveedor que desea utilizar; estos datos que deben ser introducidos son el identificador del proveedor (precedido por el nombre de la organización y un símbolo @) y el token de proveedor (una secuencia alfanumérica), que pueden encontrarse en la consola de administración de la instancia. Así mismo, deberá introducirse la URL base de la API de la aplicación.

Pantalla principal

Si los datos introducidos son correctos, se mostrará la pantalla principal en la que podrá observar un listado que contiene los componentes existentes en la instancia de Sentilo para el proveedor indicado. Se muestran los componentes indicando su identificador, así como el tipo de componente y la descripción, si existe. Se muestra así mismo para cada uno de estos componentes un listado de los sensores asociados a estos, indicando su identificador y tipología.

Se puede acceder a la información detallada de los componentes mostrados, así como a las acciones disponibles con un toque en cualquiera de estos.

Menú de la aplicación

El menú de la aplicación se muestra al pulsar el botón situado en la parte superior izquierda de la pantalla principal. También se muestra este menú deslizando el dedo desde el borde izquierdo de la pantalla hacia el centro de esta desde cualquiera de las pantallas de la aplicación (una vez el usuario se ha autenticado). Este menú permite cerrar la sesión iniciada, crear un componente nuevo o añadir una nueva medición.

Vista de un componente

En la pantalla de vista de un componente, se muestra la información ampliada tanto de este como de sus sensores asociados. Desde esta pantalla, podrá acceder a la modificación de este, pudiendo cambiar su información y los sensores asociados. También podrá copiar el componente mostrado. La pantalla de modificación de un componente es similar a la de creación de uno nuevo, salvando la diferencia de que en la pantalla de creación de componente, debe añadirse un sensor nuevo como mínimo.

Tanto en la selección de la tipología de los componentes como de los sensores, se presentará una lista de las tipologías actualmente en uso para dicho proveedor. Se ofrece

la posibilidad de añadir una diferente a las presentadas en la lista; no obstante, esta tipología que se añadirá, debe existir ya en la instancia de Sentilo.

Desde la vista de un componente se podrá de la misma manera acceder a las últimas mediciones tomadas para cada uno de los sensores del componente así cómo añadir nuevas mediciones para uno o varios de los sensores asociados.

Datos de prueba

Con el fin de poder probar la aplicación y ver las funcionalidades que ofrece, se proporcionan unos datos de ejemplo de un proveedor.

Tabla 22. Datos de prueba de acceso a la aplicación

Dato requerido	Valor de ejemplo
Id del proveedor	uoc@arevelproveedor
Token del proveedor	8de83e2f39505b22c237b92093c7ed01e671f01b479d6706d7cc68b2b3a82bf2
URL de la API	https://api-sentilo.diba.cat

Se proporciona así mismo un código QR con el token recogido en esta tabla, para facilitar la introducción del mismo.



Ilustración 37. Código QR con el token del proveedor de prueba

Anexo III. Manual de instalación y despliegue de la aplicación

Preparación del entorno

Para instalar la aplicación a partir del código fuente, deben seguirse unos pasos previos para configurar el entorno.

1. Se debe tener instalados Node y NPM e Ionic CLI de la manera en que indica la documentación oficial de Ionic. Ante cualquier duda en los procedimientos a seguir se puede consultar documentación que se puede encontrar en: <https://ionicframework.com/docs/>.
-
2. Se debe así mismo tener disponible XCode o Android Studio en el computador, si se desea ejecutar en iOS⁵ o Android⁶ respectivamente.

Ejecución de la aplicación

Para poner en funcionamiento la aplicación, una vez que se cumplan con los puntos establecidos anteriormente, se deberán ejecutar las siguientes instrucciones en un terminal.

A continuación se muestran los pasos a seguir para ejecutar la aplicación en un simulador o dispositivo con sistema operativo Android. En el caso del sistema operativo iOS, se debe cambiar la palabra “android” por “ios” en las instrucciones a ejecutar.

1. Generar los recursos (icono y pantalla de lanzamiento de la aplicación).

```
ionic cordova resources android
```

2. Ejecutar la aplicación en modo debug.

```
ionic cordova run -l android --debug
```

⁵ <https://ionicframework.com/docs/installation/ios>

⁶ <https://ionicframework.com/docs/installation/android>