

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

E.T.S. DE INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

PROYECTO FIN DE MÁSTER

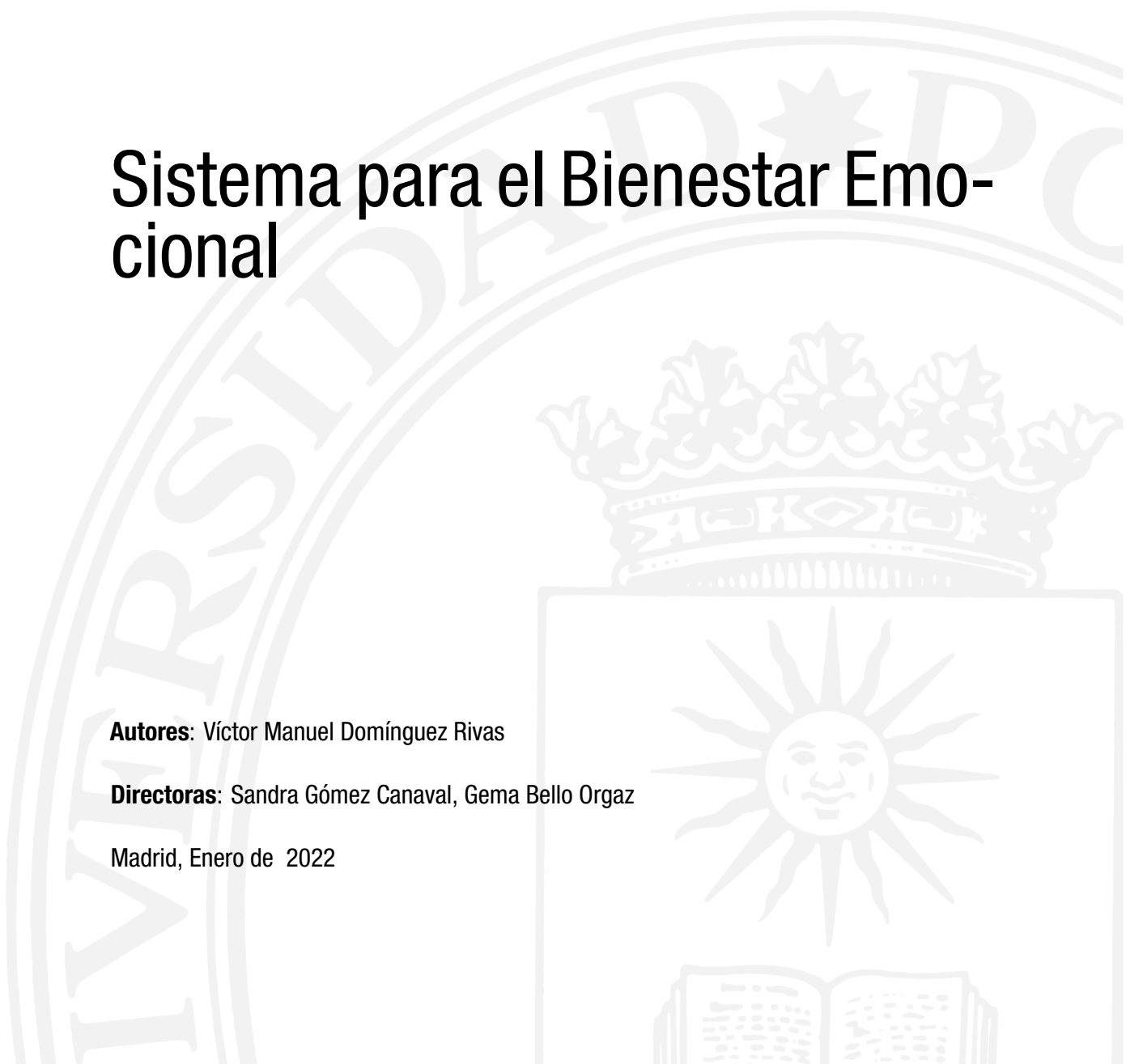
**MÁSTER UNIVERSITARIO EN SOFTWARE DE SISTEMAS DISTRIBUIDOS Y
EMPOTRADOS**

Sistema para el Bienestar Emocional

Autores: Víctor Manuel Domínguez Rivas

Directoras: Sandra Gómez Canaval, Gema Bello Orgaz

Madrid, Enero de 2022



Víctor Manuel Domínguez Rivas

Sistema para el Bienestar Emocional

Proyecto Fin de Máster, 27 de octubre de 2022

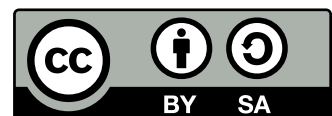
Directoras: Sandra Gómez Canaval, Gema Bello Orgaz

E.T.S. de Ingeniería de Sistemas Informáticos

Campus Sur UPM, Carretera de Valencia (A-3), km. 7

28031, Madrid, España

Esta obra está bajo una licencia **Creative Commons «Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional»**.



Resumen

Palabras clave: XXXXXXXXXXXX

Abstract

Keywords: XXXXXXXXXXXX

Agradecimientos

XXXX

Índice general

Índice general	i
Índice de figuras	iii
Índice de cuadros	iv
1 Introducción	1
1.1 Contexto	1
1.2 Objetivos	1
1.3 Motivación	2
1.4 Justificación	2
1.5 Estructura del documento	2
2 Marco teórico y contexto tecnológico	3
2.1 Marco Teórico	3
2.2 Sistemas IoT	3
2.3 Contexto tecnológico	4
3 Estado de la cuestión	5
3.1 Análisis de la situación actual	5
4 Metodología	6
4.1 Metodologías de desarrollo del <i>software</i> de Sistemas	6
5 Desarrollo del sistema	7
5.1 Project Blastoff	7
6 Aspectos medioambientales e impacto social	18
6.1 Contexto medioambiental	18

6.2	Aspectos éticos, sociales y económicos	18
7	Conclusiones y trabajo futuro	19
7.1	Conclusiones	19
7.2	Trabajo futuro	19
	Bibliografía	20

Índice de figuras

2.1	Diagrama general de un sistema IoT	4
5.1	Componentes básicos del sistema	12
5.2	Pila con la arquitectura del sistema	13
5.3	Dimensionamiento aproximado del proyecto	15

Índice de cuadros

1.

Introducción

1.1 Contexto

1.2 Objetivos

Objetivo general

Objetivos específicos

El objetivo de un [Proyecto Fin de Grado \(PFG\)](#), [Proyecto Fin de Máster \(PFM\)](#) y [Tesis Doctoral \(TD\)](#) es una de las piezas clave a plantear, y a su vez una de las más complicadas. Se considera la **finalidad** del proyecto en cuestión a realizar y suele encajar dentro de una de las siguientes categorías:

- **Contraste** o validación de una hipótesis. Este es típico de [TDs](#), aunque algunos [PFMs](#) y (muy raramente) [PFGs](#) pueden caer dentro de esta categoría.
- **Desarrollo** o diseño de algo (e.g. Software, hardware, sistema, edificio). Suele ser el más común en la rama de la ingeniería, tanto [PFMs](#) como [PFGs](#).
- **Estudio** de un tema que deduce o descubre nuevo conocimiento. Éste suele ser más común en las ramas de las ciencias puras y humanidades, tanto [PFMs](#) como [PFGs](#).

Decimos que es una pieza clave porque sirve como primer indicador de la consecución del proyecto. Si nos planteamos un objetivo, en las conclusiones podemos indicar si se ha cumplido o no el objetivo planteado. Por eso es necesario que el objetivo esté bien definido, porque si se acepta como objetivo válido en un proyecto, y éste se concluye como cumplido, el proyecto habrá sido ejecutado correctamente.

Ahora bien, ¿cómo determinamos que el objetivo se ha cumplido? pues intentando definirlo para que se pueda cumplir, es decir, intentando que sea:

- **Acotado en el tiempo**, así es más fácil establecer un marco temporal para su realización y programar temporalmente las partes de las que se compone.
- **Medible**, para saber cómo de lejos estamos de llegar a un resultado aceptable.
- **Específico**, de manera que esté bien acotado y sea difícil embarcarse en tareas que no nos acerquen a su consecución.
- **Alcanzable**, porque si no lo es, por mucha intención y esfuerzo que le pongamos no se va a terminar.
- **Relevante**, porque si, en un **PFG** para Ingeniería del Software, desarrollamos un producto mecánico para sexar pollos, pues por muy importante que sea, poco tiene que ver con lo que se ha estudiado durante todos estos años.

Y sí, para acordarnos de cuáles son estas características podemos usar el acrónimo

1.3 Motivación

1.4 Justificación

1.5 Estructura del documento

2. Marco teórico y contexto tecnológico

2.1 Marco Teórico

En este capítulo se introducen los conceptos teóricos sobre los que se asienta el desarrollo de este proyecto. Con el contenido de este capítulo se espera crear una base de conocimiento sobre la que desarrollar el resto de este documento. Además, se realiza un análisis de las herramientas que se van a emplear para desarrollar el sistema y cómo estas se encuadran en el contexto tecnológico actual.

2.2 Sistemas IoT

Tal y como se introdujo de manera informal en el capítulo anterior, *IoT* se define como un sistema global e inteligente con conciencia global, transmisión fiable y procesamiento inteligente de datos.

En este sentido una arquitectura de alto nivel, basada en el conjunto de capas de todos estos objetos interconectados puede verse representada gráficamente en la Figura [2.1](#).

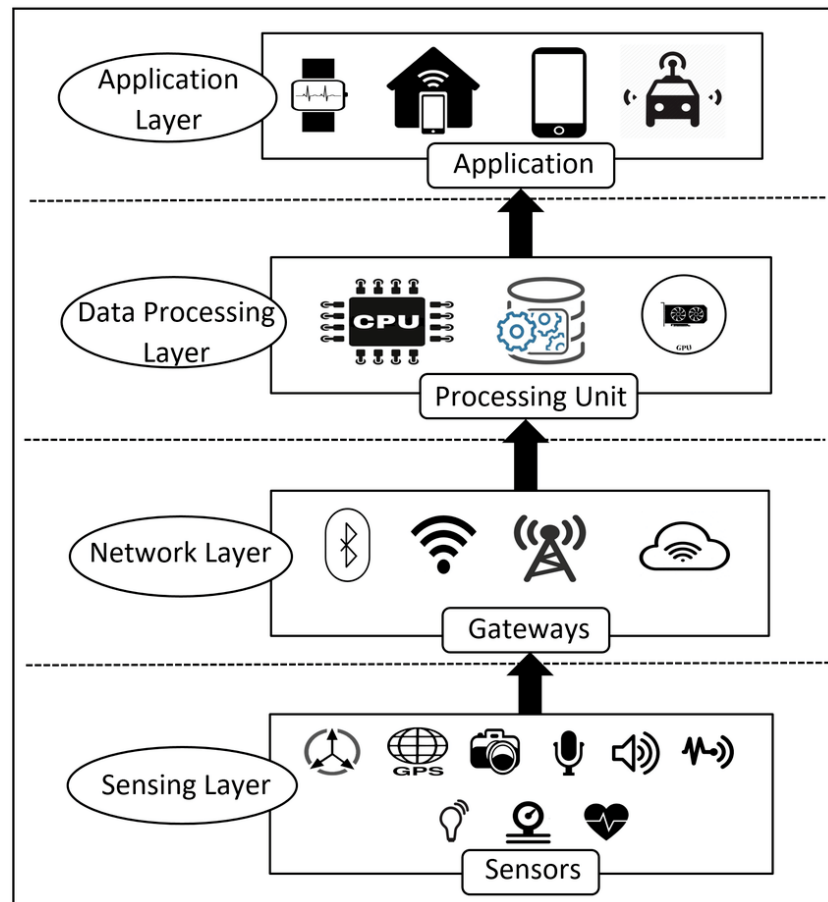


Figura 2.1: Diagrama general de un sistema IoT

2.3 Contexto tecnológico

Esta sección recoge la información relativa a las tecnologías y herramientas más relevantes dentro del contexto del desarrollo de este proyecto.

3.

Estado de la cuestión

En este capítulo se introduce una revisión del estado del arte y del estado de la cuestión en lo que respecta al marco teórico del proyecto que se propone en este TFM, así como una descripción sobre los sistemas que existen en el mercado o que han sido reportados en la literatura, los cuales presentan aspectos comunes con la solución propuesta.

3.1 Análisis de la situación actual

En esta sección, se pone en valor y/o contraste la información introducida en las secciones anteriores, de tal forma que pueda realizarse un análisis del entorno en el que se desarrolla este proyecto, así como también se pueda poner de manifiesto la relevancia y la idoneidad del desarrollo propuesto.

Proyectos relacionados

Contribución de la solución propuesta

4.

Metodología

En este capítulo, se introducen algunas de las principales metodologías de desarrollo *software* que actualmente más se utilizan.

4.1 Metodologías de desarrollo del *software* de Sistemas

Metodología del desarrollo seleccionada

5.

Desarrollo del sistema

5.1 Project Blastoff

descripción
del
blastoff

Inception Deck

El *Inception Deck* (también conocido como *Agile Inception*) [1] [2] es un conjunto de actividades propio de las metodologías ágiles, las cuales tienen como objetivo establecer inequívocamente los propósitos del proyecto y sus expectativas, a través de la comunicación entre todas las personas involucradas de alguna manera en el proyecto.

Más concretamente, el *Inception Deck* es un conjunto de 10 complejos ejercicios y preguntas, los cuales permiten unificar todas las visiones del producto hacia una sola, asegurando que el equipo avance en sintonía hacia una misma dirección.

Dichas dinámicas son las siguientes:

- ¿Por qué estamos aquí? (*Why are we here?*): describe los motivos principales por los que se realiza este proyecto, y cómo hemos llegado hasta este punto.
- *Elevator Pitch*: consiste en transmitir resumida y atractivamente la idea de nuestro proyecto condensada en unos 30 segundos (lo que podría durar un viaje en ascensor, de ahí el nombre) para captar la atención de otras personas. En este pequeño discurso se muestra el problema a resolver, cómo se pretende solventar y cuál es el valor diferencial que tiene nuestra idea y/o equipo, para alentar al oyente a colaborar con el mismo.
- Diseñar una caja de producto (*Design a Product Box*): obliga a imaginar nuestro proyecto encapsulado en un cartel publicitario, buscando para ello los mensajes e imágenes para promocionar el producto.

- Crear una lista de NOes (*Create a NOT list*): delimita los límites del proyecto estableciendo lo que no se va a realizar en el mismo.
- Conoce a tus vecinos (*Meet your neighbors*): esclarece las personas o equipos de los cuales depende el éxito de nuestro proyecto.
- Haz ver la solución (*Show the solution*): diseña a alto nivel la arquitectura técnica del producto, de forma legible para todas las partes del proyecto.
- ¿Qué nos quita el sueño? (*Ask what keep us up at night*): identifica los posibles riesgos a los que se enfrentará nuestro proyecto que pueden afectar a su desarrollo y éxito. Se diferencia entre los riesgos en los que podemos influir y en los que no, para decidir medidas para mitigar su posible impacto en el caso de los primeros y concienciar acerca de los segundos.
- Tómale las medidas (*Size it up*): estimación a grandes rasgos del orden de magnitud temporal del proyecto, para controlar las expectativas del mismo.
- Ser claros en qué vamos a dar (*Be clear on what's going to give*): determina las prioridades del proyecto en factores clave como el tiempo, alcance, presupuesto o calidad entre otros, junto a su flexibilidad para redimensionar el proyecto si es necesario.
- ¿Cuánto va a costar? (*Show what it's going to take*): desarrollo un presupuesto aproximado tanto en dinero como en personal y recursos si no se realizó previamente. En caso contrario, se discute la viabilidad el mismo y del proyecto.

A continuación se describe el resultado de dichas actividades para este proyecto.

Why are we here?

La Salud Mental es un área de la salud cuya visibilización aumenta cada día, pero que aún sigue recubierta de estigma y carece de recursos suficientes. Organizaciones como la Organización Mundial de la Salud y la Confederación de Salud Mental de España han realizado informes e infografías donde se presentan datos sobre este problema tan silencioso, grave y desconocido.

En nuestro país, el 6,7% de la población está afectada por la ansiedad, exactamente la misma cifra de personas con depresión. Casi la mitad de los españoles de entre 15 y 29 años (48,9%) considera que ha tenido algún problema de salud mental, mientras que más de la mitad de las personas con trastorno mental que necesitan tratamiento no lo reciben.

A nivel mundial, el 12,5% de todos los problemas de salud está representado por los trastornos mentales, una cifra mayor a la del cáncer y los problemas cardiovasculares. Más de 300 millones de personas viven en el mundo con depresión, un problema que se ha aumentado en un 18,4% entre 2005 y 2015; mientras que 800.000 personas se suicidan cada año, siendo la segunda causa de muerte en personas de 15 a 29 años.

Con semejantes estadísticas, queda un largo camino por recorrer para que la sociedad considere a la salud mental como un área de salud igual de importante que las demás. Esto se manifiesta enormemente en la falta de atención a sus síntomas, lo que conlleva faltas crónicas de tratamiento entre la población.

Desde la Informática podemos acceder a numerosos datos, tanto de comportamiento de una persona con su móvil, como datos sobre su estado físico con la generalización de dispositivos conocidos como *wearables* (generalmente una pulsera o reloj inteligente equipado con sensores biométricos).

Bajo esta premisa se han publicado estudios [3] [4] [5] [6] que avalan que a partir de dichos datos se estimar por ejemplo si una persona tiene estrés, lo que supone un primer paso para la detección de problemas de salud mental.

Asimismo, los fabricantes de los dispositivos *wearables* ofrecen aplicaciones en las que se pueden consultar los datos recolectados, pero no ofrecen datos acerca de la salud mental, y tampoco son ofrecidos en los smartphones.

Por este motivo estamos aquí: para realizar una aplicación que aunando software y hardware pueda alertar de síntomas de problemas de salud mental, para que dicha persona sea consciente de que su salud mental puede estar deteriorándose y quizás necesite ayuda profesional.

Elevator pitch

Se estima que el 25% de las personas tendrá un trastorno mental a lo largo de su vida, y entre ellas, entre el 35% y el 50% no reciben tratamiento o no es el adecuado. Para la comunidad universitaria presentamos el Sistema para el Bienestar Emocional, una aplicación que permite obtener tu nivel de estrés teniendo en cuenta el uso del móvil y opcionalmente la información de *wearables*.

A diferencia de otras aplicaciones, no nos fijamos únicamente en el dato de un sensor invasivo ni comunicamos datos con terceras empresas, nuestro producto es una aplicación *open source*, por

lo que puedes modificarla a tu antojo, que proporciona resultados más elaborados y precisos y elabora recomendaciones para tu situación mental.

Product Box

TODO

NOT list

Dentro del alcance	Fuera del alcance
<ul style="list-style-type: none">• Desarrollo de la aplicación de usuario para dispositivos Android en el lenguaje de programación Kotlin.• Lectura de datos biométricos del usuario: ritmo cardíaco y sus variaciones, sueño, actividad física.• Obtención de datos del móvil: sueño, uso de aplicaciones.• Comunicación de resultados a los usuarios mediante notificaciones.• Visualización tanto del estado de bienestar emocional actual como de su evolución.• <i>Layout responsive</i> de la aplicación para adaptarla a todo tipo de dispositivos.• Desarrollo del modo oscuro de la interfaz de la aplicación.• Conexión de la aplicación con el modelo de Inteligencia Artificial.• Aporte de los datos de los usuarios para entrenar el modelo de Inteligencia Artificial.• Validación mediante tests con cuestionarios para corroborar los resultados obtenidos.• Realización profesional de la gestión de proyecto siguiendo metodologías ágiles.	<ul style="list-style-type: none">• Desarrollo de la aplicación para terminales con otro sistema operativo, como iOS.• Retro-aprendizaje del modelo de Inteligencia Artificial para un usuario en particular.• Evolución del modelo de Inteligencia Artificial tras la prueba piloto.• Utilización de mecanismos de <i>edge computing</i> en la aplicación de usuario.• Implementación de cuentas de usuario para mantener los datos entre dispositivos.• Realización de ingeniería inversa a las pulseras Xiaomi desde cero.• Inclusión de otras pulseras que no dispongan del sistema operativo Wear OS.• Uso de la herramienta Google Fit para obtener datos de dispositivos.• Lectura de sensores de estrés y oxígeno en sangre por ser invasivos de cara al usuario.• Utilización de escáneres cerebrales u otros dispositivos similares.
No resuelto	

nos falta la imagen cuando esté disponible

Cuadro 5.1: Lista de NOes del proyecto

Meet your neighbors

- Estudiantes de la universidad como usuarios del sistema.
- Profesores de la universidad como usuarios y/o promotores del sistema.
- Responsables de la infraestructura de la universidad para poder entrenar el modelo de Inteligencia Artificial.
- Fabricantes tanto de los *wearables* como de los smartphones.
- Desarrolladores del S.O. Android y sus API oficiales.
- Futuros desarrolladores del proyecto, como estudiantes de la escuela para sus proyectos Fin de Titulación; bien a nivel de aplicación o de Inteligencia Artificial.
- Subdirección de Asuntos Económicos de la ETSISI como responsables de la compra de material hardware para este proyecto.
- Consultores internos sobre desarrollo de aplicaciones móviles, ingeniería de software e integración de componentes hardware para transmitir los conocimientos necesarios para continuar el proyecto/resultados del mismo.

Show the solution

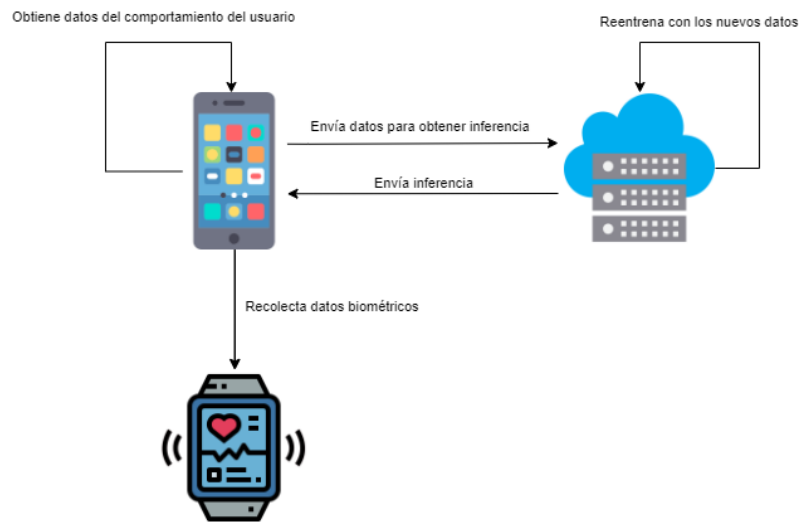


Figura 5.1: Componentes básicos del sistema



Figura 5.2: Pila con la arquitectura del sistema

Up at night

Riesgos en los que podemos influir	Riesgos en los que no podemos influir
<ul style="list-style-type: none"> • Realización de pruebas exhaustivas tanto del <i>backend</i> como de la interfaz gráfica de usuario. • Participación de voluntarios que aporten datos al estudio con los que mejorar la precisión y evitar sesgos. • Elaboración de unos términos y condiciones legales acerca de los datos obtenidos en el proyecto. • Accesibilidad correcta de la aplicación. • Elaboración de un diseño coherente a nivel UX/UI de la aplicación. • Comunicación y difusión eficaz del proyecto en la escuela, en la defensa de este TFM y en redes sociales. • Continuidad del proyecto después del presente TFM para, entre otros, publicar una aplicación en iOS. • Definición clara de la arquitectura y de los procesos de mantenimiento y ampliación de la aplicación. • Mantenimiento futuro de la aplicación con las nuevas versiones de Android. • Potencia de cómputo suficiente para entrenar el modelo de Inteligencia Artificial 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas de compatibilidad entre las versiones de Android. • Muestra de estudiantes variada y contrastada participando en el proyecto. • Soportes de los fabricantes de <i>wearables</i> (en especial Samsung) a Health Connect. • Funcionamiento de las pulseras Xiaomi en aplicaciones no oficiales. • Disponibilidad de los datos del móvil y de los <i>wearables</i>. • Fiabilidad suficiente de los datos obtenidos por el móvil y los <i>wearables</i>. • Incumplimiento de la planificación por circunstancias ajenas al proyecto. • Retrasos en la entrega del hardware necesario para el sistema. • Ausencia de fallos al publicar la aplicación en la Google Play Store. • Precisión insuficiente del modelo de Inteligencia Artificial para ser utilizado en un entorno real.

Cuadro 5.2: Riesgos del proyecto

Size it up

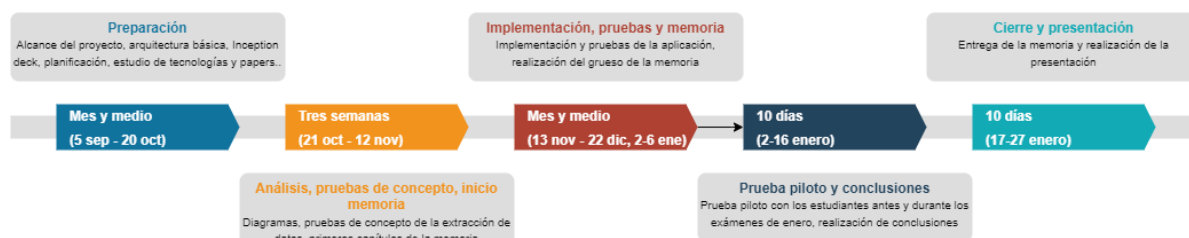


Figura 5.3: Dimensionamiento aproximado del proyecto

What's going to give

Aspecto	Importancia	Implicaciones
Detalle de la documentación	Media	Se desea que la memoria explique detalladamente las cuestiones importantes del proyecto y cubra todo lo realizado en el mismo, pero no es necesario en detalles menores ni se pretende que la memoria sea excesivamente larga.
Alcance de la implementación	Baja - media	Una vez realizada la conexión con las API de Android y con el hardware concedido, se puede establecer flexibilidad con el alcance del prototipo.
Calidad	Media - alta	Se deben realizar pruebas detalladas y obtener métricas de calidad del software implementado, pero se permite cierta flexibilidad en las mismas sobre el software que maneje el hardware del proyecto por su alta dificultad.
Comunicación del proyecto	Alta	Se necesitan usuarios para la prueba piloto y para obtener retroalimentación del proyecto. No obstante, si bien se desea que el proyecto sea continuado, no es estrictamente necesario.

Experiencia de usuario	Media	La aplicación debe ser intuitiva y accesible para el usuario, pero no se necesita que el prototipo tenga un diseño visual (elementos, animaciones, gráficas) muy elaborado y detallado al ser un prototipo.
Fiabilidad	Media	No están previstas pruebas exhaustivas con todos los dispositivos compatibles (versiones del SO, dispositivos hardware), por lo que <i>bugs</i> leves son admisibles.
Presupuesto (hardware)	Muy alta	El presupuesto está cerrado al aprobado, por lo que no se pueden incorporar nuevos componentes.
Rendimiento	Baja - media	La optimización del software queda fuera del proyecto, si bien se debe de garantizar un rendimiento mínimo para no afectar la experiencia de usuario.
Seguridad	Alta	Si bien los datos del móvil no son personales, los de los <i>wearables</i> sí lo son, por lo que deben ser debidamente protegidos tanto en su almacenamiento como en su transmisión con técnicas estándar.
Tiempo	Muy alta	El máster proporciona dos convocatorias fijas en el calendario, y por la situación personal del autor solo puede acudir a la de enero, por lo que el proyecto debe finalizar para esa fecha.

Cuadro 5.3: Cuestiones y prioridades del proyecto

What it's going to take

En el apartado de Tómale las medidas se establecieron las etapas del proyecto, por lo que ya conocemos el tiempo estimado de desarrollo del proyecto: cuatro meses y medio. Asimismo, al ser un Trabajo Final de Máster realizado por una persona se necesita a un único ingeniero para el proyecto.

Durante ese plazo las labores del desarrollador incluyen (pero no se limitan a):

- Análisis y planteamiento del problema a resolver.
- Diseño de un sistema que combine hardware y software.
- Implementación de una aplicación Android con el lenguaje de programación Kotlin.
- Diseño de interfaces de usuario y experiencia de usuario.
- Comunicación de smartphones Android con dispositivos *wearables* mediante Bluetooth.
- Realización de pruebas unitarias, funcionales y de integración.
- Uso de sistemas de control de versiones, como Github.
- Desarrollo de un pipeline CI/CD.
- Aplicación de metodologías ágiles.

No obstante, son labores que puede desarrollar un perfil con formación universitaria en Informática, ya que al ser un proyecto relativamente breve no se necesita de personal especializado en análisis, pruebas, etc.

Por tanto, se supone que dicho perfil es un Android Developer y que su salario es el promedio. Según la conocida web de empleo Glassdoor, dicho salario medio en Madrid es de 33.000 €/año, por lo que su salario prorrateado es de 12.375€. Asimismo, hay que sumar el presupuesto concedido por la universidad, que asciende a 460€.

Por tanto, la estimación del coste total del proyecto es de 12.835€.

6. Aspectos medioambientales e impacto social

En este capítulo se recogen los beneficios que la implantación del proyecto desarrollado podría generar tanto a nivel medioambiental como su impacto social.

6.1 Contexto medioambiental

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)....

6.2 Aspectos éticos, sociales y económicos

7. Conclusiones y trabajo futuro

7.1 Conclusiones

7.2 Trabajo futuro

Bibliografía

- [1] J. Rasmusson, *The Agile Samurai*, English. Dallas: The Pragmatic Bookshelf, 2010, ISBN: 978-1-934356-58-6. (visitado 24-10-2022).
- [2] M. López Mendoza, *Agile Inception: Qué es y cómo ejecutarlo* / *OpenWebinars*, abr. de 2021. dirección: <https://openwebinars.net/blog/agile-inception-que-es-y-como-ejecutarlo/> (visitado 24-10-2022).
- [3] P. Schmidt, A. Reiss, R. Duerichen, C. Marberger y K. Van Laerhoven, «Introducing WESAD, a Multimodal Dataset for Wearable Stress and Affect Detection», *ICMI'18*, oct. de 2018.
- [4] M. Boukhechba, A. R. Daros, K. Fua, P. I. Chow, B. A. Teachman y L. E. Barnes, «DemonicSalmon: Monitoring mental health and social interactions of college students using smartphones», *Smart Health*, 9-10, 2018.
- [5] B. A. Hickey, T. Chalmers, P. Newton et al., «Smart Devices and Wearable Technologies to Detect and Monitor Mental Health Conditions and Stress: A Systematic Review», *Sensors*, 2021.
- [6] W. Rui, C. Fanglin, C. Zhenyu et al., «StudentLife: Assessing Mental Health, Academic Performance and Behavioral Trends of College Students using Smartphones», *Ubicomp*, 2014.

