

**UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID**

**ESCUELA DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y DISEÑO**

**GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA**

PROYECTO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

**TANNHÄUSER**

**JORGE CARRERO ESTAÑ**

**ÁLVARO COJO GALERA**

**ARTURO JAIMES ROSALES**

**MIGUEL ÁNGEL RODRÍGUEZ GARCÍA**

**CURSO 2025-2026**

# Índice

[Índice 2](#_heading=h.5ttx9knfjlfp)

[Capítulo 1. RESUMEN DEL PROYECTO 3](#_heading=h.qo8dgp7a4lha)

[1.1 Planteamiento del problema 3](#_heading=h.nkgnk8r7yujo)

[1.2 Objetivos del proyecto 3](#_heading=h.wtqkbpf5267s)

[1.3 Resultados obtenidos 4](#_heading=h.8qq34eo2wilk)

[1.4 Estructura del proyecto 4](#_heading=h.y7l3eiup4d4u)

[Capítulo 2. INTRODUCCIÓN 5](#_heading=h.r4o37h30p0es)

[2.1 Contexto 5](#_heading=h.3hwxoh5bwt9g)

[2.2 Estado del arte 5](#_heading=h.fhy7t2knmcwo)

[2.3 Planteamiento del problema 6](#_heading=h.2ylqxmp2chir)

[Capítulo 3. OBJETIVO 7](#_heading=h.7uxocbmhq3ne)

[3.1 Objetivos generales 7](#_heading=h.xm6sb1o8p1fi)

[3.2 Objetivos específicos 7](#_heading=h.xp5ssvvhw3zs)

[3.3 Beneficios del proyecto 7](#_heading=h.qjo0iqnsmi36)

[Capítulo 4. DESARROLLO DEL PROYECTO 9](#_heading=h.2p8l8v1ptgzc)

[4.1 Metodología y herramientas empleadas 9](#_heading=h.n4bc68bq8yw4)

[4.2 Riesgos y dependencias 9](#_heading=h.rn4l9rvufght)

[Capítulo 5. Planificación del proyecto 11](#_heading=h.jxae69no18fx)

[Capítulo 6. PRESUPUESTO 14](#_heading=h.cqcu761uxieb)

[Capítulo 7. Equipo de trabajo 15](#_heading=h.ekowdelz2zqh)

[REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA 16](#_heading=h.k1y00ekpvdwt)

# RESUMEN DEL PROYECTO

## Planteamiento del problema

En el contexto actual, los supermercados están evolucionando hacia modelos más automatizados e inteligentes, impulsados por la necesidad de optimizar la gestión de inventarios, mejorar la experiencia del cliente y aumentar la eficiencia operativa. Sin embargo, una de las principales limitaciones de muchos establecimientos es la falta de un sistema integrado de visualización de datos que permita interpretar, en tiempo real, la gran cantidad de información generada por sensores, cámaras, sistemas de punto de venta y dispositivos IoT.

El problema principal que se plantea es la ausencia de una herramienta centralizada que recopile, procese y visualice de forma intuitiva los datos del supermercado inteligente, dificultando la toma de decisiones basadas en información precisa y actualizada. Este proyecto pretende dar respuesta a esa necesidad, diseñando una solución de visualización interactiva que facilite la comprensión y análisis de los datos clave del supermercado.

## Objetivos del proyecto

El objetivo principal de este proyecto es diseñar e implementar un sistema de visualización de datos para un supermercado inteligente, que permita indicar de forma clara y dinámica información relevante como niveles de stock, patrones de compra, consumo energético y flujo de clientes. Objetivos específicos:

1. Integrar distintas fuentes de datos generadas en el entorno del supermercado inteligente.
2. Desarrollar paneles visuales (dashboards) adaptados a distintos perfiles de usuario (usuario, superusuario y administradores).
3. Facilitar la toma de decisiones mediante indicadores visuales (KPIs) e informes automatizados.
4. Aumentar la eficiencia operativa y energética del supermercado a través del análisis visual de los datos.

## Resultados obtenidos

Se espera como resultado la creación de un prototipo funcional de plataforma de visualización de datos, capaz de representar de manera gráfica y comprensible los datos más relevantes del supermercado.

El sistema permitirá:

1. Consultar en tiempo real el estado de inventario y ventas.
2. Detectar patrones de comportamiento de los clientes.
3. Evaluar el rendimiento de las distintas secciones del supermercado.
4. Generar informes automáticos para la dirección.

## Estructura del proyecto

El proyecto se organiza de la siguiente manera:

* Capítulo 1: Resumen del proyecto, incluyendo el planteamiento del problema, objetivos, resultados esperados y estructura general.
* Capítulo 2: Introducción, donde se presenta el contexto, el estado del arte y la descripción detallada del problema.
* Capítulo 3: Objetivos, en el que se definen el objetivo general, los específicos y los beneficios que aporta el proyecto.
* Capítulo 4: Desarrollo del proyecto, donde se explican la metodología empleada y las herramientas de visualización utilizadas.
* Capítulo 5: Planificación, que incluye el cronograma de trabajo con las fases y tareas del proyecto.
* Capítulo 6: Presupuesto, donde se detalla el coste de recursos humanos, técnicos y de software.
* Capítulo 7: Equipo de trabajo, con una descripción de las funciones y competencias de cada integrante.

# INTRODUCCIÓN

## Contexto

En la actualidad, la gestión energética y de recursos en los supermercados presenta deficiencias que repercuten tanto en los costes operativos como en el impacto ambiental. La falta de un control unificado de parámetros como la temperatura, la iluminación, la humedad o el consumo de agua provoca un uso ineficiente de la energía y un deterioro en la sostenibilidad del negocio.

En el marco de las ciudades inteligentes (Smart Cities), surge la necesidad de incorporar sistemas capaces de monitorizar y visualizar en tiempo real todos estos datos, permitiendo una gestión más eficiente y sostenible. Este proyecto propone el desarrollo de un sistema de gestión y visualización de datos que sirva de base para un supermercado inteligente, integrable en la infraestructura digital de una futura ciudad conectada.

## Estado del arte

Para alcanzar este objetivo, se propone la utilización de una serie de sensores que permitan recopilar información clave del entorno del supermercado:

1. Sensores de temperatura y humedad (DHT11 y DHT22): se emplearán para el control ambiental y de conservación de productos. El sensor DHT22 se utilizará en zonas de congelados y cámaras frigoríficas debido a su mayor rango de medición, mientras que el DHT11 será utilizado en áreas interiores donde las condiciones térmicas son más estables, como zonas de clientes y vitrinas refrigeradas.
2. Fotorresistores LDR: se utilizarán para regular automáticamente los niveles de iluminación en función de la luz ambiental, optimizando el consumo eléctrico y mejorando la experiencia del usuario.
3. Cámaras OV2640 (ESP32-CAM): integradas para funciones de seguridad y control, incluyendo detección de movimiento, supervisión del flujo de personas en entradas y salidas, y control visual del stock mediante lectura de códigos de barras.
4. Sensores de humo MQ-2: aplicados como medida de seguridad básica para detectar humo o gases nocivos, contribuyendo a mantener la calidad del aire en el interior del supermercado.
5. Caudalímetros G1/G2: instalados para monitorizar el consumo de agua en baños y áreas de personal, asegurando un uso responsable de los recursos hídricos.
6. Sensores ultrasónicos HC-SR04: empleados en el control de puertas automáticas, mejorando la accesibilidad y comodidad de los usuarios.
7. Diodos LED: utilizados tanto para la iluminación general del recinto como para señalización, emergencias y refuerzo visual de la seguridad.

Estos dispositivos permitirán capturar los datos necesarios para su posterior procesamiento y visualización en una plataforma digital, facilitando la toma de decisiones basadas en información real y actualizada.

## Planteamiento del problema

Los supermercados actuales suelen disponer de múltiples sistemas independientes para el control de refrigeración, iluminación, seguridad o climatización, sin que exista una integración real entre ellos. Esta fragmentación genera una gestión ineficiente de los recursos, dificulta la supervisión global y provoca pérdidas económicas, además de un mayor impacto ambiental.

El problema que aborda este proyecto es la falta de un sistema unificado de gestión y visualización de datos que permita integrar y monitorizar en tiempo real la información procedente de los distintos sensores del supermercado.

La solución propuesta busca mejorar la eficiencia operativa y energética del establecimiento, optimizar la experiencia del cliente y contribuir a la construcción de infraestructuras comerciales sostenibles y conectadas, alineadas con el concepto de Smart City.

# OBJETIVO

## Objetivos generales

El objetivo general del presente proyecto es diseñar y desarrollar un sistema de gestión y visualización de datos para un supermercado inteligente, capaz de recopilar, procesar y representar información procedente de diferentes sensores y fuentes internas, con el fin de optimizar la eficiencia energética, mejorar la experiencia del cliente y facilitar la toma de decisiones mediante herramientas visuales interactivas.

El sistema servirá como modelo escalable y adaptable a futuros entornos de ciudades inteligentes, permitiendo la integración con infraestructuras urbanas conectadas y otros servicios digitales.

## Objetivos específicos

Para alcanzar el objetivo general, se establecen los siguientes objetivos específicos:

1. Diseñar la arquitectura del sistema de gestión de datos, definiendo los componentes necesarios para la recolección, almacenamiento y procesamiento de la información proveniente de sensores y dispositivos IoT.
2. Desarrollar una plataforma de visualización de datos que muestre en tiempo real los indicadores clave del supermercado, tales como temperatura, humedad, consumo energético, afluencia de clientes o estado de iluminación.
3. Implementar mecanismos de integración de datos que permitan centralizar la información procedente de distintos subsistemas (climatización, iluminación, seguridad, inventario, etc.) en una única interfaz.
4. Diseñar paneles visuales (dashboards) adaptados a diferentes perfiles de usuario (usuarios, administradores, superusuario), priorizando la usabilidad y la interpretación visual rápida.
5. Simular o emular el funcionamiento de sensores mediante datos de prueba, permitiendo la validación del sistema en ausencia de hardware real.
6. Analizar los beneficios de la implementación del sistema en términos de eficiencia energética, sostenibilidad, ahorro económico y mejora de la gestión operativa.
7. Definir una hoja de ruta para la futura integración de sensores físicos y la expansión del sistema hacia un entorno urbano inteligente.

## Beneficios del proyecto

La implementación de este sistema aporta múltiples beneficios tanto a nivel técnico como social y ambiental:

1. Optimización energética y sostenibilidad: el control inteligente de iluminación, climatización y recursos hídricos reduce el consumo energético y las emisiones de CO₂, alineándose con los objetivos de sostenibilidad de las Smart Cities.
2. Mejora de la eficiencia operativa: la visualización centralizada de los datos permite detectar incidencias, planificar mantenimientos preventivos y reducir tiempos de reacción.
3. Toma de decisiones basada en datos: los indicadores visuales facilitan la interpretación de la información y permiten adoptar decisiones estratégicas basadas en métricas reales.
4. Mejora de la experiencia del cliente: un entorno monitorizado y optimizado garantiza condiciones de confort (temperatura, iluminación, calidad del aire) más agradables y seguras.
5. Escalabilidad e integración futura: el sistema está diseñado para evolucionar, integrando nuevos sensores, módulos de análisis predictivo o conexión con plataformas de gestión urbana.
6. Aportación tecnológica y educativa: el proyecto constituye una base experimental para el estudio de sistemas IoT aplicados al sector comercial, fomentando la innovación en el ámbito de la ingeniería y la automatización inteligente.

# DESARROLLO DEL PROYECTO

## Metodología y herramientas empleadas

Emplearemos la metodología de organización de proyectos SCRUM, dividiendo las tareas a realizar y quien se encarga de ellas. Para desarrollar la aplicación de control emplearemos el lenguaje de programación python, ya que es el que tenemos permitido usar, en conjunto con la librería flet, para la interfaz gráfica de usuario. Una vez que hayamos creado la aplicación, implementaremos los sensores mencionados en el “Estado del arte”.

## Riesgos y dependencias

1. Ausencias del equipo (vacaciones, asuntos propios, bajas médicas)

* Descripción: Puede haber días en los que uno o varios miembros del equipo no estén disponibles por vacaciones, asuntos propios o enfermedad. Eso puede frenar tareas clave y retrasar una entrega parcial.
* Impacto: El calendario podría retrasarse unos días y algunas funciones llegarían más tarde.
* Solución / coste para el cliente:  
  Para cubrir esa ausencia, podemos asignar horas extra a otros miembros del equipo para recuperar el ritmo.  
  Estimación: unas 20 horas extra totales → 20 h × 5,75 €/h ≈ 115 €. Estas horas adicionales se facturarían al cliente como esfuerzo no previsto.

2. Cambios solicitados por el cliente

* Descripción: El cliente puede pedir cambios, cambios en la lógica de usuarios/roles o nuevas mediciones que no estaban recogidas en la definición inicial del sprint.
* Impacto: Esas peticiones nos obligan a rehacer parte del código ya terminado y a volver a probarlo, lo que puede afectar a entregas ya planificadas.
* Solución / coste para el cliente:Cada cambio fuera de alcance se planifica como “trabajo adicional”.

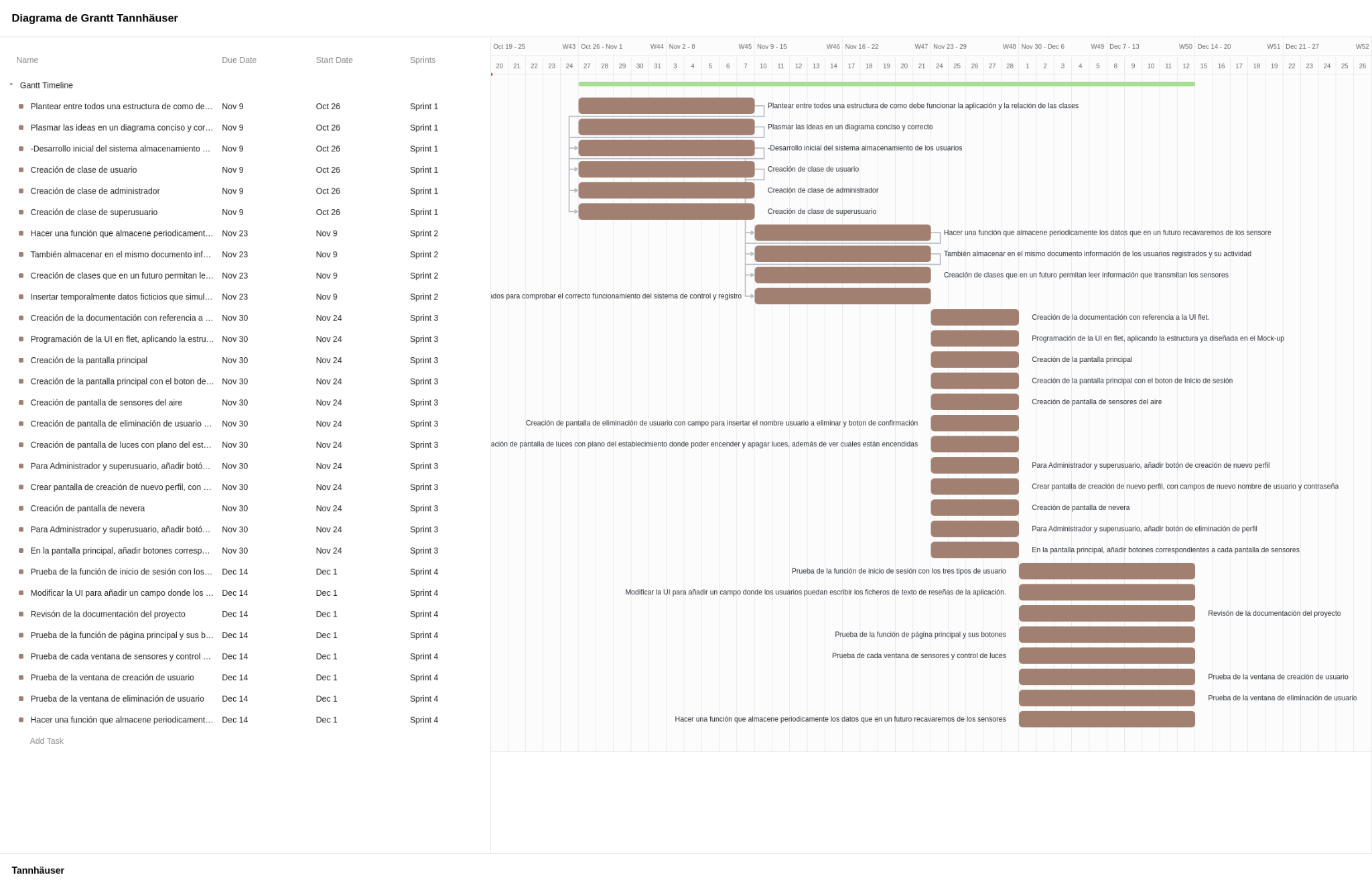
3. Copias de seguridad y base de datos de backup

* Descripción: Para no perder datos de usuarios, lecturas de sensores y actividad registrada, puede ser necesario montar una base de datos de backup o un sistema de copias periódicas aparte. Esto no está incluido de serie en el prototipo básico.
* Impacto: Sin ese backup, en caso de fallo técnico puntual se podrían perder datos recientes.
* Solución / coste para el cliente:Configuración inicial y pruebas del sistema de respaldo: 10 horas → 10 h × 5,75 €/h ≈ 57,50 €.  
  Alojamiento/espacio para esa base de datos de respaldo: (infraestructura externa mínima).  
  Ambos gastos se le cobrarán al cliente como servicio adicional de protección de datos.

4. Incidencias de última hora antes de la entrega

* Descripción: Justo antes de una entrega puede aparecer un fallo menor (un botón que no responde, un permiso mal asignado, etc.) que haya que arreglar rápido para que la demo salga perfecta.
* Impacto: Para arreglarlo a tiempo hace falta soporte urgente fuera de la planificación del sprint.
* Solución / coste para el cliente:Este soporte urgente nos implica unas 8 horas no planificadas: 8 h × 5,75 €/h ≈ 46 €.  
  Esas horas fuera de calendario se facturarían aparte al cliente como soporte crítico pre-entrega.

# Planificación del proyecto

****

También se enviará un archivo pdf con el Diagrama de Gantt del Proyecto.

| Sprints | Tareas | Inicio | Fin |
| --- | --- | --- | --- |
| Sprint 1 | Creación de clase de superusuario | 27/10/2025 | 09/11/2025 |
| Sprint 1 | Creación de clase de usuario | 27/10/2025 | 09/11/2025 |
| Sprint 1 | -Desarrollo inicial del sistema almacenamiento de los usuarios | 27/10/2025 | 09/11/2025 |
| Sprint 1 | -Plasmar las ideas en un diagrama conciso y correcto | 27/10/2025 | 09/11/2025 |
| Sprint 1 | Creación de clase de administrador | 27/10/2025 | 09/11/2025 |
| Sprint 1 | Plantear entre todos una estructura de como debe funcionar la aplicación y la relación de las clases | 27/10/2025 | 09/11/2025 |
| Sprint 2 | Creación de clases que en un futuro permitan leer información que transmitan los sensores | 11/11/2025 | 21/11/2025 |
| Sprint 2 | Insertar temporalmente datos ficticios que simulen el funcinamiento de los sensores aun no instalados para comprobar el correcto funcionamiento del sistema de control y registro | 11/11/2025 | 21/11/2025 |
| Sprint 2 | También almacenar en el mismo documento información de los usuarios registrados y su actividad | 11/11/2025 | 21/11/2025 |
| Sprint 2 | Hacer una función que almacene periodicamente los datos que en un futuro recavaremos de los sensores | 11/11/2025 | 21/11/2025 |
| Sprint 3 | - Creación de la pantalla principal | 24/11/2025 | 30/11/2025 |
| Sprint 3 | - Creación de la pantalla principal con el boton de Inicio de sesión | 24/11/2025 | 30/11/2025 |
| Sprint 3 | - Creación de pantalla de sensores del aire | 24/11/2025 | 30/11/2025 |
| Sprint 3 | - En la pantalla principal, añadir botones correspondientes a cada pantalla de sensores | 24/11/2025 | 30/11/2025 |
| Sprint 3 | Creación de la documentación con referencia a la UI flet. | 24/11/2025 | 30/11/2025 |
| Sprint 3 | Creación de pantalla de eliminación de usuario con campo para insertar el nombre usuario a eliminar y boton de confirmación | 24/11/2025 | 30/11/2025 |
| Sprint 3 | - Creación de pantalla de nevera | 24/11/2025 | 30/11/2025 |
| Sprint 3 | Creación de pantalla de luces con plano del establecimiento donde poder encender y apagar luces, además de ver cuales están encendidas | 24/11/2025 | 30/11/2025 |
| Sprint 3 | Crear pantalla de creación de nuevo perfil, con campos de nuevo nombre de usuario y contraseña | 24/11/2025 | 30/11/2025 |
| Sprint 3 | Para Administrador y superusuario, añadir botón de creación de nuevo perfil | 24/11/2025 | 30/11/2025 |
| Sprint 3 | Para Administrador y superusuario, añadir botón de eliminación de perfil | 24/11/2025 | 30/11/2025 |
| Sprint 3 | Creación de pantalla de eliminación de usuario con campo para insertar el nombre usuario a eliminar y boton de confirmación | 24/11/2025 | 30/11/2025 |
| Sprint 4 | Modificar la UI para añadir un campo donde los usuarios puedan escribir los ficheros de texto de reseñas de la aplicación. | 1/11/2025 | 14/12/2025 |
| Sprint 4 | Prueba de la función de inicio de sesión con los tres tipos de usuario | 1/11/2025 | 14/12/2025 |
| Sprint 4 | Prueba de la función de página principal y sus botones | 1/11/2025 | 14/12/2025 |
| Sprint 4 | Prueba de cada ventana de sensores y control de luces | 1/11/2025 | 14/12/2025 |
| Sprint 4 | Prueba de la ventana de creación de usuario | 1/11/2025 | 14/12/2025 |
| Sprint 4 | Prueba de la ventana de eliminación de usuario | 1/11/2025 | 14/12/2025 |
| Sprint 4 | Revisón de la documentación del proyecto. | 1/11/2025 | 14/12/2025 |
| Sprint 4 | Hacer una función que almacene periodicamente los datos que en un futuro recavaremos de los sensores | 1/11/2025 | 14/12/2025 |

# PRESUPUESTO

| **Tipo de coste** | **Valor** | **Comentarios** |
| --- | --- | --- |
| Horas de trabajo en el proyecto | 4140€ | Estimando 4 integrantes del equipo, dedicando aproximadamente 180 horas cada uno (720 h totales) a un valor estimado de 5,75 €/h como referencia académica. |
| Equipo técnico utilizado | 2400€ | Incluye 4 ordenadores portátiles de desarrollo (600 € aprox. cada uno) y un equipo adicional o servidor de prueba (libre o compartido). |
| Software utilizado | 0€ | | Se emplearán herramientas gratuitas o académicas como Python, Grafana, MySQL, Power BI (versión educativa), Node-RED y Visual Studio Code. | | --- | |
| Estudios e informes | 0€ | No se han adquirido publicaciones ni informes de pago |
| Materiales empleados | 400€ | Incluye sensores DHT11/DHT22 (6 uds), sensores de humo MQ-2 (2 uds), sensores ultrasónicos HC-SR04 (2 uds), cámara ESP32-CAM (2 uds), caudalímetros G1/G2 (2 uds), resistencias LDR y diodos LED para pruebas. |
| Total | 10200€ | Valor total aproximado para el desarrollo completo del sistema de gestión y visualización de datos. |

# Equipo de trabajo

La empresa Tannhäuser Constructions dispone de una combinación de competencias técnicas y organizativas que permiten abordar el desarrollo del sistema de supermercado inteligente:

Miguel Ángel Rodríguez García - Project Manager; Definición y planificación del proyecto. Ha trabajado con empresas en proyectos de desarrollo web y aplicaciones en Flutter.

Jorge Carrero Estañ - Equipo de desarrollo; Implementación de la UI. Previamente ha desarrollado pequeños proyectos web, haciéndole familiar con CSS y HTML

Alvaro Cojo Galera - Equipo de desarrollo; Implementación de la UI. Ha diseñado diferentes aplicaciones en java.

Arturo Jaimes Rosales - Scrum Master, experiencia en la administración de sistemas de gestión documental, y realizador de testing en dicha aplicación.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

En este apartado figurará el conjunto de libros, revistas u otros textos que el autor considere de interés para justificar las soluciones adoptadas en el Proyecto. **Cita todas las fuentes** que has utilizado como consulta para elaborar el trabajo.

Sigue el estilo de cita que te indiquen las normas de estilo y respétalo a lo largo de todo el proyecto. Recuerda que has de citar todas las fuentes que hayas usado. Los estilos de cita más comunes son:

* ISO
* IEEE
* APPA
* Etc.

En ingeniería se suele usar el ISO o el IEEE.

Si puedes usar un gestor de citas bibliográficas te será más fácil. Si no, tendrás que recurrir a las páginas web de las bibliotecas para saber cómo citar adecuadamente. Por ejemplo, lo encuentras en:

<http://biblioteca.uem.es/es/aprendizaje-y-formacion/citas-bibliograficas-documentos>

Referencias usadas en este manual de estilo:

**AENOR. 2010.** AEN/CTN 157 - PROYECTOS. *Normas y Publicaciones.* [En línea] 2010. [Citado el: 25 de abril de 2013.] http://www.aenor.es/aenor/normas/ctn/fichactn.asp?codigonorm=AEN/CTN%20157.

**Miró Julià, José. 2010.** Recursos para aprender a escribir. [En línea] 2010. http://bioinfo.uib.es/~joemiro/RecEscr/manual.pdf.

**UNE 157001. 2002.** Criterios generales para la elaboración de proyectos. *Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria.* [En línea] 2002. [Citado el: 25 de abril de 2013.] http://www.coiib.es/coiib/documentos/DocumentosContenidos/Gu%C3%ADa%20de%20elaboraci%C3%B3n%20de%20proyectos/2-Electricidad/5\_PNE\_157701\_Criterios.pdf.

[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]