

MEMORIA

Sistema de análisis de calidad del aire

Trabajo de fin de grado

Ingeniería informática



**VNiVERSIDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Septiembre 2021

Autor

Alba Blázquez Bayón

Tutores

Gabriel Villarrubia González
Juan Francisco De Paz Santana
Diego Manuel Jiménez Bravo

D. Gabriel Villarrubia González, D. Juan Francisco De Paz Santana, D. Diego Manuel Jiménez Bravo, profesores/as del Departamento de Informática y Automática de la Universidad de Salamanca.

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “Sistema de análisis de calidad del aire” que se representa ha sido realizado por Alba Blázquez Bayón, con DNI 70837147E, bajo su dirección.

Y para que conste a todos los efectos oportunos.

En Salamanca, a de septiembre de 2021

D. Gabriel Villarrubia González

D. Juan Francisco De Paz Santana

D. Diego M. Jiménez Bravo

RESUMEN

Este trabajo de fin de grado se centra en el desarrollo de una aplicación web. Esta aplicación permitirá el control de la calidad del aire en el interior de una sala.

Para ello, el control de la misma estará distribuido en una aplicación web, el cual se encargará de exponer al usuario el estado de la calidad del aire de la sala en ese mismo instante, incluyendo intervalos de tiempo anteriores, gracias a un sensor que se hará cargo de medir el CO₂, TVOC, humedad y temperatura de la sala en la que se encuentra.

La aplicación web permitirá a los usuarios registrar sus datos: nombre, apellidos, usuario, teléfono, ..., y credenciales: correo electrónico y contraseña, para posteriormente acceder con ellas al sistema, incluyendo registrar las salas y edificios en las que se hallan. Igualmente, podrán registrar los sensores que se encuentren en esas salas para a continuación consultar el histórico de los sensores en la aplicación web, pudiendo filtrar la información.

Se generarán unas alertas en la propia aplicación web, en función de los niveles de CO₂ recomendados, informando al usuario de que la calidad del aire es media o baja. De la misma forma, se podrá comprobar visualmente debido a los LEDs de colores, rojo, verde y amarillo, que incorpora el sensor.

Para el diseño de la aplicación web se han utilizado VUE, un framework de JavaScript, el cual estructura cada fichero de código en secciones de HTML, JavaScript y CSS.

Para el almacenamiento y la autenticación del usuario se han utilizado los servicios ofrecidos por Firebase. Ha sido utilizado ya que cuenta con numerosas formas de autenticación además de contar con una base de datos en tiempo real, la cual se ha utilizado para almacenar los datos recogidos por el sensor y Firestore, base de datos que almacena los datos de los usuarios y salas.

La documentación de este proyecto abarca esta memoria junto a seis anexos adicionales: *ANEXO I: Plan proyecto software*, *ANEXO II: Especificación de requisitos del software*, *ANEXO III: Análisis de requisitos*, *ANEXO IV: Diseño del sistema*, *ANEXO V: Documentación técnica*, *ANEXO VI: Manual del usuario*, en los cuales se ha seguido el marco del trabajo del Proceso Unificado y reflejan las prácticas de ingeniería del software, la estimación de coste y esfuerzo además de la planificación temporal del mismo.

Palabras Clave: calidad del aire, CO₂, TVOC, humedad, temperatura, sensor, sala, página web.

SUMMARY

This end-of-degree work focuses on developing a web application. This application will allow the control of the air quality in the interior of a room.

To do this, the control of it will be distributed in a web application, which will be responsible for exposing to the user the state of the air quality of the room at that moment including previous intervals, along thanks a sensor that will be responsible for measuring the CO₂, TVOC, humidity and temperature of the room in which it is located.

The web application will allow users to register their data: name, surname, user, phone, ..., ..., and credentials: email and password, for then access the system with them, including registering the rooms and buildings in which they are located. Likewise, they will also be able to register the sensors that are in those rooms and then consult the history of the sensors in the web application, being able to filter the information.

Alerts will be generated in the web application itself, depending on the recommended CO₂ levels, informing the user that the air quality is medium or low. In the same way, it will be possible to check visually due to the colored LEDs, red, green and yellow, that the sensor incorporates.

For the design of the web application have been used VUE, a JavaScript framework, which structures each code file in sections of HTML, JavaScript and CSS.

For the storage and authentication of the user have been used the services offered by Firebase. It has been used because it has numerous forms of authentication in addition to having a real-time database, which has been used to store the data collected by the sensor and Firestore, a database that stores the data of users and rooms.

The documentation of this project includes this report together with six additional annexes: ANNEX I: Software project plan, ANNEX II: Specification of software requirements, ANNEX III: Analysis of requirements, ANNEX IV: System design, ANNEX V: Technical Documentation, ANNEX VI: User Manual, in which the framework of the Unified Process has been followed and reflects the software engineering practices, the cost and effort estimation as well as the time planning of the project.

Keywords: air quality, CO₂, TVOC, humidity, temperature, sensor, room, website.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	15
2. OBJETIVOS	17
2.1. OBJETIVOS DEL SISTEMA	17
2.2. OBJETIVOS PERSONALES	17
3. CONCEPTOS TEÓRICOS	19
ESP8266 NodeMCU	19
SENSOR CCS811	19
CO ₂	20
TVOC	20
SENSOR DHT 11	20
SISTEMA DISTRIBUIDO	21
FRONTEND	21
BACKEND	21
FRAMEWORK	21
LIBRERÍA / BIBLIOTECA	22
FIREBASE	22
4. TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS	23
4.1. HERRAMIENTAS	23
4.2. LENGUAJES	27
4.3. FRAMEWORKS	29
4.4. BIBLIOTECAS	31
5. ASPECTOS RELEVANTES DE DESARROLLO	33
5.1. MARCO DE TRABAJO	33
5.2. ESTIMACIÓN DE COSTE Y ESFUERZO	36
5.3. PLANIFICACIÓN TEMPORAL	41
5.4. ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS	44
5.5. ANÁLISIS DEL SISTEMA	49
5.6. DISEÑO DEL SISTEMA	53
5.7. IMPLEMENTACIÓN	60
5.8. PRUEBAS	65
5.9. FUNCIONALIDAD DE LA APLICACIÓN	66
5.10. FUNCIONALIDAD SENSOR	82

6.	TRABAJOS RELACIONADOS	83
6.1.	SMART SPOT	83
6.2.	NANOENVIAQ	84
6.3.	KUNAK AIR PRO	85
7.	CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS	86
7.1.	CONCLUSIONES	86
7.2.	LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS	87
8.	REFERENCIAS	88
9.	BIBLIOGRAFÍA	92

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Niveles recomendados de CO₂</i>	15
<i>Ilustración 2. ESP8266</i>	19
<i>Ilustración 3. Sensor CCS811</i>	19
<i>Ilustración 4. Sensor DHT11</i>	20
<i>Ilustración 5. Sistema distribuido</i>	21
<i>Ilustración 6. Captura Visual Studio Code</i>	23
<i>Ilustración 7. Captura Arduino IDE</i>	24
<i>Ilustración 8. Captura Visual Paradigm</i>	25
<i>Ilustración 9. Captura EZEstimate</i>	25
<i>Ilustración 10. Captura Microsoft Project</i>	26
<i>Ilustración 11. Clasificación diagramas UML</i>	28
<i>Ilustración 12. VUE</i>	29
<i>Ilustración 13. Vuetify</i>	30
<i>Ilustración 14. Fases del proceso unificado</i>	34
<i>Ilustración 15. Iteraciones proyecto</i>	35
<i>Ilustración 16. Resultados EZEstimate</i>	40
<i>Ilustración 17. Diagrama de Gantt fase Inicio</i>	41
<i>Ilustración 18. Diagrama de Gantt fase Elaboración</i>	41
<i>Ilustración 19. Diagrama de Gantt fase Elaboración</i>	42
<i>Ilustración 20. Diagrama de Gantt fase Construcción</i>	42
<i>Ilustración 21. Diagrama de Gantt fase Construcción</i>	43
<i>Ilustración 22. Diagrama de Gantt fase Transición</i>	43
<i>Ilustración 23. Diagrama de actores</i>	44
<i>Ilustración 24. Diagrama de caso de uso de gestión de usuarios</i>	47
<i>Ilustración 25. Diagrama de clases</i>	49
<i>Ilustración 26. Diagrama de paquetes de análisis</i>	50
<i>Ilustración 27. Propuesta de arquitectura</i>	51
<i>Ilustración 28. Diagrama de secuencia [UC-001] Registrarse</i>	52
<i>Ilustración 29. Modelo Vista VistaModelo (MVVM)</i>	53
<i>Ilustración 30. Diagrama de paquetes del sistema</i>	54
<i>Ilustración 31. Diagrama de paquetes vista</i>	55
<i>Ilustración 32. Diagrama de paquetes vistamodelo</i>	56
<i>Ilustración 33. Diagrama de clases de diseño</i>	57
<i>Ilustración 34. Diagrama de secuencia [UC-001] Registrarse</i>	58
<i>Ilustración 35. Modelo de despliegue</i>	59
<i>Ilustración 36. Página iniciar sesión</i>	60
<i>Ilustración 37. Página crear cuenta</i>	60
<i>Ilustración 38. Implementación sensor DHT11</i>	61
<i>Ilustración 39. Implementación sensor CCS811</i>	62
<i>Ilustración 40. Implementación CCS811 y DHT11</i>	62
<i>Ilustración 41. Página web local</i>	63
<i>Ilustración 42. Implementación final</i>	63

<i>Ilustración 43. Circuito Fritzing</i>	64
<i>Ilustración 44. Login usuario</i>	66
<i>Ilustración 45. Página restablecer contraseña</i>	66
<i>Ilustración 46. Página principal usuario</i>	67
<i>Ilustración 47. Mapa</i>	67
<i>Ilustración 48. Alerta roja CO₂</i>	68
<i>Ilustración 49. Alerta amarilla CO₂</i>	68
<i>Ilustración 50. Consultar sala usuario</i>	69
<i>Ilustración 51. Consultar un valor concreto</i>	69
<i>Ilustración 52. Modificar fecha inicio</i>	70
<i>Ilustración 53. Modificar fecha fin</i>	70
<i>Ilustración 54. Consultar perfil</i>	71
<i>Ilustración 55. Modificar perfil usuario</i>	71
<i>Ilustración 56. Modificar contraseña usuario</i>	72
<i>Ilustración 57. Consultar sensor</i>	72
<i>Ilustración 58. Modificar edificios, salas y sensores</i>	73
<i>Ilustración 59. Modificar sensores</i>	73
<i>Ilustración 60. Contactar con el administrador</i>	74
<i>Ilustración 61. Consultar calendario</i>	74
<i>Ilustración 62. Añadir evento</i>	75
<i>Ilustración 63. Correo de confirmación evento</i>	75
<i>Ilustración 64. Consultar evento</i>	76
<i>Ilustración 65. Editar evento</i>	76
<i>Ilustración 66. Ayuda</i>	77
<i>Ilustración 67. Icono cerrar sesión</i>	77
<i>Ilustración 68. Cerrar sesión</i>	77
<i>Ilustración 69. Alerta cerrar sesión.</i>	78
<i>Ilustración 70. Consultar evento de un usuario</i>	78
<i>Ilustración 71. Modificar evento de un usuario</i>	79
<i>Ilustración 72. Correo modificación usuario</i>	79
<i>Ilustración 73. Eliminar usuario</i>	80
<i>Ilustración 74. Filtrado usuario</i>	80
<i>Ilustración 75. Conexión del sensor</i>	82
<i>Ilustración 76. Smart Spot</i>	83
<i>Ilustración 77. Nanoenvi laq</i>	84
<i>Ilustración 78. Kunak Air Pro</i>	85

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Complejidad y peso de los actores</i>	36
<i>Tabla 2. Complejidad y peso de los casos de uso</i>	37
<i>Tabla 3. Factores de complejidad técnica</i>	39
<i>Tabla 4. Factores de complejidad del entorno</i>	40
<i>Tabla 5. Usuario anónimo</i>	44
<i>Tabla 6. Objetivos gestión de usuarios</i>	45
<i>Tabla 7. Requisito de información de usuario registrado</i>	46
<i>Tabla 8. Requisito no funcional de protección de datos</i>	47
<i>Tabla 9. [UC - 001] Registrarse</i>	48

1. INTRODUCCIÓN

La calidad del aire es una forma de medir las condiciones del aire en espacios interiores. El dióxido de carbono, CO₂, es una magnitud objetiva para determinar si la calidad del aire es saludable en espacios interiores. [1][1]

El dióxido de carbono es un gas incoloro e inodoro que se forma en todos aquellos procesos en que tiene lugar la combustión de sustancias que contienen carbono. En ambientes interiores no industriales sus principales focos son la respiración humana y el fumar.

La concentración de este en un ambiente interior puede aportar información sobre distintos aspectos y circunstancias de un edificio tales como posibilidad de efectos sobre la salud de sus ocupantes, correlación con problemas como puede ocurrir en altas concentraciones puede causar dolor de cabeza, mareos, somnolencia y problemas respiratorios. Del mismo modo se puede utilizar como dato para estudiar la ventilación de un local. [2]

Actualmente a raíz de la pandemia de COVID-19, se ha demostrado que el virus se transmite por aerosoles contagiosos¹, SARS-CoV-2 en este caso. De forma que la ventilación continua y el control permanente del CO₂ son dos claves para evitar el contagio en espacios cerrados al diluir la presencia de partículas contagiosas en suspensión. Sin embargo, la medición de estos niveles no es igual en espacios en los que las personas llevan mascarilla continuamente, como puede ser una clase, que en espacios en los cuales en ciertos momentos es necesario retirarse la mascarilla como puede ser un bar o un cine. [3]

En la *Ilustración 1. Niveles recomendados de CO₂* se pueden observar los niveles recomendados de CO₂ en el interior [3]:

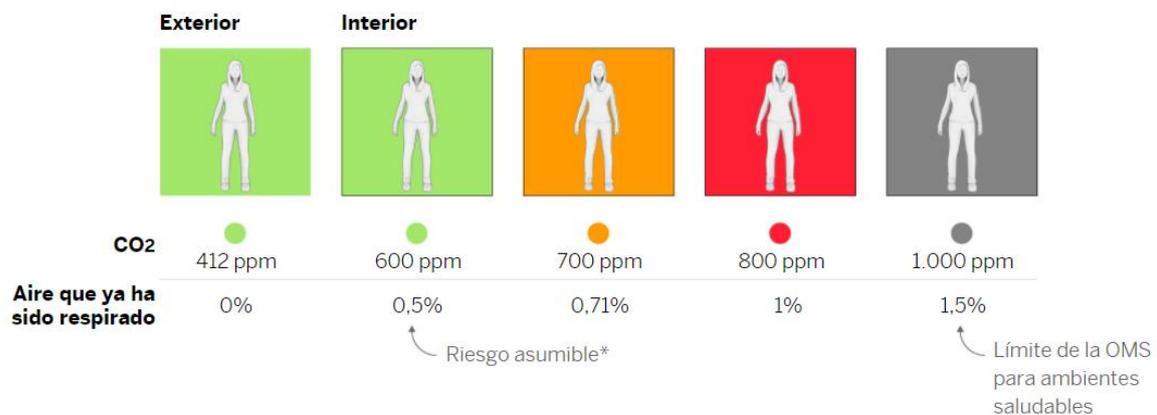


Ilustración 1. Niveles recomendados de CO₂

En espacios interiores como puede ser un coche habitado por dos personas en tan solo 10 minutos el 8% del aire que se respira ya habría sido respirado antes compartiendo el aire así entre ambos y aumentando el riesgo de contagio. Sin embargo, con una ventilación mínima se genera una ventilación que renueva el aire de forma constante. [3]

El objetivo de desarrollar este proyecto ha sido obtener un sistema con el cual poder controlar la calidad del aire en el interior de una sala sin necesidad de tener ningún conocimiento acerca de informática o de niveles de CO₂, obteniendo un control simple y manejable por cualquier persona que únicamente necesita una conexión a internet y el acceso a un navegador web.

¹ **Aerosoles contagiosos:** partículas virales en suspensión que se emiten al hablar, cantar o respirar.

Para ello se ha empelado un sensor con el que medir diversos valores como el CO₂, TVOC², temperatura y humedad, el cual una vez instalado no requiere más que el suministro eléctrico.

En el momento en el que el valor de CO₂ supere los valores establecidos, los LEDS incorporados en el sensor parpadearan en diferentes colores (rojo, verde y naranja en función de la alerta) y se le mostrará una alerta al usuario en la página web para que ventile la estancia y así se pueda regenerar el aire. Los valores establecidos como referencia han sido los siguientes: hasta 500 ppm³ se considera que la calidad del aire es óptima ya que el valor de CO₂ en el exterior varía en ese rango. En un rango entre 500 ppm y 800 ppm se recomienda al usuario ventilar la sala ya que la calidad puede ser aceptable y con una posible ventilación mejoraría. Sin embargo, a partir de 800 ppm se establece que la calidad es mala y la sala debería ventilarse de inmediato y lo máximo posible informando al usuario de ello de inmediato.

Con el fin de evitar posibles riesgos y que el ambiente sea seguro para las personas que lo habitan se han establecido esos límites rigurosos.

En este documento se recoge la memoria del trabajo de fin de grado la cual recoge los aspectos más relevantes del mismo y su evolución.

Está compuesta por los siguientes apartados:

- **Objetivos:** recoge los objetivos que se debían conseguir en la realización del proyecto incluyendo los objetivos personales que se marcaron como meta al inicio del mismo.
- **Conceptos teóricos:** recoge una breve definición de los conceptos teóricos que son más importantes y que quedan más escuetos a los largo de la memoria.
- **Técnicas y herramientas utilizadas:** recoge las herramientas y técnicas que se han utilizado para desarrollar el proyecto.
- **Aspectos relevantes de desarrollo:** recoge las diferentes fases por las que ha ido avanzando el proyecto desde su planificación hasta obtener la implementación final.
- **Conclusiones y líneas de trabajo futuras:** finalmente después de realizar el proyecto se recogen las conclusiones a la que se han llegado una vez obtenido este tanto en el ámbito personal como en el ámbito del desarrollo. Además incluye líneas de trabajo futuras las cuales se pueden añadir en el desarrollo del mismo en un futuro para mejorarlo.
- **Referencias:** recoge las páginas web consultadas para la realización del proyecto o trabajo, además de aquellas que se han citado en la memoria.
- **Bibliografía:** se recogen los libros o pdf consultados para la realización de la memoria, muchos de los cuales pertenecen a asignaturas del grado.

² **TVOC:** compuestos orgánicos volátiles totales.

³ **PPM:** partículas por millón de CO₂.

2. OBJETIVOS

A continuación, se exponen los objetivos que cumplirá el sistema a desarrollar. Además, se incluirán los objetivos personales que pretendo cumplir con este.

2.1. OBJETIVOS DEL SISTEMA

Este trabajo consiste en el desarrollo de un sistema que permite la monitorización de la calidad del aire en interiores.

Los objetivos del mismo abarcan la gestión de usuarios: los usuarios podrán registrarse en el sistema, almacenando este los datos de los mismos. Se les permitirá el acceso al sistema mediante la realización de *login*, de la misma forma que podrán consultar sus datos y modificar los mismos.

Además, también se puede registrarse y acceder al sistema como administrador, el cual realizará operaciones adicionales a la consulta de los valores del sensor, pudiendo así eliminar usuarios del mismo, por ejemplo.

En caso de cualquier problema, el usuario podrá comunicarse con el administrador por medio de correo electrónico.

De la misma forma se controlará la gestión de edificios y salas, los cuales podrán ser dados de alta por los usuarios registrados, almacenando la información de estos, como la dirección, aforo, ofreciendo la posibilidad de visualizarla y modificarla.

Posteriormente, mediante un formulario que indique las salas dadas de alta, un usuario registrado podrá asociar los sensores a las salas de un edificio si lo desea, pudiendo modificar esta información, el identificador del sensor, posteriormente. Del mismo modo podrán consultar en un histórico el valor obtenido por los sensores en forma de gráfica la cual conseguirán filtrar según la información que se desea adquirir.

Se gestionarán las alertas que puedan producirse por un incremento de CO₂ en las salas, almacenando la información correspondiente y mostrándoselas al usuario para informarle de la misma.

Se agregará la posibilidad de que un usuario no registrado pueda visualizar el histórico de todas las salas que se encuentran en el sistema sin necesidad de registrarse en el mismo.

2.2. OBJETIVOS PERSONALES

En cuanto a los objetivos personales, el objetivo principal fue y ha sido siempre aprender algo nuevo, bien sea en lo relativo al desarrollo de páginas web, manejo de bases de datos desconocidas como es el caso de Vue o sistemas cloud como Firebase ya que son tecnologías demandadas en el mercado laboral y me pueden servir de ayuda de cara al mundo laboral en un futuro.

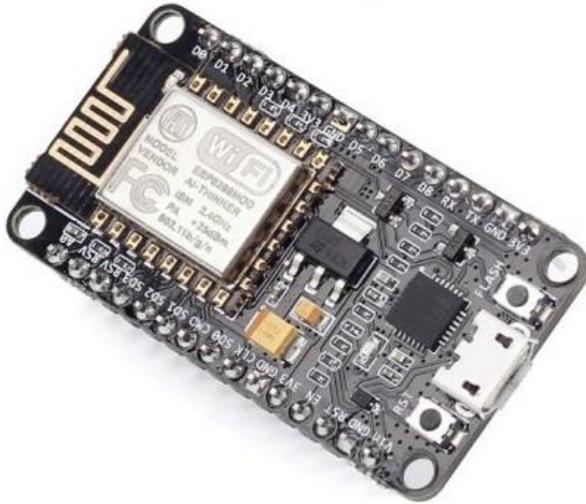
Así mismo, ampliar la base de conocimientos adquiridos en la optativa de *Periféricos*. Destacar que ese fue uno de los objetivos principales, el consolidar y adquirir nuevos conocimientos acerca de periféricos y/o arduino, ya que lo que se aprendió en la asignatura se realizó de forma

online debido a la pandemia de COVID-19. Del mismo modo, también fue un objetivo primordial asentar y fortalecer los conocimientos adquiridos en las asignaturas del grado.

Así mismo, también se tuvo la meta de desarrollar de una aplicación funcional y que pueda ser utilizada por terceras personas y la investigación para realizar la misma.

3. CONCEPTOS TEÓRICOS

ESP8266 NodeMCU



NodeMCU es un nombre que recoge tanto un firmware Open Source como a una placa de desarrollo basados en el ESP8266. [4]

El ESP8266 es un chip de bajo costo que tiene capacidad de comunicarse vía Wi-Fi, además posee una pila TCP/IP completa, este microcontrolador, es fabricado por Espressif, una empresa con oficinas en Shanghai, China. [5]

Ilustración 2. ESP8266

Integra amplificador de potencia, amplificador de recepción de bajo ruido, filtros, módulos de gestión de energía, y requiere un mínimo de circuitos externos. [6]

SENSOR CCS811

El CCS811 es un sensor del fabricante AMS para la medición calidad del aire interior, que se puede utilizar junto con un procesador como Arduino. [7]



Para determinar la calidad del aire interior, el CCS811 es un sensor multi-gas MOX(Metal-Oxide). Conectado a un microcontrolador como Arduino, ESP8266 o similar por I2C devolverá una lectura de total de compuestos volátiles orgánicos (TVOC) y otra lectura de dióxido de carbono equivalente (eCO2).

Ilustración 3. Sensor CCS811

CO₂

El CO₂ (dióxido de carbono), también denominado anhídrido carbónico, es un gas cuyas moléculas están compuestas por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Es un gas inodoro e incoloro. Bajo presión puede encontrarse en estado líquido o estado sólido (hielo seco).

Respirar aire con mucho CO₂, aumenta su concentración en sangre, baja el pH de la misma, y esto dispara la sensación de asfixia.

La concentración de CO₂ en el aire es un gran “gas trazador” para controlar la calidad del aire en una sala, ya que cuantos más ocupantes haya en una habitación o edificio, más CO₂ se libera al aire y por lo tanto se deberá ventilar la misma. [8]

TVOC

TVOC (compuestos orgánicos volátiles totales), son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura. En este caso se denominan TVOC, pues el sensor no distingue unos de otros y la medida la totaliza. [9]

SENSOR DHT 11



El DHT11 y el DHT22 (o AM2302) son dos modelos de una misma familia de sensores, que permiten realizar la medición simultánea de temperatura y humedad. [10]

Estos sensores disponen de un procesador interno que realiza el proceso de medición, proporcionando la medición mediante una señal digital, por lo que resulta muy sencillo obtener la medición desde un microprocesador como Arduino, ESP8266 o similares.

Ilustración 4. Sensor DHT11

Las características del DHT11 son:

- Medición de temperatura entre 0 °C a 50 °C, con una precisión de 2°C.
- Medición de humedad entre 20 a 80%, con precisión del 5%.
- Frecuencia de muestreo de 1 muestras por segundo (1 Hz).

SISTEMA DISTRIBUIDO

Un sistema distribuido es un sistema en el que los componentes hardware o software se encuentran en computadores unidos mediante una red y se comunican mediante el paso de mensajes. [11]



Ilustración 5. Sistema distribuido

FRONTEND

Frontend es la parte de un sitio web que interactúa con los usuarios, por eso decimos que está del lado del cliente. Es la parte de un programa o dispositivo a la que un usuario puede acceder directamente. Son todas las tecnologías de diseño y desarrollo web que corren en el navegador y que se encargan de la interactividad con los usuarios.

Algunos de los lenguajes de programación son JavaScript, HTML y CSS. [12]

BACKEND

Backend es la parte que se conecta con la base de datos y el servidor que utiliza dicho sitio web, por eso decimos que el backend corre del lado del servidor. Es la capa de acceso a datos de un software o cualquier dispositivo, que no es directamente accesible por los usuarios, además contiene la lógica de la aplicación que maneja dichos datos. El Backend también accede al servidor, que es una aplicación especializada que entiende la forma como el navegador solicita cosas.

Algunos de los lenguajes de programación son Python, Node.js, PHP, Ruby y C#. [12]

FRAMEWORK

Un framework es un marco o esquema de trabajo generalmente utilizado por programadores para realizar el desarrollo de software. Utilizar un framework permite agilizar los procesos de desarrollo, ya que evita tener que escribir código de forma repetitiva, asegura unas buenas prácticas y la consistencia del código. [13]

LIBRERÍA / BIBLIOTECA

Es un conjunto de subprogramas utilizados para desarrollar software. Las bibliotecas contienen código y datos, que proporcionan servicios a programas independientes, es decir, pasan a formar parte de estos. Esto permite que el código y los datos se compartan y puedan modificarse de forma modular. [14]

FIREBASE

Firebase de Google [15], es una plataforma en la nube para el desarrollo de diferentes plataformas como Android, iOS, y web. Ofrece los siguientes servicios enfocados al desarrollo o Develop en Firebase:

- **Base de datos en tiempo real:** es una base No SQL y almacenan los datos como JSON. Permiten alojar y disponer de los datos e información de la aplicación en tiempo real, manteniéndolos actualizados.
- **Autenticación:** ofrece un sistema de autenticación que permite tanto el registro propiamente dicho (mediante email y contraseña) como el acceso utilizando perfiles de otras plataformas externas (por ejemplo, de Facebook, Google o Twitter).
- **Firestore:** base de datos NoSQL flexible, escalable y en la nube a fin de almacenar y sincronizar datos para el desarrollo tanto del lado del cliente como del servidor.
- **Hosting:** ofrece un servidor para alojar las apps de manera rápida y sencilla, esto es, un hosting estático y seguro. Proporciona certificados de seguridad SSL y HTTP2 de forma automática y gratuita para cada dominio, reafirmando la seguridad en la navegación.
- **Storage:** Servicio de almacenamiento de archivos.

4. TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS

4.1. HERRAMIENTAS

VISUAL STUDIO CODE

Visual Studio Code es un editor de código totalmente gratuito y OpenSource desarrollado por Microsoft. Incluye funciones que, hasta entonces, eran exclusivas de Visual Studio. Una de ellas es IntelliSense, nos permite resaltar la sintaxis del código además del autocompletado. Así mismo permite depurar el código de forma mucho más sencilla que otros editores, gracias a que incluye su propio debugger. [16]

En la *Ilustración 6. Captura Visual Studio Code* se muestra su interfaz:

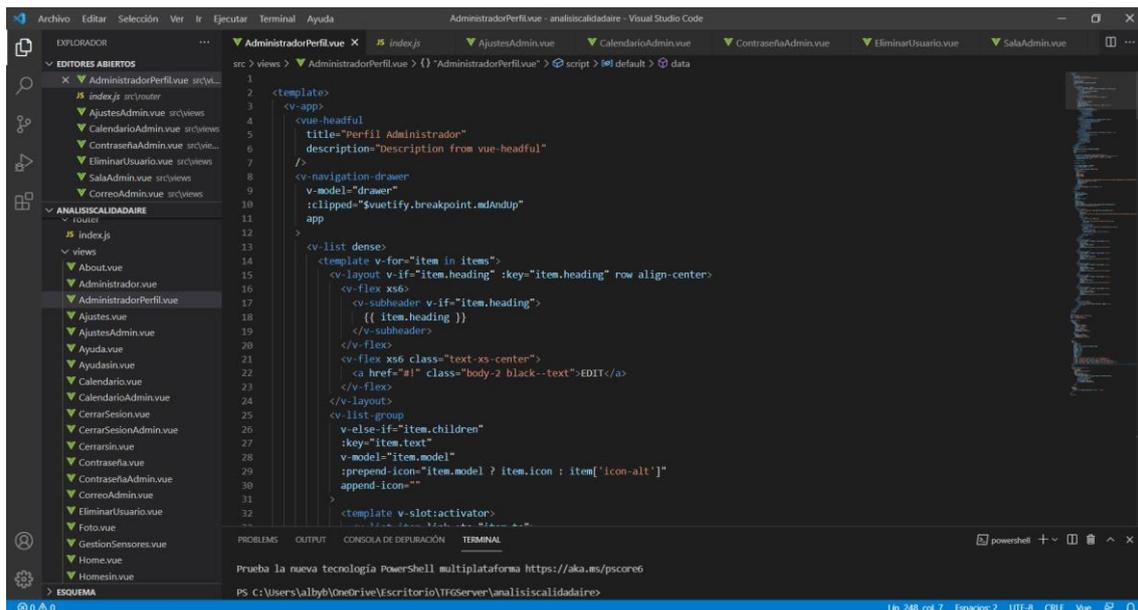


Ilustración 6. Captura Visual Studio Code

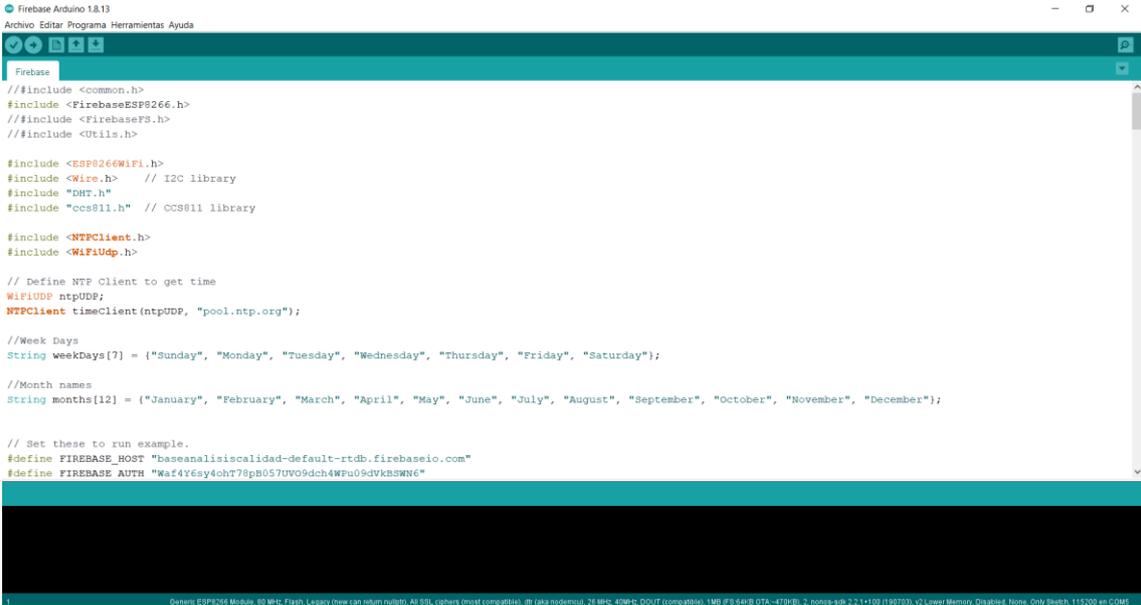
Se ha utilizado este editor de código, debido a que se había trabajado con él a lo largo del grado y además es posible instalar una extensión de VUE que facilita la codificación gracias al resaltado de código, autocompletar funciones, nombre de variables y etiquetas de HTML.

IDE ARDUINO

El entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino es gratuito y OpenSource, entorno de programación con el que cualquiera puede crear aplicaciones para las placas Arduino. Contiene un editor de texto para escribir sketch, una consola de error en la parte inferior y un área con los menús y los botones que realizan las funciones más comunes como son abrir sketch, guardar sketch, compilar y cargar programa, situados en la parte superior representados por iconos. [17]

Se ha utilizado para la programación, edición, compilación del código que se ha cargado al microcontrolador ESP8266 almacenándolo en su memoria. Se ha utilizado este IDE por la familiaridad que se tenía con él puesto que es el utilizado en la optativa *Periféricos* del grado, además de que incluye múltiples librerías ya programadas para el microcontrolador y los sensores CCS811 y DHT11.

En la *Ilustración 7. Captura Arduino IDE* se muestra la interfaz del IDE:



```

Firebase Arduino 1.8.13
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Firebase
// #include <common.h>
#include <FirebaseESP8266.h>
// #include <FirebaseFS.h>
// #include <Utils.h>

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <Wire.h> // I2C library
#include "DHT.h"
#include "ccs811.h" // CCS811 library

#include <NTPClient.h>
#include <WiFiUdp.h>

// Define NTP Client to get time
WiFiUDP ntpUDP;
NTPClient timeClient(ntpUDP, "pool.ntp.org");

// Week Days
String weekDays[7] = {"Sunday", "Monday", "Tuesday", "Wednesday", "Thursday", "Friday", "Saturday"};

// Month names
String months[12] = {"January", "February", "March", "April", "May", "June", "July", "August", "September", "October", "November", "December"};

// Set these to run example.
#define FIREBASE_HOST "baseanalisiscalidad-default-rtdb.firebaseio.com"
#define FIREBASE_AUTH "Waf4Y6ay4ohr78pb8057UV09dch4Wru09JVK85WN6"

Damen: ESP8266 Module, 80 MHz, Flash, Legacy user non-secure, AT 592, 40MHz (normal), 40 MHz (normal), 20 MHz, 40MHz (DOUT) (compatible), 1MB (FS) 512KB (OTA - AT), 2 cores, 1M 2.2-1.1V (1.8V), V2, Low-Power, Disabled, None, Only Sketch, 115200 en COM5

```

Ilustración 7. Captura Arduino IDE

NODE.JS

Node.js es un entorno en tiempo de ejecución multiplataforma, de código abierto, para la capa del servidor basado en el lenguaje de programación JavaScript, es decir, se trata de un lenguaje diseñado para ejecutar JavaScript desde el lado del servidor con un gran rendimiento. [18]

Se ha utilizado para poder ejecutar el código desarrollado en el lado en el servidor y así poder visualizarlo en el lado del cliente mediante un navegador.

NPM

NPM es el sistema de gestión de paquetes por defecto para Node.js, un entorno de ejecución para JavaScript. [19]

Se ejecuta desde línea de comandos y permite instalar bibliotecas mediante el comando *“npm install nombre_biblioteca”* y herramientas. Se encarga además de que las versiones de las bibliotecas sean compatibles entre sí.

VISUAL PARADIGM

Visual Paradigm es una herramienta CASE: Ingeniería de Software Asistida por Computación. Permite la representación de todo tipo de diagramas dando soporte al proceso de desarrollo del software utilizando el lenguaje UML. [20]

En este trabajo se ha utilizado para desarrollar todos los diagramas que se encuentran en los anexos y en esta memoria gracias a la familiaridad con la herramienta porque se ha utilizado varios años en el grado gracias a las asignaturas de *Ingeniería del Software I* e *Ingeniería del Software II*.

En la *Ilustración 8. Captura Visual Paradigm* se muestra su página de bienvenida:

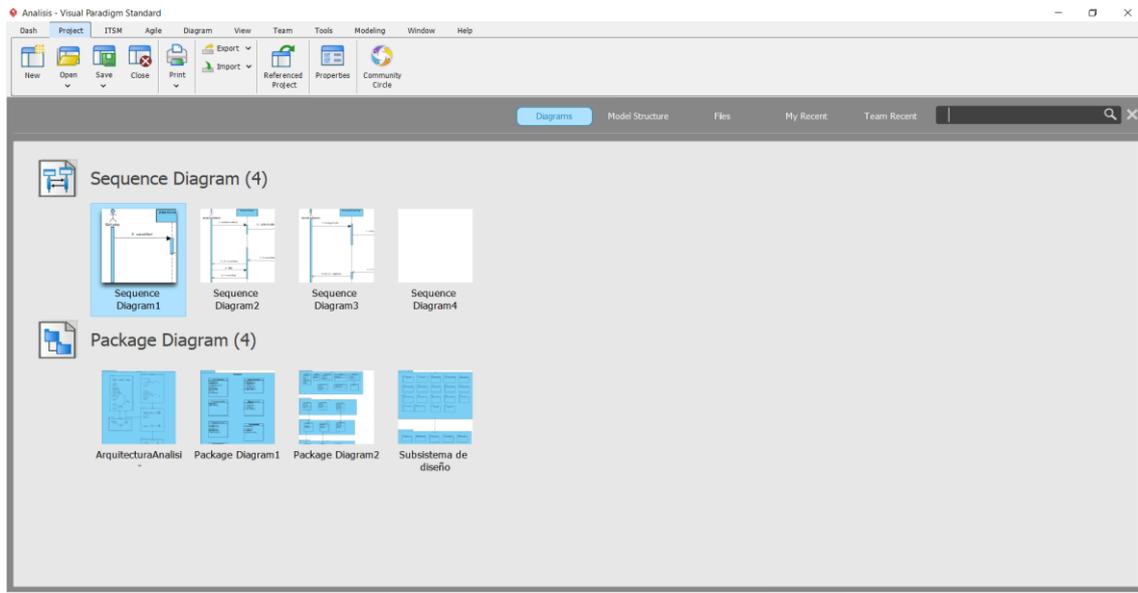


Ilustración 8. Captura Visual Paradigm

EZESTIMATE

EZEstimate es una herramienta para estimación del coste y esfuerzo del desarrollo software. Utiliza la metodología de puntos de caso de uso para crear la propia estimación. [21]

Se ha utilizado en la realización de la estimación del esfuerzo en el *ANEXO I: Plan de proyecto software*, como se muestran en la *Ilustración 9. Captura EZEstimate*:

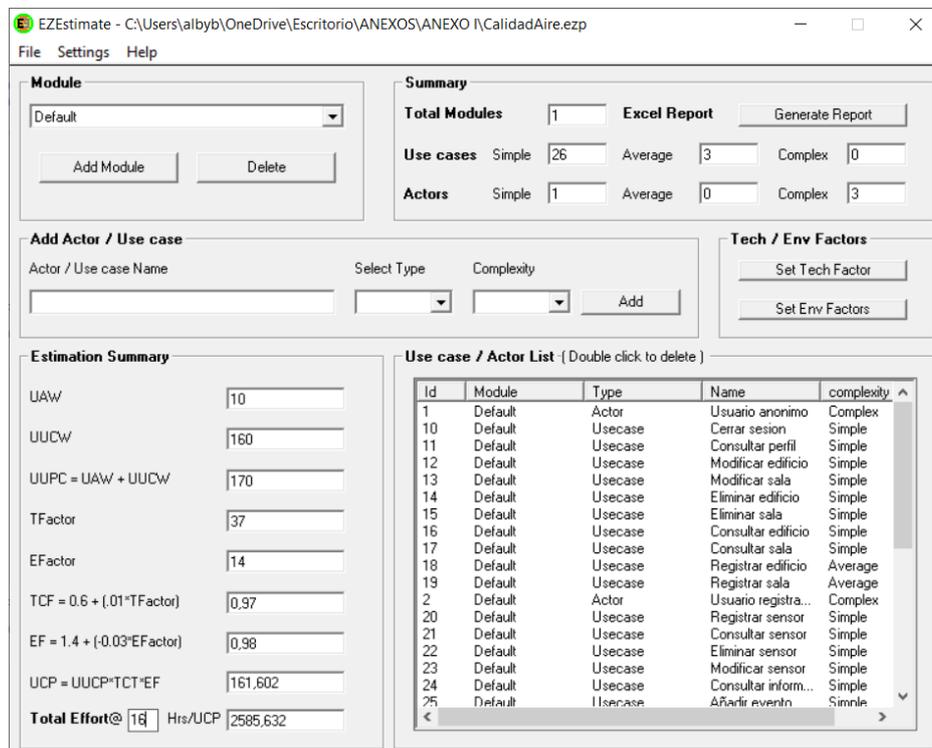


Ilustración 9. Captura EZEstimate

MICROSOFT PROJECT

Microsoft Project es un gestor de proyectos especializado para asignar y actualizar tareas. [22] Se ha empleado esta herramienta, ya que se había utilizado anteriormente en la asignatura del grado de *Gestión de Proyectos*.

En la *Ilustración 10. Captura Microsoft Project* se puede visualizar la interfaz de esta en la que se puede observar las tareas del proyecto en la parte izquierda y el diagrama de Gantt de las mismas a la derecha:

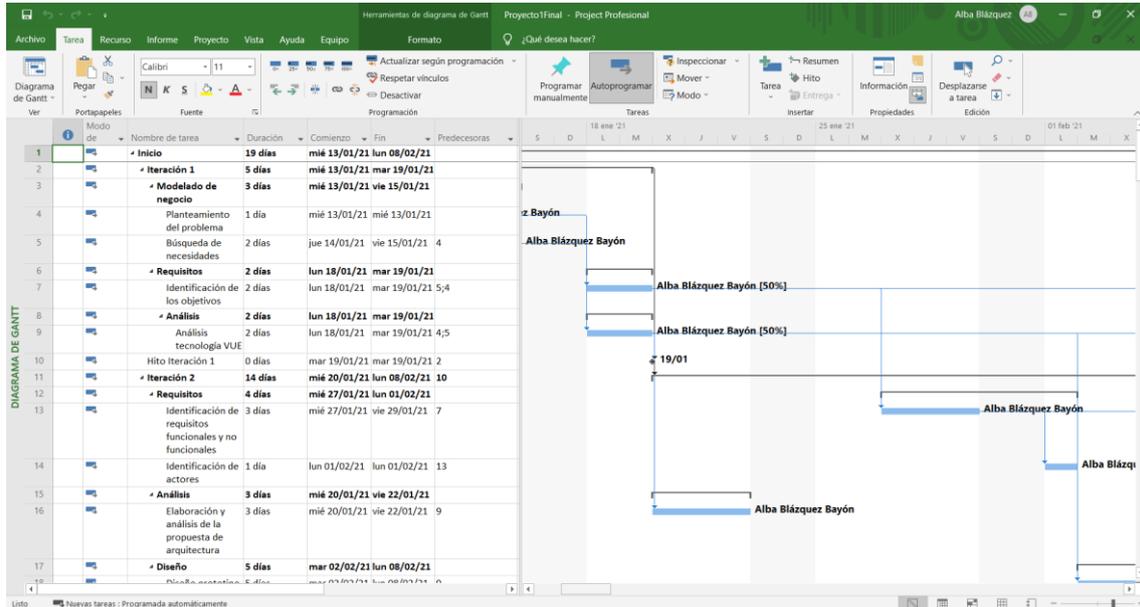


Ilustración 10. Captura Microsoft Project

Permite establecer un calendario de trabajo que se adapte a las necesidades del proyecto, establecer la fecha de inicio de este y mediante la incorporación de tareas indicando su duración y sus dependencias calculará la fecha final de este y el camino crítico (formado por aquellas tareas que de retrasarse afectaría a la duración del proyecto). También permite visualizar los recursos asignados a las tareas y su porcentaje de uso.

4.2. LENGUAJES

HTML

HTML es lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web. Se compone en base a etiquetas, también llamadas marcas o tags, con las cuales se indican las partes del código, cabecera, cuerpo, encabezados, párrafos, etc. [23]

Se ha utilizado para estructuras las interfaces de cada una de las páginas de la web.

CSS

CCS u *hoja de estilo en cascada*, es un lenguaje de hojas de estilo utilizado para especificar cómo se representa visualmente el contenido de documentos HTML, ya sean los colores, la ubicación, forma, espaciados de los elementos, es decir, aplicar estilos a estos. [24]

JAVASCRIPT

JavaScript es un lenguaje de programación interpretado, dialecto del estándar ECMAScript, de alto nivel. Tiene un paradigma orientado a objetos basado en prototipos, imperativo y con detalles funcionales. [25]

Se utiliza del lado del cliente, implementado como parte de un navegador web permitiendo mejoras en la interfaz de usuario y páginas web dinámicas y JavaScript del lado del servidor. Así mismo es soportado por la mayoría de los navegadores.

Se ha utilizado dentro del framework Vue para realizar la funcionalidad de la página web.

JSON

JSON o *JavaScript Object Notation*, es un formato de intercambio de datos, el cual está basado en el lenguaje JavaScript, usa la misma notación o forma con la que se escriben los objetos con algunas restricciones y añadidos extra. Es comúnmente utilizado para transmitir datos en aplicaciones web. [26]

Es un formato de texto que es completamente independiente del lenguaje, pero utiliza convenciones que son ampliamente conocidos por los programadores de la familia de lenguajes C, incluyendo C, C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python, y muchos otros. Estas propiedades hacen que JSON sea un lenguaje ideal para el intercambio de datos. [27]

Es utilizado por Firebase para el almacenamiento de información en la base de datos en tiempo real, que en proyecto almacena la información recogida por el sensor.

ARDUINO

El lenguaje de programación de Arduino [28], está basado en C++ pudiendo así hacer uso de sus funciones, además, de poder utilizar las múltiples librerías ya escritas en C. El código está compuesto por dos bloques:

- **loop ()**: contiene el código a ejecutar al inicio del sensor.
- **setup()**: contiene el bucle de ejecución del sensor.

UML

UML o *Unified Modeling Language*, es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido. Permite la realización de múltiples diagramas para la representación de forma gráfica de un sistema, al mismo tiempo, guarda una relación directa con el análisis y el diseño orientados a objetos. [29]

Existen dos tipos de diagramas:

- **Diagramas estructurales:** representan la visión estática del sistema.
- **Diagramas de comportamiento:** muestran la conducta en tiempo de ejecución del sistema, tanto desde el punto de vista del sistema completo como de las instancias u objetos que lo integran. Dentro de este grupo están los diagramas de interacción.

En la *Ilustración 11. Clasificación diagramas UML* se muestra la clasificación:

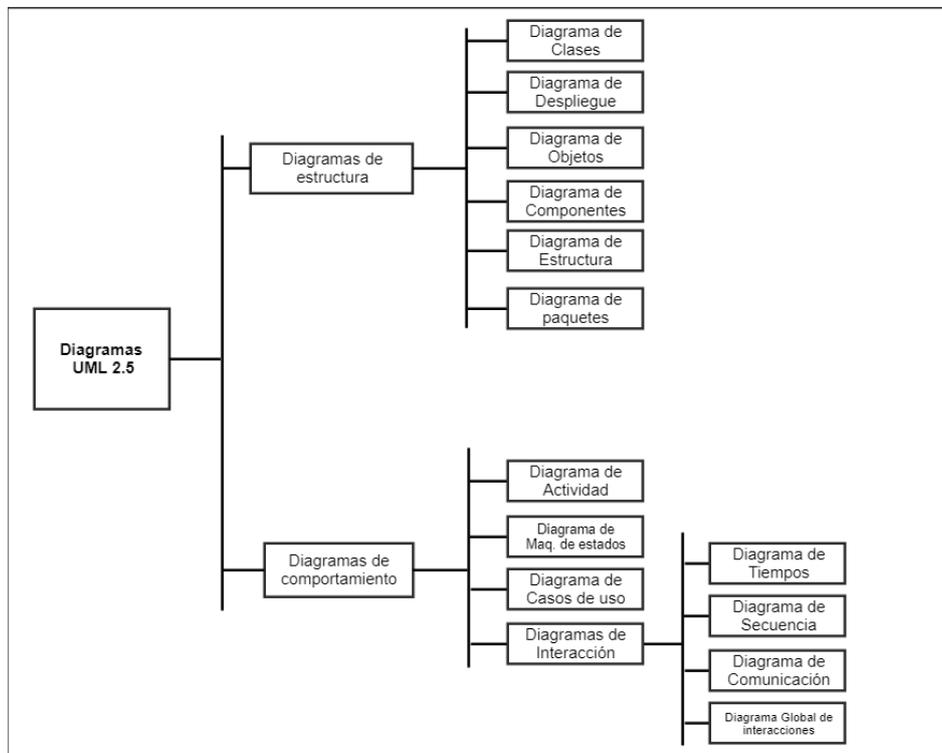


Ilustración 11. Clasificación diagramas UML

4.3. FRAMEWORKS

VUE

VUE es un framework de JavaScript de código abierto para la construcción de interfaces de usuario y páginas web.

Estructura cada fichero en secciones de HTML, JavaScript y CSS, separando la vista del usuario, implementado en HTML, de la funcionalidad, implementado en JavaScript. [30]

Se ha utilizado VUE en vez de otros frameworks como Angular o React, por su compatibilidad con Vuetify. También existen numerosos tutoriales para iniciarse con él, además, de una gran documentación para sincronizarlo con la base de datos de Firebase.

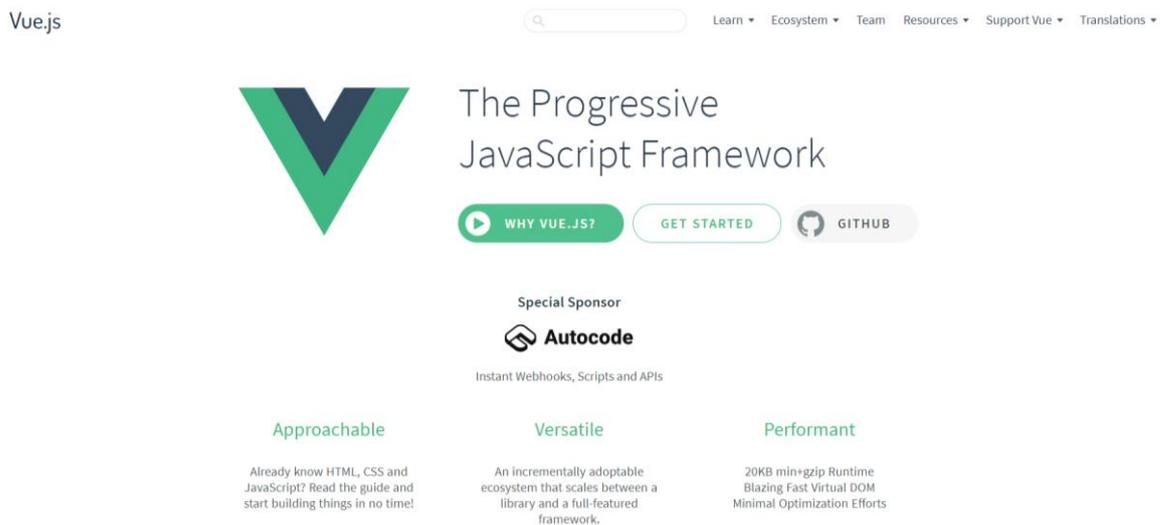


Ilustración 12. VUE

VUETIFY

Vuetify es un framework basado en la estética de Material Design.

Permite acelerar el desarrollo de aplicaciones web complejas, incorporando una gran cantidad de componentes "listos para usar" desde elementos de formulario sencillos como botones, textfields, inputs, sliders, a componentes más avanzados como calendarios.

Se ha usado en el proyecto al ser de código abierto, ser compatible con VUE y tener una gran documentación online con números ejemplos bien en su página web como en la red debido a la gran comunidad que tiene detrás. También gracias a la posibilidad de utilizar los componentes pudiendo modificar su diseño para adaptarlos al diseño de la interfaz deseada. [31]

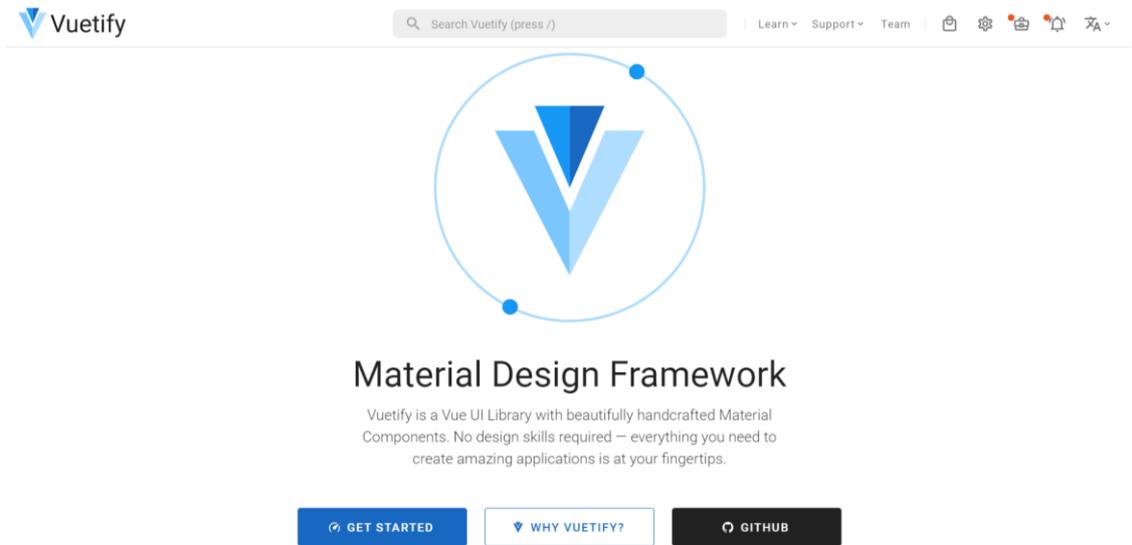


Ilustración 13. Vuetify

4.4. BIBLIOTECAS

EMAILJS

EMAILJS es una nueva biblioteca de Java. [32]

Se puede enviar un correo electrónico desde un formulario JavaScript a la cuenta de correo electrónico de su elección. Para ello se debe tener las credenciales de un correo personal como Gmail, Outlook o iCloud, o también un servicio de envío de correos como MailChimp o Amazon SES.

VUESE

Es una herramienta que permite la creación de la documentación del proyecto de Vue automáticamente. [33]

Se ha utilizado esta, ya que únicamente ejecutando las órdenes desde consola se crea la documentación tanto en forma de página web como en ficheros Markdown (".md").

CHART.JS

Chart.js es una biblioteca JavaScript gratuita de código abierto para la visualización de datos, que admite diversos tipos de gráficos:

- gráfica de líneas.
- gráfica de barras.
- gráfica circular.
- gráfica burbuja.
- gráfica radar.
- gráfica polar.
- gráfica en forma de donut.

Se ha utilizado ya por el gran abanico de posibilidades de representar los datos que ofrece además, por la posibilidad de modificar los colores de los gráficos, la leyenda de la misma y poder representar varias gráficos a la vez sobre los mismos ejes. [34]

BIBLIOTECAS DE ARDUINO

Las librerías externas, de código abierto y gratuitas, que se han empleado en el desarrollo del código del sensor han sido:

- **Firestore ESP8266 Client:** proporciona las operaciones más confiables para leer, almacenar, actualizar, eliminar, hacer copias de seguridad y restaurar los datos de la base de datos Firestore en tiempo real.
- **FirestoreJSON:** capaz de analizar, crear y editar el objeto JSON simple o complejo (anidado en profundidad) como si solo especificara la ruta de acceso relativa del nodo/elemento.
- **Adafruit DHT:** librería para poder utilizar el sensor DHT11 sin necesidad de programarlo a bajo nivel.
- **Adafruit CCS811:** librería para poder utilizar el sensor CCS811 sin necesidad de programarlo a bajo nivel.

- **Wifi:** librería para el microcontrolador ESP8266 con el fin de conectarse a internet a una red inalámbrica determinada.
- **NTP Client:** librería para conectarse a un servidor NTP y de esta forma obtener el tiempo, fecha y hora, de forma sincronizada.

5. ASPECTOS RELEVANTES DE DESARROLLO

En este apartado se muestran los aspectos más importantes durante el desarrollo del proyecto, desde la planificación hasta la implementación.

5.1. MARCO DE TRABAJO

Para el desarrollo de este trabajo de fin de grado se ha tomado como referencia el marco de desarrollo del Proceso Unificado. Se ha elegido el Proceso Unificado ya que se caracteriza por una gran flexibilidad, además, tiene un enfoque más realista al reconocer que los requisitos no pueden definirse completamente al principio.

Este se caracteriza por:

- **Iterativo e incremental:** esta es una característica principal. Al final de cada iteración se obtendrá un sistema más refinado y también más ampliado y completo es por ello por lo que es incremental. Si en una iteración se cumplen con los objetivos se pasa a la siguiente, de esta forma se va a ir desarrollando un sistema de forma incremental, ya que en cada iteración se abordarán proyectos más pequeños que se desarrollarán en las diversas iteraciones evaluándolo con el fin de conseguir un sistema completo que sea funcional y esté refinado y pulido.
- **Dirigido por casos de uso:** los casos de usos guían el desarrollo del sistema, contienen las descripciones de las funciones y afectan a todas las fases, ya que durante las fases de análisis y diseño se transformarán en realización de casos de uso. Son la descripción de las acciones que puede realizar un usuario en un sistema y capturan los requisitos funcionales. A lo largo de proyecto se emplearán también como guía para dirigir el proyecto.
- **Centrado en la arquitectura:** La arquitectura es una vista del diseño completo, se desarrolla mediante iteraciones, comienza con una línea base que evoluciona hasta convertirse en una arquitectura estable, por lo que se desarrollará variando y adaptándose a los casos de uso.

Este está compuesto de cuatro fases denominadas:

- **Inicio:** se define el alcance del proyecto y se desarrollan los casos de negocio.
- **Elaboración:** se planifica el proyecto, se especifican en detalle la mayoría de los casos de uso y se diseña la arquitectura del sistema.
- **Construcción:** se construye el producto.
- **Transición:** el producto se convierte en versión beta. Se corrigen problemas y se incorporan mejoras sugeridas en la revisión.

Cada una de estas fases es a su vez dividida en una serie de iteraciones. Además, cada una de estas iteraciones se divide a su vez en una serie de disciplinas que recuerdan a las definidas en el ciclo de vida clásico o en cascada: modelado de negocios, requisitos, análisis, diseño, implementación y prueba.

En la *Ilustración 14. Fases del proceso unificado* se muestran las diversas fases:

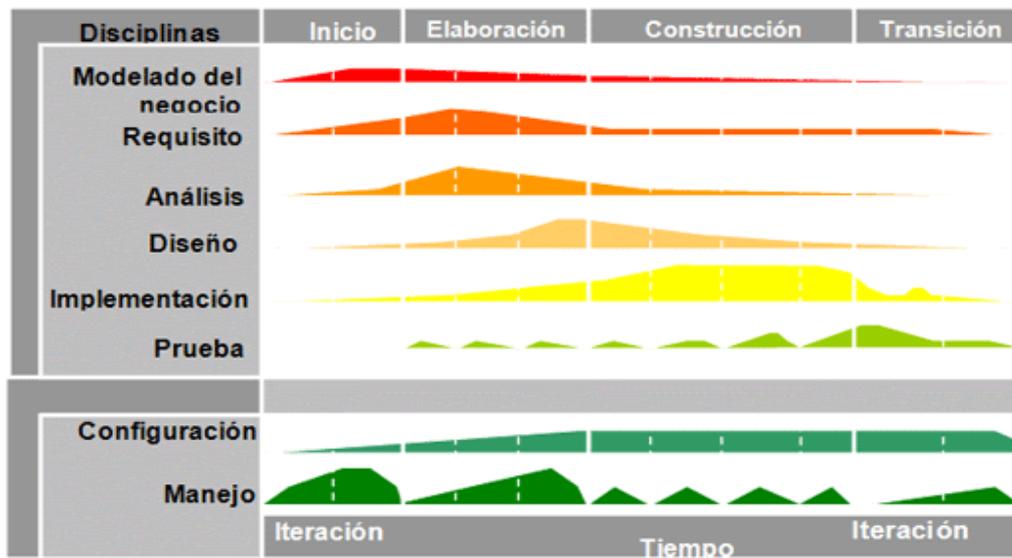


Ilustración 14. Fases del proceso unificado

En este proyecto se han seguido cada una de las fases del Proceso Unificado, realizándose la siguiente división en diez iteraciones:

- **Inicio:**
 - **Iteración 1:** en esta iteración se comenzó a realizar la búsqueda de necesidades identificando así los objetivos que se debían satisfacer. Al mismo tiempo se realizó un estudio sobre la tecnología que se iba a utilizar para no comenzar a programar desde el desconocimiento.
 - **Iteración 2:** se realiza la identificación de los requisitos no funcionales y funcionales que debía satisfacer la aplicación. Así mismo, se realizó un pequeño prototipo de lo que se quería realizar.
- **Elaboración:**
 - **Iteración 1:** se comienza con el modelo del dominio y posteriormente se realiza el diseño del sistema para ello se implementa el prototipo diseñado en la iteración anterior y se implementa como base de la que partir.
 - **Iteración 2:** en esta iteración se realiza la parte relacionada con la gestión de usuarios y gestión de calendario, pasando por su análisis, diseño, implementación y pruebas unitarias de las vistas y controladores desarrollados de los mismos.
 - **Iteración 3:** igual que en la iteración anterior se realiza la parte relacionada con la gestión de sensores, gestión de salas y gestión de notificaciones desde su análisis mediante la realización de casos de uso hasta las pruebas unitarias de los mismos desarrollando las vistas y controladores de los mismos.

- **Constucción:**
 - **Iteración 1:** se implementan y se realizan pruebas unitarias sobre las bases de datos relacionadas con la gestión de usuarios y gestión de calendario.
 - **Iteración 2:** se implementan y se realizan pruebas unitarias sobre las bases de datos relacionadas con la gestión de sensores, gestión de salas y edificios y gestión de notificaciones.
 - **Iteración 3:** se desarrolla la funcionalidad relacionada con el sensor, comenzando con el diseño de montaje del mismo y de su base de datos realizando después la implementación de ambas y pruebas para comprobar su correcto funcionamiento.
 - **Iteración 4:** en esta iteración se implementa el sensor con su base de datos y se realiza la integración de todos los componentes como un único sistema.

- **Transición:**
 - **Iteración 1:** en esta última, se realizan las últimas pruebas y retoques. Se despliega la aplicación junto con la base de datos completa. Al mismo tiempo, se desarrolla la aplicación.

En la *Ilustración 15. Iteraciones proyecto* se muestran las itraciones del proyecto anteriormente descritas:

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1		Inicio	19 días	mié 13/01/21	lun 08/02/21	
2		Iteración 1	5 días	mié 13/01/21	mar 19/01/21	
10		Hito Iteración 1	0 días	mar 19/01/21	mar 19/01/21	2
11		Iteración 2	14 días	mié 20/01/21	lun 08/02/21	10
19		Hito Iteración 2	0 días	lun 08/02/21	lun 08/02/21	11
20		Hito Inicio	0 días	lun 08/02/21	lun 08/02/21	19
21		Elaboración	77 días	mar 09/02/21	lun 07/06/21	20
22		Iteración 1	14 días	mar 09/02/21	vie 26/02/21	
33		Hito Iteración 1	0 días	vie 26/02/21	vie 26/02/21	22
34		Iteración 2	22 días	lun 01/03/21	jue 08/04/21	33
50		Hito Iteración 2	0 días	jue 08/04/21	jue 08/04/21	34
51		Iteración 3	41 días	vie 09/04/21	lun 07/06/21	50
70		Hito Iteración 3	0 días	lun 07/06/21	lun 07/06/21	51
71		Hito Elaboración	0 días	lun 07/06/21	lun 07/06/21	70
72		Construcción	35 días	mar 08/06/21	lun 26/07/21	71
73		Iteración 1	8 días	mar 08/06/21	jue 17/06/21	
87		Hito Iteración 1	0 días	jue 17/06/21	jue 17/06/21	73
88		Iteración 2	11 días	vie 18/06/21	vie 02/07/21	87
102		Hito Iteración 2	0 días	vie 02/07/21	vie 02/07/21	88
103		Iteración 3	11 días	lun 05/07/21	lun 19/07/21	102
117		Hito Iteración 3	0 días	lun 19/07/21	lun 19/07/21	103
118		Iteración 4	5 días	mar 20/07/21	lun 26/07/21	117
131		Hito Iteración 4	0 días	lun 26/07/21	lun 26/07/21	118
132		Hito Construcción	0 días	lun 26/07/21	lun 26/07/21	131
133		Transición	11 días	mar 27/07/21	mar 10/08/21	132
134		Iteración 1	11 días	mar 27/07/21	mar 10/08/21	
144		Hito Iteración 1	0 días	mar 10/08/21	mar 10/08/21	134
145		Hito Transición	0 días	mar 10/08/21	mar 10/08/21	144

Ilustración 15. Iteraciones proyecto

5.2. ESTIMACIÓN DE COSTE Y ESFUERZO

Con la estimación de coste y esfuerzo se puede realizar una estimación a cerca del esfuerzo (a relación entre tiempo y personal necesario para desarrollar el proyecto) y duración para desarrollar un proyecto.

Para ello se ha utilizado el método de UCP (puntos de caso de uso). Es una métrica utilizada para evaluar la funcionalidad representada en forma de casos de uso. Al final se obtendrá el esfuerzo total de desarrollo, a partir de los UCP, expresado en horas de persona.

Los puntos de caso de uso (UCP) se calculan a partir de los puntos de caso de uso sin ajustar (UUCP), el factor de complejidad técnica (TFC) y el factor de complejidad del entorno (ECF) siguiendo la siguiente fórmula:

$$UCP = UUCP * TFC * ECF$$

Para obtener el esfuerzo total (horas de persona) es necesario ajustar estos UCP mediante un factor de conversión F (número de horas de persona por UCP) siguiendo la siguiente fórmula:

$$Esfuerzo = UCP * F$$

5.2.1. CÁLCULO DE LOS UCPC

Los puntos de caso de uso sin ajustar (UUCP) se calculan a partir de los casos de uso sin ajustar (UUCW) y de los pesos de los actores sin ajustar (UAW) siguiendo la siguiente fórmula:

$$UUCP = UAW + UUCW$$

Los actores sin ajustar (UAW) consideran el número y complejidad de los actores. Primero se calcula la complejidad de los actores:

- **Simple:** Si el actor es un sistema y la aplicación se comunica con él mediante una API.
- **Medio:** Si el actor es un sistema y la aplicación se comunica con él mediante un protocolo (Internet por ejemplo).
- **Complejo:** Si el actor es una persona y se comunica con una interfaz gráfica.

A continuación, se calcula su factor de peso en función de la complejidad del mismo.

<i>Complejidad</i>	<i>Factor de peso</i>
<i>Simple</i>	1
<i>Medio</i>	2
<i>Complejo</i>	3

Tabla 1. Complejidad y peso de los actores

Y finalmente:

$$UAW = \sum \text{peso}_i$$

Análogamente, los casos de uso sin ajustar (UUCW) consideran el número y complejidad de los casos de uso:

En primer lugar se calcula la complejidad de los casos de uso:

- **Simple:** Si el caso de uso tiene 3 transacciones ⁴ o menos.
- **Medio:** Si caso de uso tiene de 4 a 7 transacciones.
- **Complejo:** Si caso de uso tiene más de 7 transacciones.

Posteriormente se calcula el factor de peso del mismo:

<i>Complejidad</i>	<i>Factor de peso</i>
<i>Simple</i>	5
<i>Medio</i>	10
<i>Complejo</i>	15

Tabla 2. Complejidad y peso de los casos de uso

Y posteriormente:

$$UUCW = \sum \text{peso}_i$$

5.2.2. CÁLCULO DE LOS TFC

Para el cálculo de los factores de complejidad técnica (TFC) se utiliza la siguiente fórmula:

$$TFC = C1 + C2 + \sum_{n=1}^{13} (W_n * F_n)$$

Donde a cada factor se le asigna un peso (W) acorde a su impacto y una complejidad percibida (F) correspondiente a la percepción de complejidad que tiene el equipo de desarrollo.

La complejidad varía del 0 a 5 donde:

- **Valor 0:** significa que el factor es irrelevante.
- **Valor 3:** significa que el factor es medio.
- **Valor 5:** significa que el valor es esencial.

⁴ **Transacción:** es una actividad atómica, donde se ejecutan todas o no se ejecutan ninguna. Es decir, una acción del actor y una respuesta del sistema.

Factores de complejidad técnica (TFC)

Factor	Complejidad	Motivo
<i>T1. Sistemas distribuidos</i>	3	El sistemas estará distribuido entre un sensor, una página web y un servidor que los conecta. La información se encuentra en una base que no es distribuida.
<i>T2. Rendimiento</i>	4	Es una aplicación en tiempo real que requiere un alto nivel de fluidez para garantizar que los datos son en tiempo real.
<i>T3. Eficiencia del usuario final</i>	4	La eficiencia del usuario es una prioridad ya que el aspecto fundamental es que pueda obtener la información de forma clara y rápida.
<i>T4. Procesamiento interno complejo</i>	2	El “único” procesamiento interno complejo es la generación de las gráficas que manejan mucha información o datos.
<i>T5. Reusabilidad</i>	2	La reusabilidad no es uno de los aspectos prioritarios.
<i>T6. Facilidad de instalación</i>	0	Al ser una página web el usuario no debe instalar nada.
<i>T7. Facilidad de uso</i>	5	La aplicación debe ser suficientemente intuitiva para evitar un uso complejo o inadecuado.
<i>T8. Portabilidad</i>	0	Al ser una página web será soportado por todos los navegadores sin problemas.
<i>T9. Facilidad de cambio</i>	3	Debido a que cualquier cambio no suponga modificar la funcionalidad del sistema.
<i>T10. Concurrencia</i>	4	Debido a que varios usuarios pueden estar consultando información de los sensores a la vez.
<i>T11. Características especiales de seguridad</i>	3	Garantizar un mínimo de seguridad en cuanto a los datos personales de los usuarios como almacenar las contraseñas de forma cifrada.

<i>T12. Acceso directo a terceras partes</i>	3	Utiliza servicios de autenticación de Firebase, además de garantizar el acceso de la API de Firebase para almacenar los datos.
<i>T13. Se requiere entrenamiento especial del usuario</i>	0	Al ser una página web que puede ser similar a muchas otras no es necesario ningún entrenamiento.

Tabla 3. Factores de complejidad técnica

5.2.3. CÁLCULO DE LOS EFC

Para el cálculo de los factores de complejidad del entorno (EFC) se utiliza la siguiente fórmula:

$$EFC = C1 + C2 + \sum_{n=1}^8 (W_n * F_n)$$

Donde a cada factor se le asigna un peso (W) acorde a su impacto y una complejidad percibida (F) correspondiente a la percepción de complejidad que tiene el equipo de desarrollo. La complejidad varía del 0 a 5 donde un valor menos implica un impacto negativo.

Factores de complejidad del entorno (EFC)

Factor	Complejidad	Motivo
<i>E1. Familiaridad con UML</i>	2	Los conocimientos que tengo sobre UML son los adquiridos en las asignaturas de Ingeniería del Software e incluso he tenido que repasar cosas.
<i>E2. Trabajadores a tiempo parcial</i>	4	Se ha compaginado el trabajo de fin de grado con la asignatura de Distribuidos y dos optativas.
<i>E3. Capacidad de análisis</i>	2	Por razones similares a E1, se obtienen conocimientos teóricos pero la experiencia con ellos es pequeña.
<i>E4. Experiencia con la aplicación</i>	2	No había desarrollado nunca una aplicación web y no tenía conocimientos sobre Firebase o Vue.
<i>E5. Experiencia en orientación a objetos</i>	2	Nociones básicas sobre programación orientada a objetos han sido adquiridas en la asignaturas del grado.

E6. Motivación	5	Me ha motivado bastante hacer una aplicación web ya que nunca lo había hecho y quería aprender.
T7. Dificultad de lenguaje de programación	2	JavaScript y HTML no son lenguajes complejos y no ha sido difícil entenderlo.
T8. Estabilidad de los requisitos	4	Los requisitos no van a presentar grandes cambios.

Tabla 4. Factores de complejidad del entorno

5.2.4.RESULTADOS

El resultados obtenido utilizando el software EZEstimate y los datos calculados anteriormente han sido los siguientes:

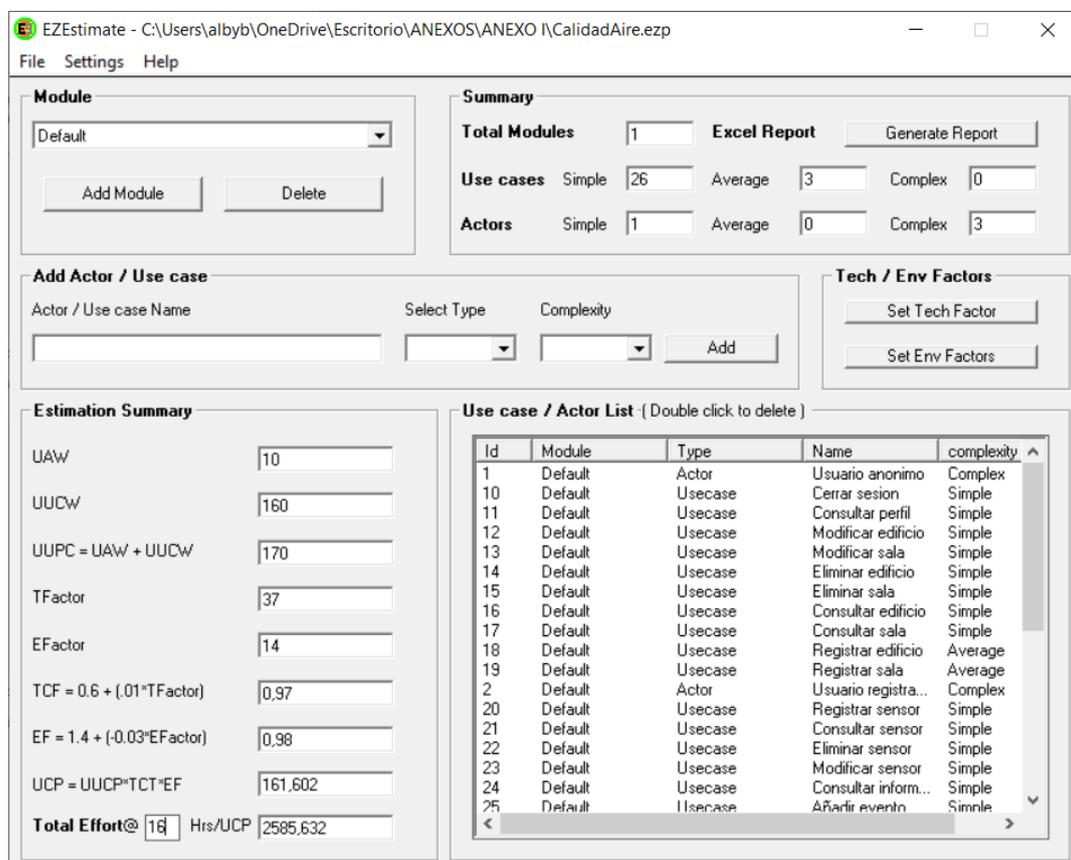


Ilustración 16. Resultados EZEstimate

Se han disminuido las horas por punto de caso de uso de 20 a 15, (puesto que Las horas del personal pueden variar normalmente de 16 a 35 horas por punto de caso de uso) debido a que en su mayoría las tareas son simples a excepción de 3 casos de uso que cuya complejidad es media y no existe ninguno complejo. Además, la realización de las mismas es muy similar entre ellas, por lo que realizarlas llevaría menor tiempo.

Según el cálculo serían necesarias **2585,632** horas de persona para desarrollar el proyecto por una única persona.

5.3. PLANIFICACIÓN TEMPORAL

A continuación, se detalla la división en tareas del proyecto, así como sus dependencias y la estimación de los tiempos de inicio y fin de estas. Para la planificación de este proyecto se ha tomado como referencia el Proceso Unificado, ya que es un proceso iterativo e incremental que se caracteriza por una gran flexibilidad, por lo que tiene un enfoque más realista al reconocer que los requisitos no pueden definirse completamente al principio.

Esta información se encuentra más detallada en el *ANEXO I: Plan proyecto software*.

La fecha de inicio del proyecto es el día 13 de enero de 2021 y la de finalización es el día 10 de agosto de ese mismo año.

A continuación se muestra el diagrama de Gantt, en rojo está indicado el camino crítico del proyecto formado por tareas críticas que de retrasarse su realización supondrían un retraso en la fecha de finalización del proyecto.

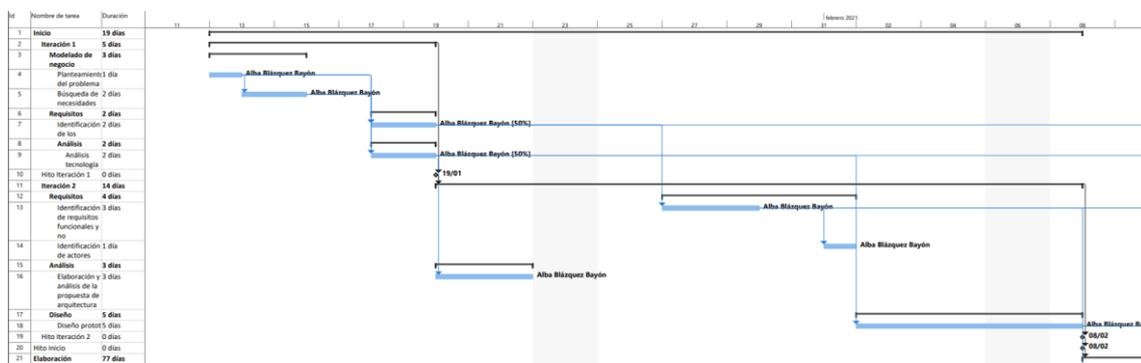


Ilustración 17. Diagrama de Gantt fase Inicio

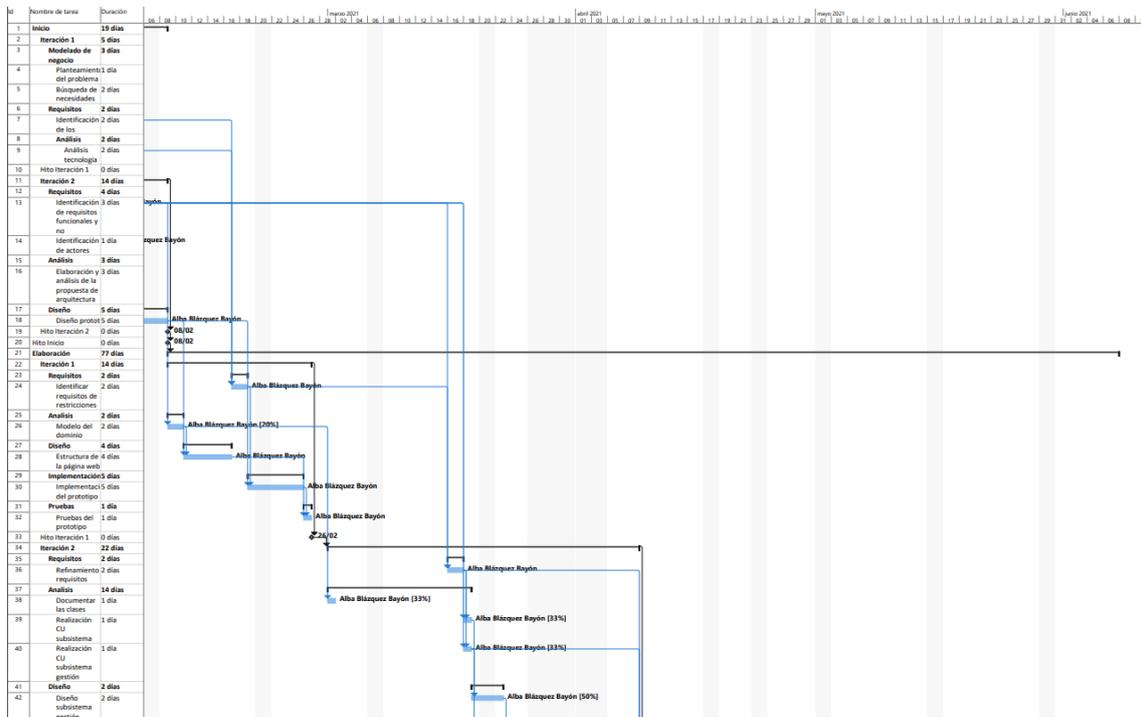


Ilustración 18. Diagrama de Gantt fase Elaboración

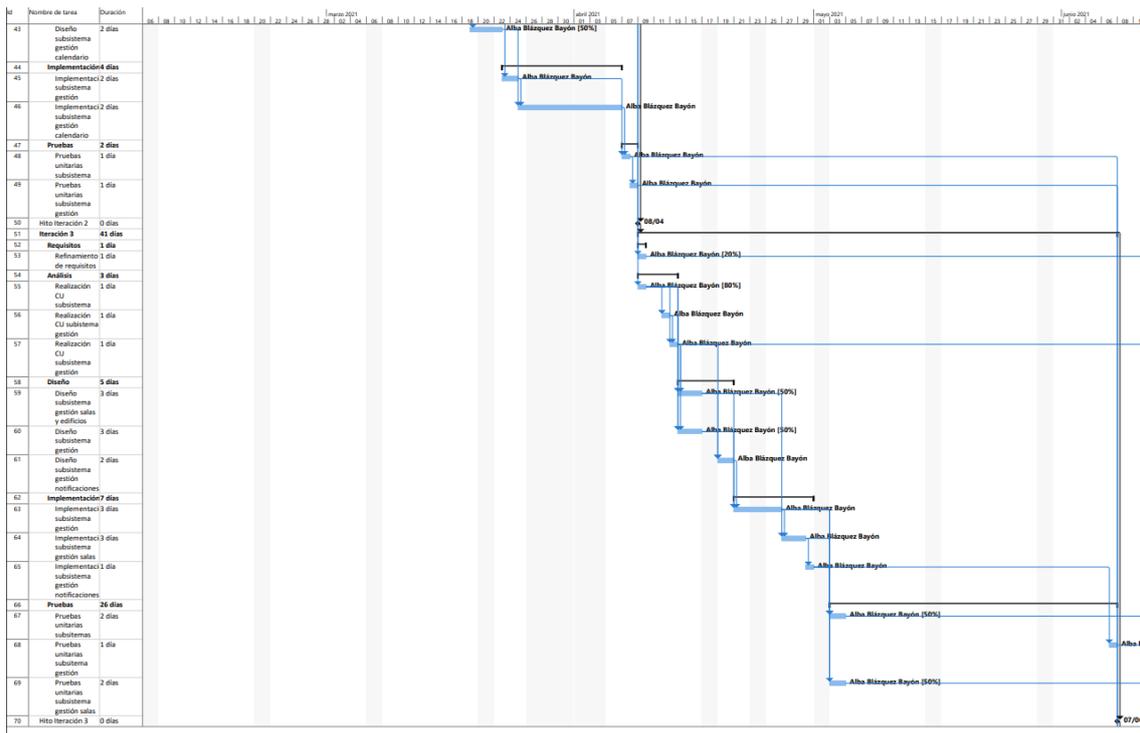


Ilustración 19. Diagrama de Gantt fase Elaboración

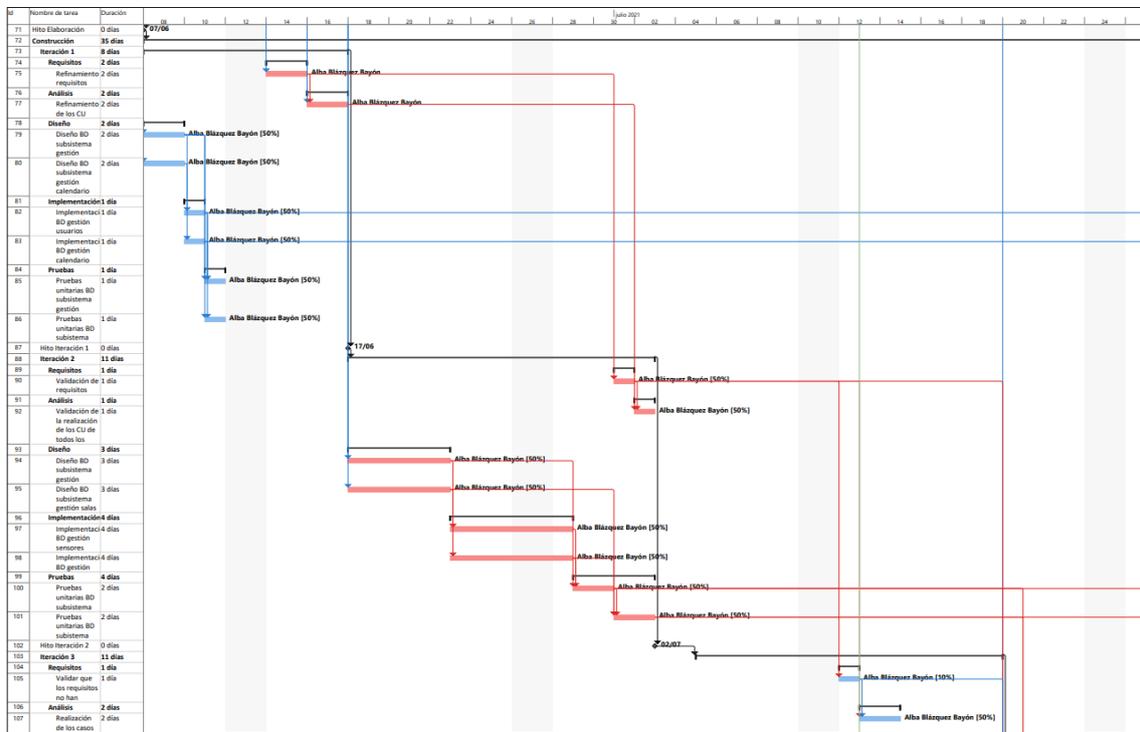


Ilustración 20. Diagrama de Gantt fase Construcción

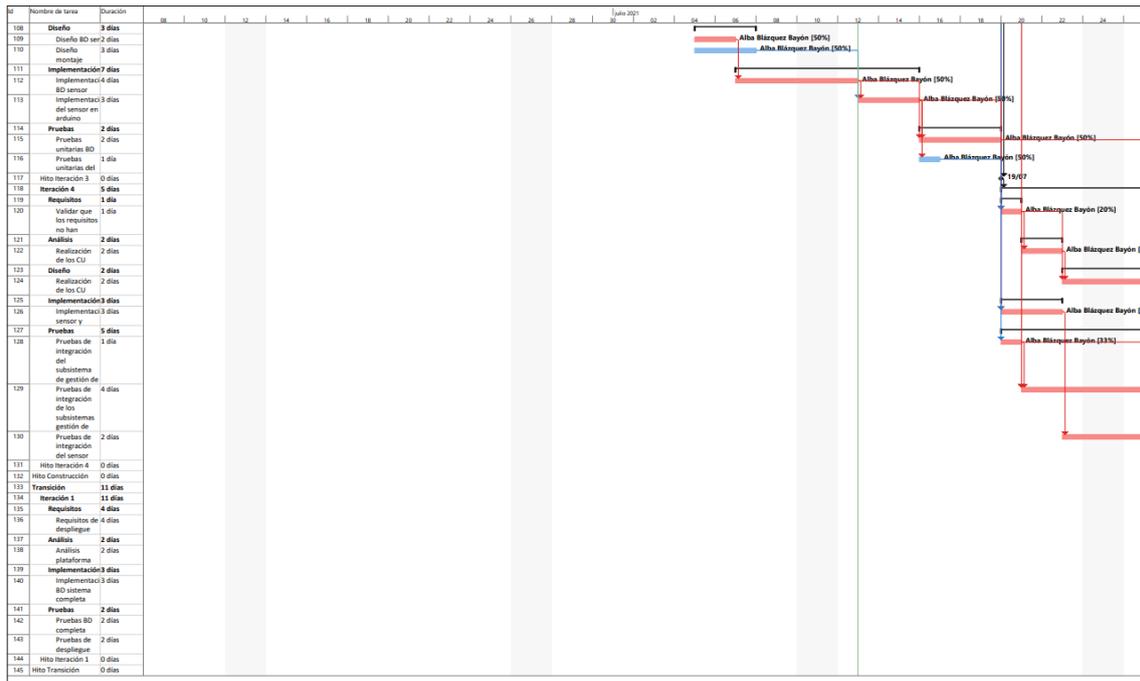


Ilustración 21. Diagrama de Gantt fase Construcción

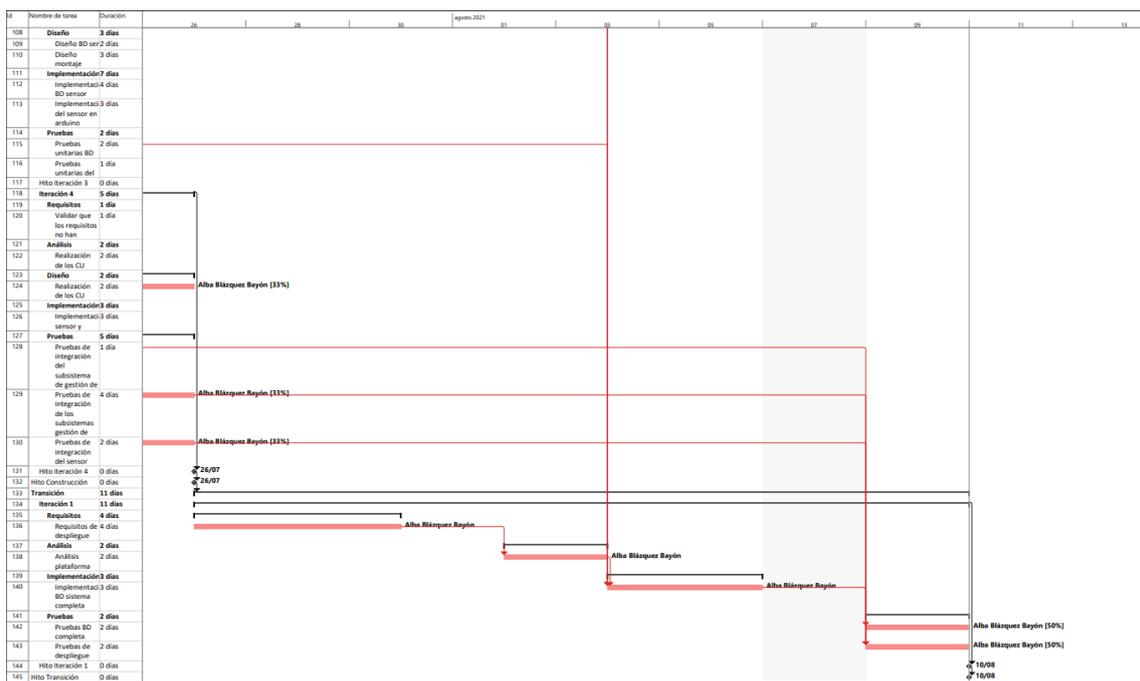


Ilustración 22. Diagrama de Gantt fase Transición

5.4. ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS

Se va a mostrar la especificación de requisitos del software, siendo una descripción completa del comportamiento del sistema que se va a desarrollar. Es una parte fundamental en el desarrollo del proyecto, lo que ha permitido ver cuáles son las funcionalidades, necesidades y objetivos reales del sistema, además de priorizar objetivos y requisitos.

Se describirán los requisitos y objetivos que el proyecto deberá alcanzar, y los actores involucrados en el proyecto. También se incluirán el diagrama de paquetes del sistema y los diagramas de casos de uso de los distintos subsistemas. Todos ellos están recogidos utilizando la técnica de especificación de Durán y Bernárdez.

Se puede consultar este apartado en más detalle en el *ANEXO II: Especificación de requisitos del Software*.

5.4.1. ACTORES

Los actores del sistema representan entidades externas que interaccionan con el sistema. Sirven para definir los límites del sistema y para buscar todas las perspectivas desde las que los desarrolladores tienen que considerar el sistema.

En este sistema se han identificado 4 actores: usuario registrado, usuario no registrado, administrador y sistema.

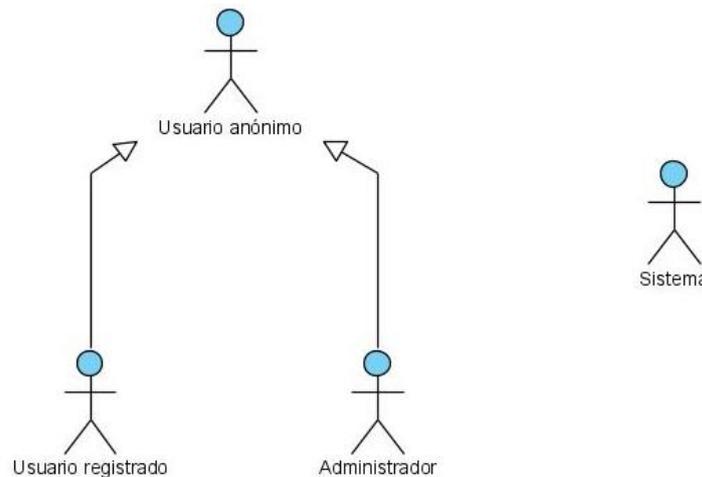


Ilustración 23. Diagrama de actores

Para su especificación se utilizan tablas siguiendo la siguiente plantilla:

ACT- 0001	Usuario anónimo
Versión	1.0 (11/07/2021)
Autores	Alba Blázquez Bayón
Descripción	Este actor representa a usuarios que no han iniciado sesión en el sistema
Comentarios	

Tabla 5. Usuario anónimo

5.4.2. OBJETIVOS DEL SISTEMA

Se muestran los objetivos del sistema, estos pueden considerarse como requisitos de alto nivel de forma que los requisitos propiamente dichos serían la forma de alcanzar los objetivos del propio sistema.

Los objetivos que el sistema debe satisfacer son los siguientes:

- Gestión de usuarios
- Gestión de calendario.
- Gestión de salas y edificios.
- Gestión de sensores.
- Gestión de alertas.

Para su especificación se utilizan tablas siguiendo la siguiente plantilla:

OBJ - 0001 Gestión de usuarios	
<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Descripción</i>	El sistema deberá registrar y almacenar la información de los usuarios registrados además permitirá modificar y visualizar su propio perfil. También proporcionará un sistema de identificación para acceder al sistema y salir de él y poder contactar con el administrador en caso de ocurrir cualquier problema.
<i>Subobjetivos</i>	Ninguno
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Urgencia</i>	Inmediata
<i>Estado</i>	Verificado
<i>Estabilidad</i>	Alta
<i>Comentarios</i>	

Tabla 6. Objetivos gestión de usuarios

5.4.3. REQUISITOS DE INFORMACIÓN

Es muy importante identificar los requisitos de información del sistema, puesto que describen la información que debe almacenar y gestionar el sistema para dar soporte.

A continuación se detallarán los requisitos de información sistema:

- Información de usuarios registrados.
- Información de administradores.
- Información de eventos.

- Información de salas.
- Información de edificios.
- Información de sensores.

Para su especificación se utilizan tablas siguiendo la siguiente plantilla:

IRQ - 0001 Usuario registrado	
<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Objetivos asociados</i>	[OBJ - 0001] Gestión de usuarios [OBJ - 0002] Gestión de calendario [OBJ - 0003] Gestión de salas y edificios [OBJ - 0004] Gestión de sensores [OBJ - 0005] Gestión de alertas
<i>Requisitos asociados</i>	[UC-001] Registrarse [UC-002] Iniciar sesión [UC-003] Contactar administrador [UC-004] Modificar perfil [UC-005] Modificar contraseña [UC-007] Cerrar sesión [UC-008] Consultar perfil
<i>Descripción</i>	El sistema deberá almacenar información correspondiente al actor usuario registrado. En concreto:
<i>Datos específicos</i>	- Nombre - Apellidos - Email - Contraseña - Teléfono - Dirección
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Comentarios</i>	

Tabla 7. Requisito de información de usuario registrado

5.4.4. REQUISITOS NO FUNCIONALES

Los requisitos no funcionales son aquellos requisitos que no relacionados directamente con la funcionalidad del sistema. Son los siguientes:

- Protección de datos.
- Concurrencia.
- Interfaz.
- Multiplataforma.
- Mensajes de error.

Para su especificación se utilizan tablas siguiendo la siguiente plantilla:

NFR-0001 Protección de datos	
<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Dependencias</i>	
<i>Descripción</i>	El sistema deberá aplicar la Ley Orgánica 13/1999 vigente sobre la Ley de Protección de Datos del cliente.
<i>Importancia</i>	Vital.
<i>Urgencia</i>	Inmediata.
<i>Estado</i>	Verificado.
<i>Estabilidad</i>	Alta.
<i>Comentarios</i>	

Tabla 8. Requisito no funcional de protección de datos

5.4.5. REQUISITOS FUNCIONALES:

Los requisitos funcionales, son aquellos que definen una parte de funcionalidad del sistema (una forma de expresarlo son los casos de uso). Los requisitos funcionales se han recogido en forma de casos de uso en los diagramas de casos de uso en el ANEXO II: *Especificación de requisitos del software*.

En la *Ilustración 24. Diagrama de caso de uso de gestión de usuarios* se muestra el diagrama de caso de uso de la gestión de usuarios:

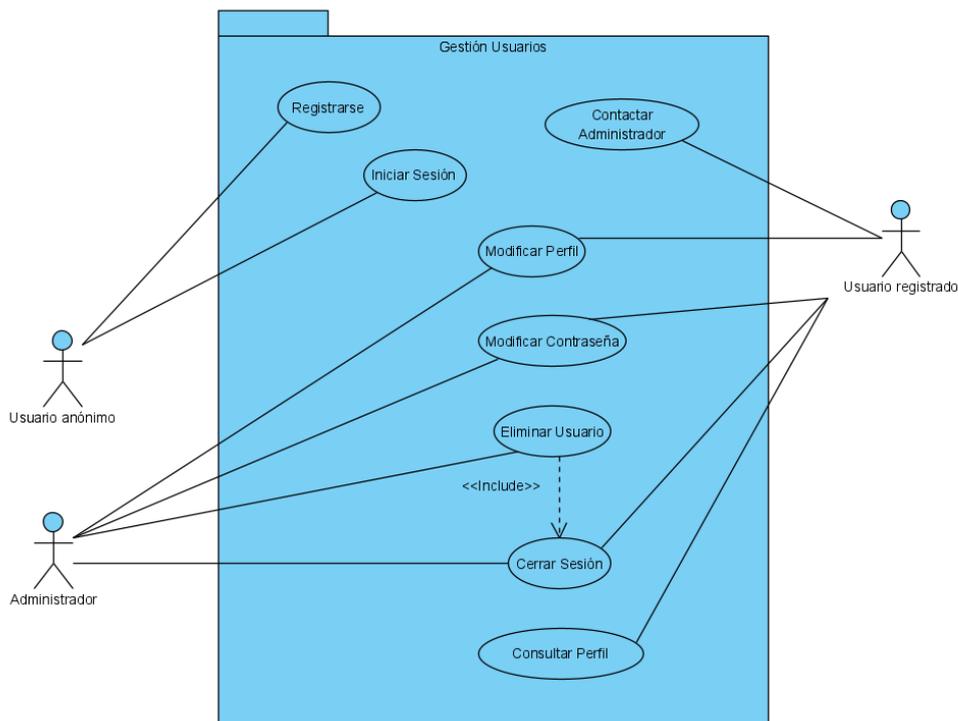


Ilustración 24. Diagrama de caso de uso de gestión de usuarios

Para su especificación se utilizan tablas siguiendo la siguiente plantilla:

UC - 001 Registrarse															
<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)														
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón														
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0001] Gestión de usuarios														
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>una persona entre a la página y quiera crear una cuenta.</i> <i>La persona introducirá sus datos y se comprobará que son válidos. A continuación, se mandará al correo un enlace verificación y se activará su cuenta y podrá usarla.</i>														
<i>Precondición</i>	El usuario no tiene sesión iniciada.														
<i>Secuencia normal</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El actor Usuario anónimo (ACT-0001) inicia el caso de uso.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El sistema presenta el formulario.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El actor Usuario anónimo (ACT-0001) introduce sus datos.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>El sistema válida los datos, crea la cuenta y envía un correo de verificación al usuario.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>El sistema activa la cuenta de usuario.</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>El sistema finaliza el caso de uso.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El actor Usuario anónimo (ACT-0001) inicia el caso de uso.	2	El sistema presenta el formulario.	3	El actor Usuario anónimo (ACT-0001) introduce sus datos.	4	El sistema válida los datos, crea la cuenta y envía un correo de verificación al usuario.	5	El sistema activa la cuenta de usuario.	6	El sistema finaliza el caso de uso.
	Paso	Acción													
	1	El actor Usuario anónimo (ACT-0001) inicia el caso de uso.													
	2	El sistema presenta el formulario.													
	3	El actor Usuario anónimo (ACT-0001) introduce sus datos.													
	4	El sistema válida los datos, crea la cuenta y envía un correo de verificación al usuario.													
	5	El sistema activa la cuenta de usuario.													
6	El sistema finaliza el caso de uso.														
<i>Postcondición</i>	Usuario registrado en el sistema.														
<i>Excepciones</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>Si la información introducida por el usuario no es válida el sistema muestra un mensaje de error y acaba el caso de uso.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	4	Si la información introducida por el usuario no es válida el sistema muestra un mensaje de error y acaba el caso de uso.										
	Paso	Acción													
4	Si la información introducida por el usuario no es válida el sistema muestra un mensaje de error y acaba el caso de uso.														
<i>Importancia</i>	Vital														
<i>Urgencia</i>	Inmediata														
<i>Estado</i>	Verificado														
<i>Estabilidad</i>	Alta														
<i>Comentarios</i>															

Tabla 9. [UC - 001] Registrarse

5.5. ANÁLISIS DEL SISTEMA

En esta fase, se ha partido del ANEXO II: Especificación de requisitos del software para realizar en este anexo el análisis de los mismos requisitos.

Esta información puede encontrarse más detalla en el ANEXO III: Análisis de requisitos.

5.5.1. MODELO DEL DOMINIO

En la Ilustración 25. Diagrama de clases, se muestra el modelo del dominio, es una representación de las clases conceptuales del mundo real, no de componentes software. Se ha utilizado un diagrama de clases para representar el modelo del dominio.

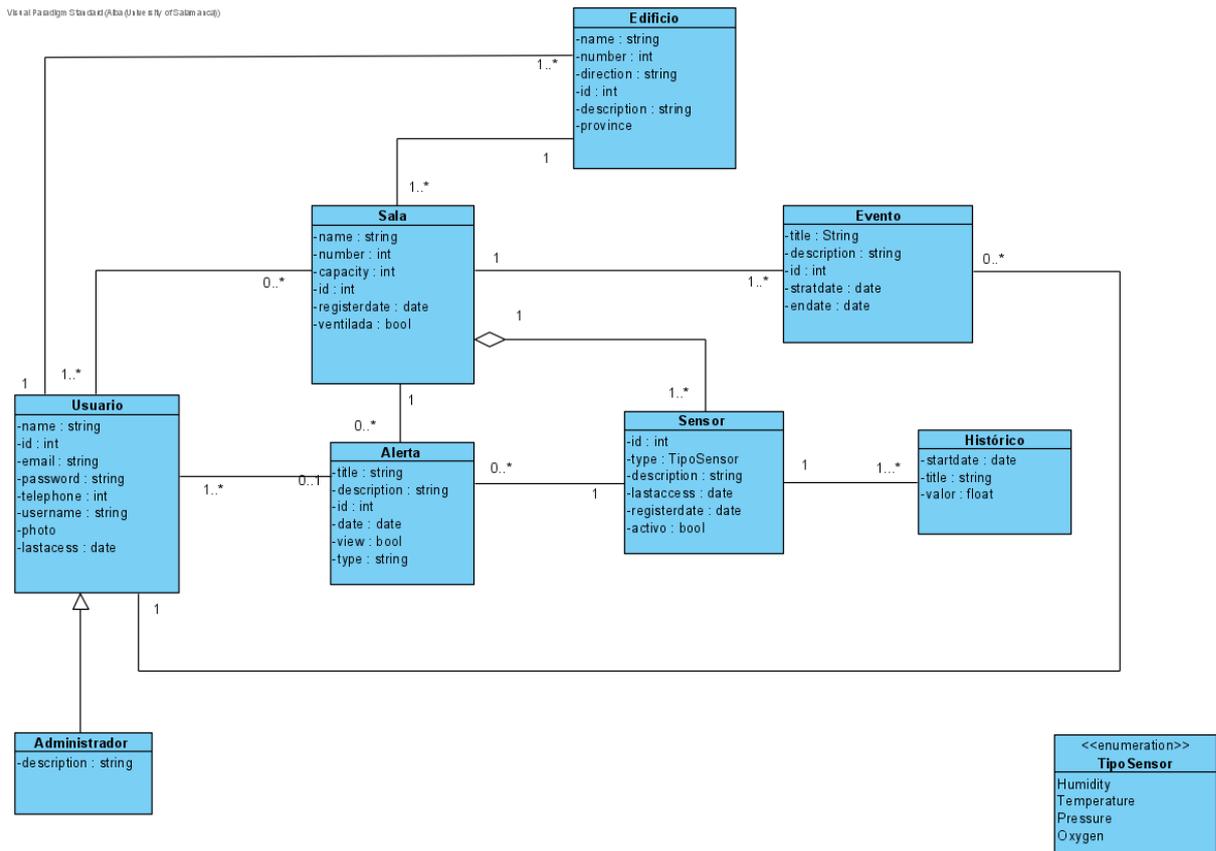


Ilustración 25. Diagrama de clases

5.5.2. PAQUETES DE ANÁLISIS

A continuación, se representan los paquetes de análisis, los cuales se han creado basándose en los requisitos funcionales en el dominio del problema donde cada paquete representa un módulo o subsistema.

Son los siguientes:

- **Gestión usuarios:** recoge toda la funcionalidad del sistema relacionada con la gestión de cuentas o perfiles los usuarios así como modificar el perfil, cambiar contraseña, consultar perfil.
- **Gestión edificios y salas:** recoge la funcionalidad referida a la gestión de edificios y salas del sistema: registrar edificios, registrar salas, modificar edificios, modificar salas, eliminar edificios, eliminar salas.

- **Gestión sensores:** contiene las actividades respectivas a la gestión de los sensores del sistema: registro , modificación y eliminación.
- **Gestión calendario:** acumula la funcionalidad referente a la gestión de los eventos del mismo como añadir eventos, modificar evento, eliminar eventos.
- **Gestión alertas:** incluye el sistema de alertas debido a un incremento de CO2 en la sala.

En la siguiente imagen se muestra el diagrama de paquetes de análisis:

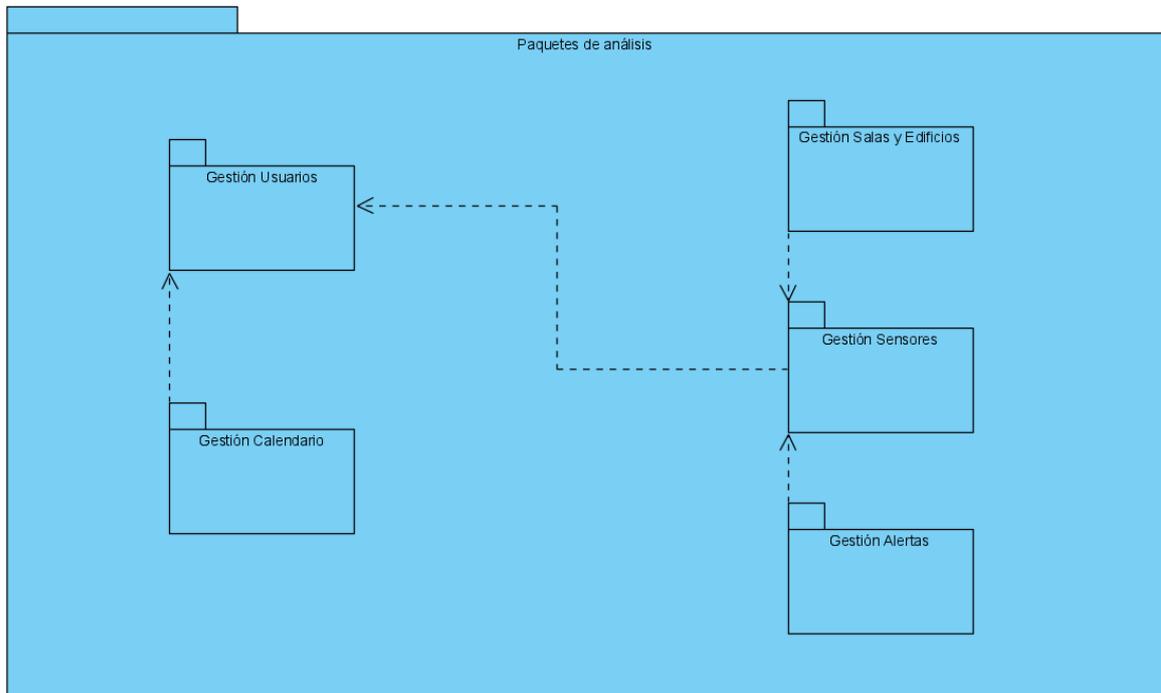


Ilustración 26. Diagrama de paquetes de análisis

5.5.3. PROPUESTA DE LA ARQUITECTURA

Este apartado contiene una propuesta de la arquitectura del modelo de análisis, que muestra sus artefactos significativos para la arquitectura. Es un primer diseño del sistema que se detallará en profundidad en la fase de diseño.

En la *Ilustración 27. Propuesta de arquitectura* se muestra la propuesta de arquitectura dividida en los diversos paquetes que representan el sistema, mostrando sus relaciones y componentes.

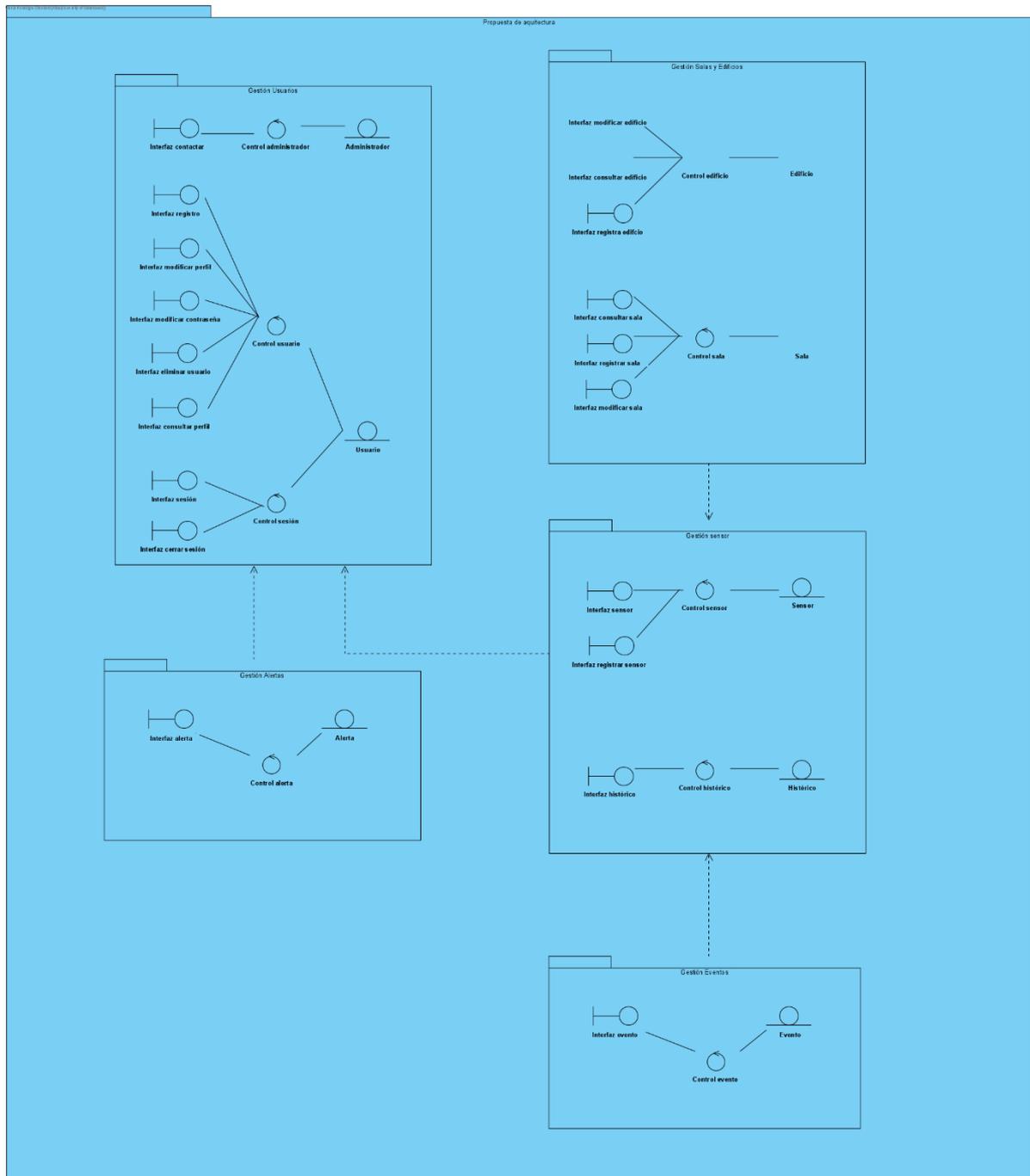


Ilustración 27. Propuesta de arquitectura

5.5.4. REALIZACIÓN DE CASOS DE USO

La realización de casos de uso se ha llevado a cabo mediante la realización de diagramas de secuencia. El diagrama de secuencia es un tipo de diagrama usado para modelar interacción entre objetos en un sistema.

A continuación, se muestra uno a modo de ejemplo, en el cual se puede observar al actor usuario anónimo, la interfaz de registro, el controlador de usuario y la entidad usuario además de los mensajes intercambiados entre ellos.

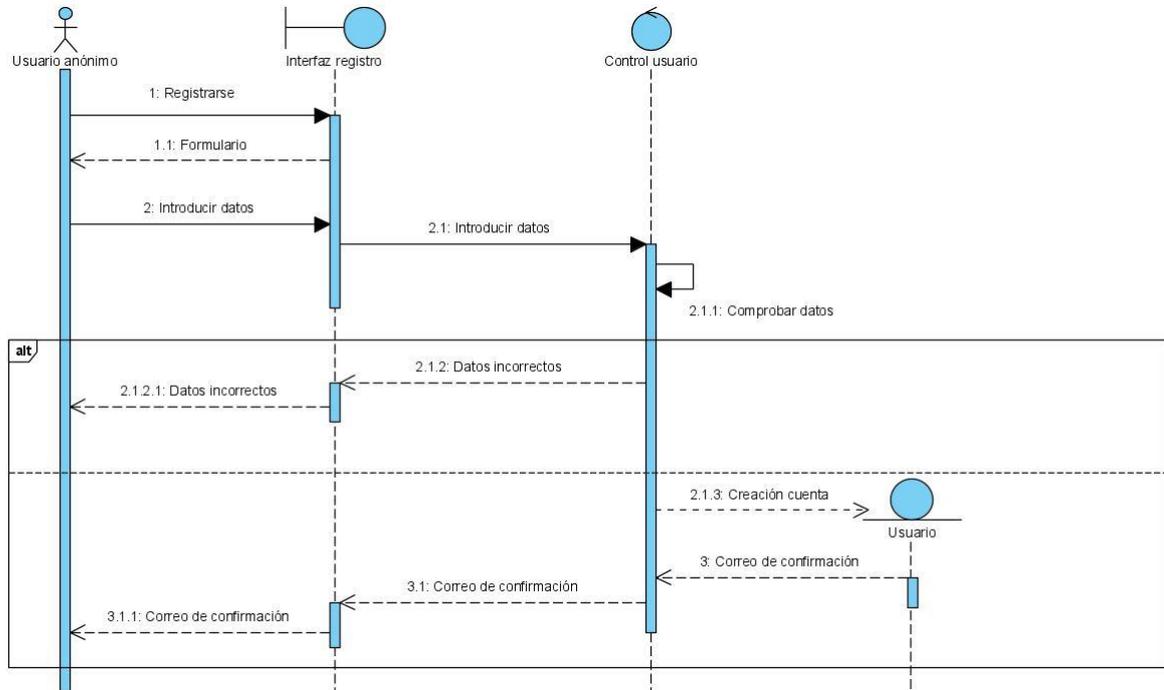


Ilustración 28. Diagrama de secuencia [UC-001] Registrarse

5.6. DISEÑO DEL SISTEMA

En la fase de diseño del sistema se obtendrá una forma de resolver el problema planteado y una posible implementación para este.

Esta búsqueda de soluciones se ajusta a los requisitos de los anteriores anexos de especificación de requisitos y análisis de requisitos.

5.6.1. PATRONES ARQUITECTÓNICOS

Se ha utilizado el patrón arquitectónico Modelo-Vista-VistaModelo (MVVM), ya que ayuda a separar la lógica de la interfaz de usuario, facilitando las pruebas y mantenimiento.

MVVM propone la construcción de tres componentes distintos que son el modelo, la vista y la vistamodelo:

- **Modelo:** representa la capa de datos y/o la lógica, también denominado como el objeto del dominio.
- **Vista:** presenta la información al usuario.
- **VistaModelo:** es un actor intermediario entre el modelo y la vista, contiene toda la lógica de presentación y se comporta como una abstracción de la interfaz.

Esta información puede encontrarse más detallada en el *ANEXO IV: Diseño del sistema*.

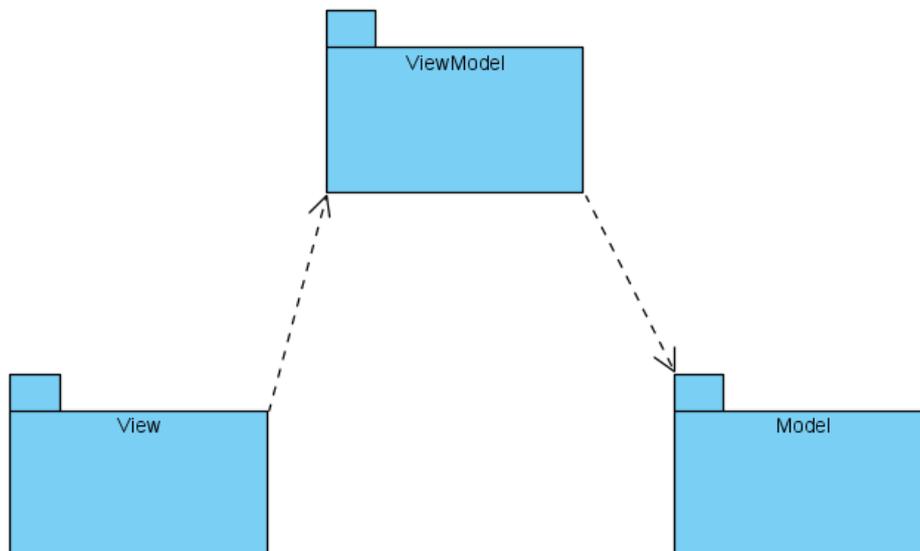


Ilustración 29. Modelo Vista VistaModelo (MVVM)

5.6.2 SUBSISTEMAS DE DISEÑO

En este apartado se muestran los subsistemas de diseño y las relaciones entre ellos.

A continuación se muestra el diagrama de paquetes del sistema desarrollado a partir de la propuesta de arquitectura del ANEXO III: *Análisis de requisitos*.

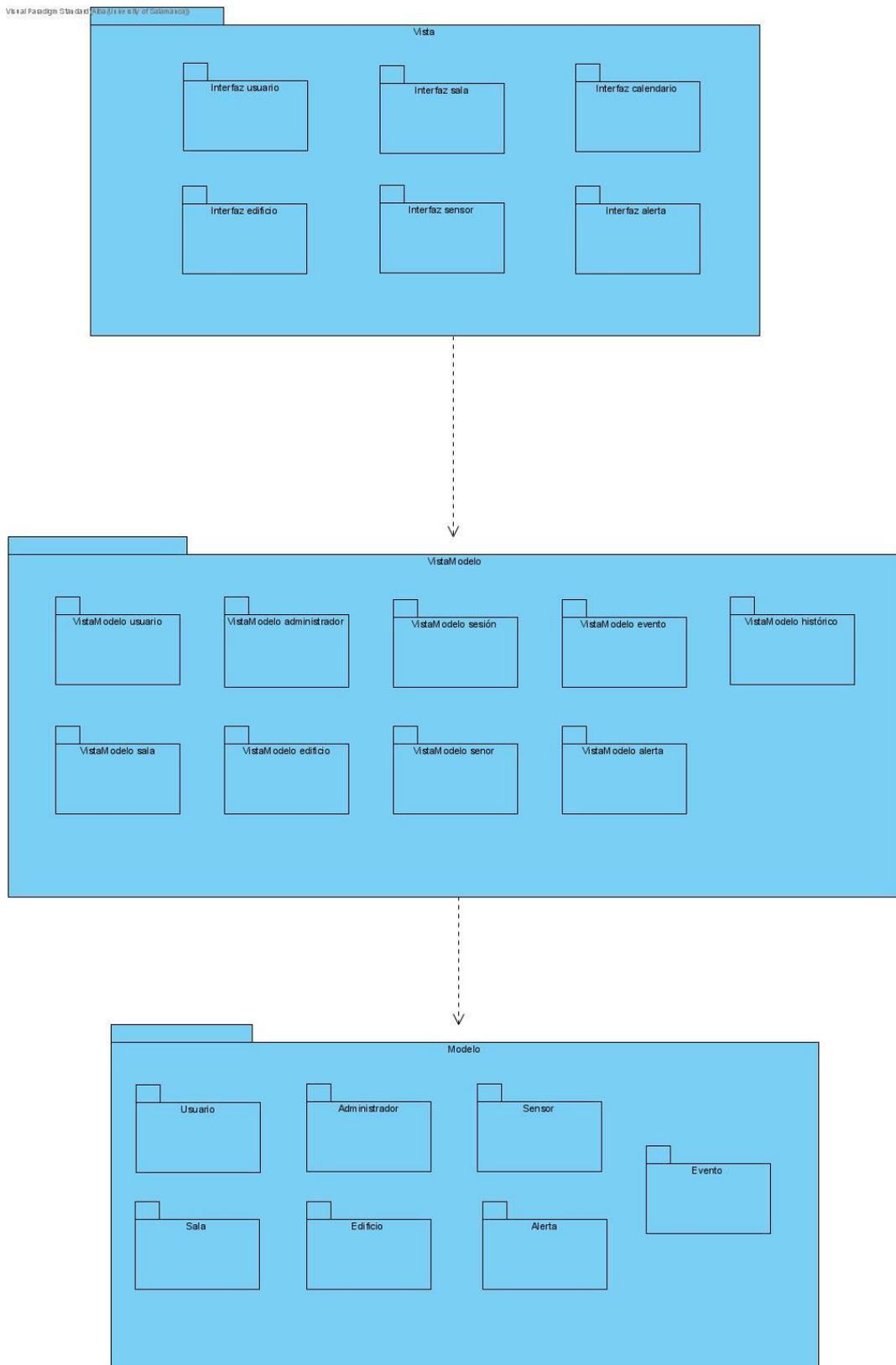


Ilustración 30. Diagrama de paquetes del sistema

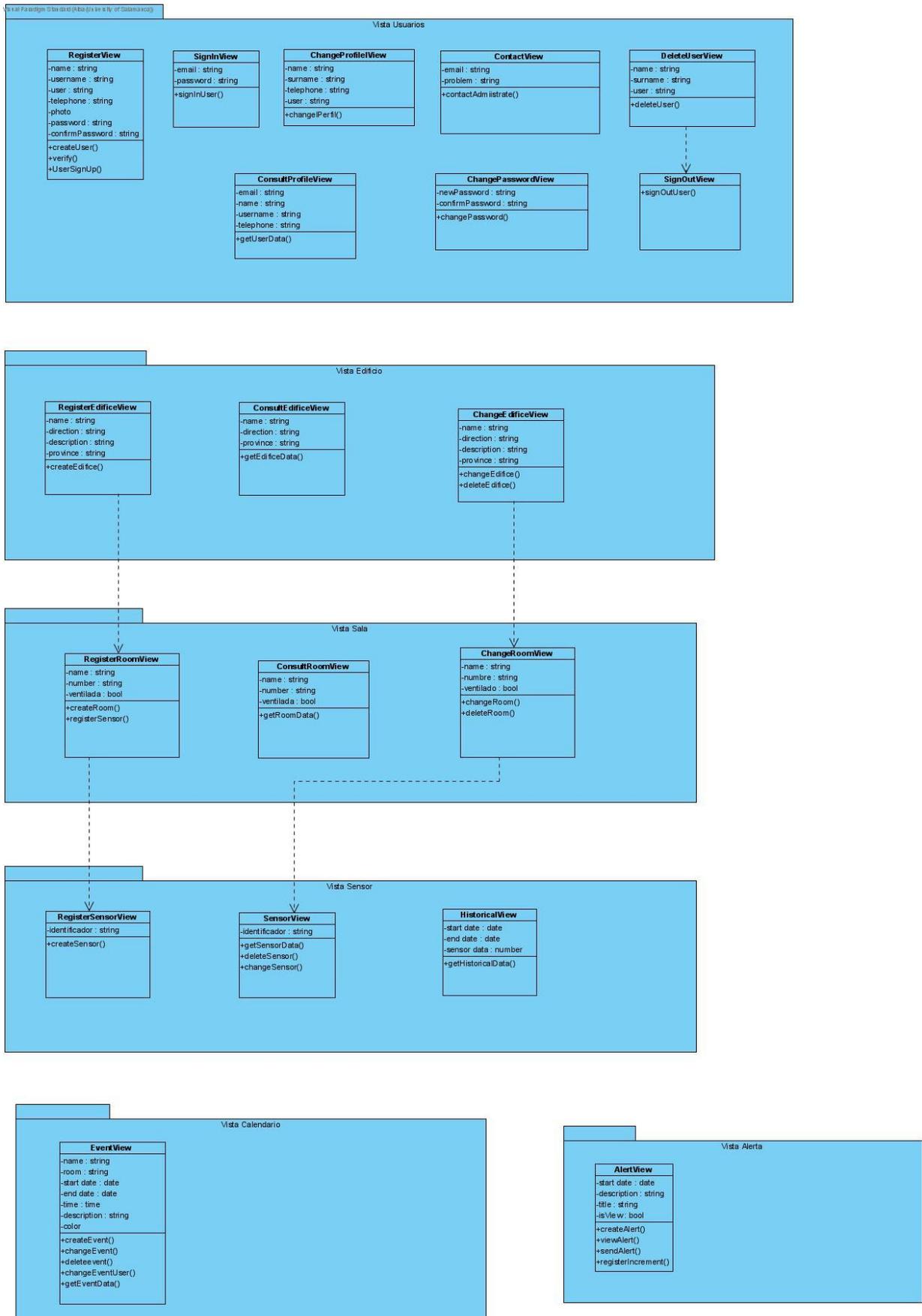


Ilustración 31. Diagrama de paquetes vista

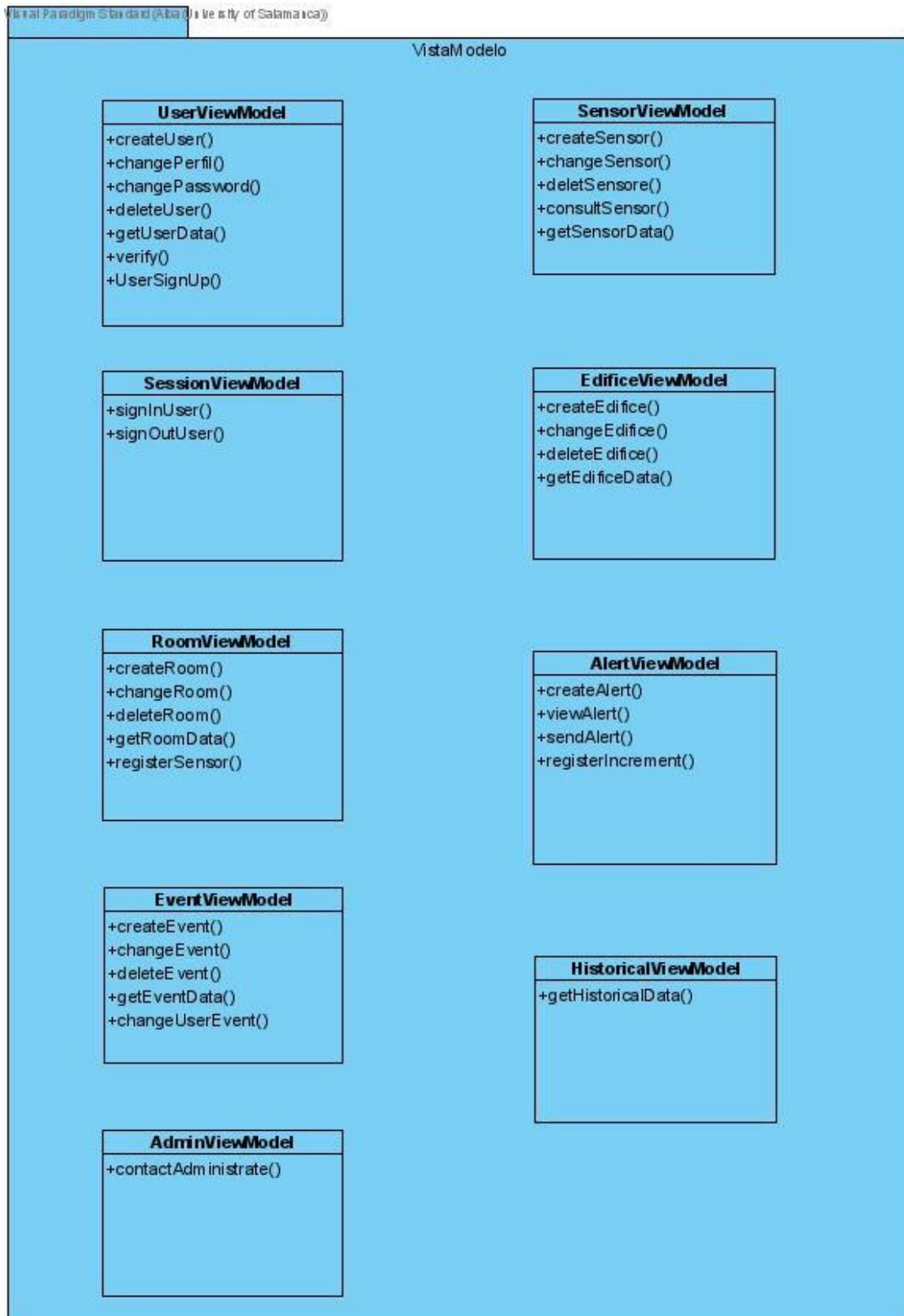


Ilustración 32. Diagrama de paquetes vistamodelo

5.6.3. CLASES DE DISEÑO

Se muestran las clases de diseño, desarrolladas a partir del modelo de dominio definido en el ANEXO III: Análisis de requisitos, para representar los atributos y operaciones que tendrán las clases.

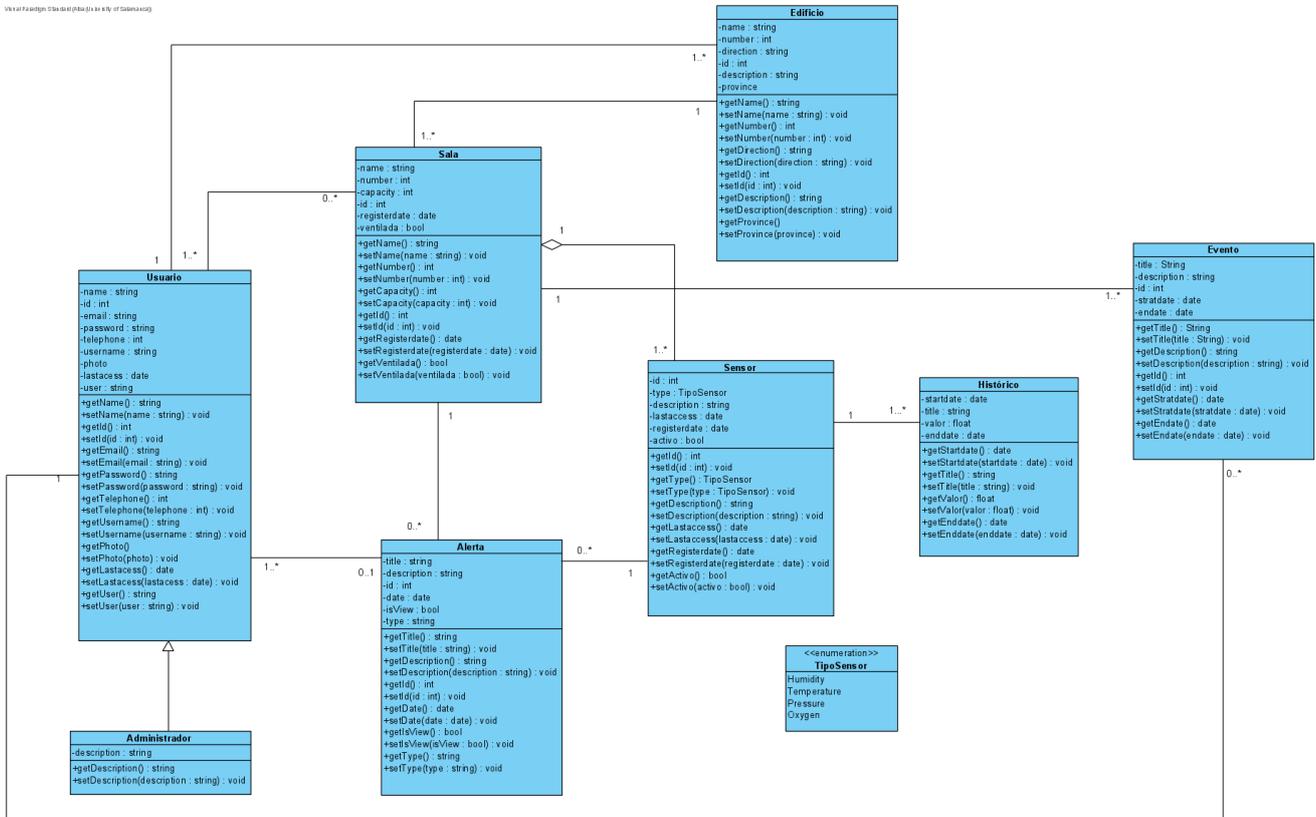


Ilustración 33. Diagrama de clases de diseño

5.6.4. REALIZACIÓN DE CASOS DE USO

La realización de casos de uso se ha realizado mediante diagramas de secuencia, mostrando la interacción entre objetos.

Parten de las realizaciones de casos de uso de análisis, pero acercándose más al dominio de la solución mostrando la interacción entre las clases de diseño que constituirán la base de la aplicación.

A continuación, se muestra uno de ellos como ejemplo.

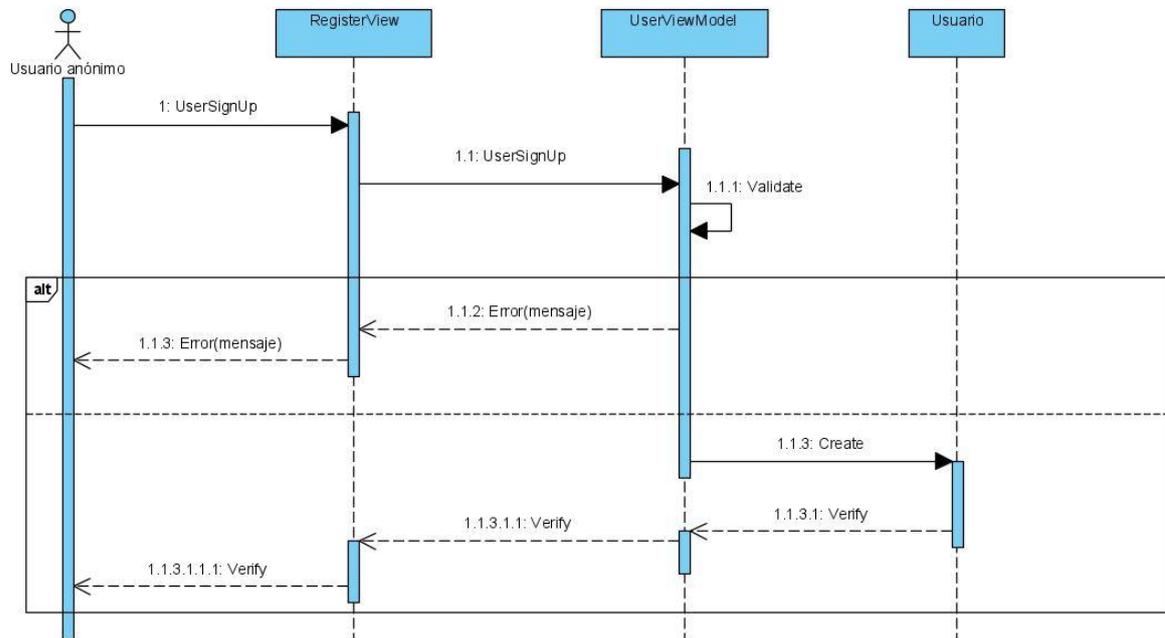


Ilustración 34. Diagrama de secuencia [UC-001] Registrarse

5.6.5. MODELO DE DESPLIEGUE

A continuación, se muestra el modelo de despliegue, representa el despliegue de artefactos de tiempo de ejecución sobre nodos⁵. Es decir, describen la topología física del sistema: la estructura de las unidades hardware y el software que se ejecuta en cada unidad.

El nodo *equipo del usuario* representa el dispositivo por el cual el usuario se comunicará con el sistema, ya sea un móvil, una tablet, un ordenador, etc. Este posee un navegador web y conexión a la red. Los enlaces⁶ indican que el usuario sólo interactúa con el sistema a través de una página web por medio de la red.

La página web se comunica mediante internet con el servidor de la base de datos, Firestore, para poder almacenar datos y poder recuperarlo. Del mismo modo el sensor se comunica con el servidor de la base de datos, en este caso la base de datos en tiempo real, por internet para almacenar los valores recogidos.

En la siguiente imagen se muestra el modelo del despliegue del sistema:

⁵ **Nodo:** recurso computacional sobre el que se pueden desplegar los artefactos para su ejecución.

⁶ **Enlace:** asociación entre nodos que indica que existe algún tipo de comunicación entre ellos.

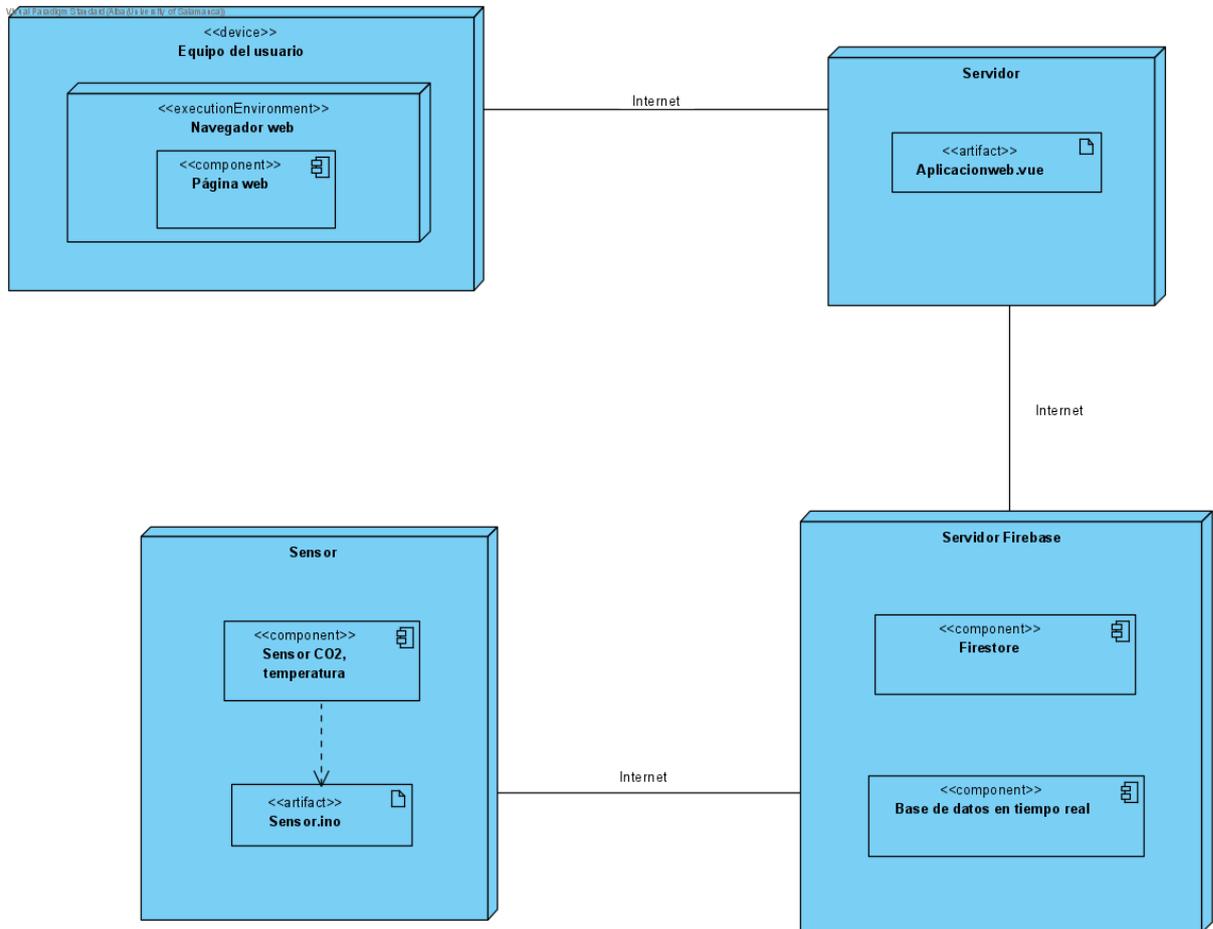


Ilustración 35. Modelo de despliegue

5.7. IMPLEMENTACIÓN

El sistema se ha desarrollado siguiendo los resultados de la fase de diseño descrita en el *ANEXO IV: Diseño del sistema*. Para el desarrollo, se han utilizado las herramientas mencionadas en el apartado Técnicas y herramientas utilizadas.

Para más detalles, consultar el *ANEXO V: Documentación técnica*.

5.7.1. APLICACIÓN WEB

En primer lugar, para la implementación de la misma se realizaron diseños iniciales de cómo se iban a realizar las diferentes interfaces con las que se comunicaría el usuario.

En la *Ilustración 36. Página iniciar sesión* e *Ilustración 37. Página crear cuenta* se muestra un ejemplo de un diseño inicial de la página de crear una cuenta e iniciar sesión:

Ilustración 36. Página iniciar sesión

Ilustración 37. Página crear cuenta

Una vez realizados los diseños de todas las páginas o interfaces se pasó a implementarlos con el framework VUE, obteniendo así unas interfaces iniciales las cuales carecían de funcionalidad, debido a que todavía no tenían una base de datos detrás que almacenase los mismos.

Sin embargo, destacar que para el diseño de las mismas se han elegido colores complementarios, del mismo modo que el color de las gráficas, con el fin de acentuar y destacar elementos.

Consecutivamente, se realizó el enrutado de las diferentes interfaces para establecer la navegación entre las diferentes interfaces que seguirá el usuario.

Una vez realizados todas las interfaces con VUE, se implementó la base de datos gracias a la base de datos gratuita de Firebase, explicada en el apartado de *Conceptos teóricos*.

En primer lugar, se realizó el almacenamiento de los datos de registro en la base, se realizó en Firestore porque se almacenaban los datos en forma de documentos lo cual facilitaba su almacenamiento y su recuperación. Posteriormente se obtenían estos datos para mostrarlos en los perfiles de los diferentes usuarios.

Una vez conseguido esto se realizó el calendario, almacenando los datos de los eventos y mostrándolo en el mismo. Esto ya fue más sencillo ya que se tenía más experiencia con la aplicación y la base de datos al almacenarse y obtenerse los datos de la misma forma para todos.

Lo último en realizarse fue lo relacionado con el envío de correos electrónicos a los diferentes usuarios ya que era necesario obtener de la base los datos de los mismos para poder enviarlo. Para ello se utilizó la biblioteca EMAILJS, explicada en el apartado de *Técnicas y herramientas utilizadas*.

Así mismo, a medida que se avanzaba en el proyecto se fueron refinando algunas de las interfaces en cuanto a estética ya que al tener más experiencia sobre ello se sobrevenían diferentes formas de representarlo.

5.7.2. SENSOR FÍSICO

En cuanto al sensor físico en primer lugar se implementaron los sensores CCS811 y DHT11 por separado. Se muestra en las siguientes imágenes su conexión con el microcontrolador ESP8266:

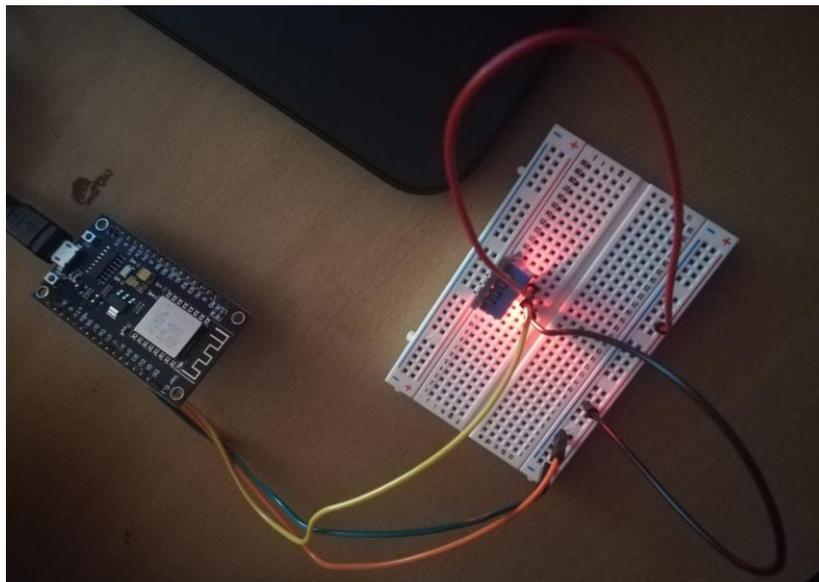


Ilustración 38. Implementación sensor DHT11

En este momento, se implementó un código de Arduino que recogía los valores de humedad y temperatura (en grados Centígrados y en grados Fahrenheit) de la habitación en la que se encontraba.

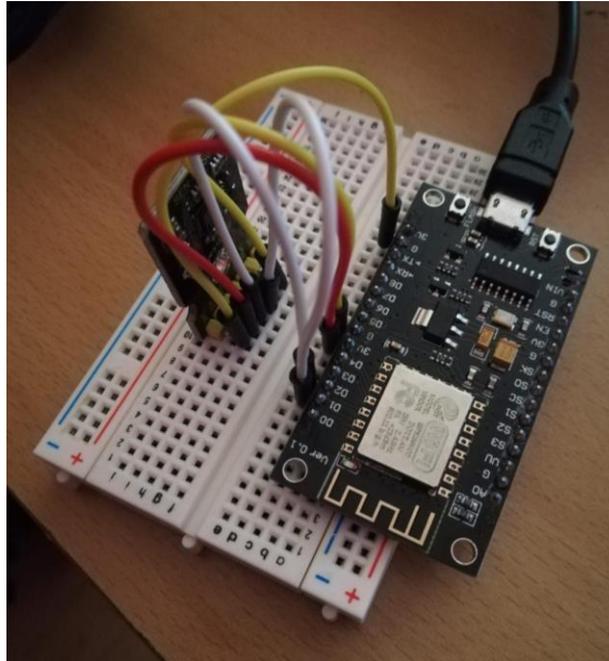


Ilustración 39. Implementación sensor CCS811

En este momento, se implementó un código de Arduino que recogía los valores de CO₂, medidos en ppm y TVOC, medidos en ppb, de la habitación en la que se encontraba.

Después se realizó la implementación de ambos sensores juntos como se puede observar en la siguiente imagen:

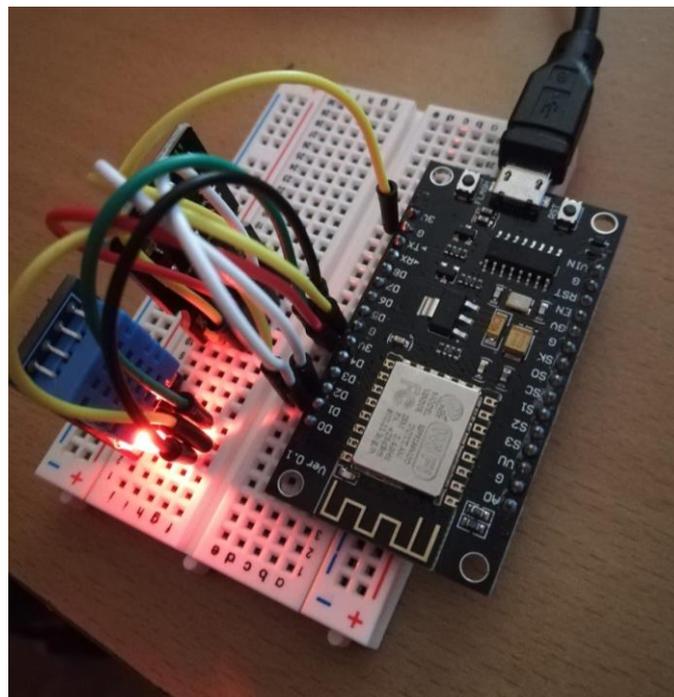


Ilustración 40. Implementación CCS811 y DHT11

En la cual se obtuvo un código que reunía la funcionalidad de los dos códigos anteriores y realizaba ambas funcionalidades a la vez.

Una vez comprobado que ambos juntos funcionaban correctamente y que recogían todos los valores deseados se empleó el ESP8266 como servidor HTTP desarrollando una página web que mostraba los valores de los sensores para comprobar que se conectaba correctamente al Wifi.

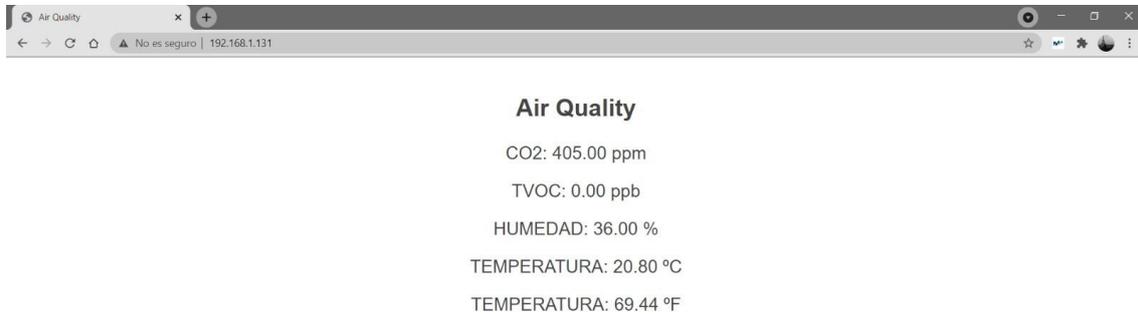


Ilustración 41. Página web local

Una vez comprobado que todo funcionaba, se implementó la funcionalidad en la cual el microcontrolador ESP8266 se conectaba a Firebase, en este caso a la base de datos en tiempo real, para almacenar los datos recogidos de forma correcta.

Finalmente, se añadieron los LEDs para indicar de forma visual la calidad de aire, los cuales necesitan resistencias de 300 Ω , conectados a la parte negativa de la placa, además de comprobar que los valores eran recogidos. Posteriormente, eran almacenados en Firebase de forma correcta y los LEDs se iluminaban en el momento determinado:

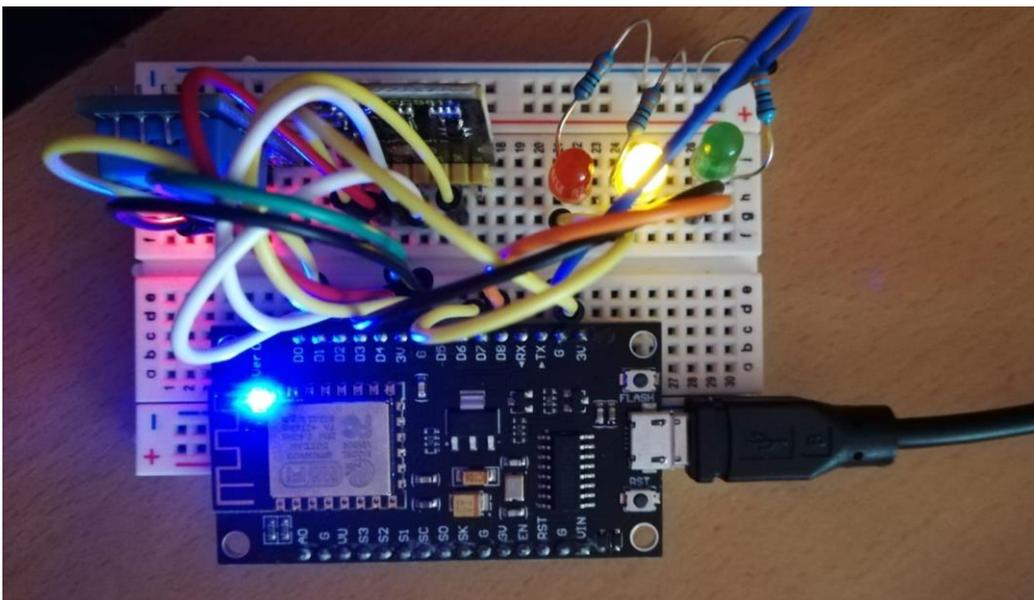


Ilustración 42. Implementación final

En la *Ilustración 43. Circuito Fritzing* se muestra el circuito final utilizando la herramienta Fritzing.

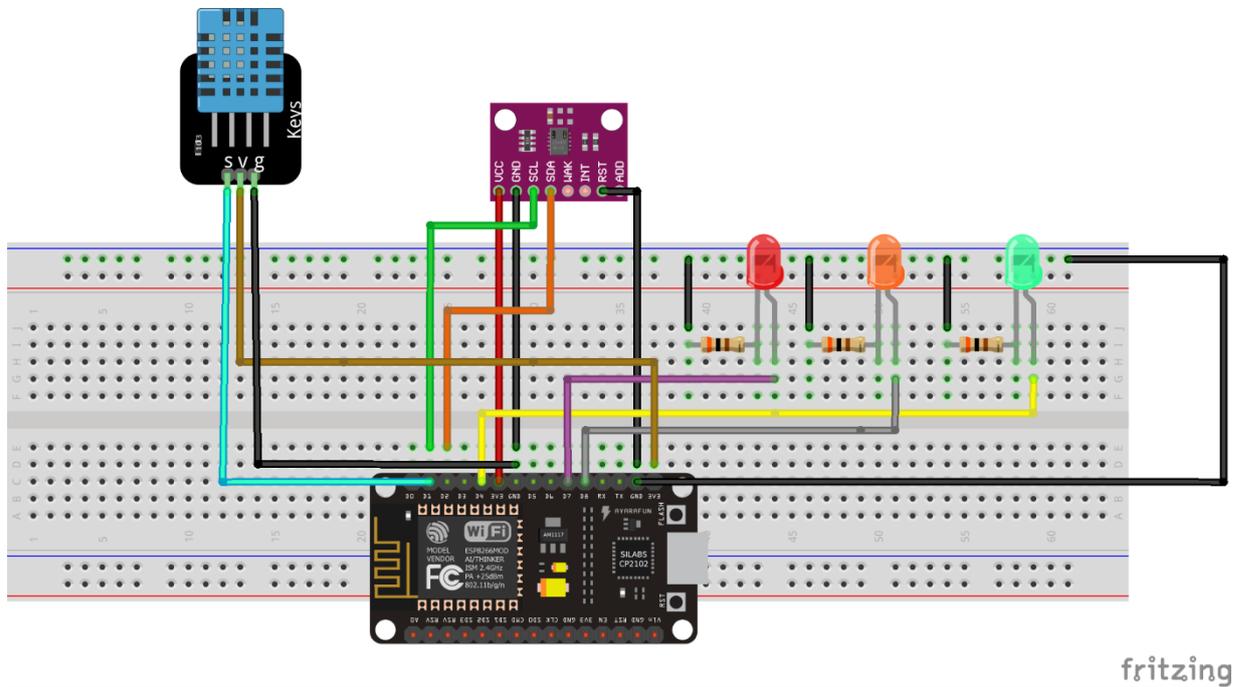


Ilustración 43. Circuito Fritzing

Como se puede comprobar finalmente se han utilizado los siguientes componentes para montar el circuito final:

- Microcontrolador ES8266.
- Sensor CCS811.
- Sensor DHT11.
- 3 LEDs de diferentes colores: verde, rojo y amarillo.
- 3 resistencias de 300 Ω .
- Cables.

5.8. PRUEBAS

Se han hecho pruebas al mismo tiempo que se implementaba la aplicación, tanto en la aplicación web como en el sensor a medida que se añadía una nueva funcionalidad se realizaban pruebas unitarias sobre esa misma para posteriormente integrarlo junto a lo demás y realizar pruebas del conjunto.

Gracias a esta forma de operar se reducían la cantidad de fallos ya que al probar de forma unitaria cada una de las partes se encontraban errores en ese momento y se resolvían con mayor facilidad. De esta forma a la hora de integrar todas las partes los errores eran mínimos, principalmente en la parte del sensor.

Al realizar estas pruebas donde mayor problemática se encontró fue en la implementación del sensor CCS811 con el microcontrolador ESP8266, puesto que se tuvo un problema con la comunicación I2C, uno de cada tres protocolos de comunicación posibles que es capaz de comunicarse con otros dispositivos como pantallas OLED, sensores de presión barométrica etc.

5.9. FUNCIONALIDAD DE LA APLICACIÓN

La funcionalidad de la aplicación radica en torno a tres tipos de usuarios:

- **Usuario registrado:** describiendo todas las tareas que puede realizar.
- **Administrador:** describiendo todas las tareas que puede realizar.
- **Usuario no registrado:** describiendo todas las tareas que puede realizar.

A continuación, se describe brevemente la funcionalidad. Para conocer más detalles consultar el *ANEXO VI: Manual de usuario*.

5.9.1. USUARIO REGISTRADO

5.9.1.1 LOGIN

El usuario introduce el email y la contraseña con la que se registró para poder introducirse en el sistema del mismo modo que se muestra en la *Ilustración 44. Login usuario*:

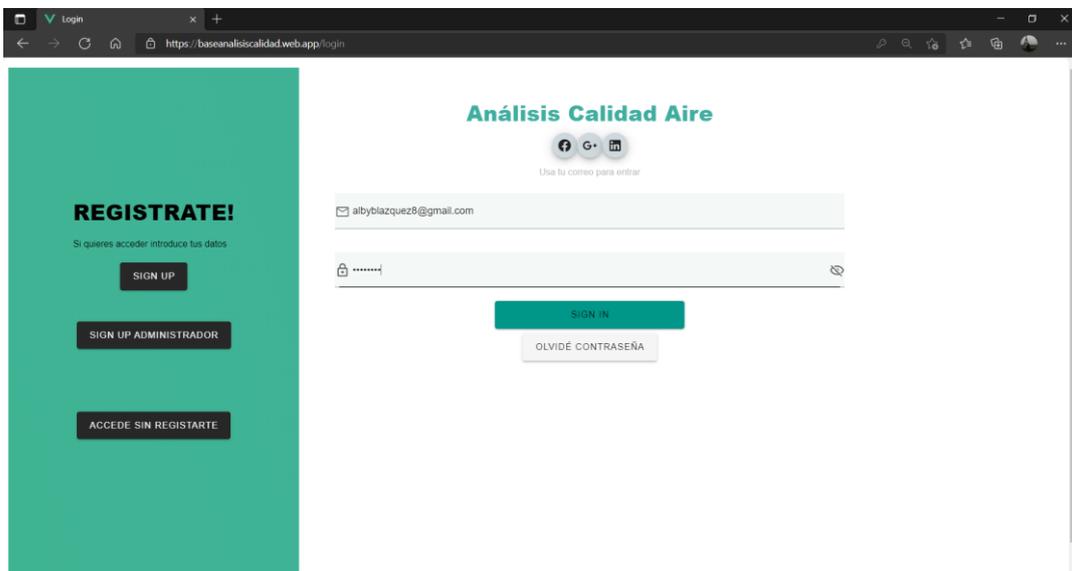


Ilustración 44. Login usuario

En el caso de que el usuario haya olvidado su contraseña, puede restablecerla pulsando sobre el botón **olvidé contraseña** y se le mostrará la siguiente ventana para recuperarla, en la cual se introducirá el email y se pulsará sobre el botón **enviar**:

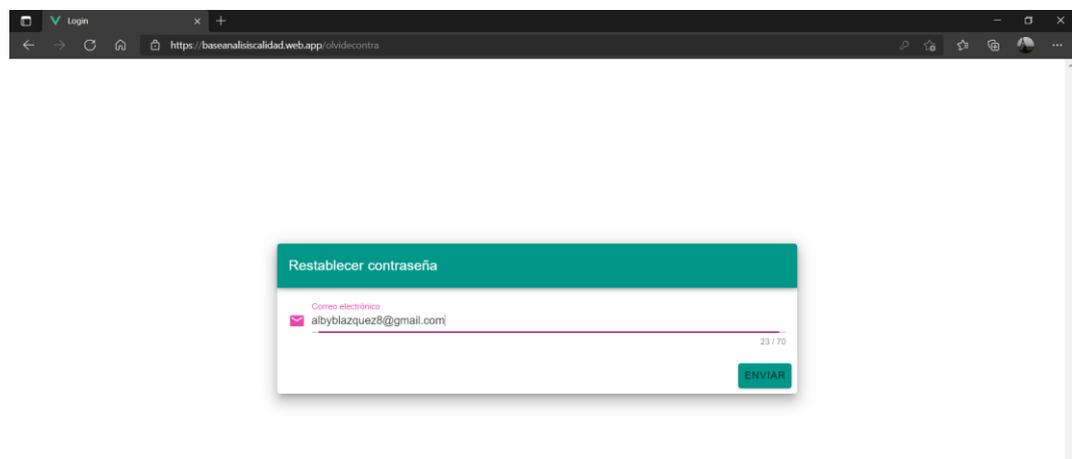


Ilustración 45. Página restablecer contraseña

Una vez pulsado el botón anterior, recibirá un correo en el cual se le indica un link para restablecer la contraseña. Pulsando sobre el link del correo, se revelará la siguiente página para introducir la nueva contraseña deseada para posteriormente realizar *Login*:

5.9.1.2. PÁGINA PRINCIPAL

Una vez realizado el *Login* se le mostrará la página principal en la que podrá visualizar todas las salas que se han registrado y la humedad de esa sala debajo. En un panel a la derecha se encuentra el menú de navegación.

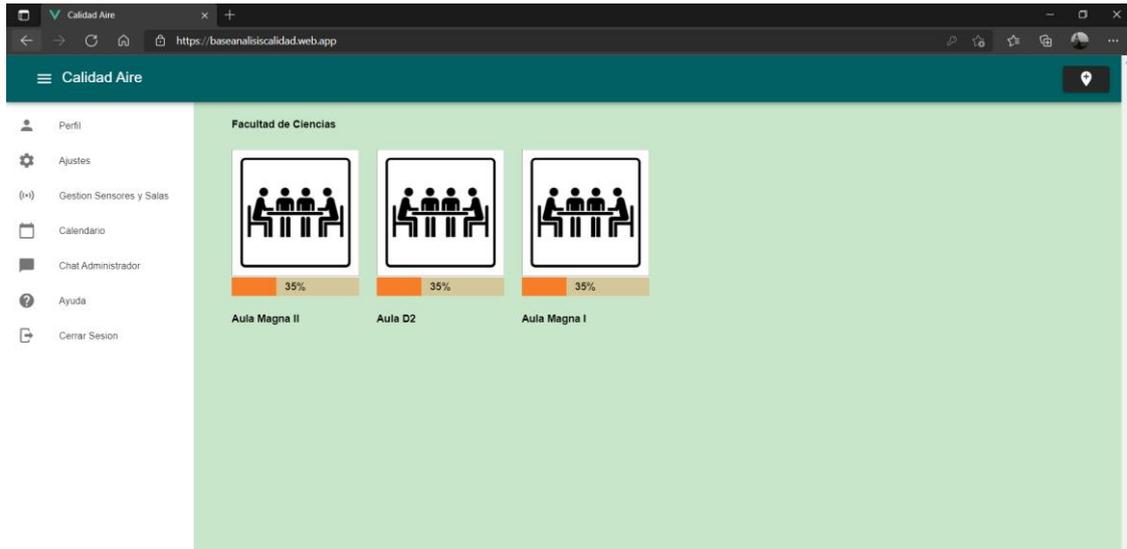


Ilustración 46. Página principal usuario

Pulsando el icono del **mapa** de la parte superior derecha de la página principal se mostrará un mapa situado en la zona en la que se encuentra el edificio:

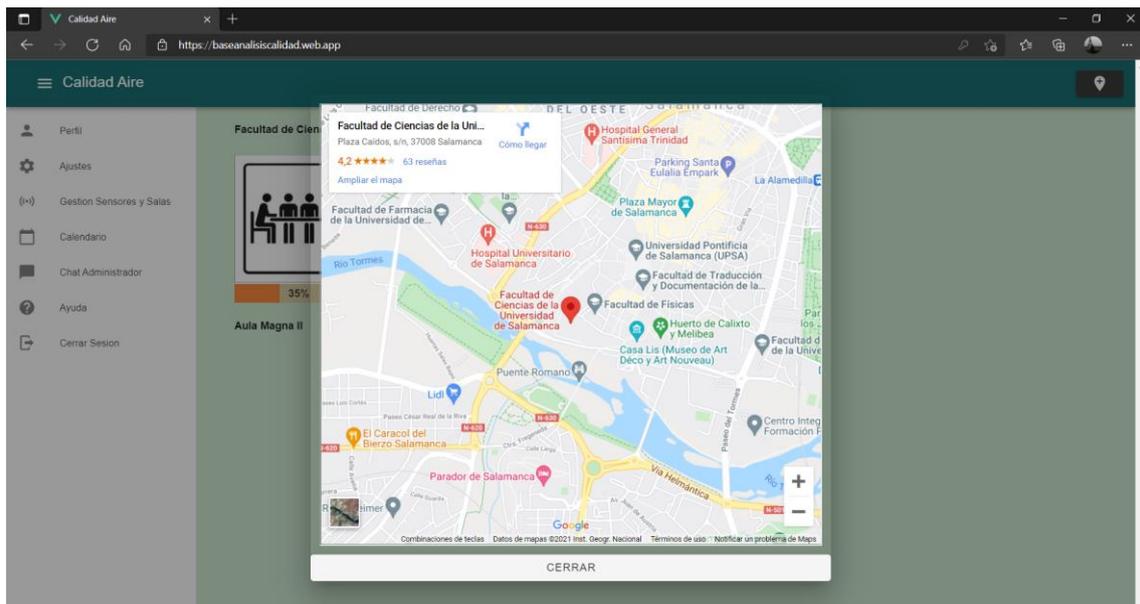


Ilustración 47. Mapa

Es posible desplazarse sobre el mismo y aumentarlo o disminuirlo pulsando sobre los botones **más** o **menos** que aparecen en la parte inferior derecha, respectivamente.

En el caso de que el valor de CO₂ de alguna de las salas fuese mayor a 800 ppm, la calidad del aire sería baja y se le mostraría una alerta roja como la siguiente en la que pulsando el botón **cerrar** desaparecería:

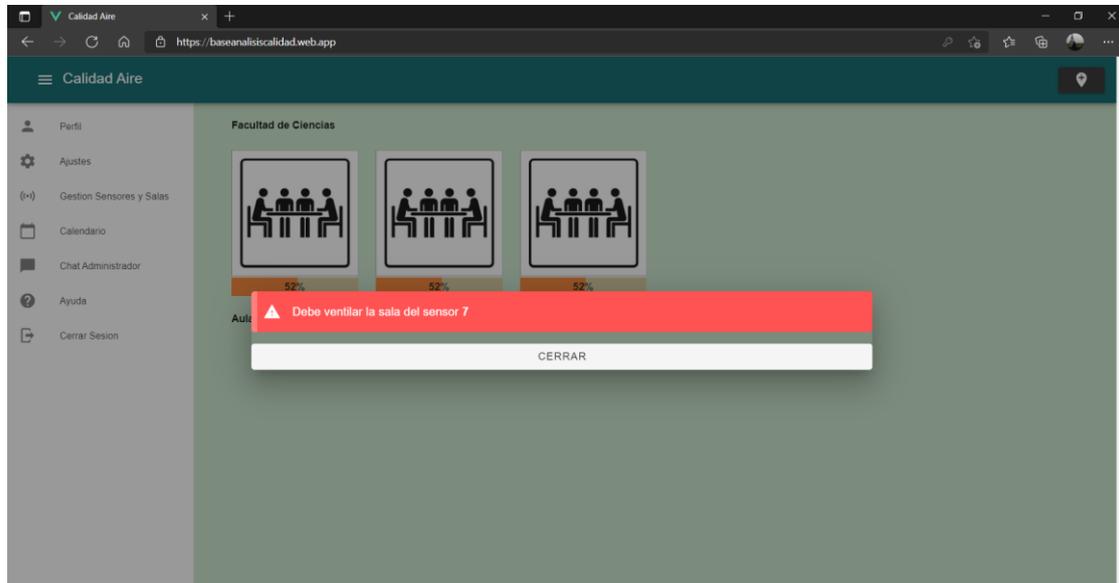


Ilustración 48. Alerta roja CO₂

Lo mismo ocurre si el valor de CO₂ se encuentra en un rango comprendido entre 500 y 800 ppm, la calidad del aire sería moderada y se le mostraría la siguiente alerta amarilla:

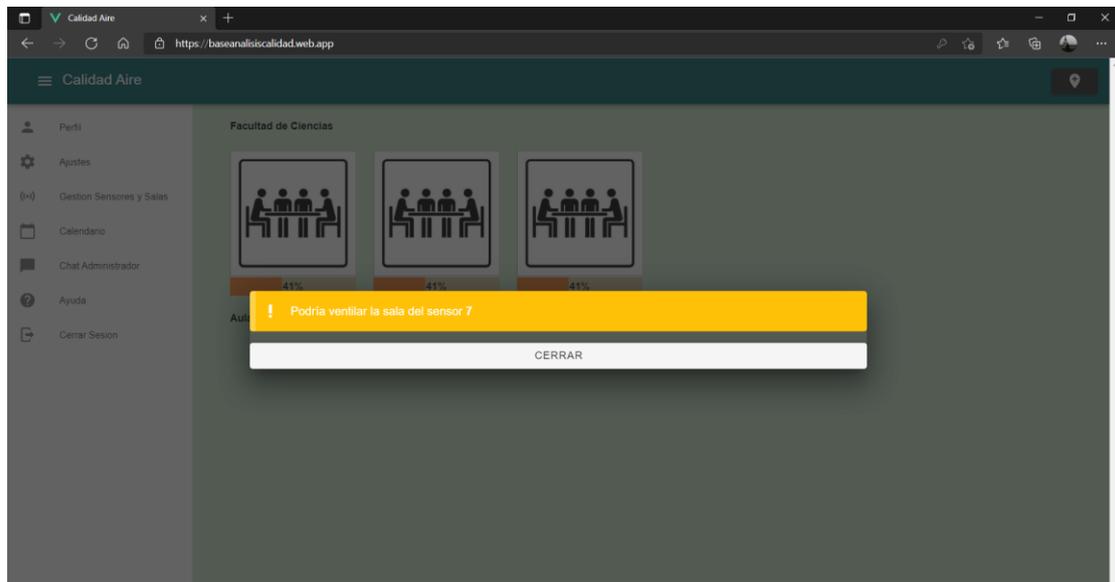


Ilustración 49. Alerta amarilla CO₂

5.9.13. CONSULTAR SALA

Pulsando sobre la **imagen** de cada sala de la página principal se visualizará las estadísticas o valores recogidos por el sensor en forma de gráfica:

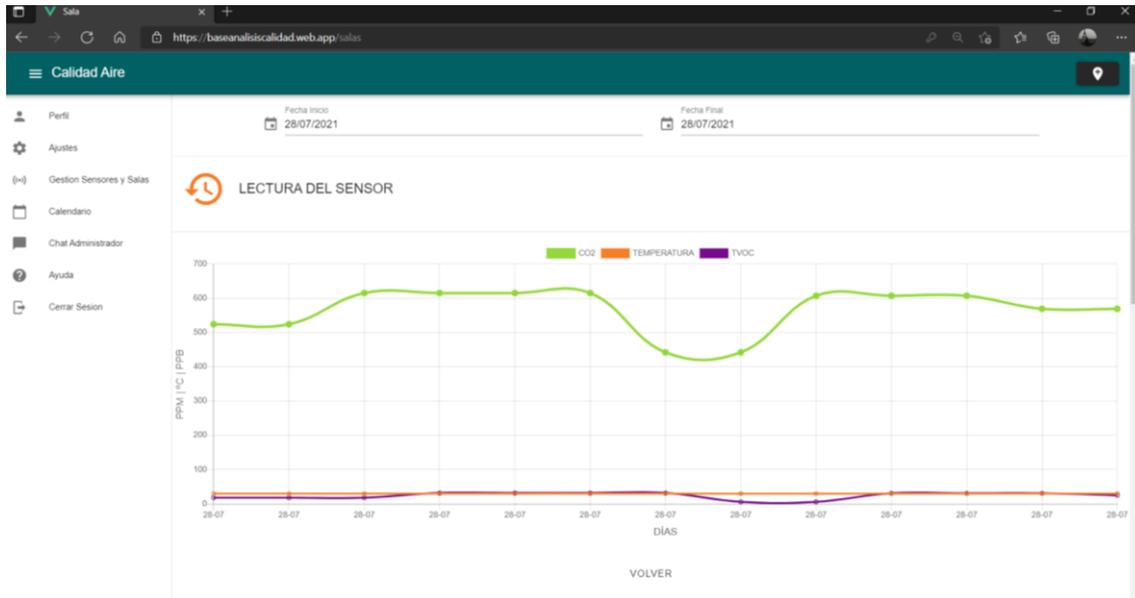


Ilustración 50. Consultar sala usuario

En cualquier momento si pulsa sobre el botón **volver** se le devolverá a la página principal.

En esta se puede filtrar tanto la fecha de inicio como la fecha de fin, además si se sitúa el ratón encima de alguno de los puntos de la gráfica se obtiene el valor exacto obtenido en ese momento.

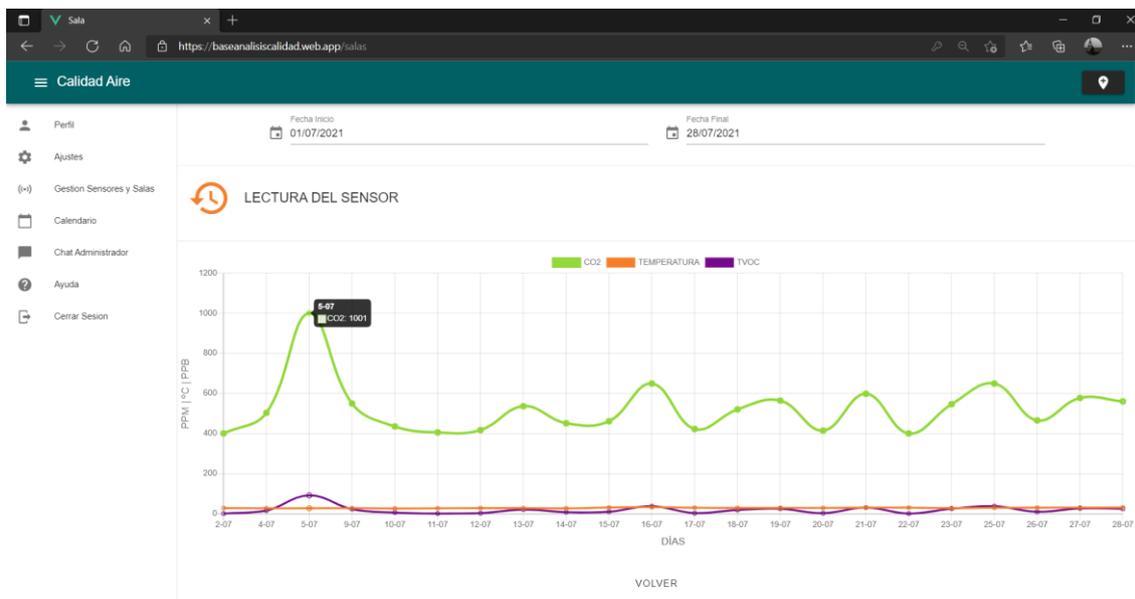


Ilustración 51. Consultar un valor concreto

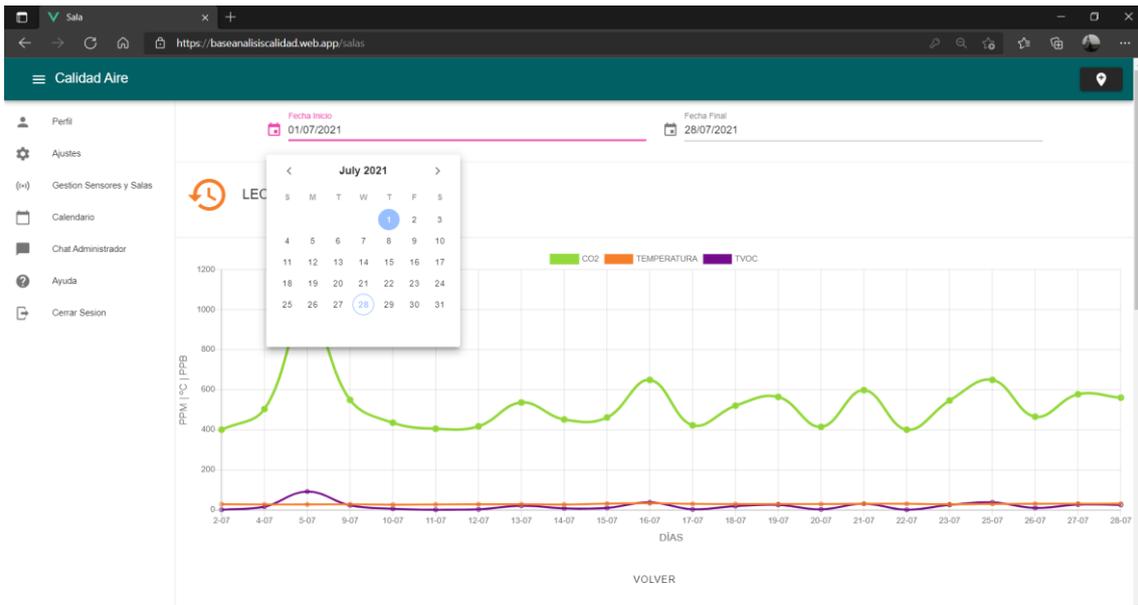


Ilustración 52. Modificar fecha inicio

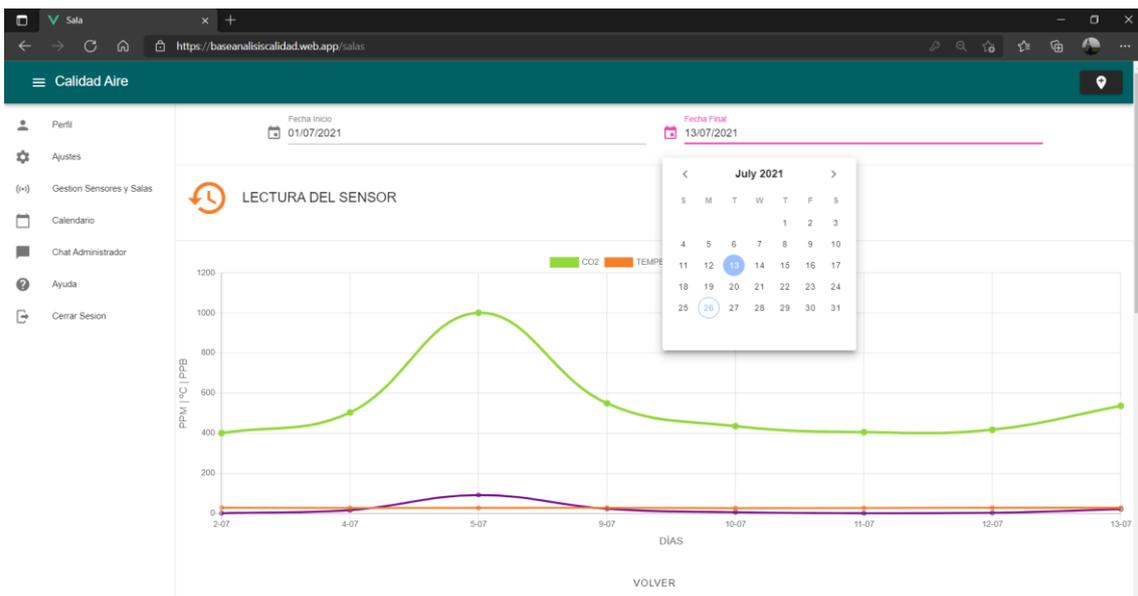


Ilustración 53. Modificar fecha fin

5.9.1.4. CONSULTAR PERFIL

Pulsando sobre el menú de navegación de la izquierda en el icono del **perfil** se mostrará la información relativa al registro del usuario:

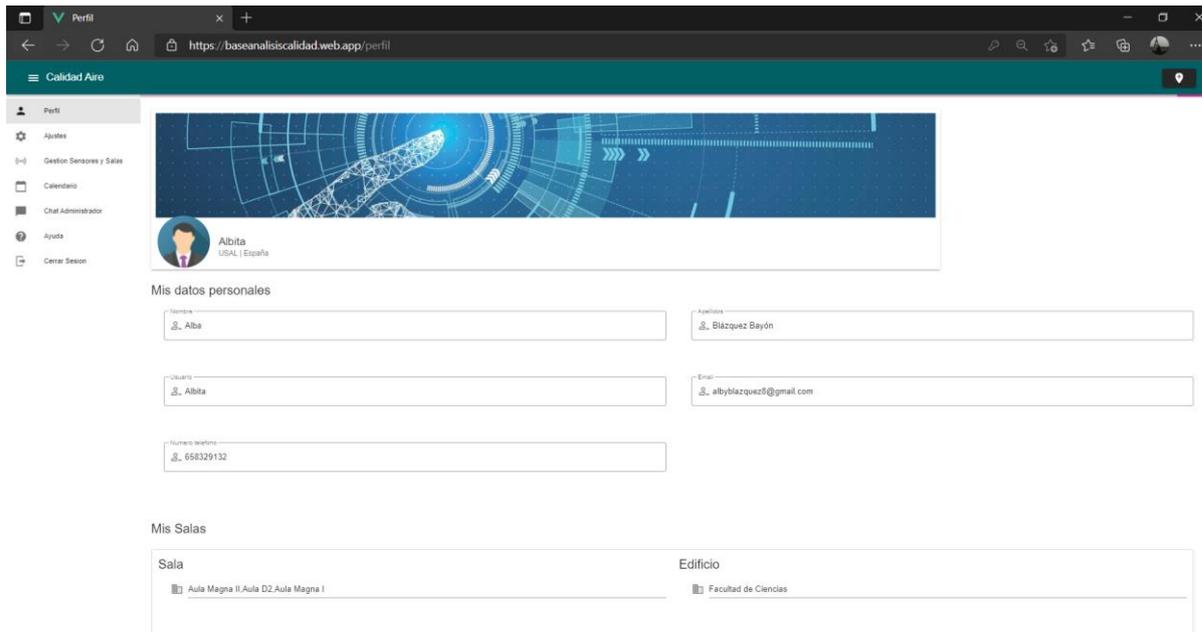


Ilustración 54. Consultar perfil

5.9.1.5. MODIFICAR PERFIL

Del mismo modo, pulsando sobre el icono de **ajustes** del menú de navegación izquierdo, se expondrá un formulario para modificar los datos que el usuario desee de forma que pulsando sobre el botón **modificar** estos se actualizarán en la base de datos. Por el contrario, si se pulsa sobre el botón **cancelar** se volverá a la página principal:

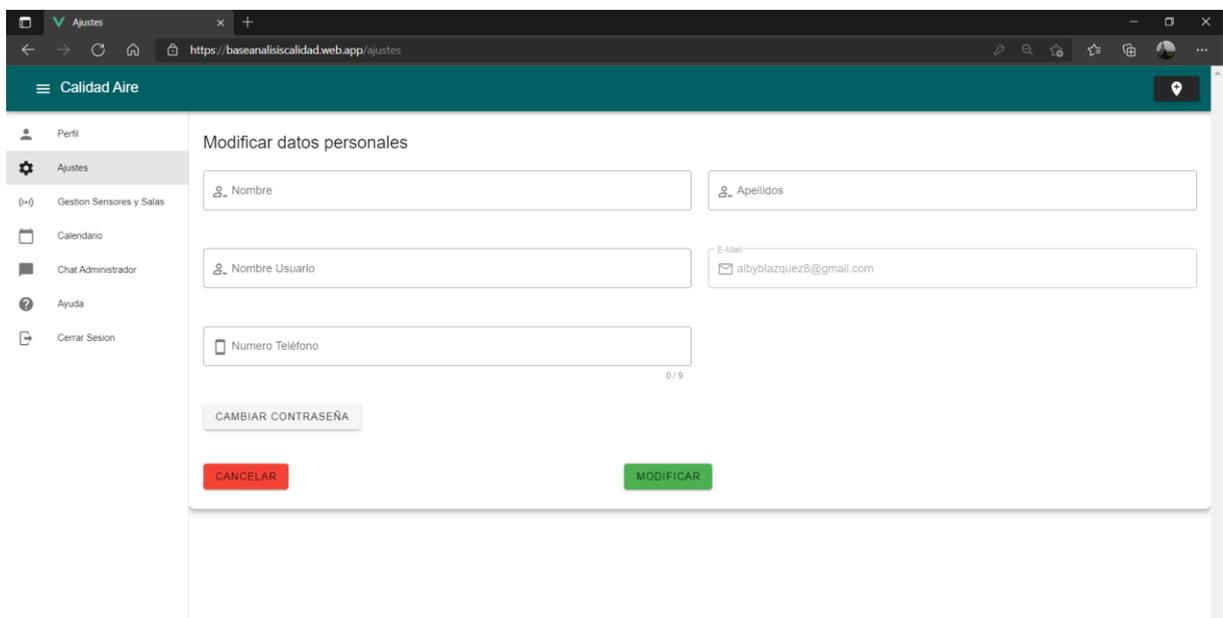


Ilustración 55. Modificar perfil usuario

Puede introducir todos los campos del formulario o puede introducir los campos únicamente que desea modificar.

5.9.1.6. MODIFICAR CONTRASEÑA

Si en la página de modificar perfil se pulsa sobre el botón **modificar contraseña** se expondrá esta página en la cual se introducirá la nueva contraseña deseada y la misma de nuevo de modo que cuando se pulse sobre el botón **modificar** se actualizará en el sistema y si se pulsa sobre el botón **cancelar** se volverá a la página principal.

Ilustración 56. Modificar contraseña usuario

5.9.1.7. GESTIÓN SALAS Y SENSORES

Pulsando sobre el icono de **gestión de sensores** y salas se visualizará en primer lugar las salas y los sensores asociados a esas salas:

Sala	Sensor
Aula Magna II,Aula D2,Aula Magna I	7,7,7

Ilustración 57. Consultar sensor

Bajando la barra lateral se mostrará un formulario para modificar los edificios, las salas y los sensores asociados a estos de forma que pulsando sobre el botón modificar se actualizarán en el sistema:

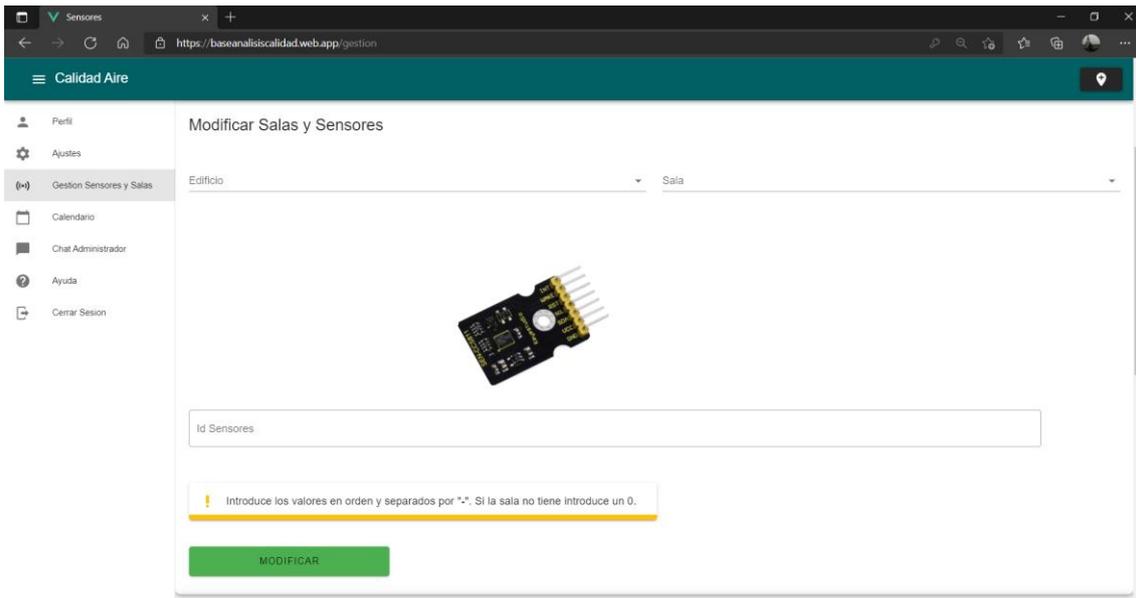


Ilustración 58. Modificar edificios, salas y sensores

Desplazando aún más abajo la barra de desplazamiento se mostrará otro formulario para modificar únicamente los sensores que están asociados a esas salas donde pulsando sobre el botón **modificar** se actualizarán los identificadores del mismo:

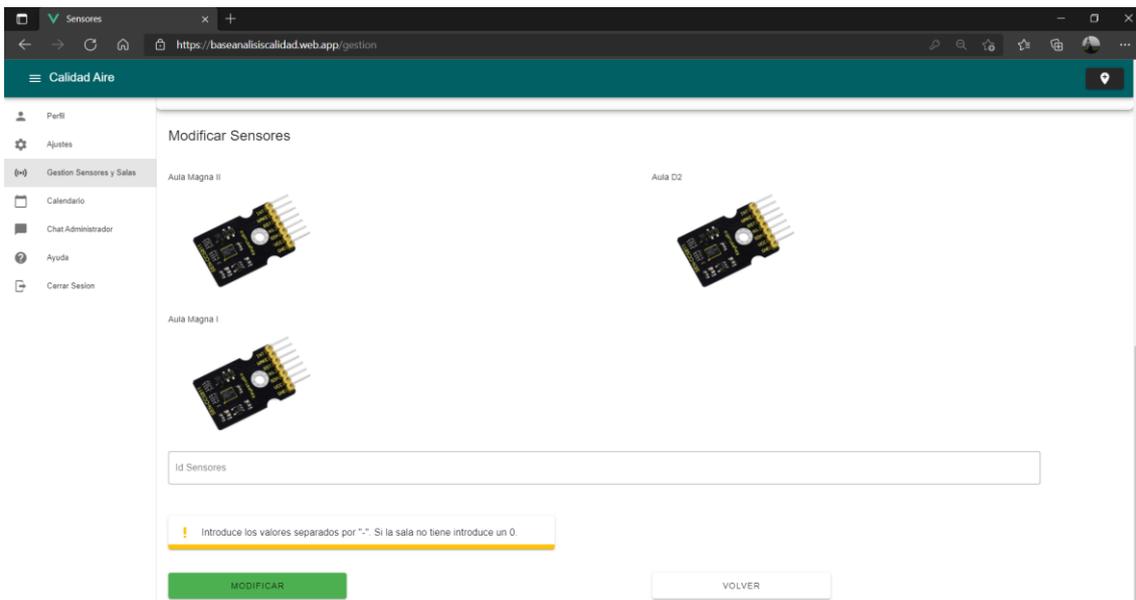


Ilustración 59. Modificar sensores

En cualquier momento si pulsa sobre el botón **volver** se le devolverá a la página principal.

5.9.1.8. CONTACTAR ADMINISTRADOR

Pulsando sobre el icono de **chat administrador** del menú de navegación ubicado en la parte izquierda se visualizará esta página en la cual el usuario se pone en contacto con el administrador por medio de correo electrónico en el caso de que ocurra algún problema.

En este correo se le indicará un título y un texto en el que desarrollar el problema pudiendo incluir ficheros adjuntos, cuando se desee enviar se pulsará sobre el botón **enviar**:

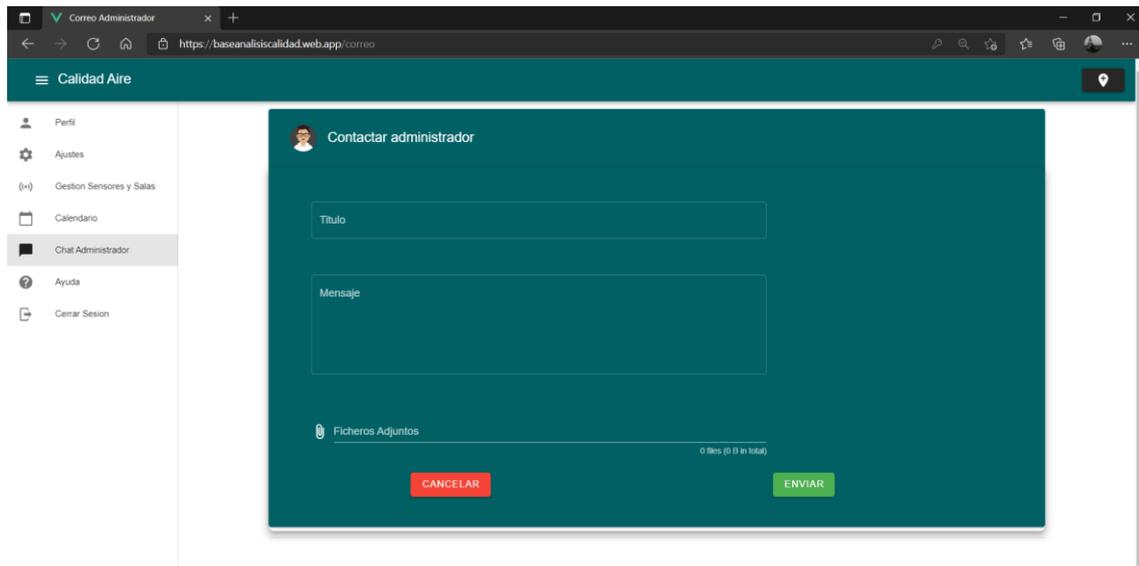


Ilustración 60. Contactar con el administrador

En cualquier momento si pulsa sobre el botón **cancelar** se le devolverá a la página principal.

5.9.1.9. CONSULTAR CALENDARIO

Pulsando sobre el icono de **calendario** del menú lateral izquierdo se le mostrará al usuario un calendario donde puede añadir eventos. Para añadir uno nuevo pulsará sobre el icono naranja ubicado en la parte superior izquierda del calendario con un **símbolo más** en su interior, en naranja se muestra el día actual:

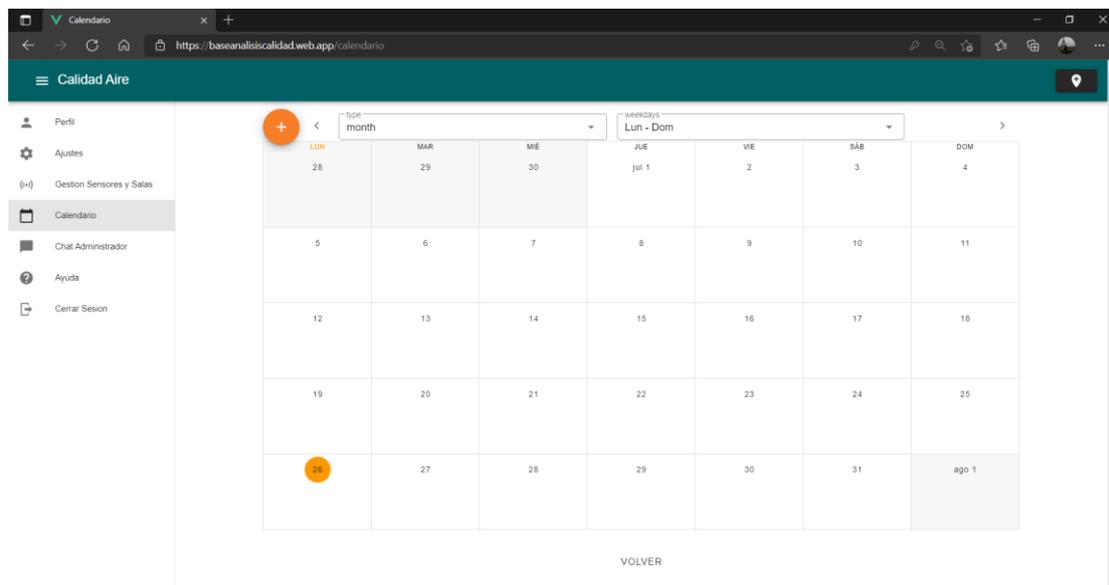


Ilustración 61. Consultar calendario

En cualquier momento si pulsa sobre el botón **volver** se le devolverá a la página principal.

Una vez pulsado el icono aparecerá la siguiente ventana emergente para introducir información acerca del evento como puede ser el título, descripción, etc. Pulsando sobre el botón **agregar** este se agregará al calendario, de forma contraria pulsando sobre **cancelar** se volverá al calendario:

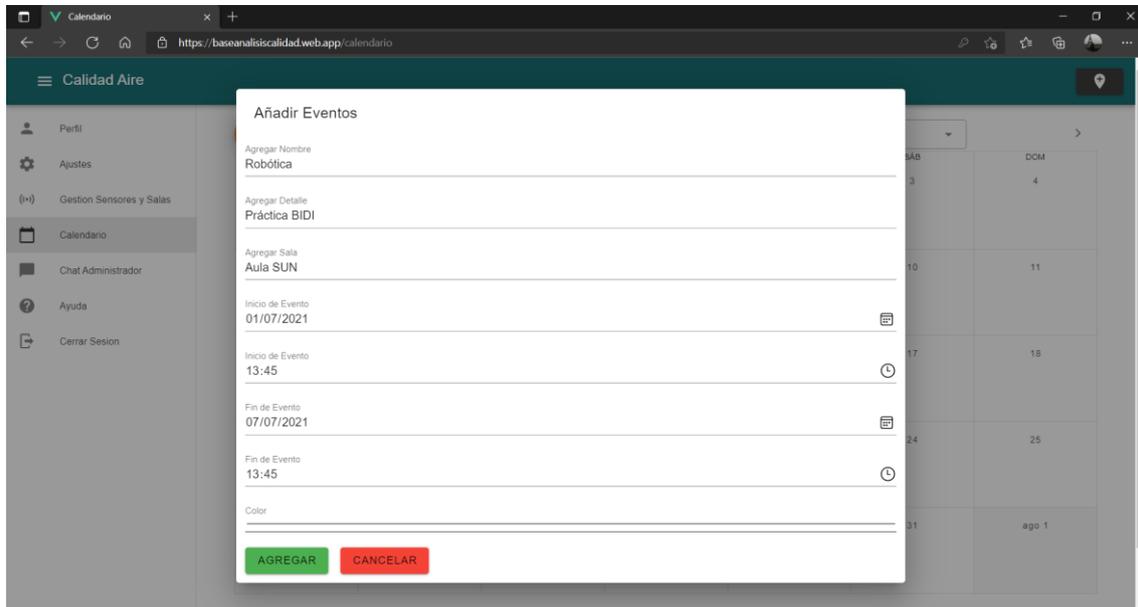


Ilustración 62. Añadir evento

Una vez añadido el evento al calendario, el usuario recibirá un correo electrónico para confirmar que se ha añadido al sistema a su nombre como se muestra en la *Ilustración 63. Correo de confirmación evento*:

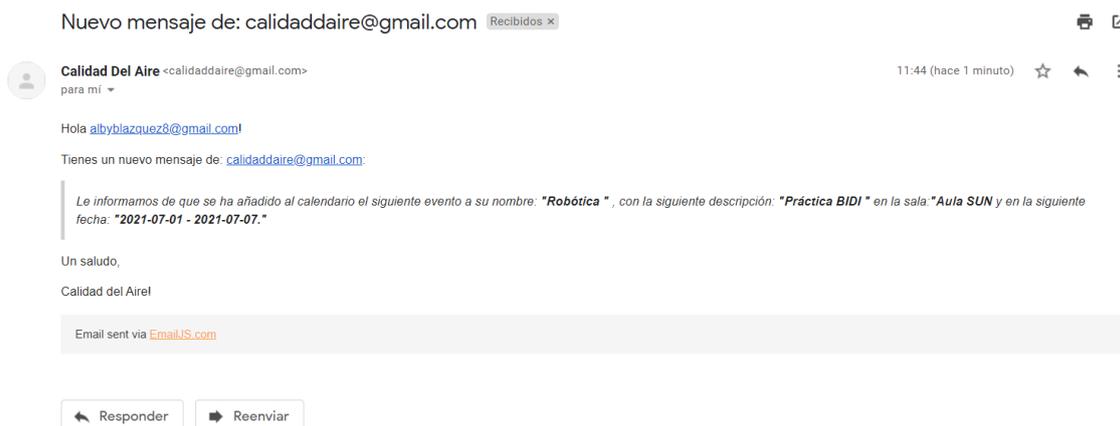


Ilustración 63. Correo de confirmación evento

Para consultar un evento del calendario, bastará con pulsar sobre el mismo evento momento en el cual se abrirá la siguiente ventana emergente:

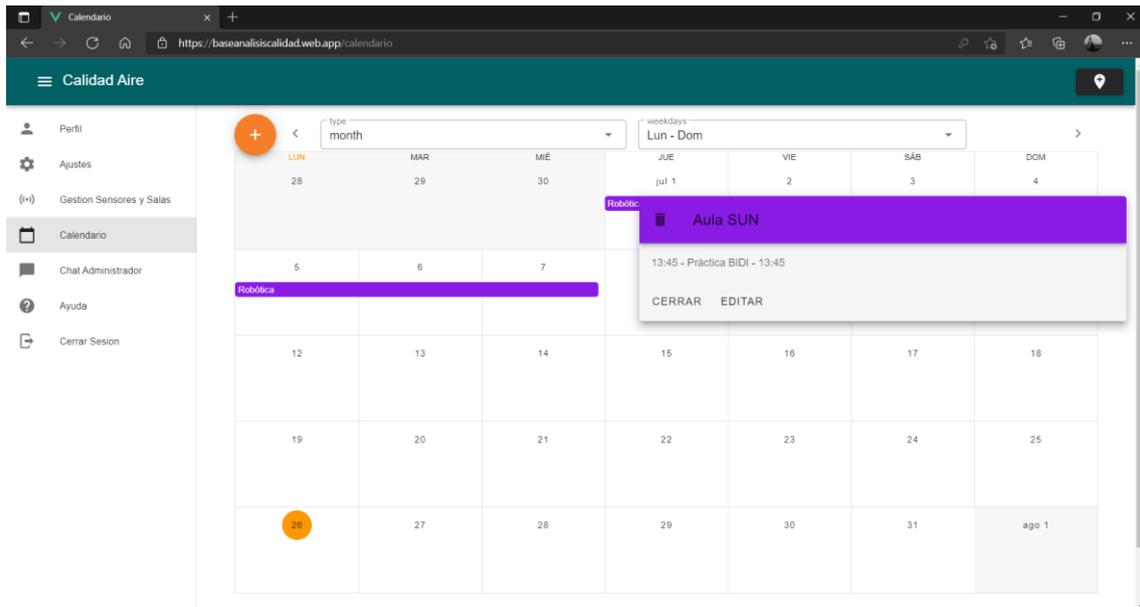


Ilustración 64. Consultar evento

Si se desea modificar eliminar el evento bastará con pulsar sobre el icono de la **papelera** para eliminarlo del sistema. Si, por el contrario, desea cerrar la ventana pulsando sobre el botón **cerrar** esta se cerrará y si pulsa sobre el botón **editar** se editará el evento apareciendo la siguiente ventana emergente:

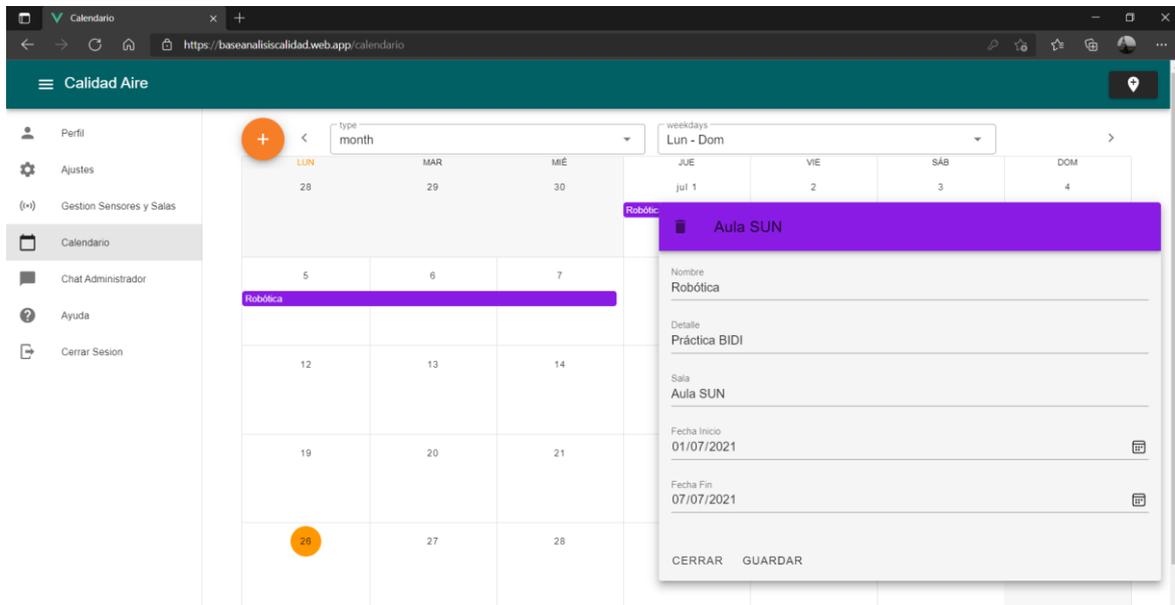


Ilustración 65. Editar evento

Pulsando sobre el botón **guardar**, de la ventana emergente anterior, el evento se actualizará en el sistema y de forma visual en el calendario.

5.9.1.10. CONSULTAR AYUDA

Pulsando sobre el icono de **ayuda** el usuario visualizará la página de preguntas más frecuentes (FAQ) que podrá contestar alguna pregunta y servirle de ayuda:

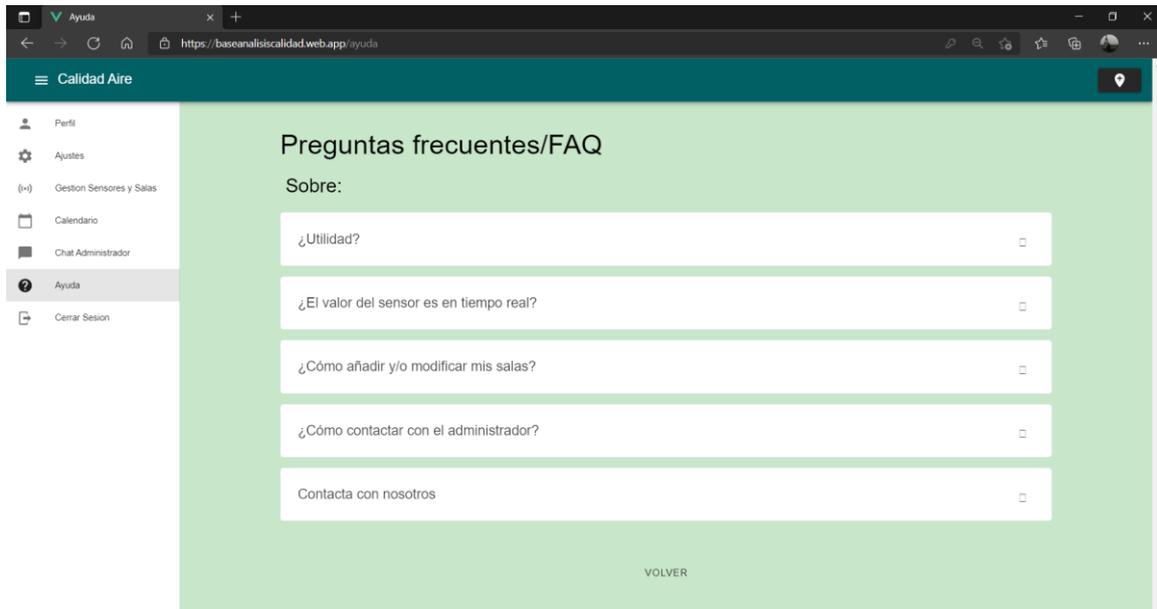


Ilustración 66. Ayuda

5.9.1.11. CERRAR SESIÓN

Pulsando sobre el icono de **cerrar sesión** en el menú lateral izquierdo:



Ilustración 67. Icono cerrar sesión

Se saldrá de la página mostrando la siguiente página en la cual si se pulsa **salir** el sistema mostrará una alerta para confirmar que el usuario desea salir del sistema, de forma contraria si se pulsa sobre el botón **cancelar** se volverá a la página principal:

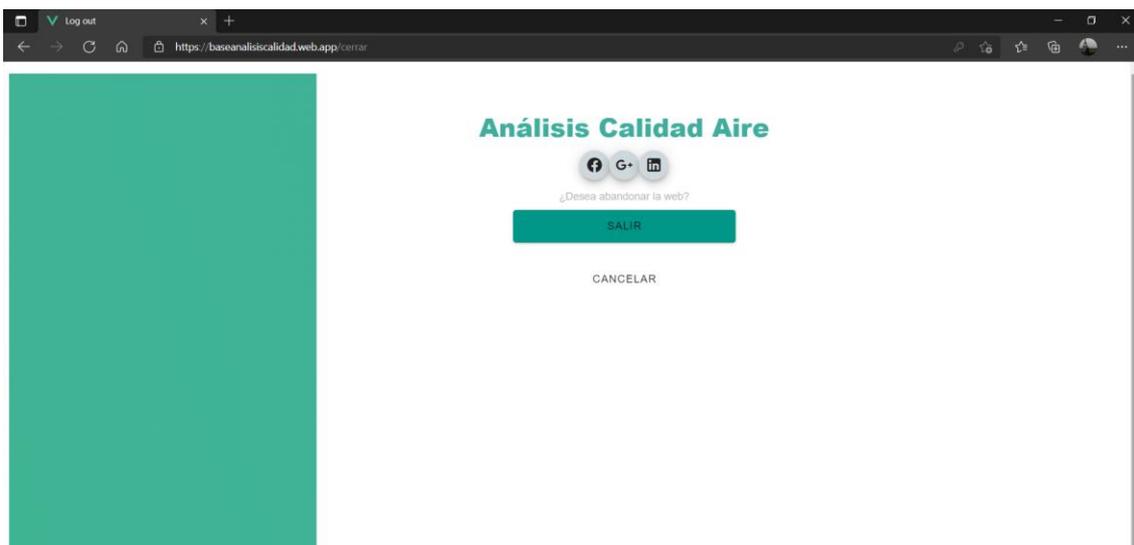


Ilustración 68. Cerrar sesión

Una vez pulsado el botón de **salir** se le mostrará una alerta para confirmar que el usuario quiere salir del sistema y se le redireccionará a la página de **Login**:

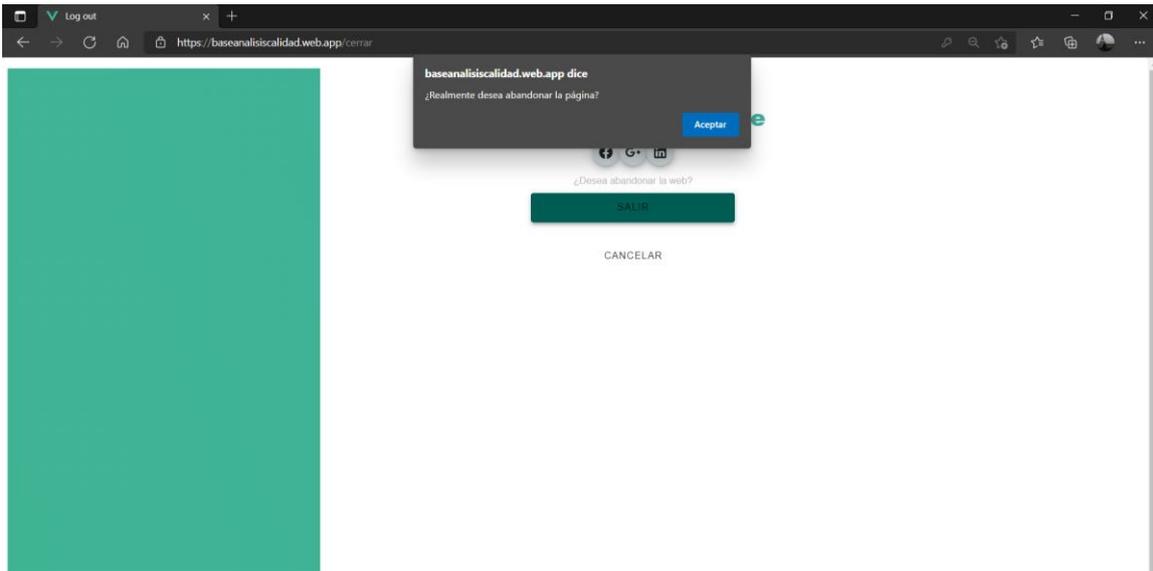


Ilustración 69. Alerta cerrar sesión.

5.9.2. ADMINISTRADOR

De forma análoga al usuario registrado, el administrador es capaz de realizar **Login** en el sistema, acceder a la página principal en la que se muestran todas las salas de los usuarios del sistema y su respectivas humedades de forma similar a la página principal del usuario. Además de consultar las gráficas de las respectivas salas, consultar su perfil, modificar la información del mismo y modificar la contraseña y salir de la aplicación.

Adicionalmente el administrador pulsando sobre el icono de **calendario** en el menú lateral izquierdo se mostrará el calendario. En este puede consultar a qué usuario pertenece cada evento, ya que el correo de este se encuentra en la parte superior del mismo:

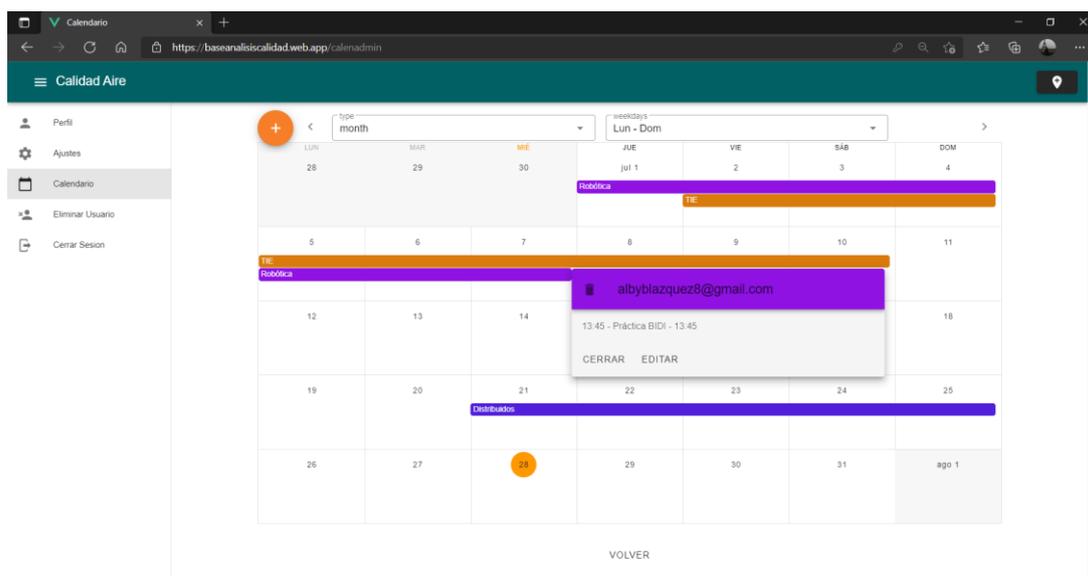


Ilustración 70. Consultar evento de un usuario

Además, pulsando sobre el botón **editar** de la venta emergente anterior este puede modificar los detalles del evento de un usuario:

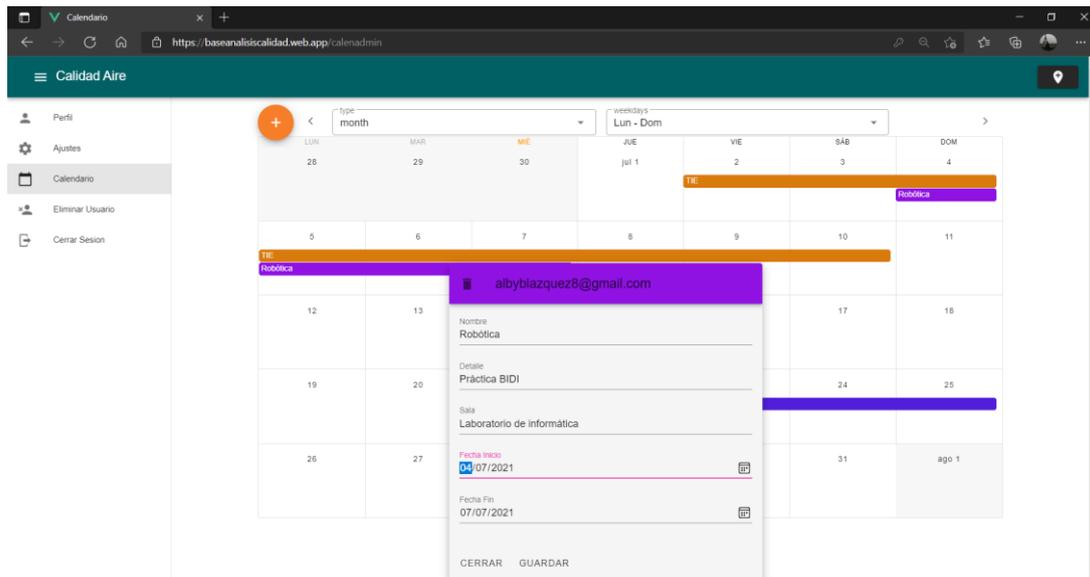


Ilustración 71. Modificar evento de un usuario

Una vez realizada la modificación, pulsando sobre el botón **guardar** de la ventana emergente anterior, los cambios se actualizan en el calendario.

Al usuario al que le ha sido modificado el evento se le comunica mediante un correo electrónico los cambios realizados, de la misma forma que también se le actualizará en su respectivo calendario.

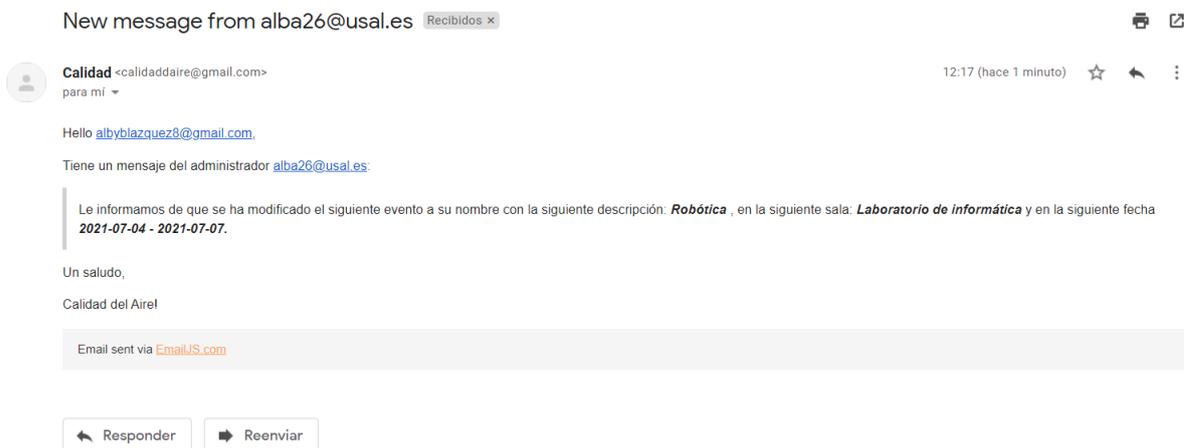


Ilustración 72. Correo modificación usuario

Además, pulsando sobre el icono **eliminar usuario** del panel lateral se mostrará la página para eliminar un usuario del sistema:

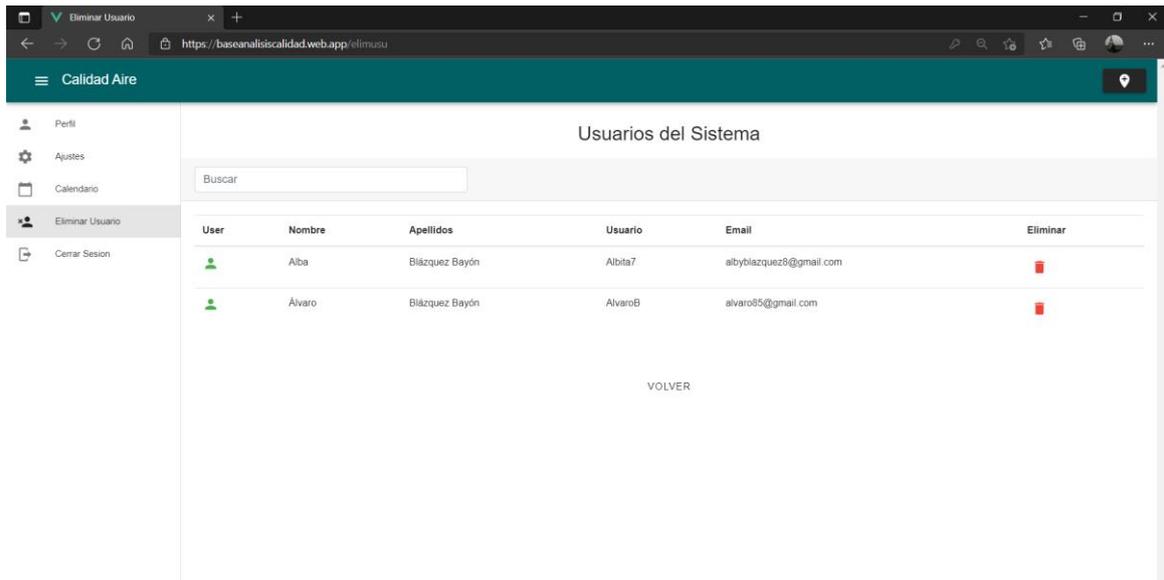


Ilustración 73. Eliminar usuario

En esta se encuentra una tabla en la cual se listan los usuarios mostrándose su información. En la parte derecha se encuentra un icono rojo de una **papelera** de forma que si se pulsa sobre el mismo se eliminará al usuario del sistema, eliminando toda la información del mismo ya sea salas, sensores, eventos etc.

Pulsando sobre el botón **volver** se retrocederá a la página principal.

También se encuentra en la parte superior un input para introducir un filtro y filtrar la información de la tabla mostrada. Este filtro se puede realizar por cualquiera de los campos que se muestran del usuario como se puede ver en la *Ilustración 74. Filtrado usuario*:

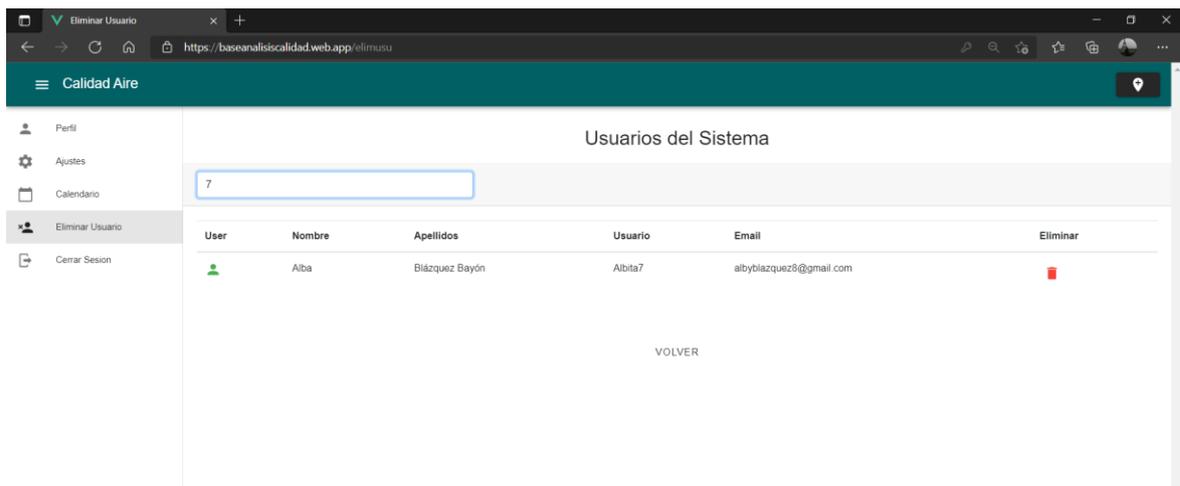


Ilustración 74. Filtrado usuario

5.9.3. Usuario no registrado

De forma similar al usuario registrado el usuario no registrado es capaz de entrar sin registrarse y de consultar todas las salas de todos los usuarios del sistema, los datos del sensor de cada una de ellas, consultar la ayuda y salir de la aplicación web.

5.10. FUNCIONALIDAD SENSOR

Este se debe conectar el sensor a una fuente de alimentación (puerto USB del ordenador en este caso) y a una red inalámbrica para poder conectarse a la base de datos en tiempo real de Firebase y almacenar los valores medidos:

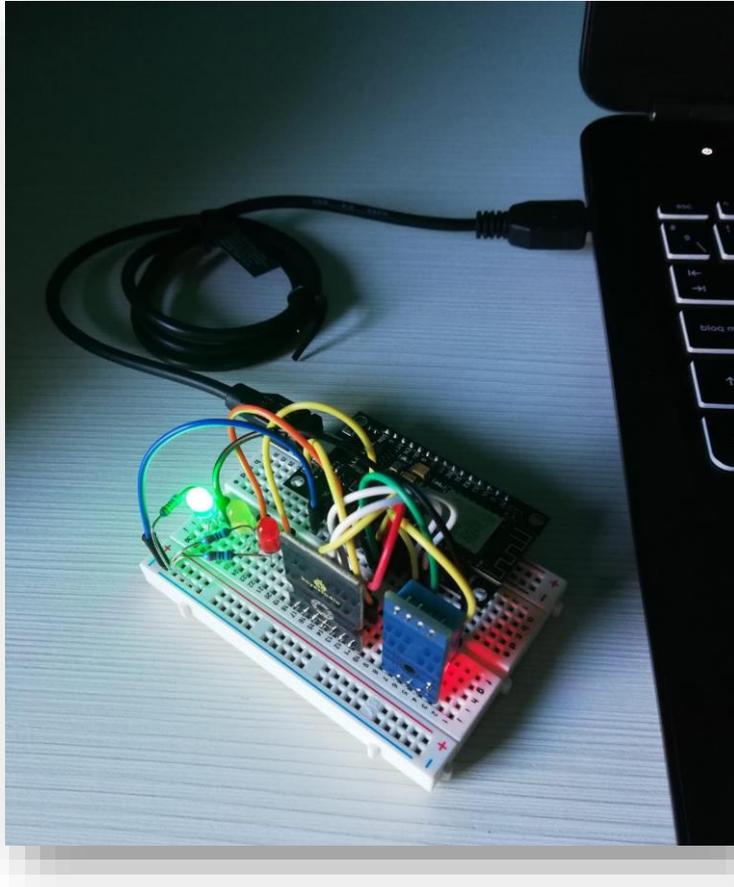


Ilustración 75. Conexión del sensor

Los LEDs se encenderán en función de los valores de CO₂ recogidos:

- **Verde:** si el valor de CO₂ es menor a 500 ppm.
- **Amarillo:** si el valor de CO₂ está en el rango de 500 ppm y 800 ppm.
- **Rojo:** si el valor de CO₂ es superior a 800 ppm.

Se han establecido estos rangos ya que [35]:

- Hasta 350 ppm: calidad de aire interior alta.
- Entre 350 y 500 ppm: calidad de aire interior buena.
- Entre 500 y 800 ppm: calidad de aire interior moderada.
- Superior a 800 ppm: calidad de aire interior baja.

6. TRABAJOS RELACIONADOS

6.1. SMART SPOT

Smart Spot es un dispositivo IoT⁷ de alta precisión desarrollado por la empresa española HOPU dedicada a las *Smart Cities*⁸ y *Smart Destinations*⁹. Permite la interacción con los teléfonos inteligentes de los usuarios gracias a la tecnología *Physical Web*, a través de Bluetooth o Wi-Fi sin instalar ninguna aplicación en el mismo.

Este monitoriza la calidad del aire, detectando gases nocivos y de efecto invernadero con una alta precisión (90%), partículas en suspensión como polvo y polen, compuestos orgánicos volátiles (olores), y otros parámetros como ruido, afluencia de personas y clima con el objetivo de crear ciudades más sostenibles.

Además de monitorizar el gasto energético, favorecen la comunicación con el ciudadano, permitiendo la participación y generando otro tipo de oportunidades culturales y empresariales, ya que son capaces de establecer unas funciones urbanas definidas y promover el grado de participación entre los ciudadanos, los gobiernos, el sector privado. Esto contribuye a asegurar la participación bien informada para crear conocimiento compartido a efectos de la gobernanza urbana y de proporcionar una plataforma que proporcione una forma sencilla de ver la evolución y de interpretar los datos. [36][37]

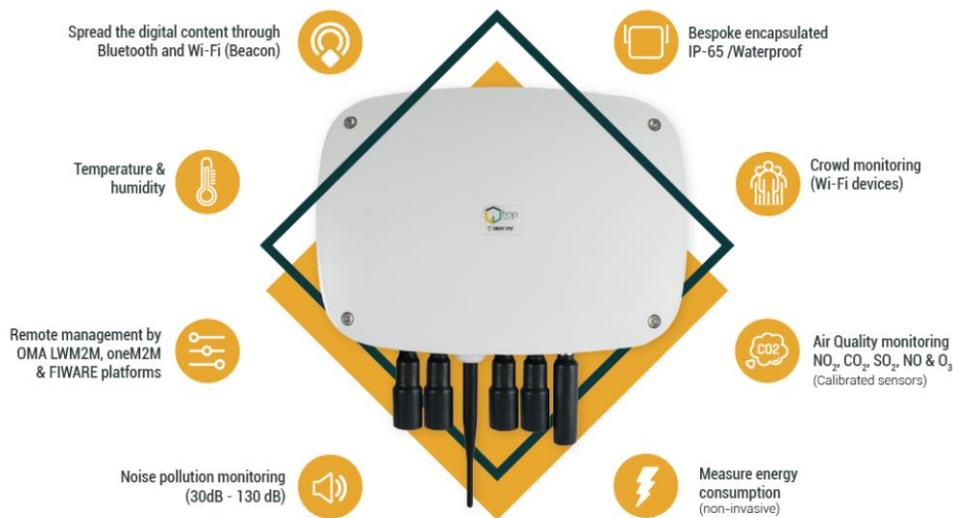


Ilustración 76. Smart Spot

⁷ **IoT**: internet de las cosas, es un concepto que se refiere a una interconexión digital de objetos cotidianos con internet.

⁸ **Smart Cities**: ciudades inteligentes, nacen del objetivo de crear ciudades sostenibles económica, social y medioambientalmente.

⁹ **Smart Destinations**: destino inteligente, es aquel que busca mejorar tanto la calidad de vida de los residentes, como la experiencia de los turistas visitantes,

6.2. NANOENVI IAQ

Nanoenvi iaq, desarrollado por la empresa Envira, es un dispositivo que permite crear redes inalámbricas en espacios interiores que transmiten en tiempo real información sobre el aire respirado a aplicaciones que el usuario consulta desde cualquier dispositivo, indicado para hogares, laboratorios, hospitales, etc.

Permite realizar mediciones acerca de la concentración de contaminantes (CO₂, CO¹⁰, VOC, PM10¹¹ y PM2.5¹²), temperatura, humedad y presión. Además mediante protocolos estándar (Lonworks, KNX) Nanoenvi IAQ es capaz de interoperar con sistemas domóticos. [38]



Ilustración 77. Nanoenvi iaq

¹⁰ **CO**: monóxido de carbono, puede causar mareos, dolores de cabeza, vómitos y finalmente la muerte.

¹¹ **PM10**: partículas de menos de 10 micrómetros de diámetro, pueden provocar impactos en la salud que van desde tos y sibilancias hasta ataques de asma y bronquitis, presión arterial alta, ataque cardíaco, derrames cerebrales y muerte prematura.

¹² **PM2.5**: partículas de menos de 2.5 micrómetros de diámetro, pueden penetrar profundamente en el pulmón, irritar y corroer la pared alveolar y, en consecuencia, dañar la función pulmonar.

6.3. KUNAK AIR PRO

Kunak Air Pro, desarrollado por la empresa Kunak, es un dispositivo capaz de realizar mediciones acerca de CO, CO₂, NO¹³, NO₂¹⁴, O₃¹⁵, SO₂¹⁶, H₂S¹⁷, COVs, PM2.5, PM10, temperatura, humedad, presión atmosférica y punto de rocío.

Este incluye sensores medioambientales, así como conectores para sensores o sondas externas, y junto con su funcionamiento con paneles solares y la transmisión inalámbrica de datos en tiempo real. Además, permite incluir sensores de viento, lluvia, ruido, etc. [39]

Se aplica para medir la calidad del aire urbano, deporte en espacios abiertos, investigación, infraestructuras, puertos y aeropuertos, industrias, etc.



Ilustración 78. Kunak Air Pro

¹³ **NO**: monóxido de nitrógeno, es un gas incoloro y poco soluble en agua extendido por el aire siendo producido en automóviles y plantas de energía.

¹⁴ **NO₂**: dióxido de carbono. No es tóxico ni tan siquiera nocivo para la salud humana.

¹⁵ **O₃**: ozono. Respirar ozono puede generar una variedad de problemas de salud incluyendo dolor en el pecho, tos, irritación de la garganta y congestión

¹⁶ **SO₂**: dióxido de azufre, u óxido de azufre, es un óxido cuya fórmula molecular es SO₂. Es un gas incoloro con un característico olor irritante.

¹⁷ **H₂S**: ácido sulfhídrico (H₂S) es un gas incoloro inflamable, de sabor algo dulce y olor a huevos podridos, en altas concentraciones puede ser venenoso.

7. CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS

7.1. CONCLUSIONES

Destacar que durante el desarrollo del proyecto se han ido cumpliendo todos los objetivos establecidos:

- Se ha conseguido desarrollar una aplicación web que puede ser utilizada por el usuario sin la necesidad de instalar ningún programa, únicamente accediendo por medio de un navegador web.
- Al mismo tiempo se ha conseguido que sea utilizada desde cualquier parte con conexión a internet. Además de su facilidad de uso por parte de los usuarios.
- Se permite el registro del usuario, así como el inicio de sesión del mismo en el sistema mediante el sistema de autenticación de usuario y contraseña.
- Se le permite al usuario el registro de salas y edificios, así como el registro de los sensores que se encuentran en ellos.
- Se ha logrado representar los datos de CO₂, TVOC, humedad y temperatura obtenidos en la medición mediante una gráfica la cual los muestra y permite el filtrado de los mismos. Consiguiendo así una medición continua y fácil de interpretar.
- Se ha desarrollado un sistema de alertas para avisar al usuario de que la calidad de la estancia en la que se encuentra no es adecuada y se debe realizar una ventilación inmediata.
- Del mismo modo, posee un calendario el cual puede ser editado, bien sea añadiendo eventos, modificándolos, eliminándolos, por parte del usuario.

Gracias a la realización de este trabajo de fin de grado he adquirido numerosos conocimientos en diversos campos que probablemente no conocía en profundidad, además, de la consolidación de conceptos teóricos gracias a los cuales se han entendido muchos de ellos impartidos en diversas asignaturas como *Ingeniería del Software I* e *Ingeniería del Software II*.

También quiero destacar que en lo relativo al desarrollo de la página web he invertido la mayoría del tiempo, gracias al cual he obtenido unos amplios conocimientos en el framework VUE que era algo que no conocía, puesto que es algo que no se imparte en el grado. Además, se ha visto la importancia de desarrollar interfaces de usuario que sean fáciles y manejables para estos, ya que es en lo que reside la mayor importancia del proyecto al ser manejado por los mismos, importancia que se destacaba en la asignatura *Interacción Persona Ordenador*, la cual ha sido de ayuda para el desarrollo del proyecto para el diseño de las interfaces y la elección de los colores.

Así mismo, he comprobado que realizar los diseños de las interfaces antes de comenzar a programar ayuda a codificarlas de forma más rápida, gracias a que se tiene una idea inicial que desarrollar y no se va a ciegas, aunque la información se pueda representar de forma muy diversa.

En lo relativo a la base de datos, he aprendido a trabajar con una base que era desconocida y en poco tiempo he aprendido a trabajar con ella gracias a la gran documentación que existe de la

misma y ha sido ameno el aprendizaje sobre la misma, ya que puede tener múltiples utilidades no solo en el desarrollo web.

Durante el desarrollo del sensor, he ampliado los conocimientos relativos a este campo, ya que únicamente tenía los adquiridos en la optativa *Periféricos* y es algo que realmente me parece muy entretenido y ameno, ya que se pueden visualizar las actividades que se realizan y es algo que me gusta e interesa. Gracias a esto he trabajado con el microcontrolador ESP8266 que era algo con lo que no había trabajado y he descubierto que es una forma muy sencilla de conectarse a internet.

En último lugar, este proyecto me ha servido para repasar y refrescar conocimientos que se han ido adquiriendo a lo largo del grado y a obtener nuevos conocimientos como los citados anteriormente que han servido para definir a lo que me gustaría dedicarme y a reafirmar aquellas asignaturas que me gustaron en la carrera. Así mismo, he comprobado que para desarrollar un proyecto de este tamaño, es necesario realizar una buena planificación para poder abarcarlo entero además de un trabajo constante.

7.2. LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS

En cuanto a las líneas de trabajo futuras se plantean algunas que pueden ser realizables a corto o medio plazo:

- Consentir a los usuarios acceder o iniciar sesión mediante diferentes vías como pueden ser la cuenta de Google o redes sociales, ya que probablemente estos tengan las credenciales almacenadas en el dispositivo y sea más rápido acceder.
- Permitir al usuario poder visualizar la gráfica, en la cual él pueda elegir la forma de representación de los datos.
- Incluir en la página principal alguna estadística general acerca del conjunto de salas del usuario informándolo de las salas con mayor número de gente, con mejor o peor calidad de aire.
- Poder permitir diferentes idiomas en la página web, ya que en caso de que sea utilizado por cualquier persona sólo se le va a presentar esta en español.
- Permitir la descarga de las estadísticas del sensor para poder realizar un estudio más profundo sobre la calidad del aire en esa sala.
- Incluso con los datos recogidos por el sensor se le podría ofrecer directamente el estudio e información de las características del aire en la sala habitualmente.
- Depurar las conexiones realizadas en el sensor, ya que quizás están todos los elementos demasiado juntos y estéticamente no puede ser “bonito”. E incluso almacenarlo en una caja y que se visualicen solo los LEDS para obtener una estética mejor.
- Incluir algún sensor más como puede ser el sensor calidad del aire MQ-135, el cual se encarga de la detección de concentración de gas en diversos porcentajes.
- Incluir un buzzer o altavoz, dispositivos que permiten convertir una señal eléctrica en una onda de sonido, para que a medida que el valor de CO₂ se acerque a valores de ppm altos, emita un sonido que lo indique. Esto se debe a la posibilidad de que impartiendo clases no se pueda estar continuamente mirando el valor de los LEDS.

8. REFERENCIAS

- [1] Medidores, J. G. D. (2013, 18 septiembre). Definición de la calidad del aire y el CO₂. <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/definicion-calidad-aire-y-co2.htm>
- [2] B+Safe Almas Industries. (s. f.). Guía de Purificadores de Aire en Hostelería. Recuperado 2 de agosto de 2021, de <https://b-safe.es/noticias/guia-de-purificadores-de-aire-en-hosteleria>
- [3] Zafra, M., & Salas, J. (2021, 28 marzo). EL PAÍS: el periódico global. EL PAÍS. <https://elpais.com/ciencia/2021-03-28/no-respires-el-aire-de-otro-como-esquivar-el-coronavirus-en-interiores.html>
- [4] L. (2019a, diciembre 5). NodeMCU, la popular placa de desarrollo con ESP8266. Luis Llamas. <https://www.luisllamas.es/esp8266-nodemcu/>
- [5] Zorrilla, V. A. P. B. J. (2019, 9 marzo). El microcontrolador ESP8266 – Programando el módulo ESP-01 – Internet de las Cosas. El internet de las cosas. <https://www.internetdelascosas.cl/2019/03/09/el-microcontrolador-esp8266-programando-el-modulo-esp-01/>
- [6] ESP8266EX Datasheet (4.ª ed.). (2015). (4.ª ed.). Espressif Systems . Recuperado de https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/2471/0A-ESP8266_Datasheet_EN_v4.3.pdf
- [7] L. (2020, 8 noviembre). Medir calidad del aire y CO₂ con CCS811 y Arduino. Luis Llamas. <https://www.luisllamas.es/medir-calidad-del-aire-y-co2-con-ccs811-y-arduino/>
- [8] Coca. (s. f.). Algunos conceptos sobre CO₂ y VOC - Semáforo óptico-acústico de CO₂. Semáforo óptico-acústico de CO₂. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://clubroboticagranada.github.io/semaforo-optico-acustico-CO2/sobre-co2/co2/>
- [9] de Catalunya, U. U. P. (s. f.). Calidad aire interior. Laboratorio del Centro de Medio Ambiente. Recuperado 2 de agosto de 2021, de <https://lcma.upc.edu/es/control-de-la-calidad-del-aire-en-areas-urbanas/calidad-aire-interior>
- [10] L. (2021, 8 junio). Medir temperatura y humedad con Arduino y sensor DHT11-DHT22. Luis Llamas. <https://www.luisllamas.es/arduino-dht11-dht22/>
- [11] Santamaría, R. (2021). Sistemas Distribuidos Introducción (1.ª ed.). Recuperado de <http://vis.usal.es/rodrigo/documentos/sisdis/teoria/1-introduccion.pdf>
- [12] Platzi: Cursos online profesionales de tecnología. (s. f.). Platzi. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://platzi.com/blog/que-es-frontend-y-backend/>

- [13] Qué es Framework. (s. f.). Arimetrics. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://www.arimetrics.com/glosario-digital/framework>
- [14] Picand, Y. D. D. (s. f.). Biblioteca (informática) : definición de Biblioteca (informática) y sinónimos de Biblioteca (informática) (español). sensagent - 2005–2015. Recuperado 31 de julio de 2021, de [http://diccionario.sensagent.com/Biblioteca%20\(inform%C3%A1tica\)/es-es/](http://diccionario.sensagent.com/Biblioteca%20(inform%C3%A1tica)/es-es/)
- [15] Add Firebase to your JavaScript project. (s. f.). Firebase. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://firebase.google.com/docs/web/setup>
- [16] Velasco, R. (2021, 28 julio). Instala Visual Studio Code, el editor de código más popular. SoftZone. <https://www.softzone.es/programas/lenguajes/instalar-visual-studio-code/>
- [17] J. (2017, 16 octubre). IDE Arduino y Configuración. Aprendiendo Arduino. <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/06/18/ide-arduino-y-configuracion/>
- [18] N. (s. f.). Documentación. Node.js. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://nodejs.org/es/docs/>
- [19] About npm | npm Docs. (s. f.). NPM. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://docs.npmjs.com/about-npm/>
- [20] Ideal Modeling & Diagramming Tool for Agile Team Collaboration. (s. f.). Visual Paradigm. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://www.visual-paradigm.com/>
- [21] Software project estimation using use case points. (s. f.). EZEstimate. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://sites.google.com/site/ezestimate/Home>
- [22] Microsoft. (s. f.). Software de administración de proyectos | Microsoft Project. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/project/project-management-software>
- [23] HTML. (s. f.). Desarrollo Web. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://desarrolloweb.com/home/html>
- [24] CSS. (s. f.). Desarrollo Web. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://desarrolloweb.com/home/css>
- [25] Acerca de JavaScript - JavaScript | MDN. (2021, 30 julio). JavaScript. https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript/About_JavaScript
- [26] Trabajando con JSON - Aprende sobre desarrollo web | MDN. (2021, 29 julio). JSON. <https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/JavaScript/Objects/JSON>
- [27] JSON. (s. f.). JSON. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://json.org/json-es.html>

- [28] J. (2015, 26 marzo). Lenguaje de programación C++. Aprendiendo Arduino. <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2015/03/26/lenguaje-de-programacion-c/>
- [29] Todos los diagramas UML. Teoría y ejemplos. (2020, 16 agosto). DiagramasUML.com. <https://diagramasuml.com/>
- [30] Introduction a Vue.js. (s. f.). Vuese. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://vuejs.org/v2/guide/>
- [31] Why you should be using. (s. f.). Vuetify. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://vuetifyjs.com/en/introduction/why-vuetify/#getting-started>
- [32] Guerrero, H. (2018, 18 marzo). EmailJS :: Envío de correos desde JavaScript. HOC Labs. <https://www.hoclabs.com/2018/03/17/emailjs-envio-de-correos-desde-javascript/>
- [33] Overview | Vuese. (s. f.). Vuese. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://vuese.org/>
- [34] C., C., C., & C. (s. f.). chart.js –. CursoProgramador. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://cursoprogramador.wordpress.com/tag/chart-js/>
- [35] S. (2019, 15 abril). Efectos del CO2 en la contaminación del aire interior y en la salud | S&P. S&P Sistemas de Ventilación. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/efectos-co2/>
- [36] Murcia, R. G. G. J. A. (2021, 11 agosto). Sensores de calidad del aire para mejorar las ciudades. RTVE.es. <https://www.rtve.es/noticias/20210810/sensores-calidad-aire-ciudades-inteligentes/2156520.shtml>
- [37] HOP - Smart Cities. (s. f.). Smart Spot. Recuperado 12 de agosto de 2021, de <https://smartcities.hopu.eu/smart-spot.html>
- [38] Dispositivo que mide la calidad del aire interior | Nanoenvi IAQ. (s. f.). Envira IOT. Recuperado 12 de agosto de 2021, de <https://enviraiot.es/nanoenvi-iaq/>
- [39] Monitor de calidad de aire Kunak AIR Pro. (2021, 13 julio). Kunak Sensores de calidad de aire y Sistema de Monitorización. <https://www.kunak.es/productos/monitorizacion-ambiental/kunak-air-pro/>

PÁGINAS WEB CONSULTADAS :

1. How To Pass Data Between Components In Vue.js. (2020, 22 enero). Smashing Magazine. <https://www.smashingmagazine.com/2020/01/data-components-vue-js/>

2. filtre los datos en vuejs de acuerdo con un formulario de búsqueda externo - vue.js. (s. f.). Vue.js. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://living-sun.com/es/vuejs/851011-filter-data-in-vuejs-according-to-an-external-searchform-vuejs.html>
3. Cómo subir una página/aplicación web a Firebase y configurar Dominio. (2020, 8 noviembre). YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=lp2_Pq3kOfY
4. Dev.to clone with NuxtJS. (s. f.). dev. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://dev-clone.nuxtjs.app/tienbku/627218>
5. F. (2018, 25 abril). Vue.js y Firebase – Base de datos – Fernando Gaitán. Fernando Gaitán. <https://fernando-gaitan.com.ar/vue-js-y-firebase/>
6. S. (2020, 17 febrero). Primeros pasos con NodeMCU y Firebase. Soloelectronicos.com. <https://soloelectronicos.com/2019/05/04/primeros-pasos-con-nodemcu-y-firebase/>
7. ESP8266 NodeMCU Conexión a Firebase con Librería (Firebase-ESP8266). (2020, 5 mayo). YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=kiykpi4JqOg>
8. Lozano, R. (2020, 13 marzo). ¿Como conectar NodeMCU con firebase? Talos Electronics. <https://www.taloselectronics.com/blogs/tutoriales/como-conectar-nodemcu-con-firebase>
9. designthemes. (2019, 3 octubre). DHT11 web server con ESP8266. Tienda y Tutoriales Arduino. <https://www.prometec.net/dht11-web-server-esp8266/>
10. designthemes. (2020, 29 diciembre). Sensor C02 con display LCD y DHT11. Tienda y Tutoriales Arduino. <https://www.prometec.net/sensor-c02-lcd-dht11/>
11. designthemes. (2019b, octubre 4). ESP8266: Subir datos a un servidor mediante WiFi. Tienda y Tutoriales Arduino. <https://www.prometec.net/esp8266-subir-valores/>
12. D. (2020a, abril 28). Sending Data To Firebase With The ESP8266 WiFi Module. SENSING THE CITY. <https://www.sensingthecity.com/sending-data-to-firebase-with-the-esp8266-wifi-module/>
13. L. (2021, 8 junio). Medir temperatura y humedad con Arduino y sensor DHT11-DHT22. Luis Llamas. <https://www.luisllamas.es/arduino-dht11-dht22/>
14. Flores, G. (2020, 20 agosto). Manejo de rutas y vistas en Vue - Gerardo Flores. Medium. <https://gerardofloresgr.medium.com/manejo-de-rutas-y-vistas-en-vue-2b9287ba584c>
15. Vista de login y registro de usuario - Curso Firebase para Web - Escuela Vue. (s. f.). Vue. Recuperado 31 de julio de 2021, de <https://escuelavue.es/series/curso-firebase-gratis/vue-firebase-vista-login-registro/>

9. BIBLIOGRAFÍA

- García Peñalvo, F. J., & García Holgado, A. (2018). Tema 5: Introducción al Proceso Unificado (1.ª ed.). Universidad de Salamanca. Recuperado de: https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1144/1/IS_I%20Tema%205%20-%20Proceso%20Unificado.pdf
- García Peñalvo, F. J., & García Holgado, A. (2018). REQUISITOS (1.ª ed.). Universidad de Salamanca . Recuperado de: <https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1150/1/5.%20IngReq.pdf>
- García Peñalvo, F. J., & García Holgado, A. (2018). INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS ORIENTADO A OBJETOS (1.ª ed.). Universidad de Salamanca . Recuperado de: <https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1154/1/9.%20AOO.pdf>
- García Peñalvo, F. J., & García Holgado, A. (2018). MODELO DE DOMINIO (1.ª ed.). Universidad de Salamanca. Recuperado de: <https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1153/1/8.%20Modelo%20de%20dominio.pdf>
- Moreno García, M. and García Peñalvo, F., 2019. *TEMA 3 Patrones*. Universidad de Salamanca. Recuperado de: https://moodle2.usal.es/pluginfile.php/71319/mod_resource/content/3/Transparencias/IS%20II%20Tema%203%20-%20Patrones.pdf
- Santamaría, R. (2021). *Sistemas Distribuidos Introducción* (1.ª ed.). Recuperado de: <http://vis.usal.es/rodrigo/documentos/sisdis/teoria/1-introduccion.pdf>

Anexo 1: PLAN PROYECTO SOFTWARE

Sistema de análisis de calidad del aire

Trabajo de fin de grado

Ingeniería informática



**VNiVERSIDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Septiembre 2021

Autor

Alba Blázquez Bayón

Tutores

Gabriel Villarrubia González
Juan Francisco De Paz Santana
Diego Manuel Jiménez Bravo

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
2. ESTIMACIÓN DE COSTE Y ESFUERZO	10
2.1. CÁLCULO DE LOS UCPP	10
2.1.1. ACTORES	11
2.1.2. CASOS DE USO	12
2.2. CÁLCULO DE LOS TFC	13
2.3. CÁLCULO DE LOS EFC	15
2.4. RESULTADOS.	16
3. PLANIFICACIÓN TEMPORAL.	18
3.1. CALENDARIO DE TRABAJO	18
3.2. PLANIFICACIÓN DE TAREAS	19
3.3. TEMPORALIZACIÓN	23
3.4. ASIGNACIÓN DE RECURSOS	23
3.4. DIAGRAMA DE GANTT	23
3.5. CALENDARIO DE LA PLANIFICACIÓN	27

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Complejidad y peso de los actores</i>	<u>10</u>
<i>Tabla 2. Complejidad y peso de los casos de uso</i>	<u>11</u>
<i>Tabla 3. Especificación de actores</i>	<u>11</u>
<i>Tabla 4. Especificación de casos de uso</i>	<u>13</u>
<i>Tabla 5. Factores de complejidad técnica</i>	<u>15</u>
<i>Tabla 6. Factores de complejidad del entorno</i>	<u>16</u>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Resultados EZEstimate</i>	16
<i>Figura 2. Calendario de trabajo</i>	18
<i>Figura 3. Períodos vacacionales</i>	19
<i>Figura 4. Fases del proceso unificado</i>	19
<i>Figura 5. Fase de Inicio</i>	19
<i>Figura 6. Fase de Elaboración</i>	20
<i>Figura 7. Fase de Elaboración.</i>	20
<i>Figura 8. Fase de Elaboración.</i>	20
<i>Figura 9. Fase de Elaboración</i>	21
<i>Figura 10. Fase de Construcción</i>	21
<i>Figura 11. Fase de Construcción</i>	21
<i>Figura 12. Fase de Construcción</i>	22
<i>Figura 13. Fase de Construcción</i>	22
<i>Figura 14. Fase de Transición</i>	22
<i>Figura 15. Escala de tiempo</i>	23
<i>Figura 16. Representación recursos</i>	23
<i>Figura 17. Diagrama de Gantt fase Inicio</i>	24
<i>Figura 18. Diagrama de Gantt fase Elaboración</i>	24
<i>Figura 19. Diagrama de Gantt fase Elaboración</i>	25
<i>Figura 20. Diagrama de Gantt fase Construcción</i>	25
<i>Figura 21. Diagrama de Gantt fase Construcción</i>	26
<i>Figura 22. Diagrama de Gantt fase Transición</i>	26
<i>Figura 23. Calendario de la planificación</i>	27

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se describen las actividades relacionadas con la gestión de proyectos. Consta de dos partes: estimación de esfuerzo y planificación temporal del proyecto.

En primer lugar se ha utilizado el software EZEstimate para realizar una estimación del esfuerzo para realizar el proyecto, expresado en horas, a partir de los puntos de caso de uso (UCP).

A continuación, se ha utilizado el software Microsoft Office Project 2019 para realizar la planificación temporal. Para ello se dividirá el proyecto en tareas, se establecerán las dependencias entre las mismas y se les asignará unos recursos. Como resultado se obtendrá la planificación formada por las distintas fases del proyecto, fecha de inicio y de final.

2. ESTIMACIÓN DE COSTE Y ESFUERZO

Con la estimación de coste y esfuerzo se puede realizar una estimación a cerca del esfuerzo (a relación entre tiempo y personal necesario para desarrollar el proyecto) y duración para desarrollar un proyecto.

Para ello se ha utilizado el método de UCP (puntos de caso de uso). Es una métrica utilizada para evaluar la funcionalidad representada en forma de casos de uso. Al final se obtendrá el esfuerzo total de desarrollo, a partir de los UCP, expresado en horas de persona.

Los puntos de caso de uso (UCP) se calculan a partir de los puntos de caso de uso sin ajustar (UUCP), el factor de complejidad técnica (TFC) y el factor de complejidad del entorno (ECF) siguiendo la siguiente fórmula:

$$UCP = UUCP * TFC * ECF$$

Para obtener el esfuerzo total (horas de persona) es necesario ajustar estos UCP mediante un factor de conversión F (número de horas de persona por UCP) siguiendo la siguiente fórmula:

$$Esfuerzo = UCP * F$$

2.1. CÁLCULO DE LOS UCPP

Los puntos de caso de uso sin ajustar (UUCP) se calculan a partir de los casos de uso sin ajustar (UUCW) y de los pesos de los actores sin ajustar (UAW) siguiendo la siguiente fórmula:

$$UUCP = UAW + UUCW$$

Los actores sin ajustar (UAW) consideran el número y complejidad de los actores. Primero se calcula la complejidad de los actores:

- **Simple:** Si el actor es un sistema y la aplicación se comunica con él mediante una API.
- **Medio:** Si el actor es un sistema y la aplicación se comunica con él mediante un protocolo (Internet por ejemplo).
- **Complejo:** Si el actor es una persona y se comunica con una interfaz gráfica.

A continuación, se calcula su factor de peso en función de la complejidad del mismo.

<i>Complejidad</i>	<i>Factor de peso</i>
<i>Simple</i>	1
<i>Medio</i>	2
<i>Complejo</i>	3

Tabla 1. Complejidad y peso de los actores

Y finalmente:

$$UAW = \sum \text{peso}_i$$

Análogamente, los casos de uso sin ajustar (UUCW) consideran el número y complejidad de los casos de uso:

En primer lugar se calcula la complejidad de los casos de uso:

- **Simple:** Si el caso de uso tiene 3 transacciones ¹ o menos.
- **Medio:** Si caso de uso tiene de 4 a 7 transacciones.
- **Complejo:** Si caso de uso tiene más de 7 transacciones.

Posteriormente se calcula el factor de peso del mismo:

<i>Complejidad</i>	<i>Factor de peso</i>
<i>Simple</i>	5
<i>Medio</i>	10
<i>Complejo</i>	15

Tabla 2. Complejidad y peso de los casos de uso

Y posteriormente:

$$UUCW = \sum \text{peso}_i$$

2.1.1. ACTORES

<i>Actor</i>	<i>Complejidad</i>
<i>Usuario anónimo</i>	Complejo
<i>Usuario registrado</i>	Complejo
<i>Administrador</i>	Complejo
<i>Sistema</i>	Simple

Tabla 3. Especificación de actores

¹ **Transacción:** es una actividad atómica, donde se ejecutan todas o no se ejecutan ninguna. Es decir, una acción del actor y una respuesta del sistema.

2.1.1.2.CASOS DE USO

<i>Caso de uso</i>	<i>Número de transacciones</i>	<i>Complejidad</i>
<i>[UC-001] Registrarse</i>	2	Simple
<i>[UC-002] Iniciar sesión</i>	2	Simple
<i>[UC-003] Contactar administrador</i>	2	Simple
<i>[UC-004] Modificar perfil</i>	2	Simple
<i>[UC-005] Modificar contraseña</i>	2	Simple
<i>[UC-006] Eliminar usuario</i>	1	Simple
<i>[UC-007] Cerrar sesión</i>	1	Simple
<i>[UC-008] Consultar perfil</i>	1	Simple
<i>[UC-009] Modificar edificio</i>	2	Simple
<i>[UC-010] Modificar sala</i>	2	Simple
<i>[UC-011] Eliminar edificio</i>	3	Simple
<i>[UC-012] Eliminar sala</i>	1	Simple
<i>[UC-013] Consultar edificio</i>	1	Simple
<i>[UC-014] Consultar sala</i>	1	Simple
<i>[UC-015] Registrar edificio</i>	4	Medio
<i>[UC-016] Registrar sala</i>	4	Medio
<i>[UC-017] Registrar sensor</i>	2	Simple

[UC-018] Consultar sensor	1	Simple
[UC-019] Eliminar sensor	1	Simple
[UC-020] Modificar sensor	2	Simple
[UC-021] Consultar información sensor	2	Simple
[UC-022] Añadir evento	2	Simple
[UC-023] Consultar evento	1	Simple
[UC-024] Modificar evento	2	Simple
[UC-025] Eliminar evento	1	Simple
[UC-026] Modificar evento usuario	4	Medio
[UC-027] Enviar correo notificación	0	Simple
[UC-028] Registrar incremento CO2	0	Simple
[UC-029] Recibir alerta	2	Simple

Tabla 4. Especificación de casos de uso

2.2. CÁLCULO DE LOS TFC

Para el cálculo de los factores de complejidad técnica (TFC) se utiliza la siguiente fórmula:

$$TFC = C1 + C2 + \sum_{n=1}^{13} (W_n * F_n)$$

Donde a cada factor se le asigna un peso (W) acorde a su impacto y una complejidad percibida (F) correspondiente a la percepción de complejidad que tiene el equipo de desarrollo.

La complejidad varía del 0 a 5 donde:

- **Valor 0:** significa que el factor es irrelevante.
- **Valor 3:** significa que el factor es medio.
- **Valor 5:** significa que el valor es esencial.

Factores de complejidad técnica (TFC)

<i>Factor</i>	<i>Complejidad</i>	<i>Motivo</i>
<i>T1. Sistemas distribuidos</i>	3	El sistema estará distribuido entre un sensor, una página web y un servidor que los conecta. La información se encuentra en una base que no es distribuida.
<i>T2. Rendimiento</i>	4	Es una aplicación en tiempo real que requiere un alto nivel de fluidez para garantizar que los datos son en tiempo real.
<i>T3. Eficiencia del usuario final</i>	4	La eficiencia del usuario es una prioridad ya que el aspecto fundamental es que pueda obtener la información de forma clara y rápida.
<i>T4. Procesamiento interno complejo</i>	2	El "único" procesamiento interno complejo es la generación de las gráficas que manejan mucha información o datos.
<i>T5. Reusabilidad</i>	2	La reusabilidad no es uno de los aspectos prioritarios.
<i>T6. Facilidad de instalación</i>	0	Al ser una página web el usuario no debe instalar nada.
<i>T7. Facilidad de uso</i>	5	La aplicación debe ser suficientemente intuitiva para evitar un uso complejo o inadecuado.
<i>T8. Portabilidad</i>	0	Al ser una página web será soportado por todos los navegadores sin problemas.
<i>T9. Facilidad de cambio</i>	3	Debido a que cualquier cambio no suponga modificar la funcionalidad del sistema.
<i>T10. Concurrencia</i>	4	Debido a que varios usuarios pueden estar consultando información de los sensores a la vez.

<i>T11. Características especiales de seguridad</i>	3	Garantizar un mínimo de seguridad en cuanto a los datos personales de los usuarios como almacenar las contraseñas de forma cifrada.
<i>T12. Acceso directo a terceras partes</i>	3	Utiliza servicios de autenticación de Firebase, además de garantizar el acceso de la API de Firebase para almacenar los datos.
<i>T13. Se requiere entrenamiento especial del usuario</i>	0	Al ser una página web que puede ser similar a muchas otras no es necesario ningún entrenamiento.

Tabla 5. Factores de complejidad técnica

2.3.CÁLCULO DE LOS EFC

Para el cálculo de los factores de complejidad del entorno (EFC) se utiliza la siguiente fórmula:

$$EFC = C1 + C2 + \sum_{n=1}^8 (W_n * F_n)$$

Donde a cada factor se le asigna un peso (W) acorde a su impacto y una complejidad percibida (F) correspondiente a la percepción de complejidad que tiene el equipo de desarrollo.

La complejidad varía del 0 a 5 donde un valor menos implica un impacto negativo.

Factores de complejidad del entorno (EFC)

<i>Factor</i>	<i>Complejidad</i>	<i>Motivo</i>
<i>E1. Familiaridad con UML</i>	2	Los conocimientos que tengo sobre UML son los adquiridos en las asignaturas de Ingeniería del Software e incluso he tenido que repasar cosas.
<i>E2. Trabajadores a tiempo parcial</i>	4	Se ha compaginado el trabajo de fin de grado con la asignatura de Distribuidos y dos optativas.
<i>E3. Capacidad de análisis</i>	2	Por razones similares a E1, se obtienen conocimientos teóricos pero la experiencia con ellos es pequeña.

E4. Experiencia con la aplicación	2	No había desarrollado nunca una aplicación web y no tenía conocimientos sobre Firebase o Vue.
E5. Experiencia en orientación a objetos	2	Nociones básicas sobre programación orientada a objetos han sido adquiridas en la asignaturas del grado.
E6. Motivación	5	Me ha motivado bastante hacer una aplicación web ya que nunca lo había hecho y quería aprender.
T7. Dificultad de lenguaje de programación	2	JavaScript y HTML no son lenguajes complejos y no ha sido difícil entenderlo.
T8. Estabilidad de los requisitos	4	Los requisitos no van a presentar grandes cambios.

Tabla 6. Factores de complejidad del entorno

2.4.RESULTADOS.

El resultado obtenido utilizando el software EZEstimate y los datos calculados anteriormente han sido los siguientes:

The screenshot shows the EZEstimate software interface with the following sections:

- Module:** Default (with Add Module and Delete buttons)
- Summary:** Total Modules: 1, Excel Report: Generate Report, Use cases: Simple (26), Average (3), Complex (0), Actors: Simple (1), Average (0), Complex (3)
- Add Actor / Use case:** Fields for Actor / Use case Name, Select Type, Complexity, and an Add button.
- Tech / Env Factors:** Set Tech Factor and Set Env Factors buttons.
- Estimation Summary:**
 - UAW: 10
 - UUCW: 160
 - UUPC = UAW + UUCW: 170
 - TFactor: 37
 - EFactor: 14
 - TCF = 0.6 + (.01*TFactor): 0.97
 - EF = 1.4 + (-0.03*EFactor): 0.98
 - UCP = UUPC*TCF*EF: 161.602
 - Total Effort@ 16 Hrs/UCP: 2585.632
- Use case / Actor List:** A table with columns: Id, Module, Type, Name, complexity.

Id	Module	Type	Name	complexity
1	Default	Actor	Usuario anonimo	Complex
10	Default	Usecase	Cerrar sesion	Simple
11	Default	Usecase	Consultar perfil	Simple
12	Default	Usecase	Modificar edificio	Simple
13	Default	Usecase	Modificar sala	Simple
14	Default	Usecase	Eliminar edificio	Simple
15	Default	Usecase	Eliminar sala	Simple
16	Default	Usecase	Consultar edificio	Simple
17	Default	Usecase	Consultar sala	Simple
18	Default	Usecase	Registrar edificio	Average
19	Default	Usecase	Registrar sala	Average
2	Default	Actor	Usuario registra...	Complex
20	Default	Usecase	Registrar sensor	Simple
21	Default	Usecase	Consultar sensor	Simple
22	Default	Usecase	Eliminar sensor	Simple
23	Default	Usecase	Modificar sensor	Simple
24	Default	Usecase	Consultar inform...	Simple
25	Default	Usecase	Añadir evento	Simple

Figura 1. Resultados EZEstimate

Se han disminuido las horas por punto de caso de uso de 20 a 16, debido a que en su mayoría las tareas son simples a excepción de 3 casos de uso que cuya complejidad es media y no existe ninguno complejo. Además, la realización de las mismas es muy similar entre ellas, por lo que realizarlas llevaría menor tiempo.

Según el cálculo serían necesarias 2585,632 horas de persona para desarrollar el proyecto por una única persona.

3. PLANIFICACIÓN TEMPORAL.

En este apartado se detalla la división en tareas del proyecto, así como sus dependencias y la estimación de los tiempos de inicio y fin de estas.

Para la planificación de este proyecto se ha tomado como referencia el Proceso Unificado ya que es un proceso iterativo e incremental que se caracteriza por una gran flexibilidad ya que tiene un enfoque más realista al reconocer que los requisitos no pueden definirse completamente al principio.

3.1. CALENDARIO DE TRABAJO

El calendario de trabajo que se ha seguido es el siguiente cuya fecha de inicio del proyecto es el 13 de enero:

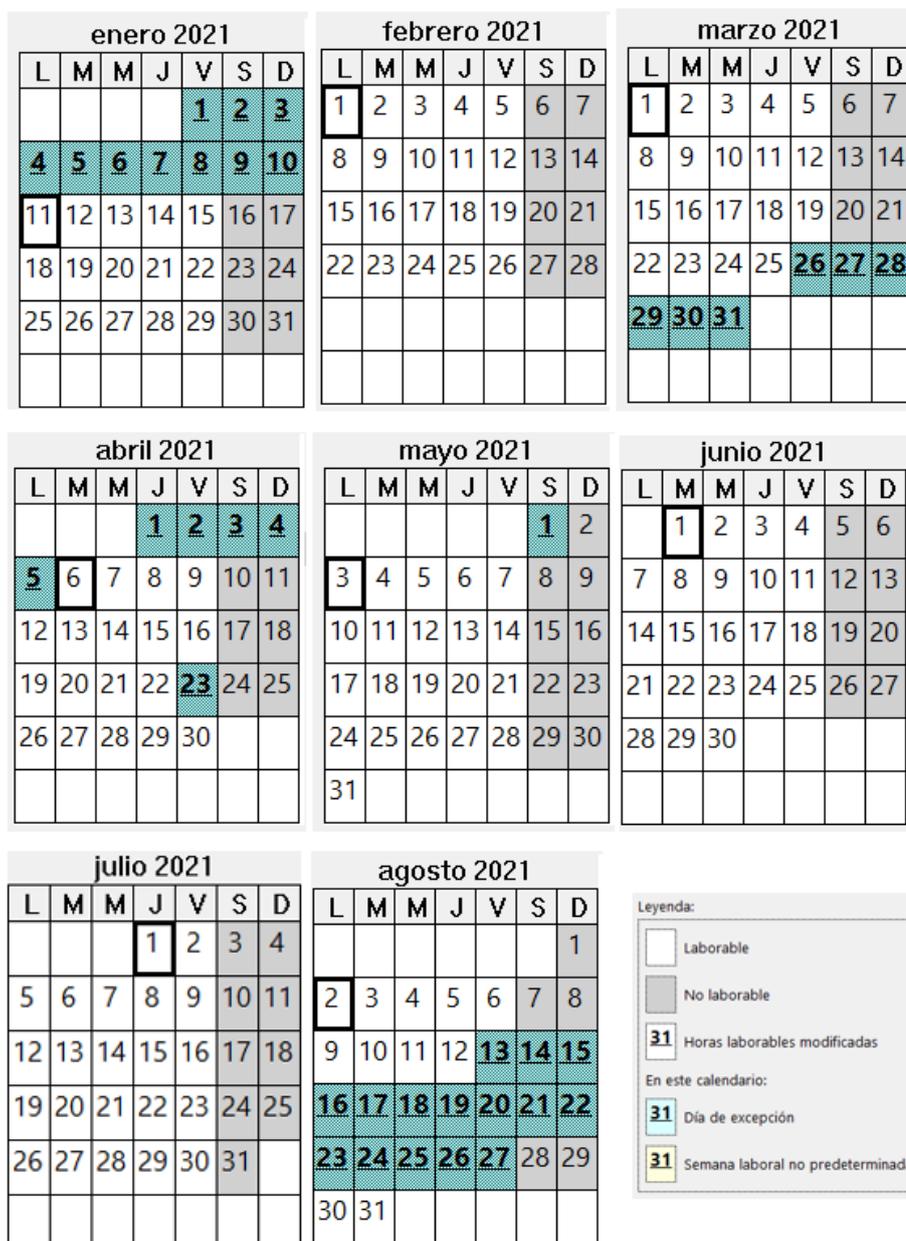


Figura 2. Calendario de trabajo

En la siguiente figura se muestran los períodos vacacionales que han sido establecidos:

	Nombre	Comienzo	Fin
1	Vacaciones de Navidad	01/01/2021	10/01/2021
2	Vaciones Semana Santa	26/03/2021	05/04/2021
3	Día de Castilla y León	23/04/2021	23/04/2021
4	Día del Trabajador	01/05/2021	01/05/2021
5	Vacaciones verano	13/08/2021	27/08/2021

Figura 3. Períodos vacacionales

3.2. PLANIFICACIÓN DE TAREAS

Para la planificación e identificación de las tareas se tomado como referencia el marco de desarrollo del Proceso Unificado. Este está compuesto de cuatro fases denominadas Inicio, Elaboración, Construcción y Transición. Cada una de estas fases es a su vez dividida en una serie de iteraciones. Cada una de estas iteraciones se divide a su vez en una serie de disciplinas que recuerdan a las definidas en el ciclo de vida clásico o en cascada: Análisis de requisitos, Diseño, Implementación y Prueba.

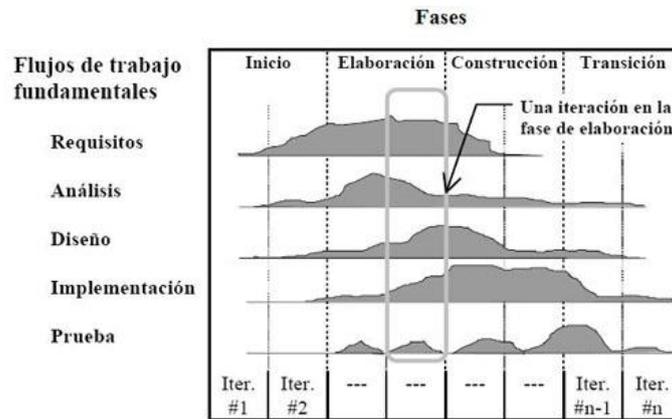


Figura 4. Fases del proceso unificado

Las tareas del proyecto son las siguientes mostradas en las figuras:

	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos	lgregar nueva column
1		Inicio	19 días	mié 13/01/21	lun 08/02/21			
2		Iteración 1	5 días	mié 13/01/21	mar 19/01/21			
3		Modelado de negocio	3 días	mié 13/01/21	vie 15/01/21			
4		Planteamiento del problema	1 día	mié 13/01/21	mié 13/01/21		Alba Blázquez Bayón	
5		Búsqueda de necesidades	2 días	jue 14/01/21	vie 15/01/21	4	Alba Blázquez Bayón	
6		Requisitos	2 días	lun 18/01/21	mar 19/01/21			
7		Identificación de los objetivos	2 días	lun 18/01/21	mar 19/01/21	5,4	Alba Blázquez Bayón [50%]	
8		Análisis	2 días	lun 18/01/21	mar 19/01/21			
9		Análisis tecnología VUE	2 días	lun 18/01/21	mar 19/01/21	4,5	Alba Blázquez Bayón [50%]	
10		Hito Iteración 1	0 días	mar 19/01/21	mar 19/01/21	2		
11		Iteración 2	14 días	mié 20/01/21	lun 08/02/21	10		
12		Requisitos	4 días	mié 27/01/21	lun 01/02/21			
13		Identificación de requisitos funcionales y no funcionales	3 días	mié 27/01/21	vie 29/01/21	7	Alba Blázquez Bayón	
14		Identificación de actores	1 día	lun 01/02/21	lun 01/02/21	13	Alba Blázquez Bayón	
15		Análisis	3 días	mié 20/01/21	vie 22/01/21			
16		Elaboración y análisis de la propuesta de arquitectura	3 días	mié 20/01/21	vie 22/01/21	9	Alba Blázquez Bayón	
17		Diseño	5 días	mar 02/02/21	lun 08/02/21			
18		Diseño prototipo	5 días	mar 02/02/21	lun 08/02/21	9	Alba Blázquez Bayón	
19		Hito Iteración 2	0 días	lun 08/02/21	lun 08/02/21	11		
20		Hito Inicio	0 días	lun 08/02/21	lun 08/02/21	19		

Figura 5. Fase de Inicio

	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
21		Elaboración	77 días	mar 09/02/21	lun 07/06/21	20	
22		Iteración 1	14 días	mar 09/02/21	vie 26/02/21		
23		Requisitos	2 días	mié 17/02/21	jue 18/02/21		
24		Identificar requisitos de restricciones	2 días	mié 17/02/21	jue 18/02/21	13;7;9	Alba Blázquez Bayón
25		Análisis	2 días	mar 09/02/21	mié 10/02/21		
26		Modelo del dominio	2 días	mar 09/02/21	mié 10/02/21	13	Alba Blázquez Bayón [20%]
27		Diseño	4 días	jue 11/02/21	mar 16/02/21		
28		Estructura de la página web	4 días	jue 11/02/21	mar 16/02/21	18;26	Alba Blázquez Bayón
29		Implementación	5 días	vie 19/02/21	jue 25/02/21		
30		Implementación del prototipo	5 días	vie 19/02/21	jue 25/02/21	18;24	Alba Blázquez Bayón
31		Pruebas	1 día	vie 26/02/21	vie 26/02/21		
32		Pruebas del prototipo	1 día	vie 26/02/21	vie 26/02/21	30;28	Alba Blázquez Bayón
33		Hito Iteración 1	0 días	vie 26/02/21	vie 26/02/21	22	

Figura 6. Fase de Elaboración

	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
34		Iteración 2	22 días	lun 01/03/21	jue 08/04/21	33	
35		Requisitos	2 días	mar 16/03/21	mié 17/03/21		
36		Refinamiento requisitos	2 días	mar 16/03/21	mié 17/03/21	13;24	Alba Blázquez Bayón
37		Análisis	14 días	lun 01/03/21	jue 18/03/21		
38		Documentar las clases	1 día	lun 01/03/21	lun 01/03/21	26	Alba Blázquez Bayón [33%]
39		Realización CU subsistema gestión usuarios	1 día	jue 18/03/21	jue 18/03/21	13;36	Alba Blázquez Bayón [33%]
40		Realización CU subsistema gestión calendario	1 día	jue 18/03/21	jue 18/03/21	13;36	Alba Blázquez Bayón [33%]
41		Diseño	2 días	vie 19/03/21	lun 22/03/21		
42		Diseño subsistema gestión usuarios	2 días	vie 19/03/21	lun 22/03/21	39;40	Alba Blázquez Bayón [50%]
43		Diseño subsistema gestión calendario	2 días	vie 19/03/21	lun 22/03/21	40	Alba Blázquez Bayón [50%]
44		Implementación	4 días	mar 23/03/21	mar 06/04/21		
45		Implementación subsistema gestión usuarios	2 días	mar 23/03/21	mié 24/03/21	42	Alba Blázquez Bayón
46		Implementación subsistema gestión calendario	2 días	jue 25/03/21	mar 06/04/21	43;45	Alba Blázquez Bayón
47		Pruebas	2 días	mié 07/04/21	jue 08/04/21		
48		Pruebas unitarias subsistema gestión usuarios	1 día	mié 07/04/21	mié 07/04/21	45;46	Alba Blázquez Bayón
49		Pruebas unitarias subsistema gestión calendario	1 día	jue 08/04/21	jue 08/04/21	48	Alba Blázquez Bayón
50		Hito Iteración 2	0 días	jue 08/04/21	jue 08/04/21	34	

Figura 7. Fase de Elaboración.

	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos	lgregar nueva columna
51		Iteración 3	41 días	vie 09/04/21	lun 07/06/21	50		
52		Requisitos	1 día	vie 09/04/21	vie 09/04/21			
53		Refinamiento de requisitos	1 día	vie 09/04/21	vie 09/04/21	36	Alba Blázquez Bayón [20%]	
54		Análisis	3 días	vie 09/04/21	mar 13/04/21			
55		Realización CU subsistema gestión salas	1 día	vie 09/04/21	vie 09/04/21	40	Alba Blázquez Bayón [80%]	
56		Realización CU subsistema gestión sensores	1 día	lun 12/04/21	lun 12/04/21	55	Alba Blázquez Bayón	
57		Realización CU subsistema gestión notificaciones	1 día	mar 13/04/21	mar 13/04/21	56;55	Alba Blázquez Bayón	
58		Diseño	5 días	mié 14/04/21	mar 20/04/21			
59		Diseño subsistema gestión salas y edificios	3 días	mié 14/04/21	vie 16/04/21	55;56;57	Alba Blázquez Bayón [50%]	
60		Diseño subsistema gestión sensores	3 días	mié 14/04/21	vie 16/04/21	56;55;57	Alba Blázquez Bayón [50%]	
61		Diseño subsistema gestión notificaciones	2 días	lun 19/04/21	mar 20/04/21	57;59;60	Alba Blázquez Bayón	
62		Implementación	7 días	mié 21/04/21	vie 30/04/21			
63		Implementación subsistema gestión sensores	3 días	mié 21/04/21	lun 26/04/21	60;59;61	Alba Blázquez Bayón	
64		Implementación subsistema gestión salas	3 días	mar 27/04/21	jue 29/04/21	59;63	Alba Blázquez Bayón	
65		Implementación subsistema gestión notificaciones	1 día	vie 30/04/21	vie 30/04/21	64	Alba Blázquez Bayón	

Figura 8. Fase de Elaboración.

	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
66		▸ Pruebas	26 días	lun 03/05/21	lun 07/06/21		
67		Pruebas unitarias subsistemas gestión sensores	2 días	lun 03/05/21	mar 04/05/21	63;64;65	Alba Blázquez Bayón [50%]
68		Pruebas unitarias subsistema gestión notificaciones	1 día	lun 07/06/21	lun 07/06/21	65	Alba Blázquez Bayón
69		Pruebas unitarias subsistema gestión salas y edificios	2 días	lun 03/05/21	mar 04/05/21	64;63;65	Alba Blázquez Bayón [50%]
70		Hito Iteración 3	0 días	lun 07/06/21	lun 07/06/21	51	
71		Hito Elaboración	0 días	lun 07/06/21	lun 07/06/21	70	

Figura 9. Fase de Elaboración

	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
72		▸ Construcción	35 días	mar 08/06/21	lun 26/07/21	71	
73		▸ Iteración 1	8 días	mar 08/06/21	jue 17/06/21		
74		▸ Requisitos	2 días	lun 14/06/21	mar 15/06/21		
75		Refinamiento requisitos	2 días	lun 14/06/21	mar 15/06/21	53	Alba Blázquez Bayón
76		▸ Análisis	2 días	mié 16/06/21	jue 17/06/21		
77		Refinamiento de los CU	2 días	mié 16/06/21	jue 17/06/21	57;75	Alba Blázquez Bayón
78		▸ Diseño	2 días	mar 08/06/21	mié 09/06/21		
79		Diseño BD subsistema gestión usuarios	2 días	mar 08/06/21	mié 09/06/21	48	Alba Blázquez Bayón [50%]
80		Diseño BD subsistema gestión calendario	2 días	mar 08/06/21	mié 09/06/21	49	Alba Blázquez Bayón [50%]
81		▸ Implementación	1 día	jue 10/06/21	jue 10/06/21		
82		Implementación BD gestión usuarios	1 día	jue 10/06/21	jue 10/06/21	79	Alba Blázquez Bayón [50%]
83		Implementación BD gestión calendario	1 día	jue 10/06/21	jue 10/06/21	80	Alba Blázquez Bayón [50%]
84		▸ Pruebas	1 día	vie 11/06/21	vie 11/06/21		
85		Pruebas unitarias BD subsistema gestión calendario	1 día	vie 11/06/21	vie 11/06/21	83;79;82	Alba Blázquez Bayón [50%]
86		Pruebas unitarias BD subsistema gestión usuario	1 día	vie 11/06/21	vie 11/06/21	82;79	Alba Blázquez Bayón [50%]
87		Hito Iteración 1	0 días	jue 17/06/21	jue 17/06/21	73	

Figura 10. Fase de Construcción

	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
88		▸ Iteración 2	11 días	vie 18/06/21	vie 02/07/21	87	
89		▸ Requisitos	1 día	jue 01/07/21	jue 01/07/21		
90		Validación de requisitos	1 día	jue 01/07/21	jue 01/07/21	75	Alba Blázquez Bayón [50%]
91		▸ Análisis	1 día	vie 02/07/21	vie 02/07/21		
92		Validación de la realización de los CU de todos los subsistemas	1 día	vie 02/07/21	vie 02/07/21	77;90	Alba Blázquez Bayón [50%]
93		▸ Diseño	3 días	vie 18/06/21	mar 22/06/21		
94		Diseño BD subsistema gestión sensores	3 días	vie 18/06/21	mar 22/06/21	67	Alba Blázquez Bayón [50%]
95		Diseño BD subsistema gestión salas	3 días	vie 18/06/21	mar 22/06/21	69	Alba Blázquez Bayón [50%]
96		▸ Implementación	4 días	mié 23/06/21	lun 28/06/21		
97		Implementación BD gestión sensores	4 días	mié 23/06/21	lun 28/06/21	94	Alba Blázquez Bayón [50%]
98		Implementación BD gestión salas	4 días	mié 23/06/21	lun 28/06/21	95	Alba Blázquez Bayón [50%]
99		▸ Pruebas	4 días	mar 29/06/21	vie 02/07/21		
100		Pruebas unitarias BD subsistema gestión sensores	2 días	mar 29/06/21	mié 30/06/21	97;98;94	Alba Blázquez Bayón [50%]
101		Pruebas unitarias BD subsistema gestión salas	2 días	jue 01/07/21	vie 02/07/21	98;100;95	Alba Blázquez Bayón [50%]
102		Hito Iteración 2	0 días	vie 02/07/21	vie 02/07/21	88	

Figura 11. Fase de Construcción

	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
103		Iteración 3	11 días	lun 05/07/21	lun 19/07/21	102	
104		Requisitos	1 día	lun 12/07/21	lun 12/07/21		
105		Validar que los requisitos no han cambiado	1 día	lun 12/07/21	lun 12/07/21	90	Alba Blázquez Bayón [10%]
106		Análisis	2 días	mar 13/07/21	mié 14/07/21		
107		Realización de los casos de uso	2 días	mar 13/07/21	mié 14/07/21	105;90	Alba Blázquez Bayón [50%]
108		Diseño	3 días	lun 05/07/21	mié 07/07/21		
109		Diseño BD sensor	2 días	lun 05/07/21	mar 06/07/21		Alba Blázquez Bayón [50%]
110		Diseño montaje sensor	3 días	lun 05/07/21	mié 07/07/21		Alba Blázquez Bayón [50%]
111		Implementación	7 días	mié 07/07/21	jue 15/07/21		
112		Implementación BD sensor	4 días	mié 07/07/21	lun 12/07/21	109	Alba Blázquez Bayón [50%]
113		Implementación del sensor en arduino	3 días	mar 13/07/21	jue 15/07/21	110;112	Alba Blázquez Bayón [50%]
114		Pruebas	2 días	vie 16/07/21	lun 19/07/21		
115		Pruebas unitarias BD sensor	2 días	vie 16/07/21	lun 19/07/21	112;113	Alba Blázquez Bayón [50%]
116		Pruebas unitarias del sensor	1 día	vie 16/07/21	vie 16/07/21	113	Alba Blázquez Bayón [50%]
117		Hito Iteración 3	0 días	lun 19/07/21	lun 19/07/21	103	

Figura 12. Fase de Construcción

	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
118		Iteración 4	5 días	mar 20/07/21	lun 26/07/21	117	
119		Requisitos	1 día	mar 20/07/21	mar 20/07/21		
120		Validar que los requisitos no han cambiado	1 día	mar 20/07/21	mar 20/07/21	105;90	Alba Blázquez Bayón [20%]
121		Análisis	2 días	mié 21/07/21	jue 22/07/21		
122		Realización de los CU	2 días	mié 21/07/21	jue 22/07/21	120	Alba Blázquez Bayón [33%]
123		Diseño	2 días	vie 23/07/21	lun 26/07/21		
124		Realización de los CU	2 días	vie 23/07/21	lun 26/07/21	122;120	Alba Blázquez Bayón [33%]
125		Implementación	3 días	mar 20/07/21	jue 22/07/21		
126		Implementación sensor y Firebase	3 días	mar 20/07/21	jue 22/07/21	116;113	Alba Blázquez Bayón [33%]
127		Pruebas	5 días	mar 20/07/21	lun 26/07/21		
128		Pruebas de integración del subsistema de gestión de notificaciones	1 día	mar 20/07/21	mar 20/07/21	68	Alba Blázquez Bayón [33%]
129		Pruebas de integración de los subsistemas gestión de sensores y salas	4 días	mié 21/07/21	lun 26/07/21	100;101;128	Alba Blázquez Bayón [33%]
130		Pruebas de integración del sensor	2 días	vie 23/07/21	lun 26/07/21	126	Alba Blázquez Bayón [33%]
131		Hito Iteración 4	0 días	lun 26/07/21	lun 26/07/21	118	
132		Hito Construcción	0 días	lun 26/07/21	lun 26/07/21	131	

Figura 13. Fase de Construcción

	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
133		Transición	11 días	mar 27/07/21	mar 10/08/21	132	
134		Iteración 1	11 días	mar 27/07/21	mar 10/08/21		
135		Requisitos	4 días	mar 27/07/21	vie 30/07/21		
136		Requisitos de despliegue	4 días	mar 27/07/21	vie 30/07/21		Alba Blázquez Bayón
137		Análisis	2 días	lun 02/08/21	mar 03/08/21		
138		Análisis plataforma	2 días	lun 02/08/21	mar 03/08/21	136	Alba Blázquez Bayón
139		Implementación	3 días	mié 04/08/21	vie 06/08/21		
140		Implementación BD sistema completa	3 días	mié 04/08/21	vie 06/08/21	82;83;100;101;115	Alba Blázquez Bayón
141		Pruebas	2 días	lun 09/08/21	mar 10/08/21		
142		Pruebas BD completa	2 días	lun 09/08/21	mar 10/08/21	140	Alba Blázquez Bayón [50%]
143		Pruebas de despliegue	2 días	lun 09/08/21	mar 10/08/21	140;129;130;128	Alba Blázquez Bayón [50%]
144		Hito Iteración 1	0 días	mar 10/08/21	mar 10/08/21	134	
145		Hito Transición	0 días	mar 10/08/21	mar 10/08/21	144	

Figura 14. Fase de Transición

Se puede observar que la duración del proyecto es desde el día 13/01/2021 hasta el día 10/08/2021 con periodos vacacionales intermedios, obteniendo una duración total de 7 meses.

3.3 TEMPORALIZACIÓN

En la siguiente figura se puede observar las fechas de inicio y fin de cada fase del proyecto y de sus respectivas iteraciones:



Figura 15. Escala de tiempo

3.4 ASIGNACIÓN DE RECURSOS

En la planificación temporal es recomendable que la capacidad de los recursos sea cercana al 100% para que en el caso de un trabajador tenga un rendimiento completo en el proyecto. En la siguiente figura se puede observar como el recurso de este proyecto tiene una capacidad del 100%:

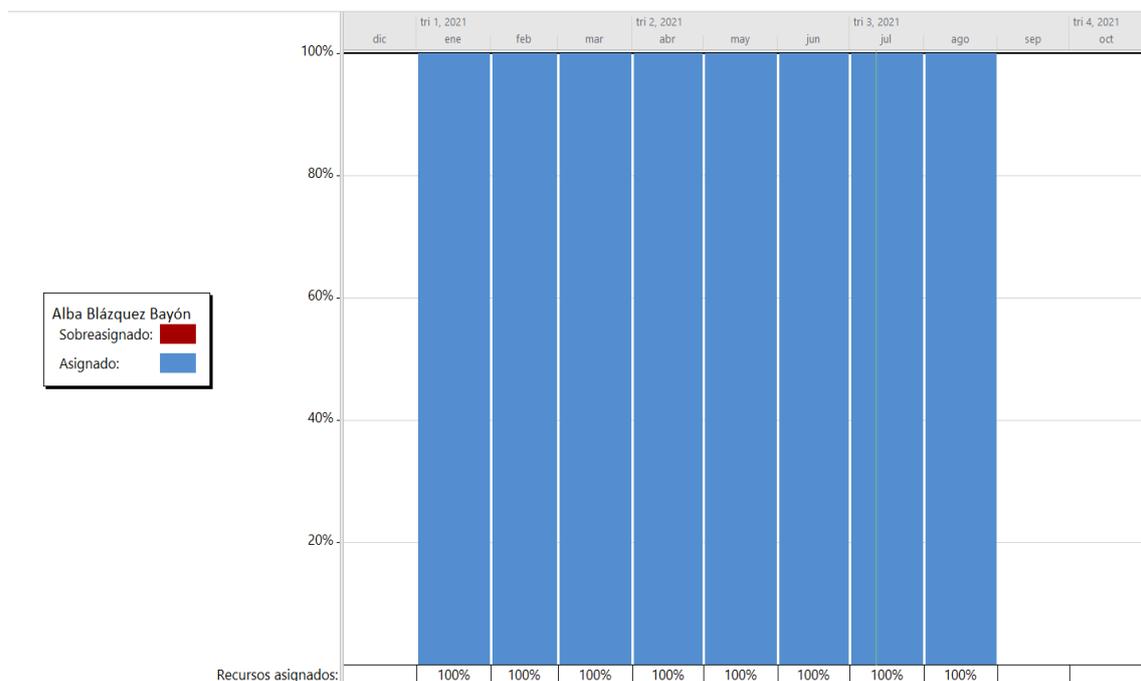


Figura 16. Representación recursos

3.4 DIAGRAMA DE GANTT

Un diagrama de Gantt es una representación gráfica de las actividades sobre una escala de tiempos. Las actividades se representan en forma de barra sobre dicha escala manteniendo la relación de proporcionalidad entre sus duraciones y su representación gráfica, y su posición respecto del punto origen del proyecto.

En rojo está indicado el camino crítico del proyecto formado por tareas críticas que de retrasarse su realización supondrían un retraso en la fecha de finalización del proyecto.

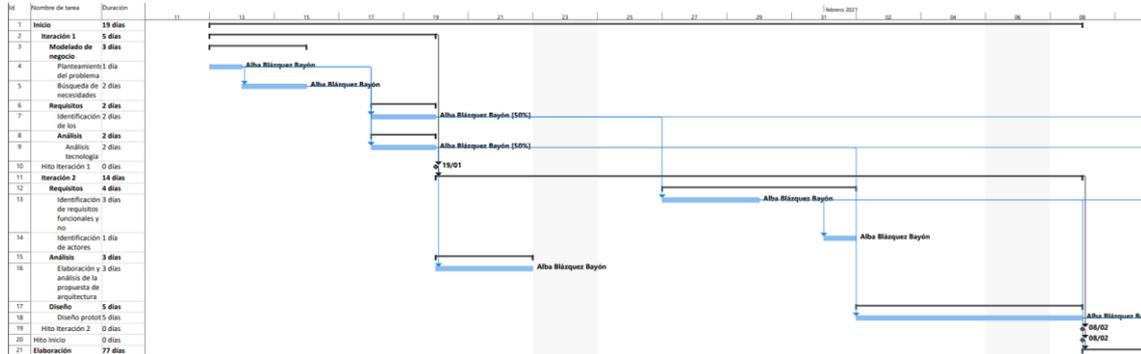


Figura 17. Diagrama de Gantt fase Inicio

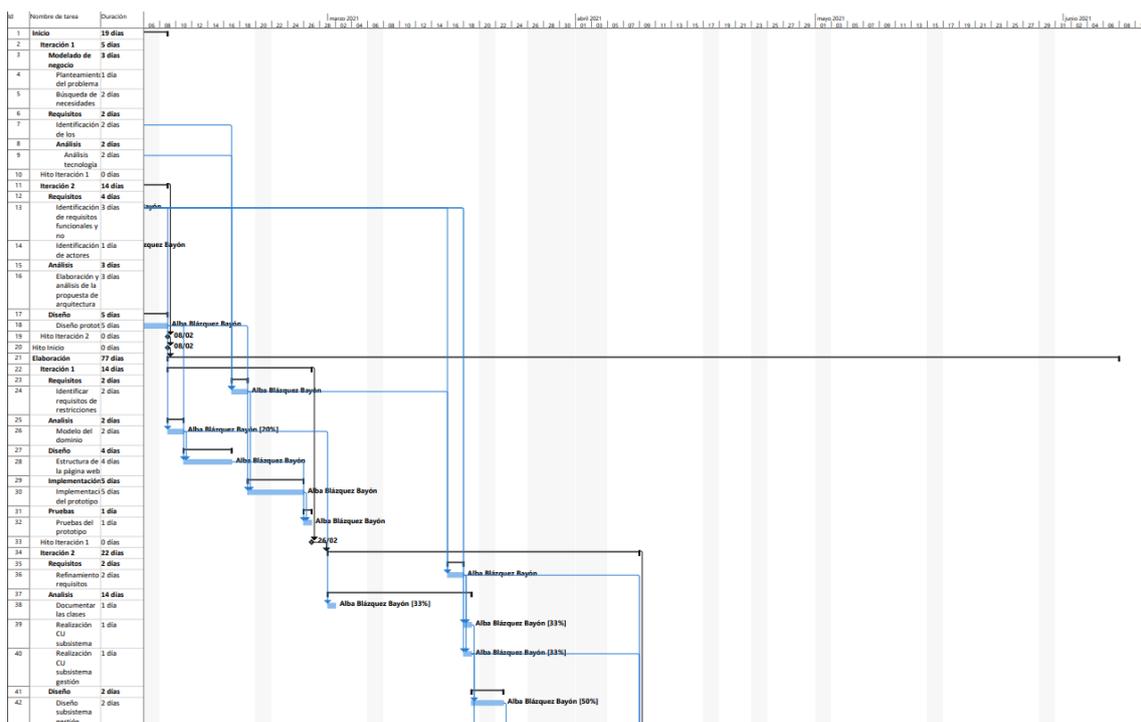


Figura 18. Diagrama de Gantt fase Elaboración

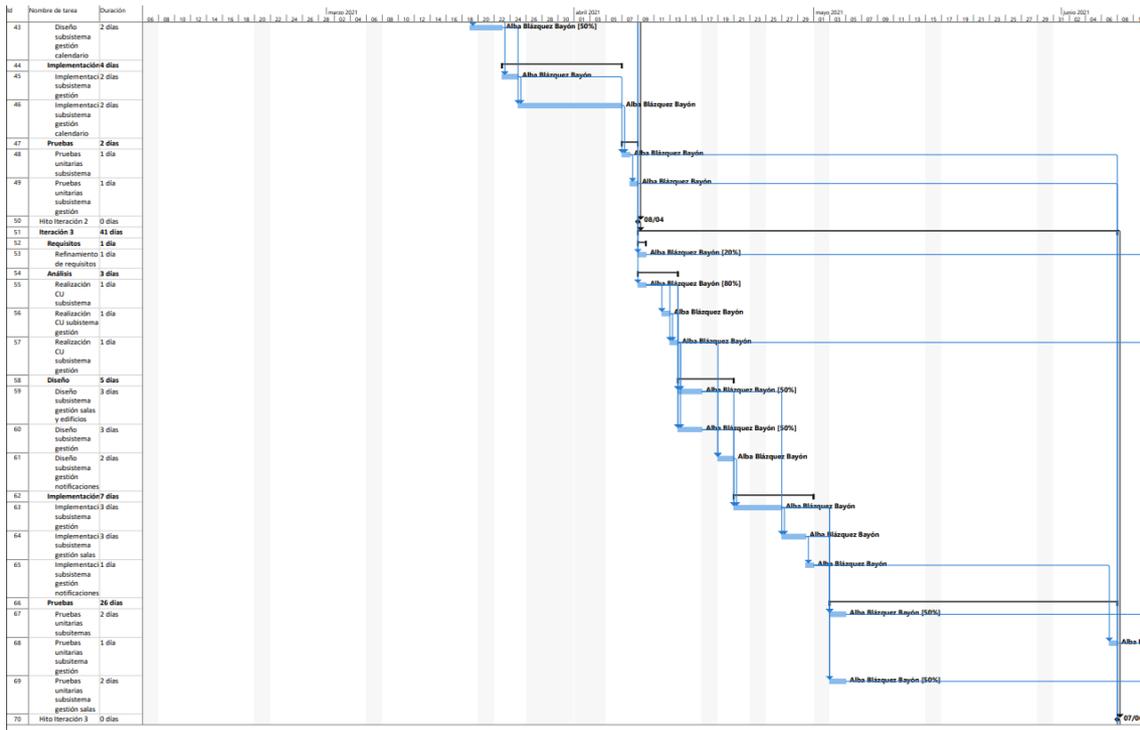


Figura 19. Diagrama de Gantt fase Elaboración

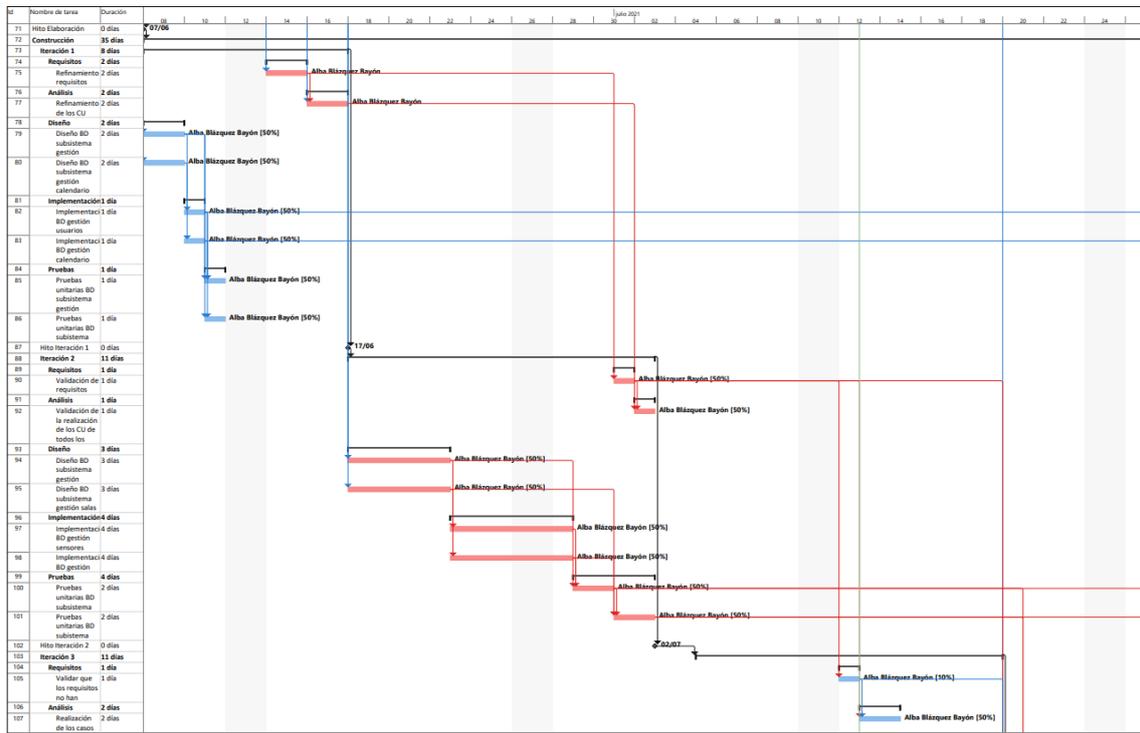


Figura 20. Diagrama de Gantt fase Construcción

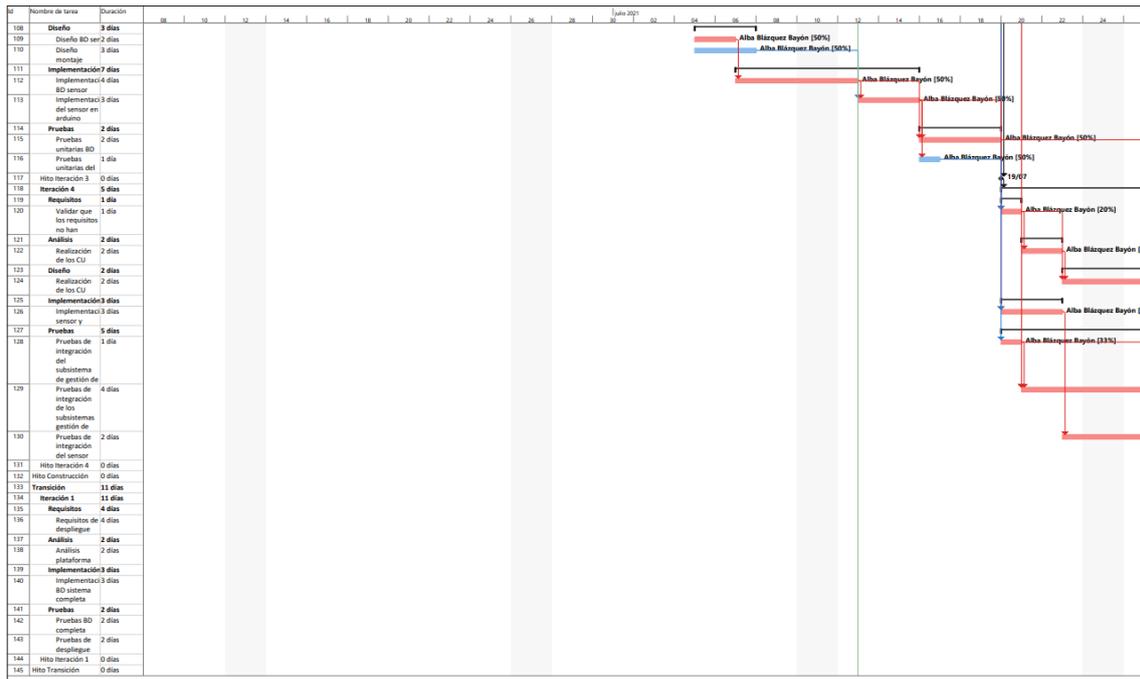


Figura 21. Diagrama de Gantt fase Construcción

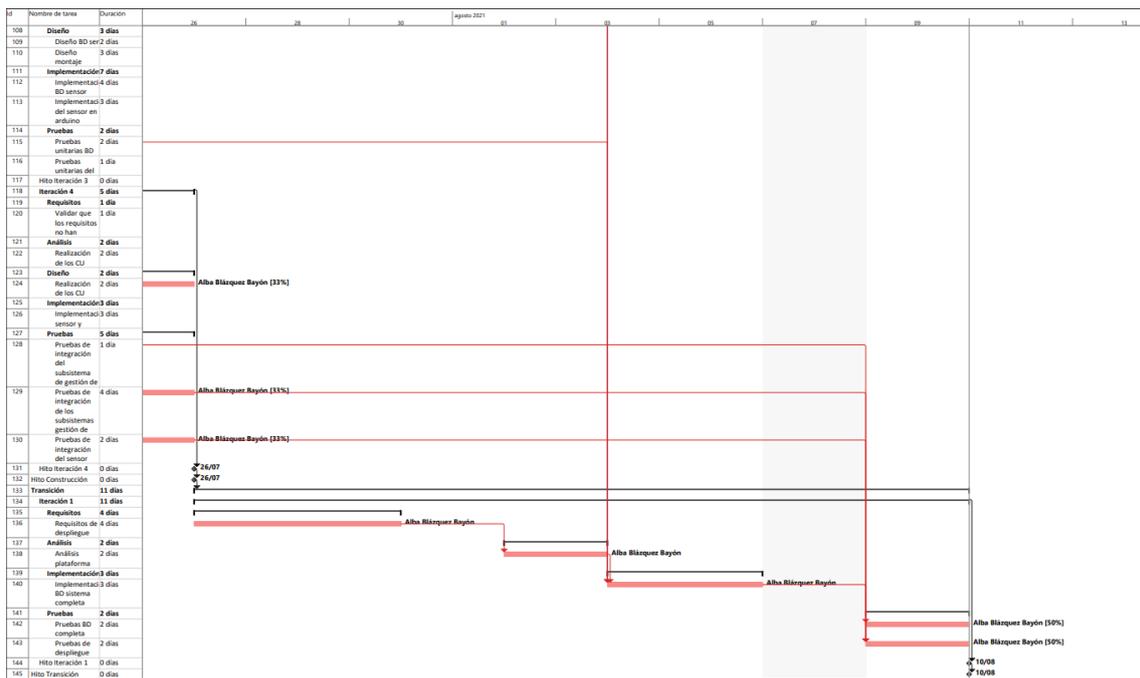


Figura 22. Diagrama de Gantt fase Transición

3.5 CALENDARIO DE LA PLANIFICACIÓN

A continuación, se muestran las fechas de las diferentes fases del proyecto.



Figura 23. Calendario de la planificación

Anexo 2: – ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DEL SOFTWARE

Sistema de análisis de calidad del aire

Trabajo de fin de grado

Ingeniería informática



**VNiVERSIDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Septiembre 2021

Autor

Alba Blázquez Bayón

Tutores

Gabriel Villarrubia González

Juan Francisco De Paz Santana

Diego Manuel Jiménez Bravo

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
2. PARTICIPANTES DEL PROYECTO	10
3. ACTORES	12
3.1 DIAGRAMA DE ACTORES	12
3.2 DEFINICIÓN DE ACTORES	12
4. OBJETIVOS DEL SISTEMA	14
5. REQUISITOS DE INFORMACIÓN	17
6. REQUISITOS DE RESTRICCIÓN DE INFORMACIÓN	21
7. REQUISITOS NO FUNCIONALES	22
8. REQUISITOS FUNCIONALES	24
8.1. DIAGRAMAS DE PAQUETES DE USO	24
8.2. DIAGRAMAS DE CASOS DE USO	25
8.2.1 GESTIÓN DE USUARIOS	25
8.2.2 GESTIÓN DE SALAS Y EDIFICIOS	32
8.2.3 GESTIÓN DE SENSORES	39
8.2.4 GESTIÓN DE CALENDARO	44
9. MATRIZ DE RATREABILIDAD	51
10. REFERENCIAS	52

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Tabla participante Alba Blázquez Bayón</i>	10
<i>Tabla 2. Tabla participante Gabriel Villarrubia González</i>	10
<i>Tabla 3. Tabla participante Juan Francisco De Paz Santana</i>	10
<i>Tabla 4. Tabla participante Diego Manuel Jiménez Bravo</i>	11
<i>Tabla 5. Usuario anónimo</i>	12
<i>Tabla 6. Usuario registrado</i>	13
<i>Tabla 7. Administrador</i>	13
<i>Tabla 8. Sistema</i>	13
<i>Tabla 9. Objetivos gestión de usuarios</i>	14
<i>Tabla 10. Objetivos gestión de calendario</i>	14
<i>Tabla 11. Objetivos gestión de salas y edificios</i>	15
<i>Tabla 12. Objetivos gestión de sensores</i>	15
<i>Tabla 13. Objetivos gestión de alertas</i>	16
<i>Tabla 14. Requisito de información de usuario registrado</i>	17
<i>Tabla 15. Requisito de información de administrador</i>	18
<i>Tabla 16. Requisito de información de evento</i>	18
<i>Tabla 17. Requisito de información de sala</i>	19
<i>Tabla 18. Requisito de información de edificio</i>	19
<i>Tabla 19. Requisito de información de sensor</i>	20
<i>Tabla 20. Requisito de información de notificación</i>	20
<i>Tabla 21. Requisito de restricción correos electrónicos</i>	21
<i>Tablas 22. Requisito de restricción identificador de sensor</i>	21
<i>Tabla 23. Requisito no funcional de protección de datos</i>	22
<i>Tabla 24. Requisito no funcional concurrencia</i>	22
<i>Tabla 25. Requisito no funcional interfaz</i>	23
<i>Tabla 26. Requisito no funcional multiplataforma</i>	23
<i>Tabla 27. Requisito no funcional mensajes de error.</i>	23
<i>Tabla 28. [UC - 001] Registrarse</i>	26
<i>Tabla 29. [UC - 002] Iniciar sesión</i>	27
<i>Tabla 30. [UC - 003] Contactar administrador</i>	27
<i>Tabla 31. [UC - 004] Modificar perfil</i>	28
<i>Tabla 31. [UC-005] Modificar contraseña</i>	29

Tabla 33. [UC-006] Eliminar Usuario _____	29
Tabla 34. [UC-007] Cerrar Sesión _____	30
Tabla 35. [UC-008] Consultar Perfil _____	31
Tabla 36. [UC-009] Modificar edificio _____	33
Tabla 37. [UC-010] Modificar sala _____	34
Tabla 38. [UC-011] Modificar edificio _____	34
Tabla 39. [UC-012] Eliminar sala _____	35
Tabla 40. [UC-013] Eliminar edificio _____	36
Tabla 41. [UC-014] Consultar sala _____	36
Tabla 42. [UC-015] Registrar edificio _____	37
Tabla 43. [UC-016] Registrar sala _____	38
Tabla 44. [UC-017] Registrar sensor _____	40
Tabla 45. [UC-018] Consultar sensor _____	40
Tabla 46. [UC-019] Eliminar sensor _____	41
Tabla 47. [UC-020] Modificar sensor _____	42
Tabla 48. [UC-021] Consultar información sensor _____	43
Tabla 49. [UC-022] Añadir evento _____	45
Tabla 50. [UC-023] Consultar evento _____	45
Tabla 51. [UC-024] Modificar evento _____	46
Tabla 52. [UC-025] Eliminar evento _____	47
Tabla 53. [UC-026] Modificar evento usuario _____	48
Tabla 54. [UC-027] Enviar correo de notificación _____	48
Tabla 55. [UC-028] Registro incremento CO2 _____	49
Tabla 56. [UC-029] Recibir alerta _____	50
Tabla 57. Matriz de rastreabilidad objetivos-requisitos _____	51

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Diagrama de actores</i>	12
<i>Figura 2. Diagrama de paquetes de uso</i>	24
<i>Figura 3. Diagrama de gestión de usuarios</i>	25
<i>Figura 4. Diagrama de gestión de salas y edificios</i>	32
<i>Figura 5. Diagrama de gestión de sensores</i>	39
<i>Figura 6. Diagrama de gestión de calendario</i>	44
<i>Figura 7. Diagrama de gestión de alertas</i>	49

1. INTRODUCCIÓN

Este anexo se ha orientado a mostrar la especificación de requisitos del software, siendo una descripción completa del comportamiento del sistema que se va a desarrollar. Es una parte fundamental en el desarrollo del proyecto ya que ha permitido ver cuáles son las funcionalidades, necesidades y objetivos reales del sistema, además de priorizar objetivos y requisitos.

En este se describirán los requisitos y objetivos que el proyecto deberá alcanzar, y los actores involucrados en el proyecto. También se incluirán el diagrama de paquetes del sistema y los diagramas de casos de uso de los distintos subsistemas. Todos ellos están recogidos utilizando la técnica de especificación de Durán y Bernárdez [1]. La herramienta que se ha utilizado tanto para los diagramas de actores y casos de uso es Visual Paradigm, herramienta bajo licencia de campus que permite realizar distintos tipos de diagrama usando UML (lenguaje unificado de modelado) por la familiaridad con ella a lo largo del grado en las diferentes asignaturas de Ingeniería del Software y porque es el lenguaje de modelado más conocido y utilizado en la actualidad.

2. PARTICIPANTES DEL PROYECTO

A continuación se describen los integrantes del proyecto y sus roles dentro del proyecto.

Participante Alba Blázquez Bayón	
<i>Organización</i>	Universidad de Salamanca
<i>Rol</i>	Jefe de proyecto, analista, diseñadora, programadora
<i>Es desarrollador</i>	Sí
<i>Es cliente</i>	No
<i>Es usuario</i>	No
<i>Comentarios</i>	

Tabla 1. Tabla participante Alba Blázquez Bayón

Participante Gabriel Villarrubia González	
<i>Organización</i>	Universidad de Salamanca
<i>Rol</i>	Tutor
<i>Es desarrollador</i>	No
<i>Es cliente</i>	No
<i>Es usuario</i>	No
<i>Comentarios</i>	

Tabla 2. Tabla participante Gabriel Villarrubia González

Participante Juan Francisco De Paz Santana	
<i>Organización</i>	Universidad de Salamanca
<i>Rol</i>	Tutor
<i>Es desarrollador</i>	No
<i>Es cliente</i>	No
<i>Es usuario</i>	No
<i>Comentarios</i>	

Tabla 3. Tabla participante Juan Francisco De Paz Santana

<i>Participante Diego Manuel Jiménez Bravo</i>	
<i>Organización</i>	Universidad de Salamanca
<i>Rol</i>	Tutor
<i>Es desarrollador</i>	No
<i>Es cliente</i>	No
<i>Es usuario</i>	No
<i>Comentarios</i>	

Tabla 4. Tabla participante Diego Manuel Jiménez Bravo

3. ACTORES

En esta sección se describen a los actores del sistema, representan entidades externas que interactúan con el sistema.

Sirven para definir los límites del sistema y para buscar todas las perspectivas desde las que los desarrolladores tienen que considerar el sistema.

3.1 DIAGRAMA DE ACTORES

En este sistema se han identificado 4 actores: usuario registrado, usuario no registrado, administrador y sistema.

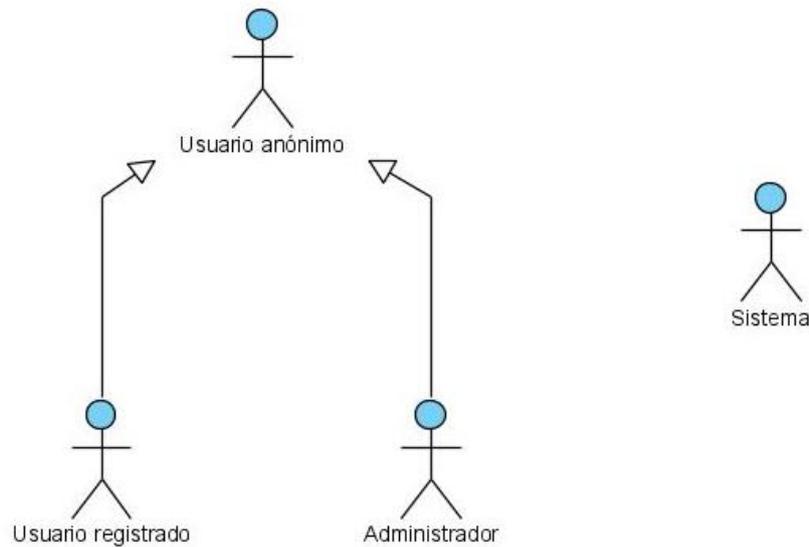


Figura 1. Diagrama de actores

3.2 DEFINICIÓN DE ACTORES

En las siguientes tablas se ha descrito a los actores del sistema utilizando las tablas propuestas por el método de Durán y Bernárdez [1].

ACT- 0001	Usuario anónimo
Versión	1.0 (11/07/2021)
Autores	Alba Blázquez Bayón
Descripción	Este actor representa a usuarios que no han iniciado sesión en el sistema
Comentarios	

Tabla 5. Usuario anónimo

ACT- 0002	Usuario registrado
Versión	1.0 (11/07/2021)
Autores	Alba Blázquez Bayón
Descripción	Este actor representa a usuarios que están registrados y han iniciado sesión en el sistema.
Comentarios	

Tabla 6. Usuario registrado

ACT- 0003	Administrador
Versión	1.0 (11/07/2021)
Autores	Alba Blázquez Bayón
Descripción	Este actor representa al administrador del sistema que se encargará de poder gestionar los eventos del calendario y eliminar usuarios además de poder ver las salas.
Comentarios	

Tabla 7. Administrador

ACT- 0004	Sistema
Versión	1.0 (11/07/2021)
Autores	Alba Blázquez Bayón
Descripción	Este actor representa a la parte automática del propio sistema.
Comentarios	

Tabla 8. Sistema

4.OBJETIVOS DEL SISTEMA

A continuación, se muestran los objetivos del sistema, estos pueden considerarse como requisitos de alto nivel de forma que los requisitos propiamente dichos serían la forma de alcanzar los objetivos del propio sistema.

OBJ - 0001 *Gestión de usuarios*

<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Descripción</i>	El sistema deberá registrar y almacenar la información de los usuarios registrados además permitirá modificar y visualizar su propio perfil. También proporcionará un sistema de identificación para acceder al sistema y salir de él y poder contactar con el administrador en caso de ocurrir cualquier problema.
<i>Subobjetivos</i>	Ninguno
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Urgencia</i>	Inmediata
<i>Estado</i>	Verificado
<i>Estabilidad</i>	Alta
<i>Comentarios</i>	

Tabla 9. Objetivos gestión de usuarios

OBJ - 0002 *Gestión de calendario*

<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Descripción</i>	El sistema deberá registrar y almacenar la información de los eventos, así como modificarlos, eliminarlos y permitir la visualización de los mismos a los usuarios.
<i>Subobjetivos</i>	Ninguno
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Urgencia</i>	Inmediata
<i>Estado</i>	Verificado
<i>Estabilidad</i>	Alta
<i>Comentarios</i>	

Tabla 10. Objetivos gestión de calendario

OBJ - 0003 Gestión de salas y edificios

<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Descripción</i>	El sistema deberá registrar y almacenar la información de los diferentes edificios y salas incluyendo la vinculación con un sensor. También de modificarlos y visualizarlos.
<i>Subobjetivos</i>	Ninguno
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Urgencia</i>	Inmediata
<i>Estado</i>	Verificado
<i>Estabilidad</i>	Alta
<i>Comentarios</i>	

Tabla 11. Objetivos gestión de salas y edificios

OBJ - 0004 Gestión de sensores

<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Descripción</i>	El sistema deberá registrar y almacenar la información de identificación de los sensores. También la visualización y modificación de los mismos.
<i>Subobjetivos</i>	Ninguno
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Urgencia</i>	Inmediata
<i>Estado</i>	Verificado
<i>Estabilidad</i>	Alta
<i>Comentarios</i>	

Tabla 12. Objetivos gestión de sensores

OBJ - 0005 Gestión de alertas

<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Descripción</i>	El sistema deberá almacenar la información de las alertas correspondientes y debe mostrarlo al usuario correspondiente.
<i>Subobjetivos</i>	Ninguno
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Urgencia</i>	Inmediata
<i>Estado</i>	Verificado
<i>Estabilidad</i>	Alta
<i>Comentarios</i>	

Tabla 13. Objetivos gestión de alertas

5. REQUISITOS DE INFORMACIÓN

Es muy importante identificar los requisitos de información del sistema ya que describen la información que debe almacenar y gestionar el sistema para dar soporte.

A continuación se detallarán los requisitos de información utilizando la metodología Durán y Bernárdez [1].

IRQ - 0001 <i>Usuario registrado</i>	
<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Objetivos asociados</i>	[OBJ - 0001] Gestión de usuarios [OBJ - 0002] Gestión de calendario [OBJ - 0003] Gestión de salas y edificios [OBJ - 0004] Gestión de sensores [OBJ - 0005] Gestión de alertas
<i>Requisitos asociados</i>	[UC-001] Registrarse [UC-002] Iniciar sesión [UC-003] Contactar administrador [UC-004] Modificar perfil [UC-005] Modificar contraseña [UC-007] Cerrar sesión [UC-008] Consultar perfil
<i>Descripción</i>	El sistema deberá almacenar información correspondiente al actor usuario registrado. En concreto:
<i>Datos específicos</i>	- Nombre - Apellidos - Email - Contraseña - Teléfono - Dirección
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Comentarios</i>	

Tabla 14. Requisito de información de usuario registrado

IRQ - 0002 <i>Administrador</i>	
<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Objetivos asociados</i>	[OBJ - 0001] Gestión de usuarios [OBJ - 0002] Gestión de calendario [OBJ - 0003] Gestión de salas y edificios [OBJ - 0004] Gestión de sensores

<i>Requisitos asociados</i>	[UC-001] Registrarse [UC-002] Iniciar sesión [UC-003] Modificar perfil [UC-005] Modificar contraseña [UC-006] Eliminar usuario [UC-007] Cerrar sesión [UC-008] Consultar perfil
<i>Descripción</i>	El sistema deberá almacenar información correspondiente al actor administrador. En concreto:
<i>Datos específicos</i>	- Nombre - Apellidos - Email - Contraseña - Teléfono - Dirección
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Comentarios</i>	

Tabla 15. Requisito de información de administrador

IRQ - 0003	Evento
<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Objetivos asociados</i>	[OBJ - 0002] Gestión de calendario
<i>Requisitos asociados</i>	[UC-022] Añadir evento [UC-023] Consultar evento [UC-024] Modificar evento [UC-025] Eliminar evento [UC-026] Modificar evento usuario
<i>Descripción</i>	El sistema deberá almacenar información correspondiente a un evento del calendario. En concreto:
<i>Datos específicos</i>	- Correo usuario - Nombre del evento - Descripción - Sala - Fecha de Inicio - Fecha de fin
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Comentarios</i>	

Tabla 16. Requisito de información de evento

IRQ - 0004 Sala	
<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Objetivos asociados</i>	[OBJ - 0003] Gestión de salas y edificios [OBJ - 0004] Gestión de sensores
<i>Requisitos asociados</i>	[UC-010] Modificar sala [UC-012] Eliminar sala [UC-014] Consultar sala [UC-016] Registrar sala
<i>Descripción</i>	El sistema deberá almacenar información correspondiente a una sala. En concreto:
<i>Datos específicos</i>	- Nombre - Edificio - Identificador sensor asociado
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Comentarios</i>	

Tabla 17. Requisito de información de sala

IRQ - 0005 Edificio	
<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Objetivos asociados</i>	[OBJ - 0003] Gestión de salas y edificios [OBJ - 0004] Gestión de sensores
<i>Requisitos asociados</i>	[UC-009] Modificar edificio [UC-011] Eliminar edificio [UC-013] Consultar edificio [UC-015] Registrar edificio
<i>Descripción</i>	El sistema deberá almacenar información correspondiente a un edificio. En concreto:
<i>Datos específicos</i>	- Nombre - Dirección - Provincia - País
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Comentarios</i>	

Tabla 18. Requisito de información de edificio

IRQ - 0006 Sensor	
<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Objetivos asociados</i>	[OBJ - 0003] Gestión de salas y edificios [OBJ - 0004] Gestión de sensores
<i>Requisitos asociados</i>	[UC-017] Registrar sensor [UC-018] Consultar sensor [UC-019] Eliminar sensor [UC-020] Modificar sensor [UC-021] Consultar información sensor
<i>Descripción</i>	El sistema deberá almacenar información correspondiente a un sensor. En concreto:
<i>Datos específicos</i>	- Identificador - Sala asociada
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Comentarios</i>	

Tabla 19. Requisito de información de sensor

IRQ - 0007 Notificación	
<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Objetivos asociados</i>	[OBJ - 0005] Gestión de alertas
<i>Requisitos asociados</i>	[UC-028] Registrar incremento CO2 [UC-029] Recibir alerta
<i>Descripción</i>	El sistema deberá almacenar información correspondiente a una notificación del sistema. En concreto:
<i>Datos específicos</i>	- Nombre - Usuario - Fecha
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Comentarios</i>	

Tabla 20. Requisito de información de notificación

6. REQUISITOS DE RESTRICCIÓN DE INFORMACIÓN

CRQ-0001 Correos electrónicos	
<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Dependencias</i>	[IRQ - 0001] Usuario registrado
<i>Descripción</i>	No pueden existir en el sistema dos o más usuarios con el mismo correo electrónico.
<i>Importancia</i>	Vital.
<i>Urgencia</i>	Inmediata.
<i>Estado</i>	Verificado.
<i>Estabilidad</i>	Alta.
<i>Comentarios</i>	

Tabla 21. Requisito de restricción correos electrónicos

CRQ-0002 Identificador de sensor	
<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Dependencias</i>	[IRQ - 0006] Sensor
<i>Descripción</i>	No pueden existir en el sistema dos o más sensores con el mismo identificador.
<i>Importancia</i>	Vital.
<i>Urgencia</i>	Inmediata.
<i>Estado</i>	Verificado.
<i>Estabilidad</i>	Alta.
<i>Comentarios</i>	

Tablas 22. Requisito de restricción identificador de sensor

7. REQUISITOS NO FUNCIONALES

En las siguientes tablas se han descrito los requisitos funcionales, son aquellos requisitos que no relacionados directamente con la funcionalidad del sistema, utilizando las tablas propuestas por el método de Durán y Bernárdez [1].

NFR-0001 <i>Protección de datos</i>	
<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Dependencias</i>	
<i>Descripción</i>	El sistema deberá aplicar la Ley Orgánica 13/1999 vigente sobre la Ley de Protección de Datos del cliente.
<i>Importancia</i>	Vital.
<i>Urgencia</i>	Inmediata.
<i>Estado</i>	Verificado.
<i>Estabilidad</i>	Alta.
<i>Comentarios</i>	

Tabla 23. Requisito no funcional de protección de datos

NFR-0002 <i>Concurrencia</i>	
<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Dependencias</i>	
<i>Descripción</i>	El sistema deberá ser capaz de operar adecuadamente con varios usuarios con sesiones concurrentes.
<i>Importancia</i>	Vital.
<i>Urgencia</i>	Inmediata.
<i>Estado</i>	Verificado.
<i>Estabilidad</i>	Alta.
<i>Comentarios</i>	

Tabla 24. Requisito no funcional concurrencia

NFR-0003 Interfaz	
<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Dependencias</i>	
<i>Descripción</i>	El sistema deberá tener una interfaz gráfica intuitiva y comprensiva para su uso.
<i>Importancia</i>	Vital.
<i>Urgencia</i>	Inmediata.
<i>Estado</i>	Verificado.
<i>Estabilidad</i>	Alta.
<i>Comentarios</i>	

Tabla 25. Requisito no funcional interfaz

NFR-0004 Multiplataforma	
<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Dependencias</i>	
<i>Descripción</i>	El sistema deberá ser soportado por cualquier navegador del mercado.
<i>Importancia</i>	Vital.
<i>Urgencia</i>	Inmediata.
<i>Estado</i>	Verificado.
<i>Estabilidad</i>	Alta.
<i>Comentarios</i>	

Tabla 26. Requisito no funcional multiplataforma

NFR-0005 Mensajes de error	
<i>Versión</i>	1.0 (14/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón.
<i>Dependencias</i>	
<i>Descripción</i>	El sistema deberá mostrar mensajes de error comprensibles para el usuario.
<i>Importancia</i>	Vital.
<i>Urgencia</i>	Inmediata.
<i>Estado</i>	Verificado.
<i>Estabilidad</i>	Alta.
<i>Comentarios</i>	

Tabla 27. Requisito no funcional mensajes de error.

8. REQUISITOS FUNCIONALES

A continuación se describen los requisitos funcionales, son aquellos que definen una parte de funcionalidad del sistema (una forma de expresarlo son los casos de uso).

8.1. DIAGRAMAS DE PAQUETES DE USO

En el siguiente diagrama se han representado los diferentes paquetes de los diagramas de casos de uso.

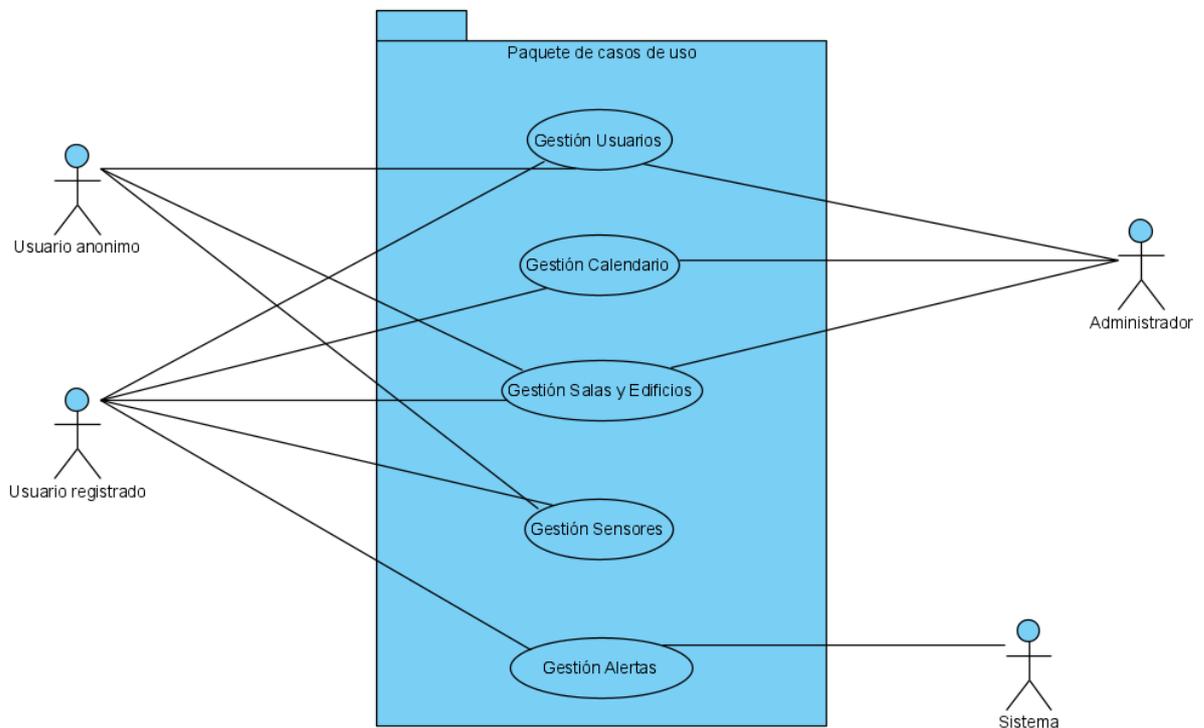


Figura 2. Diagrama de paquetes de uso

8.2. DIAGRAMAS DE CASOS DE USO

8.2.1 GESTIÓN DE USUARIOS

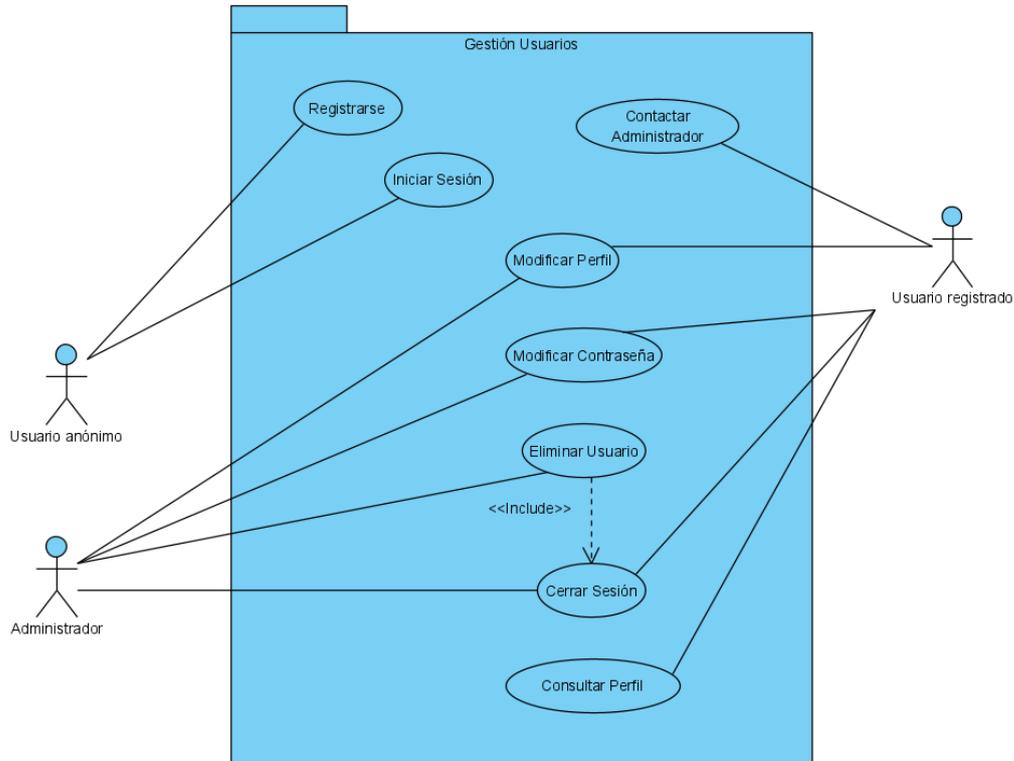


Figura 3. Diagrama de gestión de usuarios

UC - 001 Registrarse

<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)								
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón								
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0001] Gestión de usuarios								
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>una persona entre a la página y quiera crear una cuenta.</i> <i>La persona introducirá sus datos y se comprobará que son válidos. A continuación, se mandará al correo un enlace verificación y se activará su cuenta y podrá usarla.</i>								
<i>Precondición</i>	El usuario no tiene sesión iniciada.								
<i>Secuencia normal</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El actor Usuario anónimo (ACT-0001) inicia el caso de uso.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El sistema presenta el formulario.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El actor Usuario anónimo (ACT-0001) introduce sus datos.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El actor Usuario anónimo (ACT-0001) inicia el caso de uso.	2	El sistema presenta el formulario.	3	El actor Usuario anónimo (ACT-0001) introduce sus datos.
Paso	Acción								
1	El actor Usuario anónimo (ACT-0001) inicia el caso de uso.								
2	El sistema presenta el formulario.								
3	El actor Usuario anónimo (ACT-0001) introduce sus datos.								

	4	El sistema valida los datos, crea la cuenta y envía un correo de verificación al usuario.
	5	El sistema activa la cuenta de usuario.
	6	El sistema finaliza el caso de uso.
<i>Postcondición</i>	Usuario registrado en el sistema.	
	Paso	Acción
<i>Excepciones</i>	4	Si la información introducida por el usuario no es válida el sistema muestra un mensaje de error y acaba el caso de uso.
<i>Importancia</i>	Vital	
<i>Urgencia</i>	Inmediata	
<i>Estado</i>	Verificado	
<i>Estabilidad</i>	Alta	
<i>Comentarios</i>		

Tabla 28. [UC - 001] Registrarse

UC - 002 Iniciar sesión

<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)	
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón	
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0001] Gestión de usuarios	
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario vaya a identificarse en el sistema.</i> <i>Al introducir su email y contraseña en la página se comprobarán y si son correctos podrá acceder a sus datos.</i>	
<i>Precondición</i>	El usuario no tiene sesión iniciada.	
	Paso	Acción
<i>Secuencia normal</i>	1	El actor Usuario anónimo (ACT-0001) inicia el caso de uso.
	2	El sistema presenta el formulario.
	3	El actor Usuario anónimo (ACT-0001) introduce su correo y contraseña.
	4	Si el correo y la contraseña son correctos, el sistema autoriza al usuario.
	5	El sistema finaliza el caso de uso.
<i>Postcondición</i>	El usuario tiene la sesión iniciada.	
	Paso	Acción

<i>Excepciones</i>	4	Si la información introducida por el usuario no es válida el sistema muestra un mensaje de error y acaba el caso de uso.
<i>Importancia</i>	Vital	
<i>Urgencia</i>	Inmediata	
<i>Estado</i>	Verificado	
<i>Estabilidad</i>	Alta	
<i>Comentarios</i>		

Tabla 29. [UC - 002] Iniciar sesión

UC - 003 Contactar administrador

<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)	
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón	
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0001] Gestión de usuarios	
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario quiera contactar con el administrador</i> .	
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.	
<i>Secuencia normal</i>	Paso	Acción
	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.
	2	El sistema muestra el formulario para contactar con el administrador .
	3	El actor Usuario registrado (ACT-0002) rellena el formulario con la consulta deseada .
	4	El sistema finaliza el caso de uso.
<i>Postcondición</i>		
<i>Excepciones</i>	Paso	Acción
	-	-
<i>Importancia</i>	Vital	
<i>Urgencia</i>	Inmediata	
<i>Estado</i>	Verificado	
<i>Estabilidad</i>	Alta	
<i>Comentarios</i>		

Tabla 30. [UC - 003] Contactar administrador

UC - 004 Modificar perfil

<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)	
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón	
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0001] Gestión de usuarios	

<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario quiera modificar los datos de su perfil</i> .	
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.	
<i>Secuencia normal</i>	Paso Acción	
	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.
	2	El sistema muestra el formulario del perfil.
	3	El actor Usuario registrado (ACT-0002) modifica los campos deseados.
	4	El sistema actualiza los nuevos datos del perfil introducidos y se lo confirma al usuario.
	5	El sistema finaliza el caso de uso.
<i>Postcondición</i>	Datos actualizados.	
<i>Excepciones</i>	Paso Acción	
	-	-
<i>Importancia</i>	Vital	
<i>Urgencia</i>	Inmediata	
<i>Estado</i>	Verificado	
<i>Estabilidad</i>	Alta	
<i>Comentarios</i>		

Tabla 31. [UC - 004] Modificar perfil

UC - 005 Modificar contraseña		
<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)	
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón	
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0001] Gestión de usuarios [UC - 0018] Consultar perfil	
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario quiera cambiar su contraseña actual por una nueva</i> .	
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.	
<i>Secuencia normal</i>	Paso Acción	
	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.
	2	El sistema muestra el formulario de cambio de contraseña.
	3	El actor Usuario registrado (ACT-0002) introduce dos veces la nueva contraseña que desea.
	4	El sistema valida la contraseña nueva y la actualiza.
	5	El sistema finaliza el caso de uso.

<i>Postcondición</i>	Datos actualizados.	
	Paso	Acción
<i>Excepciones</i>	4	Si no es correcta la contraseña, el sistema muestra un aviso, a continuación, este caso de uso queda sin efecto
<i>Importancia</i>	Vital	
<i>Urgencia</i>	Inmediata	
<i>Estado</i>	Verificado	
<i>Estabilidad</i>	Alta	
<i>Comentarios</i>		

Tabla 31. [UC-005] Modificar contraseña

UC - 006 Eliminar usuario	
<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0001] Gestión de usuarios [UC-007] Cerrar Sesión
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el administrador desea eliminar a un usuario del sistema..</i>
<i>Precondición</i>	El administrador debe estar registrado en el sistema.
	Paso Acción
<i>Secuencia normal</i>	1 El actor Administrador (ACT-0003) inicia el caso de uso.
	2 El actor Administrador (ACT-0003) selecciona el Usuario registrado (ACT-0002) que desea eliminar.
	3 El sistema elimina al usuario del sistema y se realiza el [UC-007] Cerrar Sesión.
	4 El sistema finaliza el caso de uso.
<i>Postcondición</i>	Eliminación del usuario del sistema realizada.
	Paso Acción
<i>Excepciones</i>	- -
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Urgencia</i>	Inmediata
<i>Estado</i>	Verificado
<i>Estabilidad</i>	Alta
<i>Comentarios</i>	

Tabla 33. [UC-006] Eliminar Usuario

UC - 007 Cerrar sesión									
<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)								
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón								
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0001] Gestión de usuarios								
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>usuario quiera cerrar su sesión en el sistema.</i>								
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.								
<i>Secuencia normal</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El sistema borra sesión y lo redirige a la página de Login o Iniciar Sesión.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El sistema finaliza el caso de uso.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.	2	El sistema borra sesión y lo redirige a la página de Login o Iniciar Sesión.	3	El sistema finaliza el caso de uso.
	Paso	Acción							
	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.							
	2	El sistema borra sesión y lo redirige a la página de Login o Iniciar Sesión.							
3	El sistema finaliza el caso de uso.								
<i>Postcondición</i>									
<i>Excepciones</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	-	-				
Paso	Acción								
-	-								
<i>Importancia</i>	Vital								
<i>Urgencia</i>	Inmediata								
<i>Estado</i>	Verificado								
<i>Estabilidad</i>	Alta								
<i>Comentarios</i>									

Tabla 34. [UC-007] Cerrar Sesión

UC - 008 Consultar perfil											
<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)										
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón										
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0001] Gestión de usuarios										
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario consultar su perfil.</i>										
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.										
<i>Secuencia normal</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El actor Usuario Registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El Usuario Registrado (ACT-0002) consulta su perfil.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El sistema muestra la información relativa al perfil.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>El sistema finaliza el caso de uso.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El actor Usuario Registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.	2	El Usuario Registrado (ACT-0002) consulta su perfil.	3	El sistema muestra la información relativa al perfil.	4	El sistema finaliza el caso de uso.
	Paso	Acción									
	1	El actor Usuario Registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.									
	2	El Usuario Registrado (ACT-0002) consulta su perfil.									
3	El sistema muestra la información relativa al perfil.										
4	El sistema finaliza el caso de uso.										
<i>Postcondición</i>											

	Paso	Acción
<i>Excepciones</i>	-	-
<i>Importancia</i>	Vital	
<i>Urgencia</i>	Inmediata	
<i>Estado</i>	Verificado	
<i>Estabilidad</i>	Alta	
<i>Comentarios</i>		

Tabla 35. [UC-008] Consultar Perfil

8.2.2 GESTIÓN DE SALAS Y EDIFICIOS

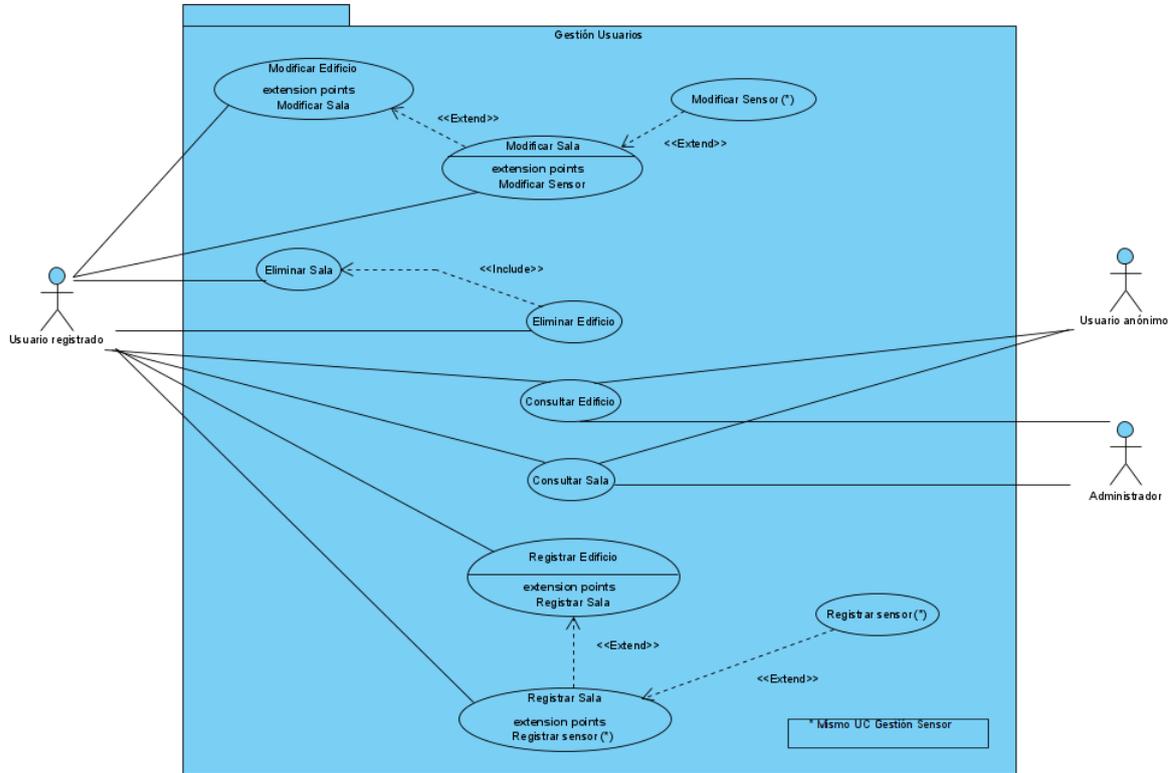


Figura 4. Diagrama de gestión de salas y edificios

UC - 009 Modificar edificio

<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)						
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón						
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0003] Gestión de salas y edificios [OBJ - 0004] Gestión de sensores [UC - 010] Modificar sala. [UC-020] Modificar sensor						
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario quiera modificar los datos de un edificio.</i>						
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.						
<i>Secuencia normal</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El sistema muestra el formulario para modificar los datos de un edificio.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.	2	El sistema muestra el formulario para modificar los datos de un edificio.
Paso	Acción						
1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.						
2	El sistema muestra el formulario para modificar los datos de un edificio.						

	3	El actor Usuario registrado (ACT-0002) modifica los datos que desea.
	4	El sistema actualiza los nuevos datos del edificio y se lo confirma al usuario.
	5	El sistema pregunta si quiere modificar una sala.
	6	Si el usuario quiere modificar una sala se realiza el [UC - 009] <i>Modificar sala</i> .
	7	El sistema finaliza el caso de uso.
<i>Postcondición</i>		Modificación realizada.
	Paso	Acción
<i>Excepciones</i>	4	Si la información introducida no es válida el sistema muestra un mensaje de error y acaba el caso de uso.
<i>Importancia</i>		Vital
<i>Urgencia</i>		Inmediata
<i>Estado</i>		Verificado
<i>Estabilidad</i>		Alta
<i>Comentarios</i>		

Tabla 36. [UC-009] *Modificar edificio*

UC - 010 <i>Modificar sala</i>	
<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0003] Gestión de salas y edificios [OBJ - 0004] Gestión de sensores [UC - 009] Modificar edificio. [UC-020] Modificar sensor
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario quiera modificar los datos de una sala</i> .
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.
	Paso Acción
	1 El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.
	2 El sistema muestra el formulario para modificar los datos de una sala.
<i>Secuencia normal</i>	3 El actor Usuario registrado (ACT-0002) modifica los datos que desea.
	4 El sistema actualiza los nuevos datos de la sala y se lo confirma al usuario.
	5 El sistema pregunta si quiere modificar un sensor asociado.

	6	Si el usuario quiere modificar un sensor se realiza el [UC-019] <i>Modificar sensor</i> .
	7	El sistema finaliza el caso de uso.
<i>Postcondición</i>	Modificación realizada.	
	Paso	Acción
<i>Excepciones</i>	4	Si la información introducida no es válida el sistema muestra un mensaje de error y acaba el caso de uso.
<i>Importancia</i>	Vital	
<i>Urgencia</i>	Inmediata	
<i>Estado</i>	Verificado	
<i>Estabilidad</i>	Alta	
<i>Comentarios</i>		

Tabla 37. [UC-010] *Modificar sala***UC - 011 Eliminar edificio**

<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)	
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón	
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0003] Gestión de salas y edificios [UC - 0011] Eliminar sala.	
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>o el usuario quiera eliminar un edificio</i> .	
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.	
	Paso	Acción
	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.
<i>Secuencia normal</i>	2	El actor Usuario registrado (ACT-0002) selecciona el edificio a eliminar deseado.
	3	El sistema elimina el edificio, se realiza el [UC-0010] <i>Eliminar Sala</i> y desasocia a todos los sensores asociados confirmándolo al usuario.
	4	El sistema finaliza el caso de uso.
<i>Postcondición</i>	Edificio eliminado del sistema.	
	Paso	Acción
<i>Excepciones</i>	-	-
<i>Importancia</i>	Vital	
<i>Urgencia</i>	Inmediata	
<i>Estado</i>	Verificado	
<i>Estabilidad</i>	Alta	
<i>Comentarios</i>		

Tabla 38. [UC-011] *Modificar edificio*

UC - 012 Eliminar sala	
<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0003] Gestión de salas y edificios [UC - 0010] Eliminar edificio.
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando o el usuario quiera eliminar una sala.
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.
<i>Secuencia normal</i>	Paso Acción
	1 El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.
	2 El actor Usuario registrado (ACT-0002) selecciona la sala a eliminar deseada.
	3 El sistema elimina la sala y desasocia a todos los sensores asociados y se lo comunica al usuario.
	4 El sistema finaliza el caso de uso.
<i>Postcondición</i>	Sala eliminada del sistema.
<i>Excepciones</i>	Paso Acción - -
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Urgencia</i>	Inmediata
<i>Estado</i>	Verificado
<i>Estabilidad</i>	Alta
<i>Comentarios</i>	

Tabla 39. [UC-012] Eliminar sala

UC - 013 Consultar edificio	
<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0003] Gestión de salas y edificios
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario quiera consultar un edificio</i> .
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.
<i>Secuencia normal</i>	Paso Acción
	1 El actor Usuario Registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.
	2 El sistema muestra los edificios.

	3	El Usuario Registrado (ACT-0002) consulta el edificio.
	4	El sistema finaliza el caso de uso.
<i>Postcondición</i>		
<i>Excepciones</i>	Paso	Acción
	-	-
<i>Importancia</i>		Vital
<i>Urgencia</i>		Inmediata
<i>Estado</i>		Verificado
<i>Estabilidad</i>		Alta
<i>Comentarios</i>		

Tabla 40. [UC-013] Eliminar edificio

UC - 014 Consultar sala

<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0003] Gestión de salas y edificios
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario quiera consultar una sala</i> .
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.
	Paso Acción
<i>Secuencia normal</i>	1 El actor Usuario Registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.
	2 El sistema muestra las salas.
	3 El Usuario Registrado (ACT-0002) consulta la sala.
	4 El sistema finaliza el caso de uso.
<i>Postcondición</i>	
<i>Excepciones</i>	Paso Acción
	- -
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Urgencia</i>	Inmediata
<i>Estado</i>	Verificado
<i>Estabilidad</i>	Alta
<i>Comentarios</i>	

Tabla 41. [UC-014] Consultar sala

UC - 015 Registrar edificio															
<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)														
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón														
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0003] Gestión de salas y edificios [OBJ - 0004] Gestión de sensores														
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario quiera registrar un nuevo edificio</i> .														
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada														
<i>Secuencia normal</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El sistema muestra el formulario para registrar un edificio.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) rellena los datos del nuevo edificio.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>El sistema recoge los datos y le muestra un mensaje al usuario de confirmación.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Si el usuario continua se realiza el [UC-016] Registrar sala.</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>El sistema finaliza el caso de uso.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.	2	El sistema muestra el formulario para registrar un edificio.	3	El actor Usuario registrado (ACT-0002) rellena los datos del nuevo edificio.	4	El sistema recoge los datos y le muestra un mensaje al usuario de confirmación.	5	Si el usuario continua se realiza el [UC-016] Registrar sala.	6	El sistema finaliza el caso de uso.
	Paso	Acción													
	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.													
	2	El sistema muestra el formulario para registrar un edificio.													
	3	El actor Usuario registrado (ACT-0002) rellena los datos del nuevo edificio.													
	4	El sistema recoge los datos y le muestra un mensaje al usuario de confirmación.													
5	Si el usuario continua se realiza el [UC-016] Registrar sala.														
6	El sistema finaliza el caso de uso.														
<i>Postcondición</i>	Edificio registrado en el sistema.														
<i>Excepciones</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	-	-										
Paso	Acción														
-	-														
<i>Importancia</i>	Vital														
<i>Urgencia</i>	Inmediata														
<i>Estado</i>	Verificado														
<i>Estabilidad</i>	Alta														
<i>Comentarios</i>															

Tabla 42. [UC-015] Registrar edificio

UC - 016 Registrar sala															
<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)														
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón														
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0003] Gestión de salas y edificios [OBJ - 0004] Gestión de sensores														
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario quiera registrar un nueva sala</i> .														
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada														
<i>Secuencia normal</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El sistema muestra el formulario para registrar una sala.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) rellena los datos de la nueva sala.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>El sistema recoge los datos y le muestra un mensaje al usuario para comprobar si quiere registrar un nuevo sensor asociado a la sala.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Si el usuario continua se realiza el [UC-017] Registrar sensor.</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>El sistema finaliza el caso de uso.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.	2	El sistema muestra el formulario para registrar una sala.	3	El actor Usuario registrado (ACT-0002) rellena los datos de la nueva sala.	4	El sistema recoge los datos y le muestra un mensaje al usuario para comprobar si quiere registrar un nuevo sensor asociado a la sala.	5	Si el usuario continua se realiza el [UC-017] Registrar sensor.	6	El sistema finaliza el caso de uso.
	Paso	Acción													
	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.													
	2	El sistema muestra el formulario para registrar una sala.													
	3	El actor Usuario registrado (ACT-0002) rellena los datos de la nueva sala.													
	4	El sistema recoge los datos y le muestra un mensaje al usuario para comprobar si quiere registrar un nuevo sensor asociado a la sala.													
5	Si el usuario continua se realiza el [UC-017] Registrar sensor.														
6	El sistema finaliza el caso de uso.														
<i>Postcondición</i>	Sala registrada en el sistema.														
<i>Excepciones</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	-	-										
Paso	Acción														
-	-														
<i>Importancia</i>	Vital														
<i>Urgencia</i>	Inmediata														
<i>Estado</i>	Verificado														
<i>Estabilidad</i>	Alta														
<i>Comentarios</i>															

Tabla 43. [UC-016] Registrar sala

8.2.3 GESTIÓN DE SENSORES

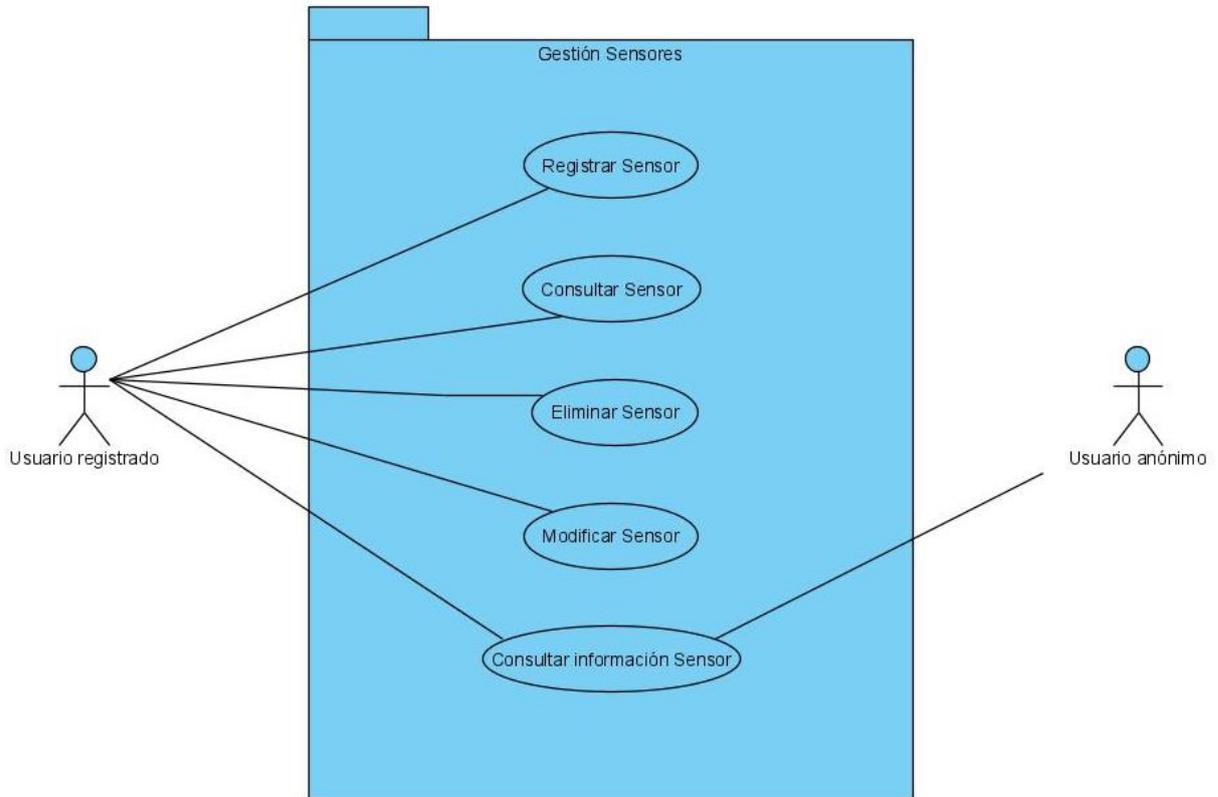


Figura 5. Diagrama de gestión de sensores

UC - 017 Registrar sensor

<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)										
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón										
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0004] Gestión de sensores										
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario quiera registrar un nuevo sensor</i> .										
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada										
<i>Secuencia normal</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El sistema muestra el formulario para registrar un sensor.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) rellena los datos con el identificador del sensor.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>El sistema recoge los datos y le muestra un mensaje al usuario.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.	2	El sistema muestra el formulario para registrar un sensor.	3	El actor Usuario registrado (ACT-0002) rellena los datos con el identificador del sensor.	4	El sistema recoge los datos y le muestra un mensaje al usuario.
Paso	Acción										
1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.										
2	El sistema muestra el formulario para registrar un sensor.										
3	El actor Usuario registrado (ACT-0002) rellena los datos con el identificador del sensor.										
4	El sistema recoge los datos y le muestra un mensaje al usuario.										

	5	El sistema finaliza el caso de uso.
<i>Postcondición</i>	Sensor registrado en el sistema.	
<i>Excepciones</i>	Paso	Acción
	-	-
<i>Importancia</i>	Vital	
<i>Urgencia</i>	Inmediata	
<i>Estado</i>	Verificado	
<i>Estabilidad</i>	Alta	
<i>Comentarios</i>		

Tabla 44. [UC-017] Registrar sensor

UC - 018 Consultar sensor

<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)	
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón	
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0004] Gestión de sensores	
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario quiera consultar la información de identificación de un sensor</i> .	
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.	
	Paso	Acción
<i>Secuencia normal</i>	1	El actor Usuario Registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.
	2	El sistema muestra los identificadores de los sensores.
	3	El Usuario Registrado (ACT-0002) consulta el identificador del sensor.
	4	El sistema finaliza el caso de uso.
<i>Postcondición</i>		
<i>Excepciones</i>	Paso	Acción
	-	-
<i>Importancia</i>	Vital	
<i>Urgencia</i>	Inmediata	
<i>Estado</i>	Verificado	
<i>Estabilidad</i>	Alta	
<i>Comentarios</i>		

Tabla 45. [UC-018] Consultar sensor

UC - 019 Eliminar sensor											
<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)										
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón										
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0004] Gestión de sensores										
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>o el usuario quiera eliminar un sensor.</i>										
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.										
<i>Secuencia normal</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) elimina el sensor deseado.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El sistema elimina la información relativa al sensor y muestra un mensaje de confirmación al usuario.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>El sistema finaliza el caso de uso.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.	2	El actor Usuario registrado (ACT-0002) elimina el sensor deseado.	3	El sistema elimina la información relativa al sensor y muestra un mensaje de confirmación al usuario.	4	El sistema finaliza el caso de uso.
	Paso	Acción									
	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.									
	2	El actor Usuario registrado (ACT-0002) elimina el sensor deseado.									
	3	El sistema elimina la información relativa al sensor y muestra un mensaje de confirmación al usuario.									
4	El sistema finaliza el caso de uso.										
<i>Postcondición</i>	Sensor eliminado del sistema.										
<i>Excepciones</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	-	-						
Paso	Acción										
-	-										
<i>Importancia</i>	Vital										
<i>Urgencia</i>	Inmediata										
<i>Estado</i>	Verificado										
<i>Estabilidad</i>	Alta										
<i>Comentarios</i>											

Tabla 46. [UC-019] Eliminar sensor

UC - 020 Modificar sensor	
<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0004] Gestión de sensores [UC - 010] Modificar sala. [UC - 0011] Modificar edificio.
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario quiera modificar los datos de identificación de un sensor.</i>
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.

<i>Secuencia normal</i>	Paso	Acción
	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.
	2	El sistema muestra el formulario para modificar los datos de un sensor.
	3	El actor Usuario registrado (ACT-0002) modifica los datos que desea.
	4	El sistema actualiza los nuevos datos del sensor y se lo confirma al usuario.
	5	El sistema finaliza el caso de uso.
<i>Postcondición</i>	Modificación realizada.	
<i>Excepciones</i>	Paso	Acción
	-	-
<i>Importancia</i>	Vital	
<i>Urgencia</i>	Inmediata	
<i>Estado</i>	Verificado	
<i>Estabilidad</i>	Alta	
<i>Comentarios</i>		

Tabla 47. [UC-020] Modificar sensor

UC - 021 Consultar información sensor		
<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)	
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón	
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0004] Gestión de sensores [UC - 0018] Consultar perfil	
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario quiera consultar la información o datos generadas por los sensores.</i>	
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.	
	Paso	Acción
	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.
<i>Secuencia normal</i>	2	El sistema muestra una gráfica con la información generada por los sensores.
	3	Si el usuario selecciona un filtro la información de la gráfica, el sistema reduce la información a mostrar a ese filtro.
	4	El sistema finaliza el caso de uso.
<i>Postcondición</i>		
<i>Excepciones</i>	Paso	Acción
	-	-

<i>Importancia</i>	Vital
<i>Urgencia</i>	Inmediata
<i>Estado</i>	Verificado
<i>Estabilidad</i>	Alta
<i>Comentarios</i>	

Tabla 48. [UC-021] Consultar información sensor

8.2.4 GESTIÓN DE CALENDARIO

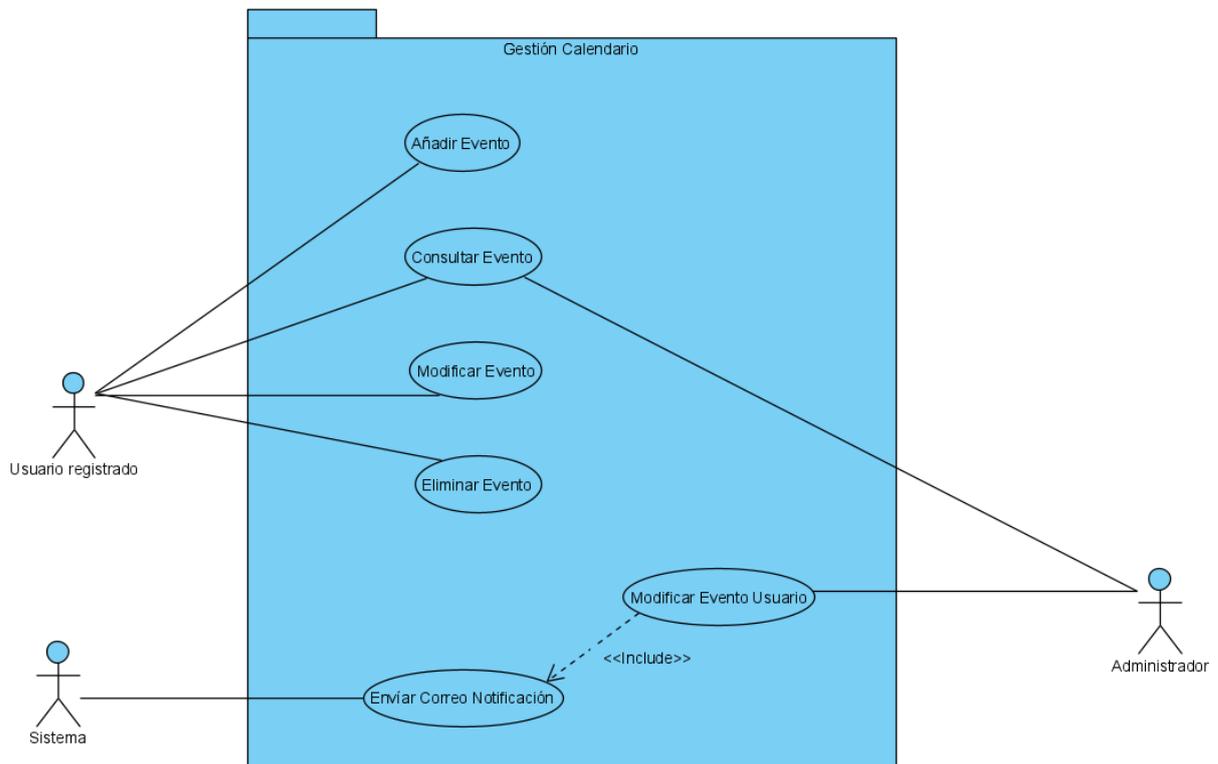


Figura 6. Diagrama de gestión de calendario

UC - 022 Añadir evento

<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)												
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón												
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0002] Gestión de calendario												
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario desee añadir un evento</i> .												
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.												
<i>Secuencia normal</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El sistema muestra un formulario con diversos campos para añadir un nuevo evento.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) rellena los campos.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>El sistema recoge los datos y añade un nuevo evento al calendario comunicándoselo al usuario.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>El sistema finaliza el caso de uso.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.	2	El sistema muestra un formulario con diversos campos para añadir un nuevo evento.	3	El actor Usuario registrado (ACT-0002) rellena los campos.	4	El sistema recoge los datos y añade un nuevo evento al calendario comunicándoselo al usuario.	5	El sistema finaliza el caso de uso.
Paso	Acción												
1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.												
2	El sistema muestra un formulario con diversos campos para añadir un nuevo evento.												
3	El actor Usuario registrado (ACT-0002) rellena los campos.												
4	El sistema recoge los datos y añade un nuevo evento al calendario comunicándoselo al usuario.												
5	El sistema finaliza el caso de uso.												

<i>Postcondición</i>	Evento añadido en el sistema.				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>Si la información introducida no es válida el sistema muestra un mensaje de error y acaba el caso de uso.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	4	Si la información introducida no es válida el sistema muestra un mensaje de error y acaba el caso de uso.
Paso	Acción				
4	Si la información introducida no es válida el sistema muestra un mensaje de error y acaba el caso de uso.				
<i>Excepciones</i>					
<i>Importancia</i>	Vital				
<i>Urgencia</i>	Inmediata				
<i>Estado</i>	Verificado				
<i>Estabilidad</i>	Alta				
<i>Comentarios</i>					

Tabla 49. [UC-022] Añadir evento

UC - 023 Consultar evento

<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)										
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón										
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0002] Gestión de calendario										
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario quiere consultar un evento del calendario</i> .										
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El sistema muestra los eventos.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) consulta el evento.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>El sistema finaliza el caso de uso.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.	2	El sistema muestra los eventos.	3	El actor Usuario registrado (ACT-0002) consulta el evento.	4	El sistema finaliza el caso de uso.
Paso	Acción										
1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.										
2	El sistema muestra los eventos.										
3	El actor Usuario registrado (ACT-0002) consulta el evento.										
4	El sistema finaliza el caso de uso.										
<i>Secuencia normal</i>											
<i>Postcondición</i>											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	-	-						
Paso	Acción										
-	-										
<i>Excepciones</i>											
<i>Importancia</i>	Vital										
<i>Urgencia</i>	Inmediata										
<i>Estado</i>	Verificado										
<i>Estabilidad</i>	Alta										
<i>Comentarios</i>											

Tabla 50. [UC-023] Consultar evento

UC - 024 Modificar evento

<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0002] Gestión de calendario

<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el cliente quiera modificar un evento del calendario</i> .												
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.												
<i>Secuencia normal</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El sistema muestra un formulario para modificar los datos de un evento.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) modifica los datos.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>El sistema actualiza los nuevos datos del evento y se lo confirma al usuario.</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>El sistema finaliza el caso de uso.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.	2	El sistema muestra un formulario para modificar los datos de un evento.	3	El actor Usuario registrado (ACT-0002) modifica los datos.	4	El sistema actualiza los nuevos datos del evento y se lo confirma al usuario.	5	El sistema finaliza el caso de uso.
	Paso	Acción											
	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.											
	2	El sistema muestra un formulario para modificar los datos de un evento.											
	3	El actor Usuario registrado (ACT-0002) modifica los datos.											
4	El sistema actualiza los nuevos datos del evento y se lo confirma al usuario.												
5	El sistema finaliza el caso de uso.												
<i>Postcondición</i>	Modificación realizada.												
<i>Excepciones</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>Si la información introducida no es válida el sistema muestra un mensaje de error y acaba el caso de uso.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	4	Si la información introducida no es válida el sistema muestra un mensaje de error y acaba el caso de uso.								
Paso	Acción												
4	Si la información introducida no es válida el sistema muestra un mensaje de error y acaba el caso de uso.												
<i>Importancia</i>	Vital												
<i>Urgencia</i>	Inmediata												
<i>Estado</i>	Verificado												
<i>Estabilidad</i>	Alta												
<i>Comentarios</i>													

Tabla 51. [UC-024] Modificar evento

UC - 025 Eliminar evento							
<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)						
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón						
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0002] Gestión de calendario						
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el usuario quiera eliminar un evento</i> .						
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.						
<i>Secuencia normal</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El actor Usuario registrado (ACT-0002) selecciona el evento a eliminar.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.	2	El actor Usuario registrado (ACT-0002) selecciona el evento a eliminar.
	Paso	Acción					
1	El actor Usuario registrado (ACT-0002) inicia el caso de uso.						
2	El actor Usuario registrado (ACT-0002) selecciona el evento a eliminar.						

	3	El sistema elimina el evento y muestra un mensaje de confirmación al usuario.
	4	El sistema finaliza el caso de uso.
<i>Postcondición</i>	Evento eliminado del sistema.	
<i>Excepciones</i>	Paso	Acción
	-	-
<i>Importancia</i>	Vital	
<i>Urgencia</i>	Inmediata	
<i>Estado</i>	Verificado	
<i>Estabilidad</i>	Alta	
<i>Comentarios</i>		

Tabla 52. [UC-025] Eliminar evento

UC - 026 Modificar evento usuario

<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)	
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón	
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0002] Gestión de calendario [UC - 0024] Enviar correo de notificación	
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el administrador quiera modificar el evento de un usuario</i> .	
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.	
	Paso	Acción
	1	El actor Administrador (ACT-0003) inicia el caso de uso.
	2	El sistema muestra los eventos de todos los usuarios del sistema.
	3	El actor Administrador (ACT-0003) selecciona el evento a modificar.
<i>Secuencia normal</i>	4	El sistema le muestra un formulario para modificar el evento.
	5	El actor Administrador (ACT-0003) rellena el formulario con la información requerida.
	6	El sistema recoge la información, actualiza el evento, realiza el [UC-0024] <i>Enviar correo de notificación</i> y se lo confirma al administrador.
	7	El sistema finaliza el caso de uso.
<i>Postcondición</i>	Modificación realizada.	
	Paso	Acción
<i>Excepciones</i>	5	Si la información introducida no es válida el sistema muestra un mensaje de error y acaba el caso de uso.

<i>Importancia</i>	Vital
<i>Urgencia</i>	Inmediata
<i>Estado</i>	Verificado
<i>Estabilidad</i>	Alta
<i>Comentarios</i>	

Tabla 53. [UC-026] Modificar evento usuario

UC - 027 Enviar correo de notificación									
<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)								
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón								
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0002] Gestión de calendario [UC - 0023] Modificar evento usuario.								
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>uno de los eventos del usuario es modificado por el usuario</i> .								
<i>Precondición</i>	El usuario está registrado en el sistema.								
<i>Secuencia normal</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El sistema inicia el caso de uso.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El sistema envía un correo al usuario al que se le ha modificado el evento.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El sistema finaliza el caso de uso.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El sistema inicia el caso de uso.	2	El sistema envía un correo al usuario al que se le ha modificado el evento.	3	El sistema finaliza el caso de uso.
	Paso	Acción							
	1	El sistema inicia el caso de uso.							
	2	El sistema envía un correo al usuario al que se le ha modificado el evento.							
3	El sistema finaliza el caso de uso.								
<i>Postcondición</i>									
<i>Excepciones</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	-	-				
Paso	Acción								
-	-								
<i>Importancia</i>	Vital								
<i>Urgencia</i>	Inmediata								
<i>Estado</i>	Verificado								
<i>Estabilidad</i>	Alta								
<i>Comentarios</i>									

Tabla 54. [UC-027] Enviar correo de notificación

8.2.5 GESTIÓN DE ALERTAS

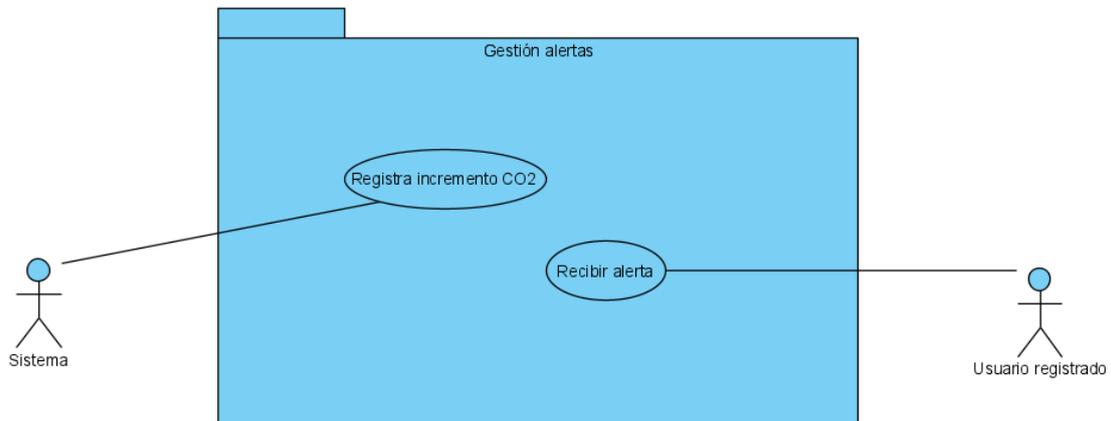


Figura 7. Diagrama de gestión de alertas

UC - 028 Registro incremento CO2											
<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)										
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón										
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0005] Gestión de alertas										
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>un sensor registre un incremento de CO2 alto y notifique al sistema.</i>										
<i>Precondición</i>	El sensor está registrado.										
<i>Secuencia normal</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El sistema inicia el caso de uso.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>El sistema registra el incremento de CO2.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>El sistema crea una notificación y se le confirma de su creación.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>El sistema finaliza el caso de uso.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El sistema inicia el caso de uso.	2	El sistema registra el incremento de CO2.	3	El sistema crea una notificación y se le confirma de su creación.	4	El sistema finaliza el caso de uso.
	Paso	Acción									
	1	El sistema inicia el caso de uso.									
	2	El sistema registra el incremento de CO2.									
3	El sistema crea una notificación y se le confirma de su creación.										
4	El sistema finaliza el caso de uso.										
<i>Postcondición</i>											
<i>Excepciones</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	-	-						
Paso	Acción										
-	-										
<i>Importancia</i>	Vital										
<i>Urgencia</i>	Inmediata										
<i>Estado</i>	Verificado										
<i>Estabilidad</i>	Alta										
<i>Comentarios</i>											

Tabla 55. [UC-028] Registro incremento CO2

UC - 029 Recibir alerta	
<i>Versión</i>	1.0 (11/07/2021)
<i>Autores</i>	Alba Blázquez Bayón
<i>Dependencias</i>	[OBJ - 0005] Gestión de alertas
<i>Descripción</i>	El sistema deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso cuando <i>el sistema mande una alerta al usuario y sea consultada por este.</i>
<i>Precondición</i>	El usuario tiene sesión iniciada.
<i>Secuencia normal</i>	Paso Acción
	1 El sistema inicia el caso de uso.
	2 El actor Usuario registrado (ACT-0002) recibe la alerta por parte del sistema.
	3 El sistema muestra la alerta.
	4 El usuario visualiza la alerta.
	5 El usuario cierra la alerta y el caso de uso finaliza.
<i>Postcondición</i>	
<i>Excepciones</i>	Paso Acción
	- -
<i>Importancia</i>	Vital
<i>Urgencia</i>	Inmediata
<i>Estado</i>	Verificado
<i>Estabilidad</i>	Alta
<i>Comentarios</i>	

Tabla 56. [UC-029] Recibir alerta

9. MATRIZ DE RASTREABILIDAD

A continuación se presenta la matriz de rastreabilidad que relaciona los objetivos con los requisitos del sistema.

Objetivo	<i>[OBJ - 0001]</i> <i>Gestión de usuarios</i>	<i>[OBJ - 0002]</i> <i>Gestión de calendario</i>	<i>[OBJ - 0003]</i> <i>Gestión de salas y edificios</i>	<i>[OBJ - 0004]</i> <i>Gestión de sensores</i>	<i>[OBJ - 0005]</i> <i>Gestión de alertas</i>
Requisito					
<i>NFR-0001</i> <i>Protección de datos</i>	X	X	X	X	X
<i>NFR-0002</i> <i>Concurrencia</i>	X	X	X	X	X
<i>NFR-0003</i> <i>Interfaz</i>	X	X	X	X	X
<i>NFR-0004</i> <i>Multiplataforma</i>	X	X	X	X	X
<i>NFR-0005</i> <i>Mensajes de error</i>	X	X	X	X	X
<i>CRQ-0001</i> <i>Correos electrónicos</i>	X				
<i>CRQ-0002</i> <i>Identificador de sensor</i>				X	
<i>IRQ - 0001</i> <i>Usuario registrado</i>	X	X	X	X	X
<i>IRQ - 0002</i> <i>Administrador</i>	X	X		X	X
<i>IRQ - 0003</i> <i>Evento</i>		X			
<i>IRQ - 0004</i> <i>Sala</i>			X	X	
<i>IRQ - 0005</i> <i>Edificio</i>			X	X	
<i>IRQ - 0006</i> <i>Sensor</i>			X	X	
<i>IRQ - 0007</i> <i>Notificación</i>					X

Tabla 57. Matriz de rastreabilidad objetivos-requisitos

10.REFERENCIAS

- [1] García Peñalvo, F. J., & García Holgado, A. (2018). REQUISITOS (1.ª ed.). Universidad de Salamanca . Recuperado de <https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1150/1/5.%20IngReq.pdf>

Anexo 3: – ANÁLISIS DE REQUISITOS

Sistema de análisis de calidad del aire

Trabajo de fin de grado

Ingeniería informática



**VNiVERSIDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Septiembre 2021

Autor

Alba Blázquez Bayón

Tutores

Gabriel Villarrubia González

Juan Francisco De Paz Santana

Diego Manuel Jiménez Bravo

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. MODELO DEL DOMINIO	8
3. PAQUETES DE ANÁLISIS	9
4. PROPUESTA DE ARQUITECTURA	14
5. REALIZACIÓN DE CASOS DE USO	15
5.1. GESTIÓN USUARIOS	15
5.2. GESTIÓN DE SALAS Y EDIFICIOS	19
5.3. GESTIÓN DE SENSORES	23
5.4. GESTIÓN DE CALENDARIO	25
5.5. GESTIÓN DE NOTIFICACIONES	28
6. REFERENCIAS	29

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Diagrama de clases</i>	8
<i>Figura 2. Diagrama de paquete de análisis</i>	9
<i>Figura 3. Diagrama de paquete de análisis gestión usuarios</i>	10
<i>Figura 4. Diagrama de paquete de análisis gestión salas y edificios</i>	11
<i>Figura 5. Diagrama de paquete de análisis gestión sensores</i>	12
<i>Figura 6. Diagrama de paquete de análisis gestión calendario</i>	12
<i>Figura 7. Diagrama de paquete de análisis gestión alertas</i>	13
<i>Figura 8. Propuesta de arquitectura</i>	14
<i>Figura 9. Diagrama de secuencia [UC-001] Registrarse</i>	15
<i>Figura 10. Diagrama de secuencia [UC-002] Iniciar sesión</i>	15
<i>Figura 11. Diagrama de secuencia [UC-003] Contactar administrador</i>	16
<i>Figura 12. Diagrama de secuencia [UC-004] Modificar perfil</i>	16
<i>Figura 13. Diagrama de secuencia [UC-005] Modificar contraseña</i>	17
<i>Figura 14. Diagrama de secuencia [UC-006] Eliminar usuario</i>	17
<i>Figura 15. Diagrama de secuencia [UC-007] Cerrar sesión</i>	18
<i>Figura 16. Diagrama de secuencia [UC-008] Consultar perfil</i>	18
<i>Figura 17. Diagrama de secuencia [UC-009] Modificar edificio</i>	19
<i>Figura 18. Diagrama de secuencia [UC-010] Modificar sala</i>	19
<i>Figura 19. Diagrama de secuencia [UC-011] Eliminar edificio</i>	20
<i>Figura 20. Diagrama de secuencia [UC-012] Eliminar sala</i>	20
<i>Figura 21. Diagrama de secuencia [UC-013] Consultar edificio</i>	21
<i>Figura 22. Diagrama de secuencia [UC-014] Consultar sala</i>	21
<i>Figura 23. Diagrama de secuencia [UC-015] Registrar edificio</i>	22
<i>Figura 24. Diagrama de secuencia [UC-016] Registrar sala</i>	22
<i>Figura 25. Diagrama de secuencia [UC-017] Registrar sensor</i>	23
<i>Figura 26. Diagrama de secuencia [UC-018] Consultar sensor</i>	23
<i>Figura 27. Diagrama de secuencia [UC-019] Eliminar sensor</i>	24
<i>Figura 28. Diagrama de secuencia [UC-020] Modificar sensor</i>	24
<i>Figura 29. Diagrama de secuencia [UC-021] Consultar información sensor</i>	25
<i>Figura 30. Diagrama de secuencia [UC-022] Añadir evento</i>	25
<i>Figura 31. Diagrama de secuencia [UC-023] Consultar evento</i>	26
<i>Figura 32. Diagrama de secuencia [UC-024] Modificar evento</i>	26

Figura 33. Diagrama de secuencia [UC-025] Eliminar evento 27

Figura 34. Diagrama de secuencia [UC-026] Modificar evento usuario 27

Figura 35. Diagrama de secuencia [UC-028] Registro incremento CO2 28

Figura 36. Diagrama de secuencia [UC-029] Recibir alerta..... 28

1. INTRODUCCIÓN

Se ha partido del Anexo II: Especificación de requisitos del software para realizar en este anexo el análisis de los mismos requisitos.

En primer lugar se ha realizado el modelo del dominio, donde se muestran las clases conceptuales significativas en un dominio e información relativa del mismo.

Posteriormente se recogen las distintas clases de análisis organizadas en diagramas de paquetes que interactúan entre sí mostrando la arquitectura de paquetes de análisis del sistema.

Por último, se recogen los diagramas de secuencia cuyo objetivo es describir el comportamiento dinámico del sistema de información haciendo énfasis en la secuencia de los mensajes intercambiados por los objetos.

2. MODELO DEL DOMINIO

A continuación, se muestra el modelo del dominio, es una representación de las clases conceptuales del mundo real, no de componentes software. Se ha utilizado un diagrama de clases para representar el modelo del dominio.

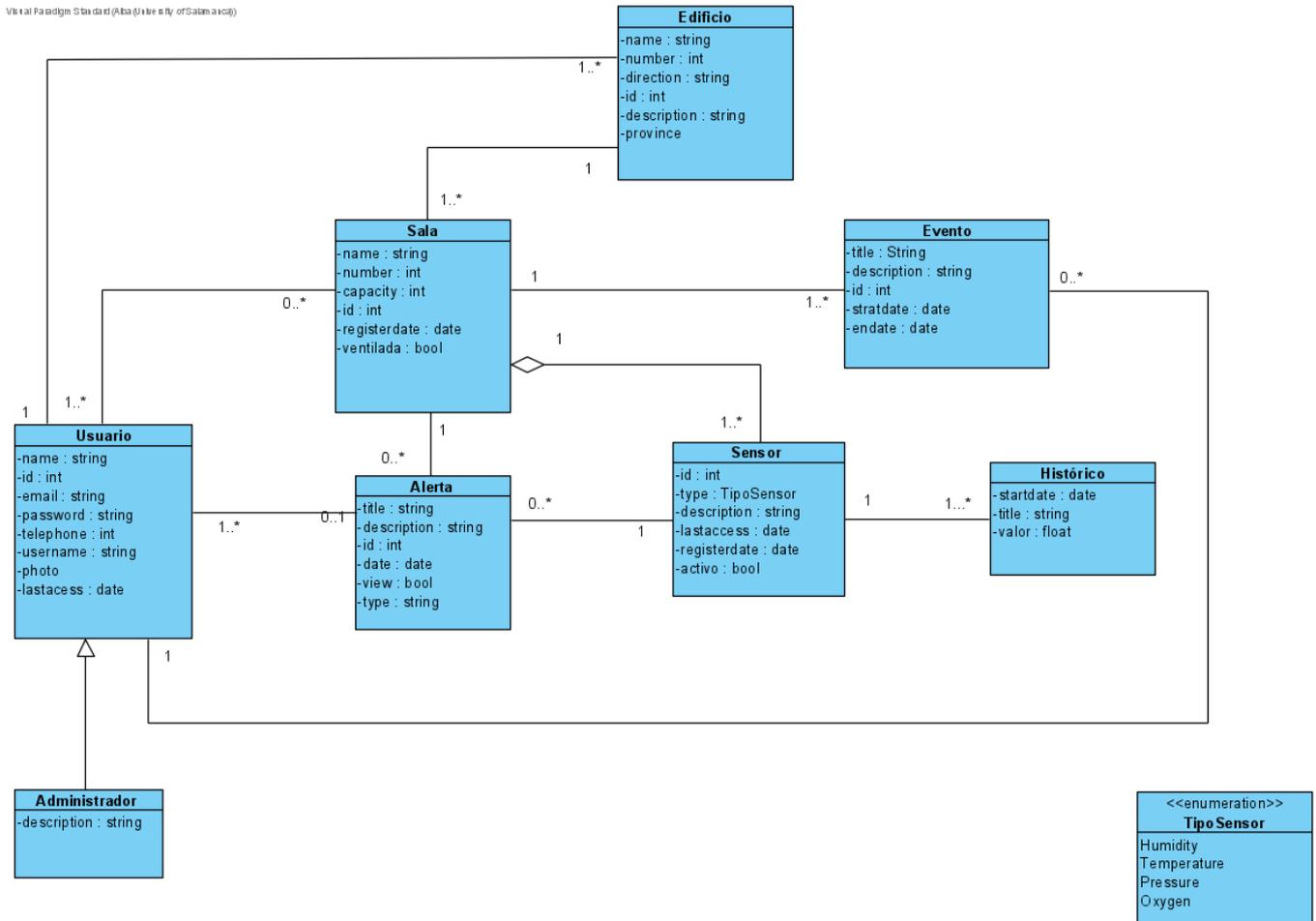


Figura 1. Diagrama de clases

3. PAQUETES DE ANÁLISIS

A continuación, se representan los paquetes de análisis, los cuales se han creado basándose en los requisitos funcionales en el dominio del problema donde cada paquete representa un módulo o subsistema.

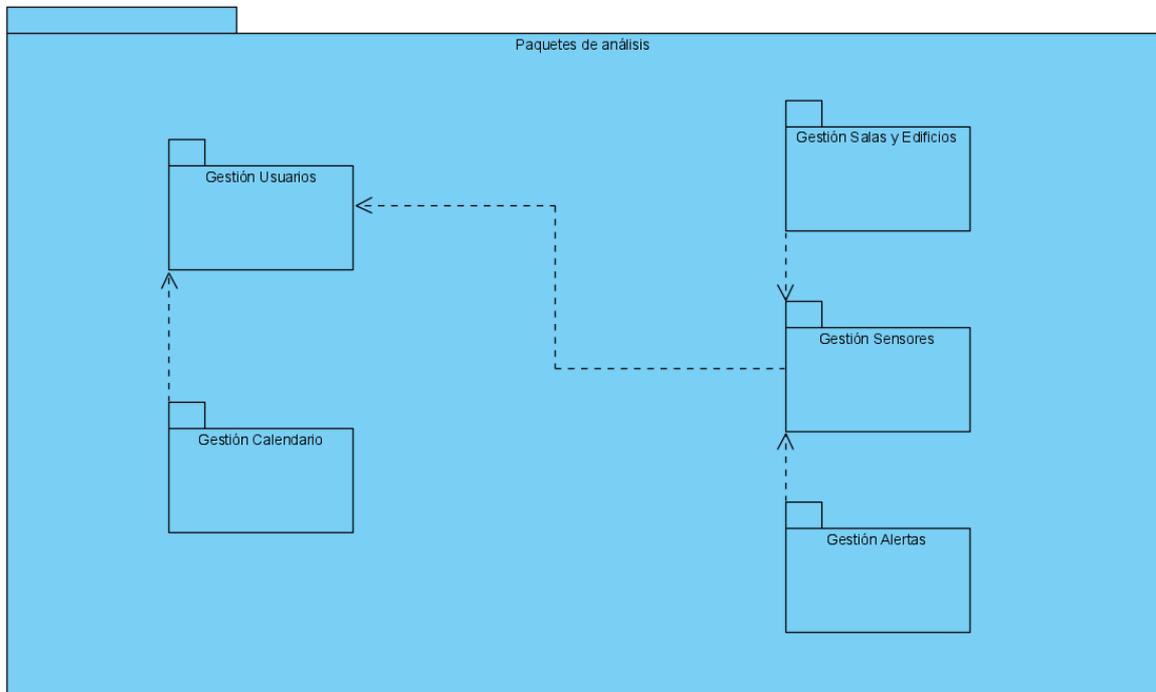


Figura 2. Diagrama de paquete de análisis

Estos paquetes representan:

- **Gestión usuarios:** recoge toda la funcionalidad del sistema relacionada con la gestión de cuentas o perfiles los usuarios así como modificar el perfil, cambiar contraseña, consultar perfil.
- **Gestión edificios y salas:** recoge la funcionalidad referida a la gestión de edificios y salas del sistema: registrar edificios, registrar salas, modificar edificios, modificar salas, eliminar edificios, eliminar salas.
- **Gestión sensores:** contiene las actividades respectivas a la gestión de los sensores del sistema: registro , modificación y eliminación.
- **Gestión calendario:** acumula la funcionalidad referente a la gestión de los eventos del mismo como añadir eventos, modificar evento, eliminar eventos.
- **Gestión alertas:** incluye el sistema de alertas debido a un incremento de CO2 en la sala.

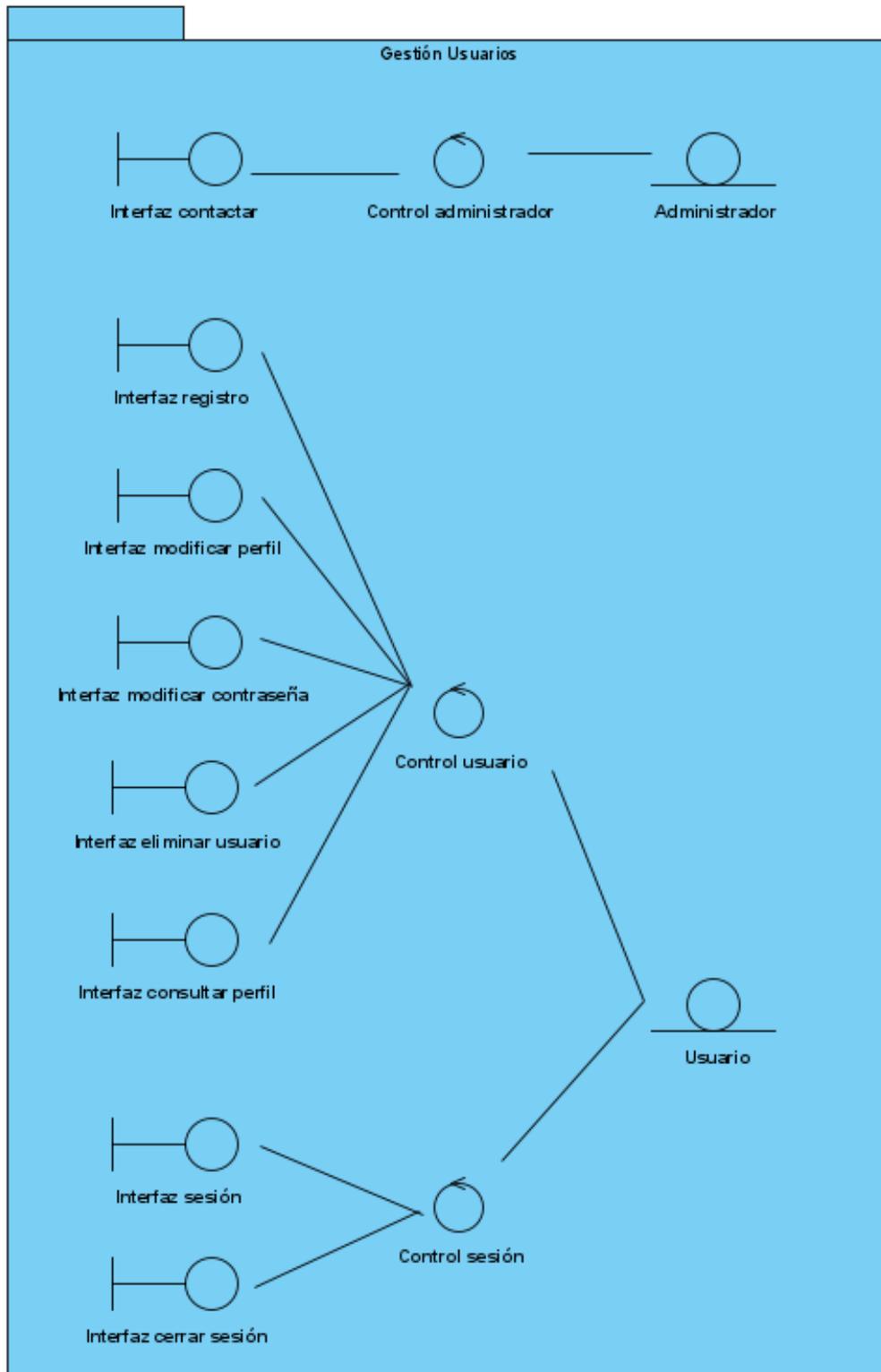


Figura 3. Diagrama de paquete de análisis gestión usuarios

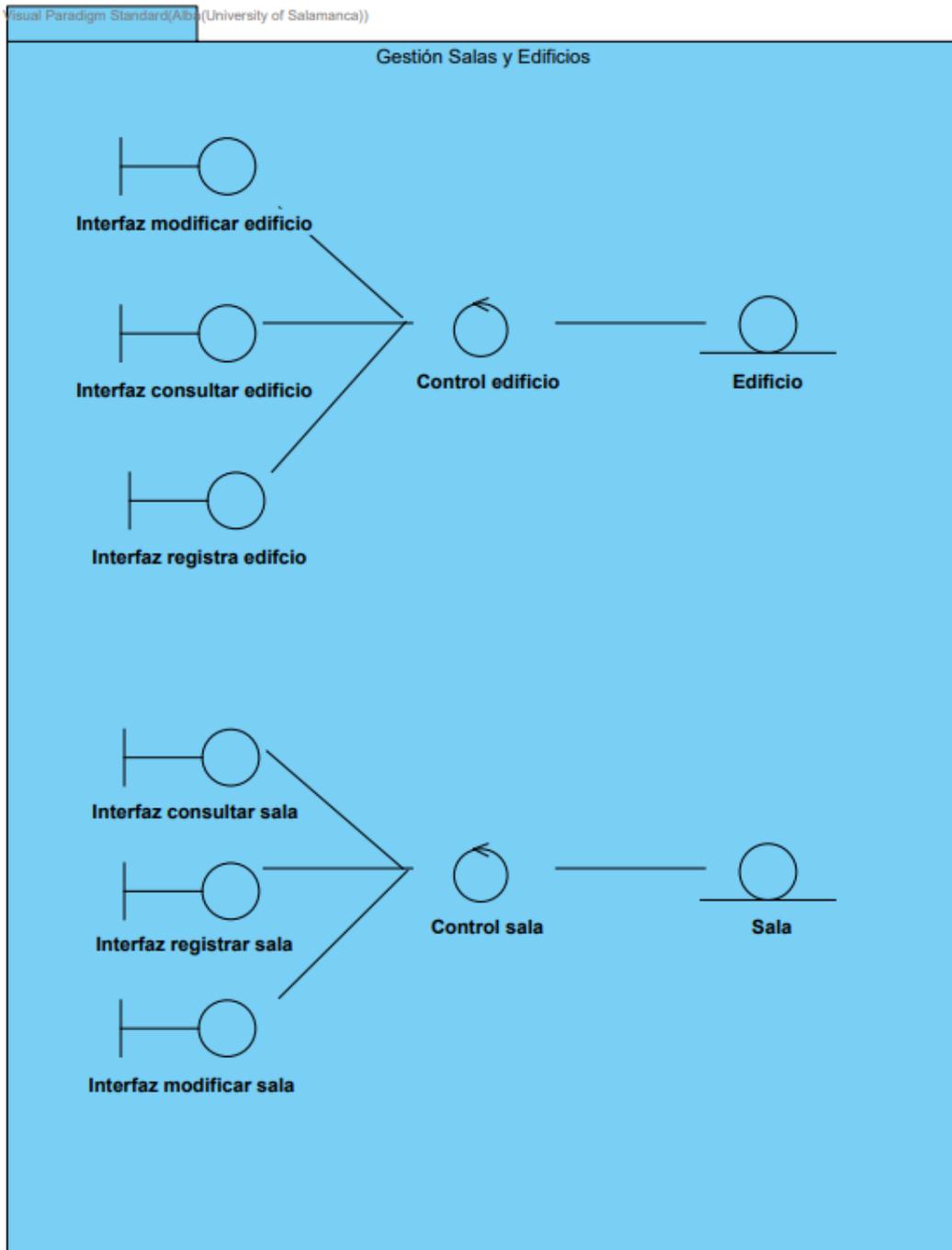


Figura 4. Diagrama de paquete de análisis gestión salas y edificios

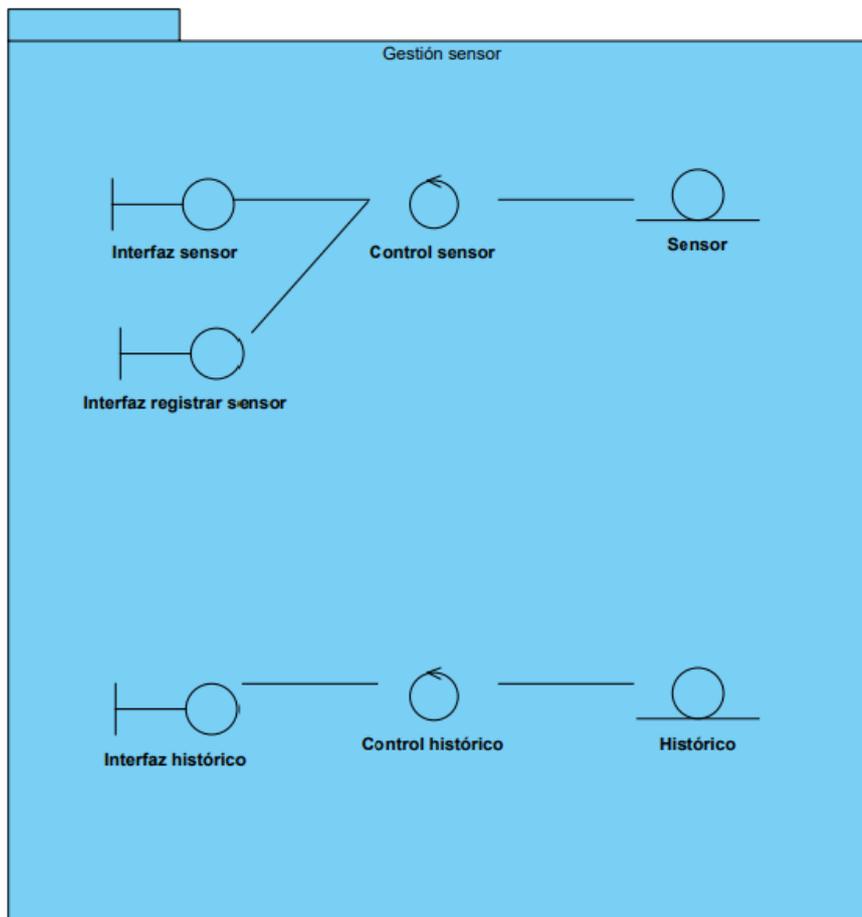


Figura 5. Diagrama de paquete de análisis gestión sensores

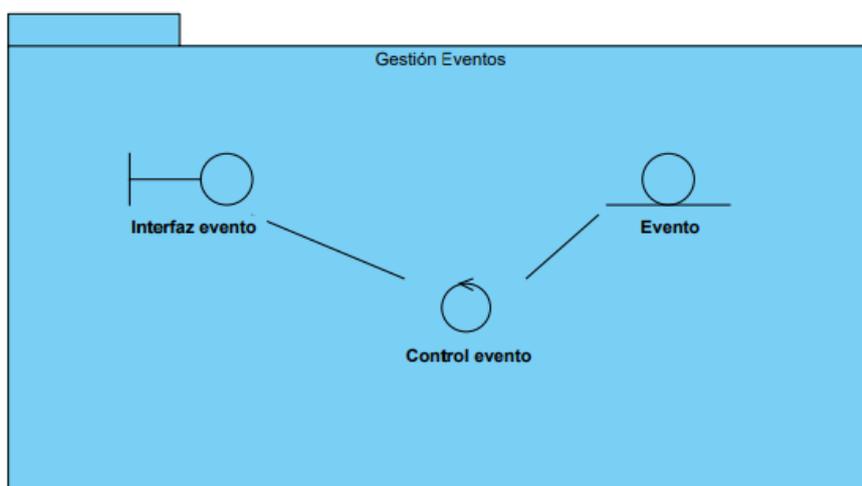


Figura 6. Diagrama de paquete de análisis gestión calendario

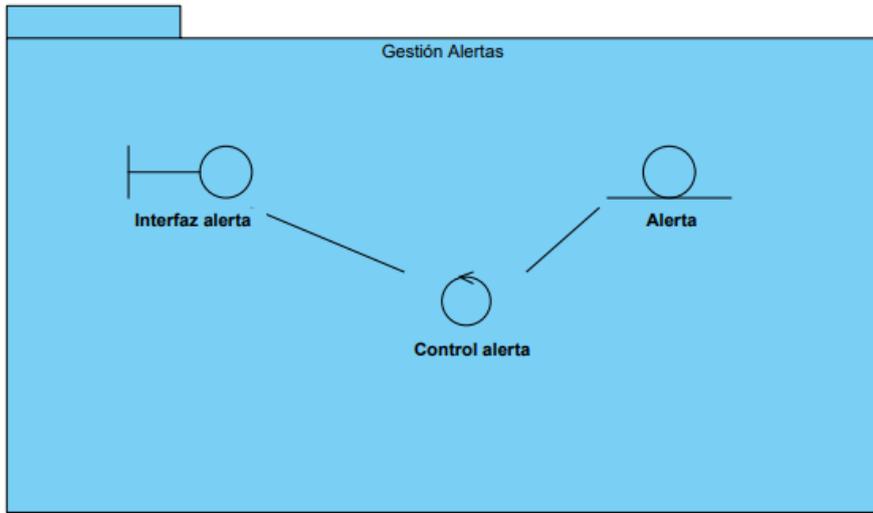


Figura 7. Diagrama de paquete de análisis gestión alertas

4. PROPUESTA DE ARQUITECTURA

Este apartado contiene una propuesta de la arquitectura del modelo de análisis, que muestra sus artefactos significativos para la arquitectura. Es un primer diseño del sistema que se detallará en profundidad en la fase de diseño.

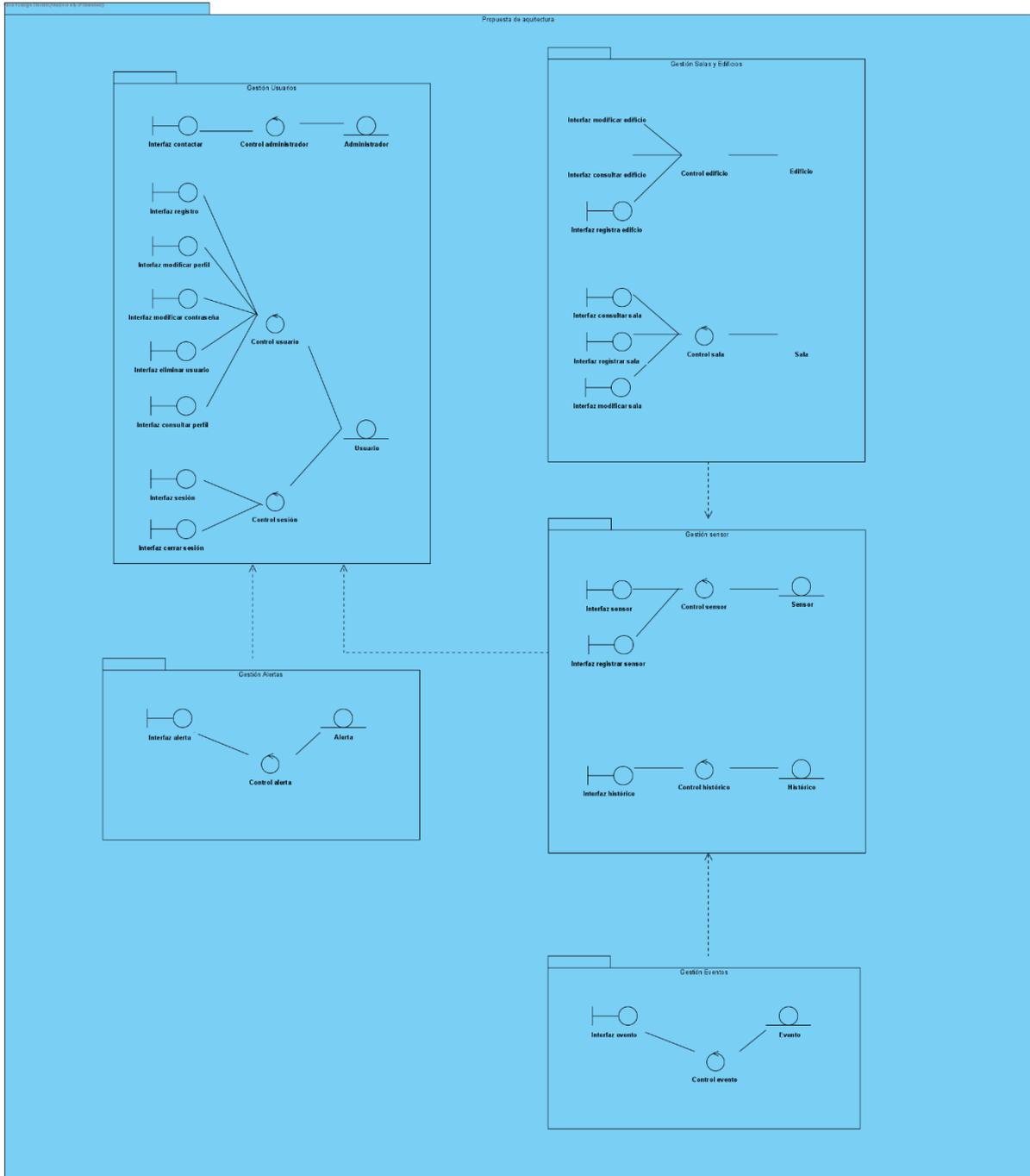


Figura 8. Propuesta de arquitectura

5. REALIZACIÓN DE CASOS DE USO

La realización de casos de uso se ha llevado a cabo mediante la realización de diagramas de secuencia. El diagrama de secuencia es un tipo de diagrama usado para modelar interacción entre objetos en un sistema.

5.1. GESTIÓN USUARIOS

5.1.1. [UC-001] REGISTRARSE

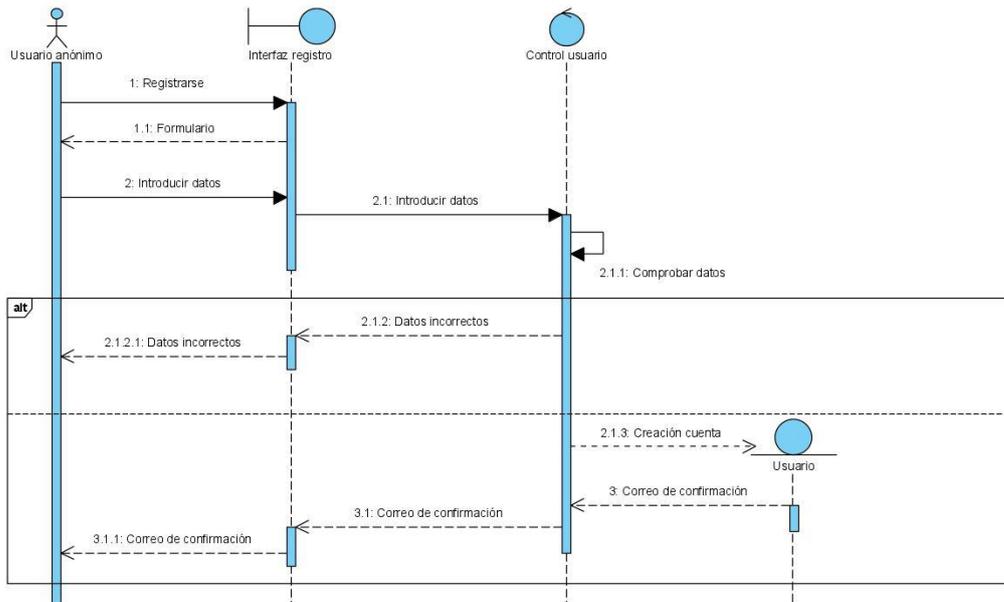


Figura 9. Diagrama de secuencia [UC-001] Registrarse

5.1.2. [UC-002] INICIAR SESIÓN

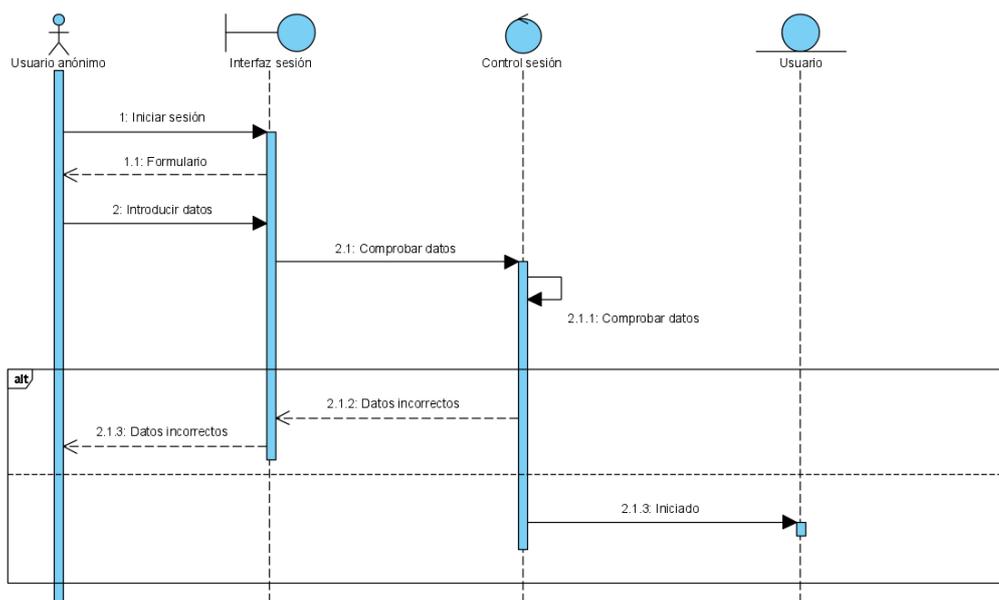


Figura 10. Diagrama de secuencia [UC-002] Iniciar sesión

5.1.3. [UC-003] CONTACTAR ADMINISTRADOR

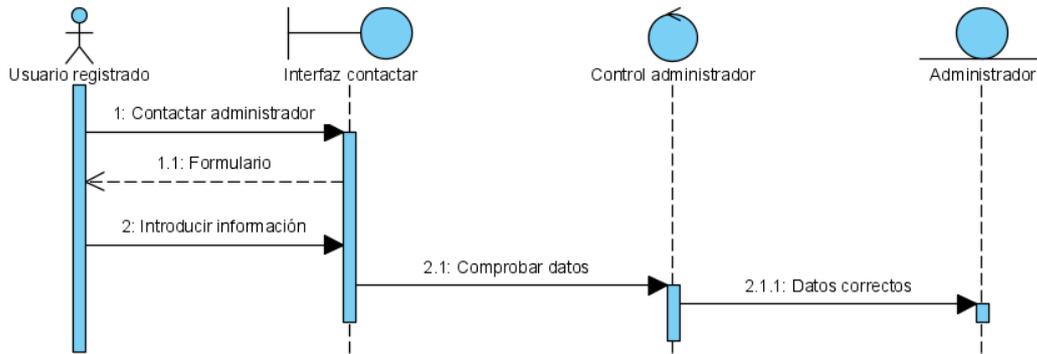


Figura 11. Diagrama de secuencia [UC-003] Contactar administrador

5.1.4. [UC-004] MODIFICAR PERFIL

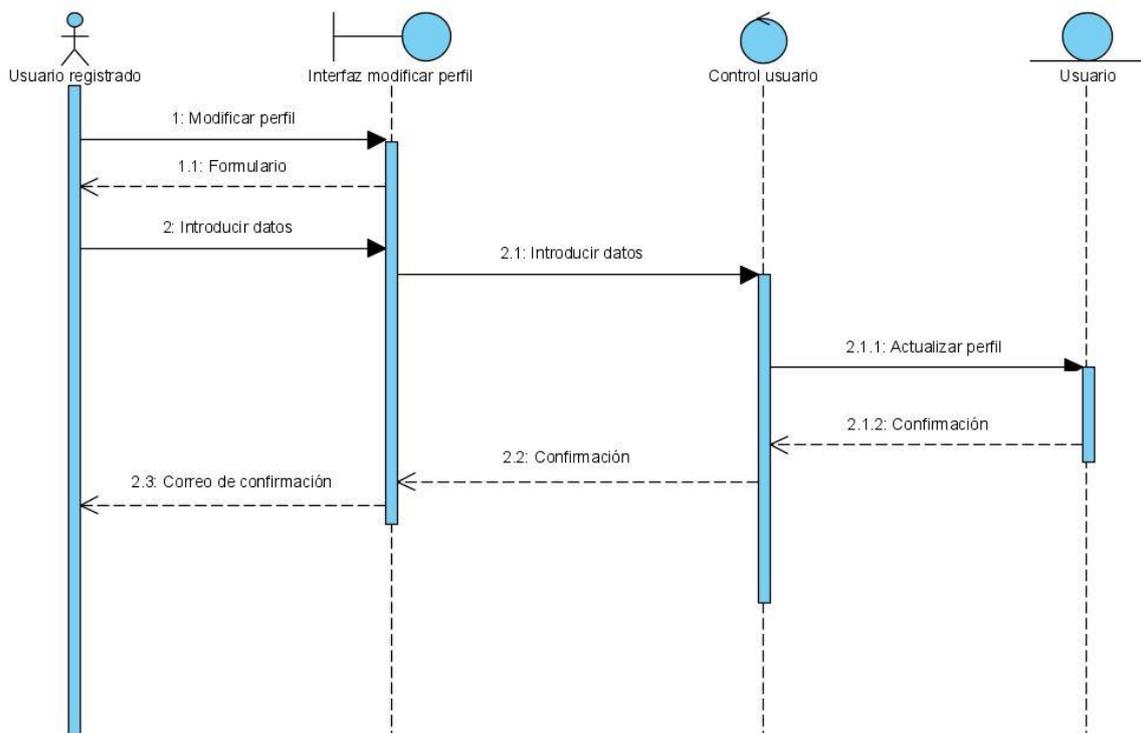


Figura 12. Diagrama de secuencia [UC-004] Modificar perfil

5.1.5. [UC-005] MODIFICAR CONTRASEÑA

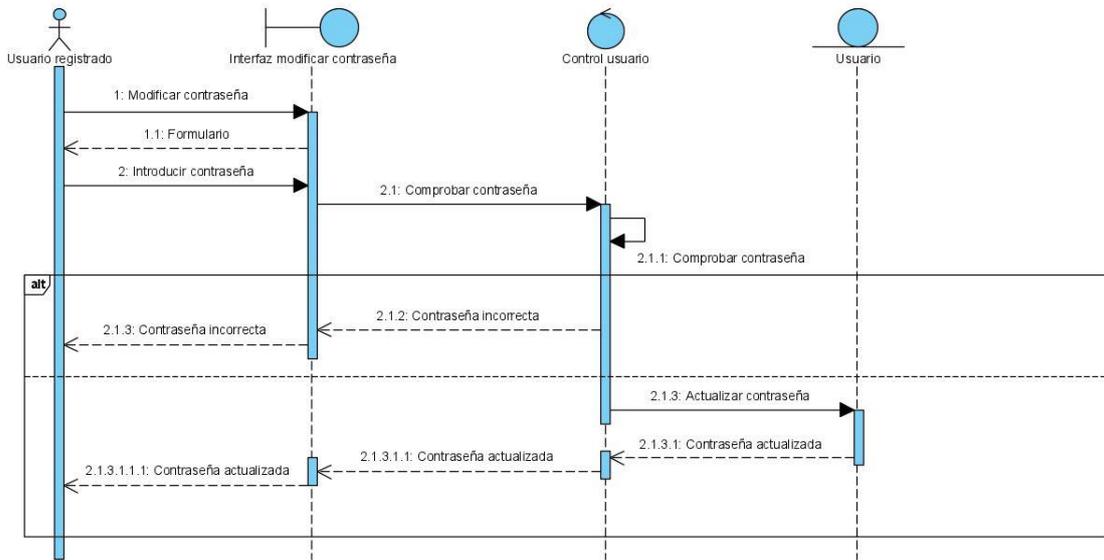


Figura 13. Diagrama de secuencia [UC-005] Modificar contraseña

5.1.6. [UC-006] ELIMINAR USUARIO

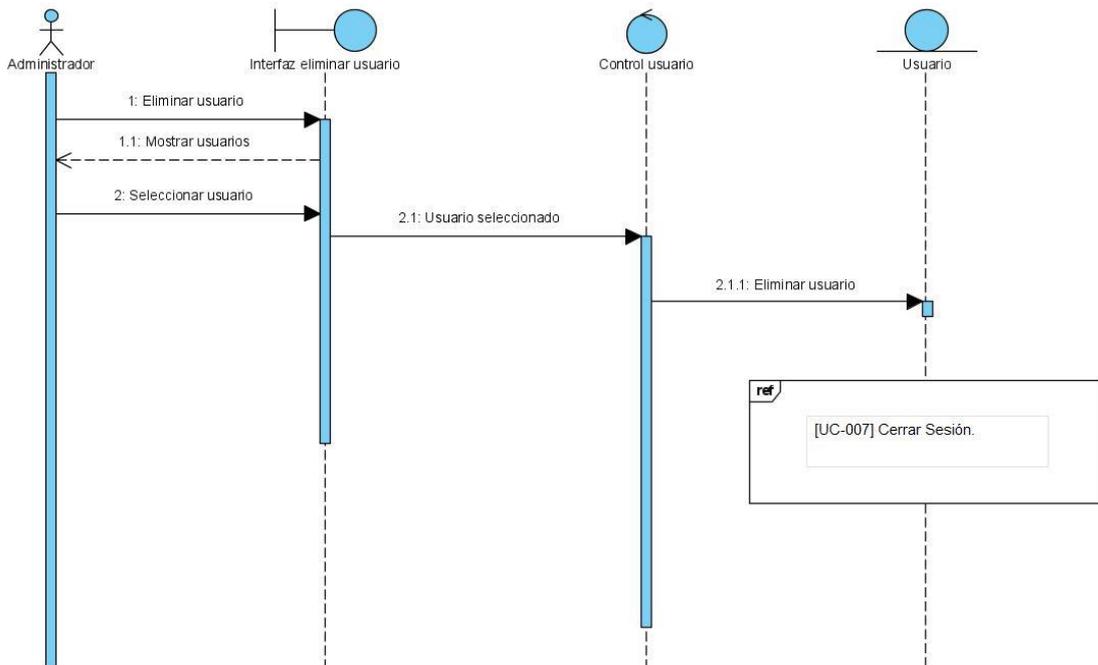


Figura 14. Diagrama de secuencia [UC-006] Eliminar usuario

5.1.7. [UC-007] CERRAR SESIÓN

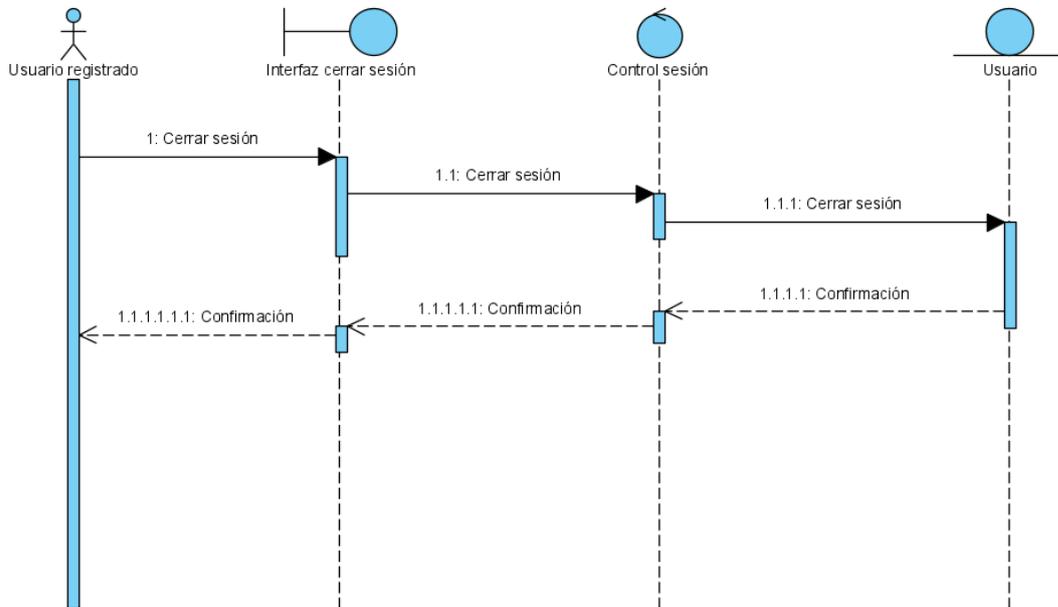


Figura 15. Diagrama de secuencia [UC-007] Cerrar sesión

5.1.8. [UC-008] CONSULTAR PERFIL

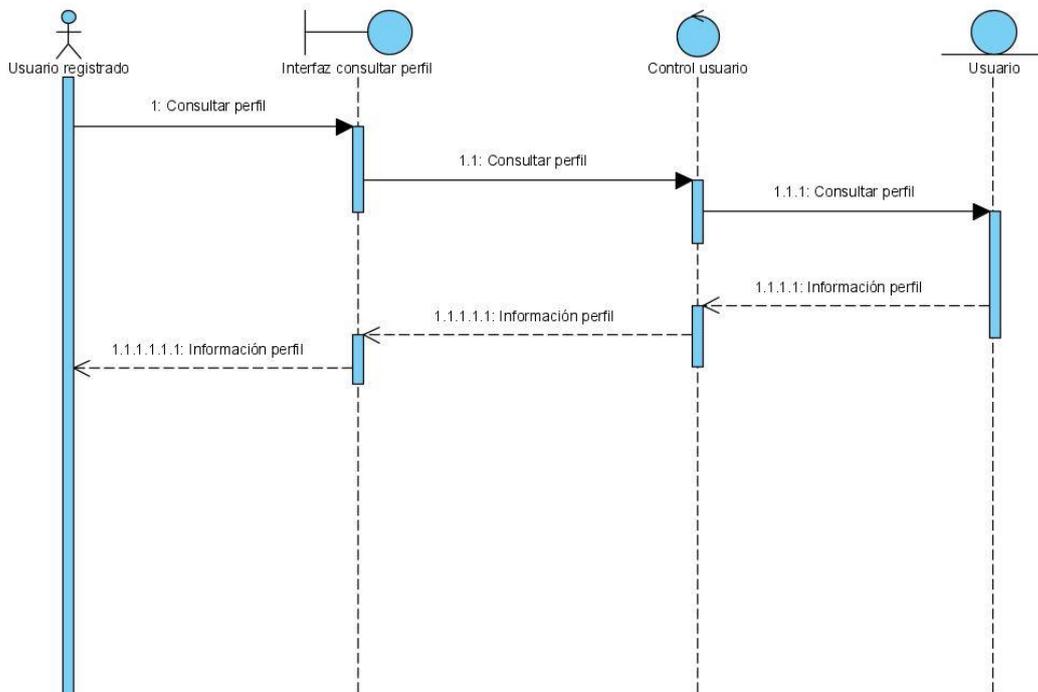


Figura 16. Diagrama de secuencia [UC-008] Consultar perfil

5.2. GESTIÓN DE SALAS Y EDIFICIOS

5.2.1. [UC-009] MODIFICAR EDIFICIO

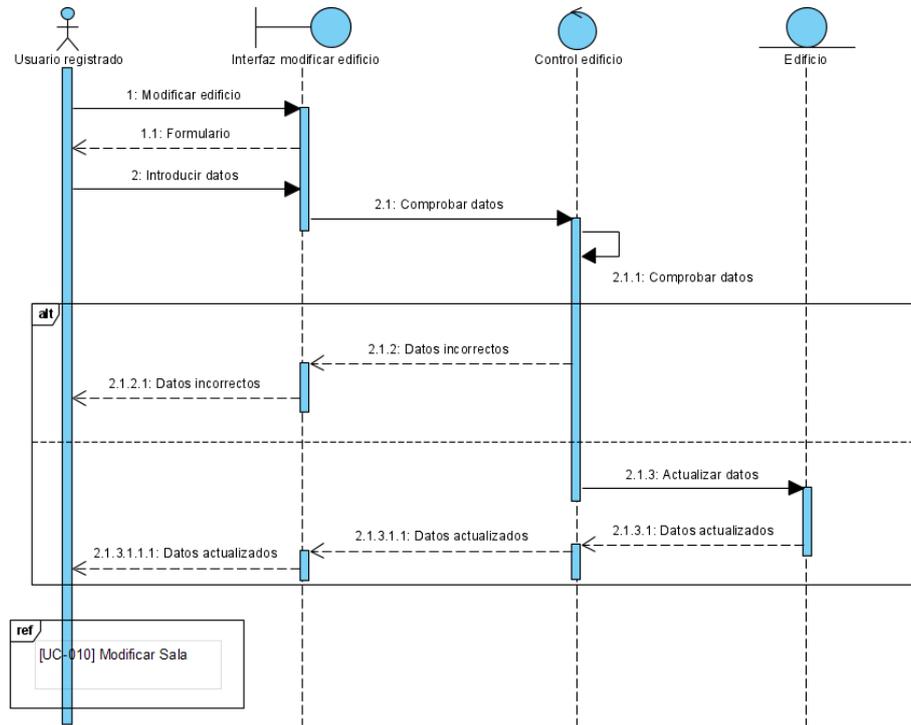


Figura 17. Diagrama de secuencia [UC-009] Modificar edificio

5.2.2. [UC-010] MODIFICAR SALA

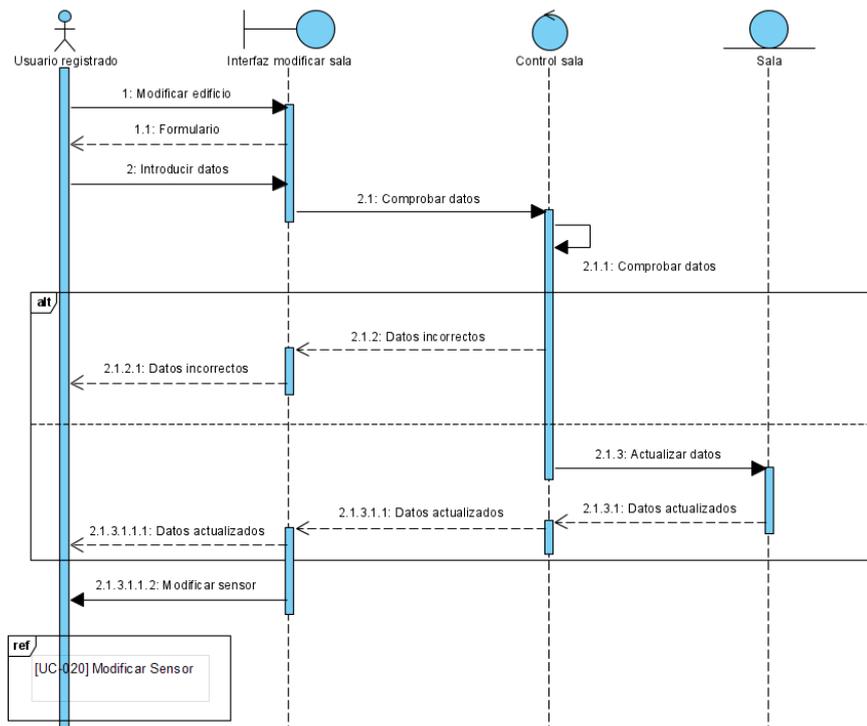


Figura 18. Diagrama de secuencia [UC-010] Modificar sala

5.2.3. [UC-011] ELIMINAR EDIFICIO

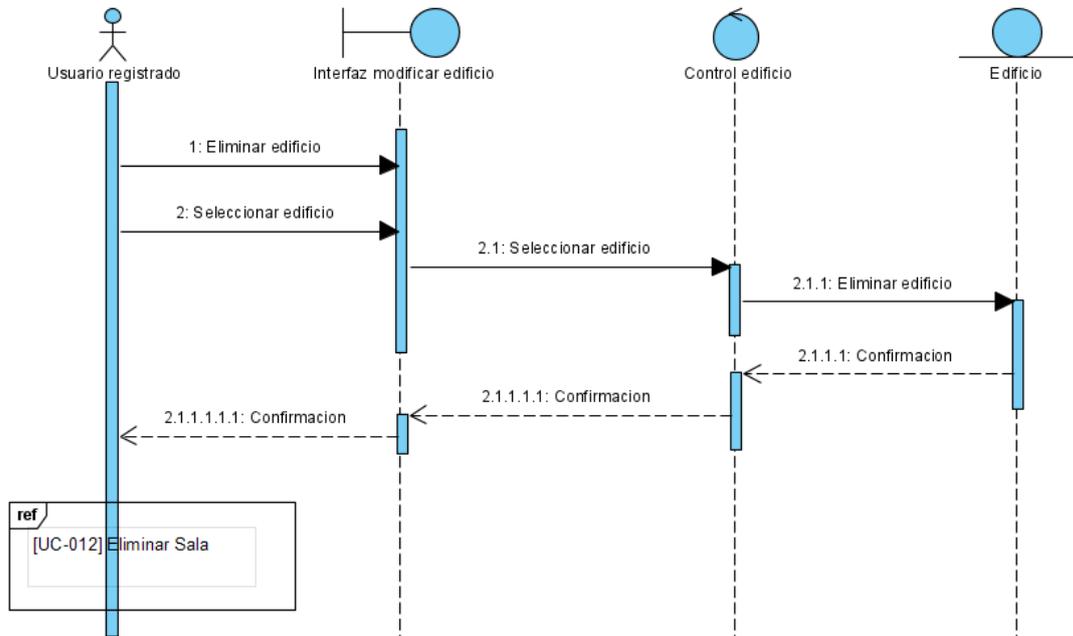


Figura 19. Diagrama de secuencia [UC-011] Eliminar edificio

5.2.4. [UC-012] ELIMINAR SALA

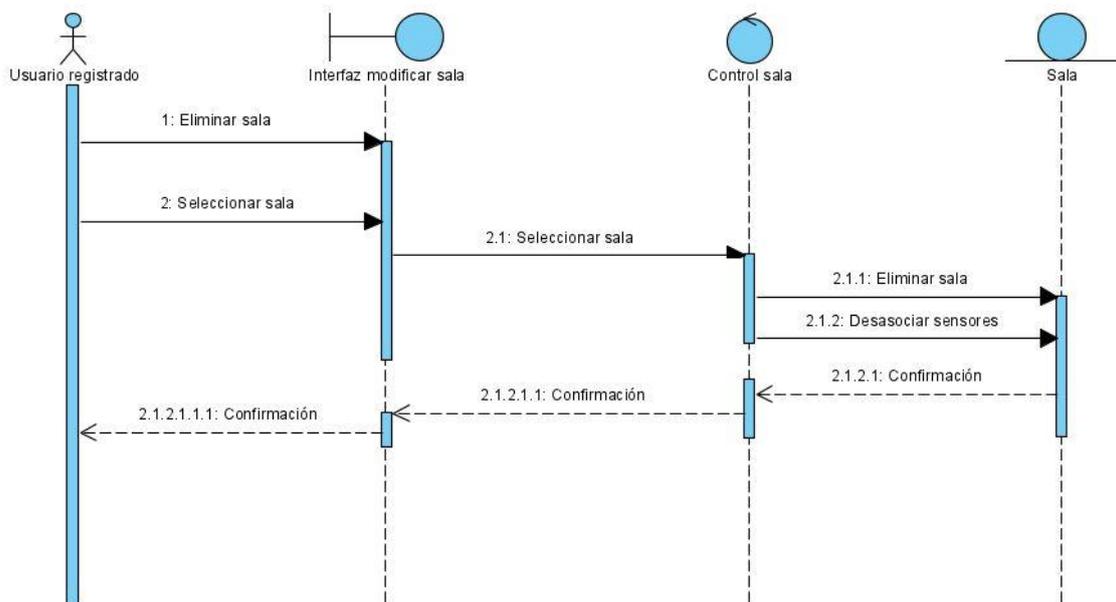


Figura 20. Diagrama de secuencia [UC-012] Eliminar sala

5.2.5. [UC-013] CONSULTAR EDIFICIO

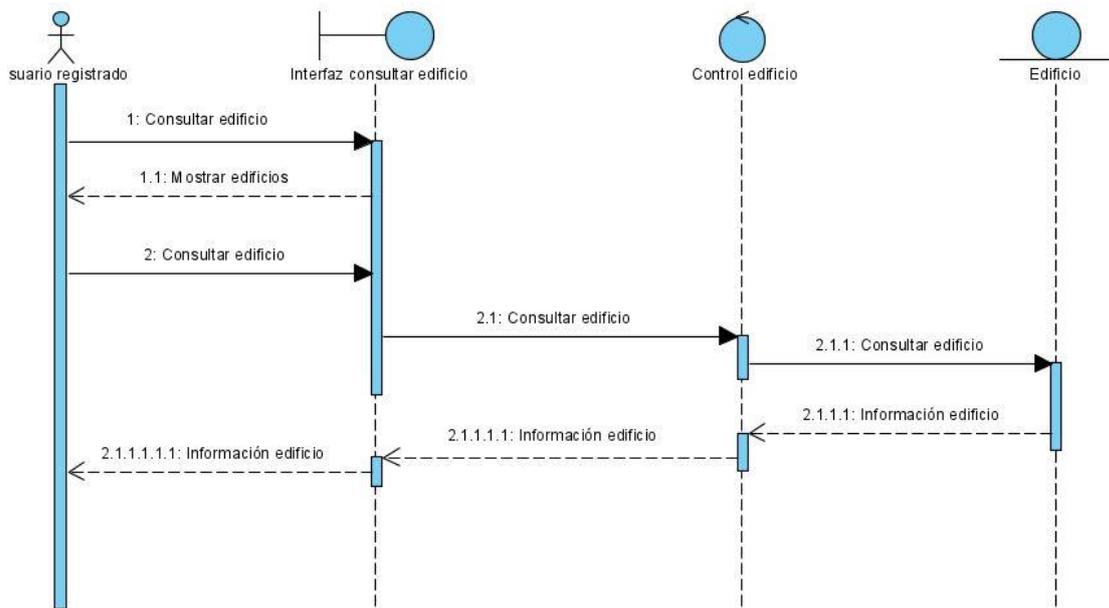


Figura 21. Diagrama de secuencia [UC-013] Consultar edificio

5.2.6. [UC-014] CONSULTAR SALA

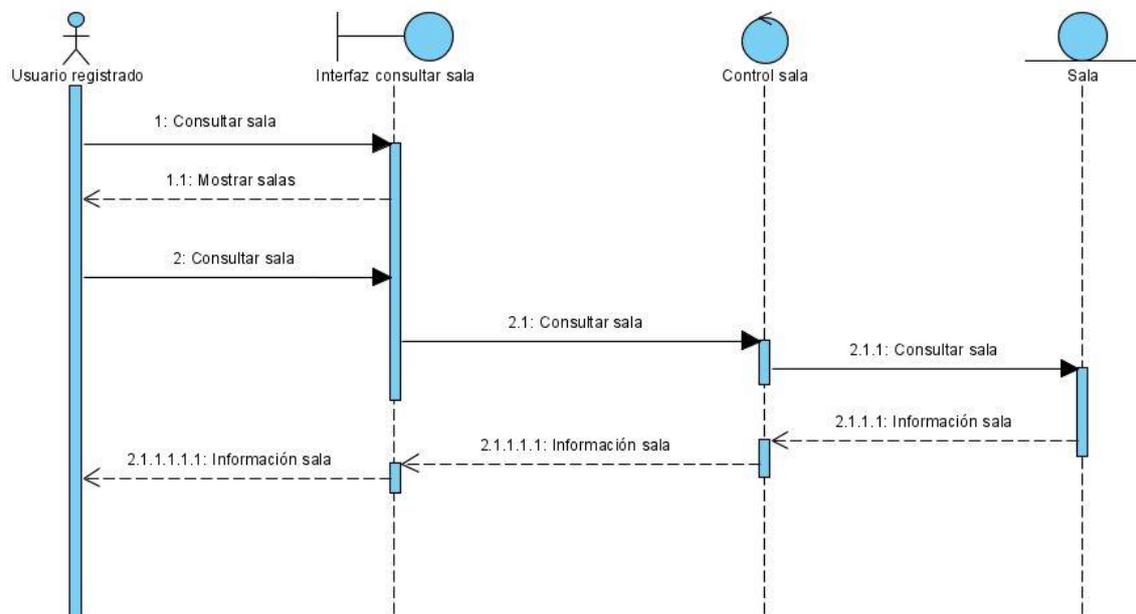


Figura 22. Diagrama de secuencia [UC-014] Consultar sala

5.2.7. [UC-015] REGISTRAR EDIFICIO

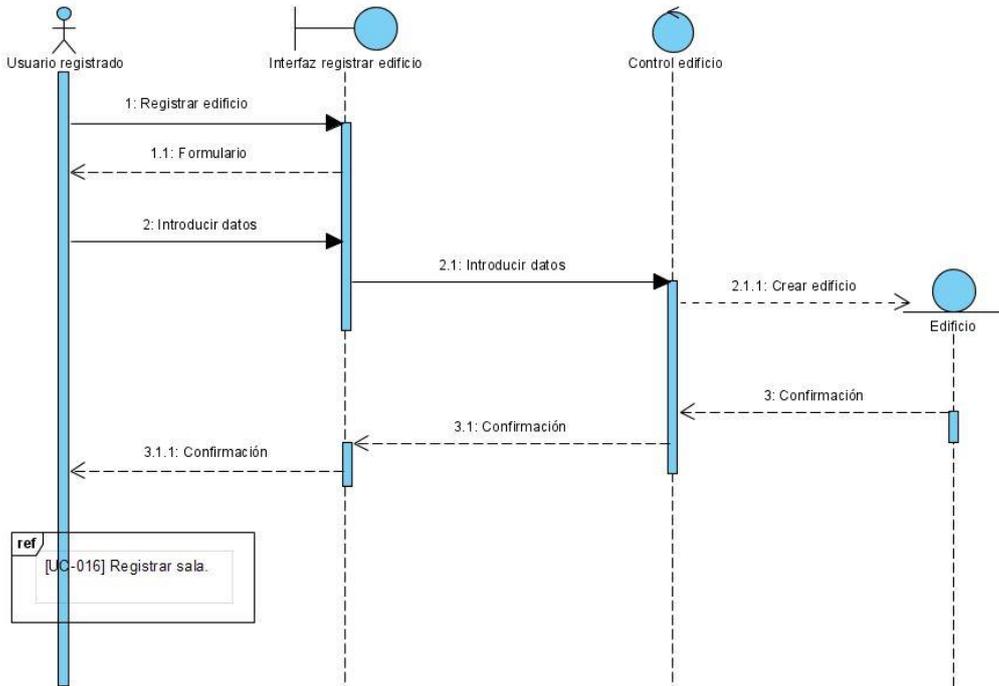


Figura 23. Diagrama de secuencia [UC-015] Registrar edificio

5.2.8. [UC-016] REGISTRAR SALA

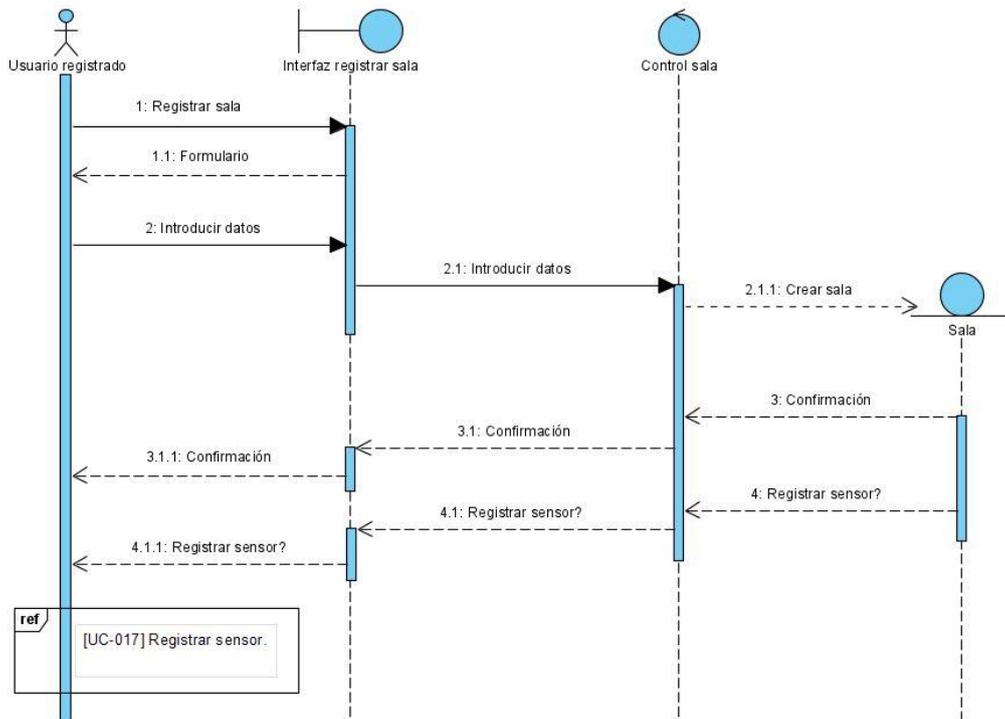


Figura 24. Diagrama de secuencia [UC-016] Registrar sala

5.3. GESTIÓN DE SENSORES

5.3.1. [UC-017] REGISTRAR SENSOR

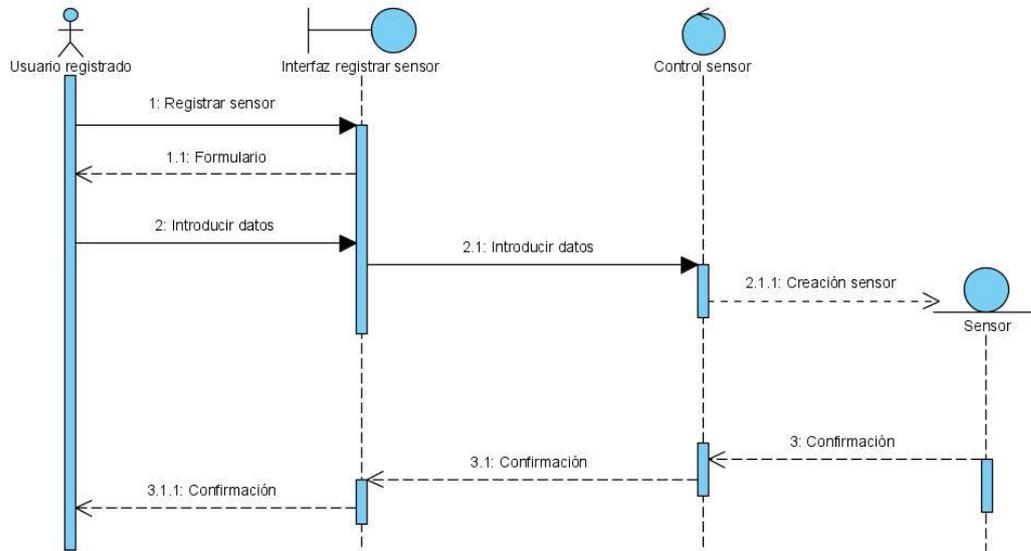


Figura 25. Diagrama de secuencia [UC-017] Registrar sensor

5.3.2. [UC-018] CONSULTAR SENSOR

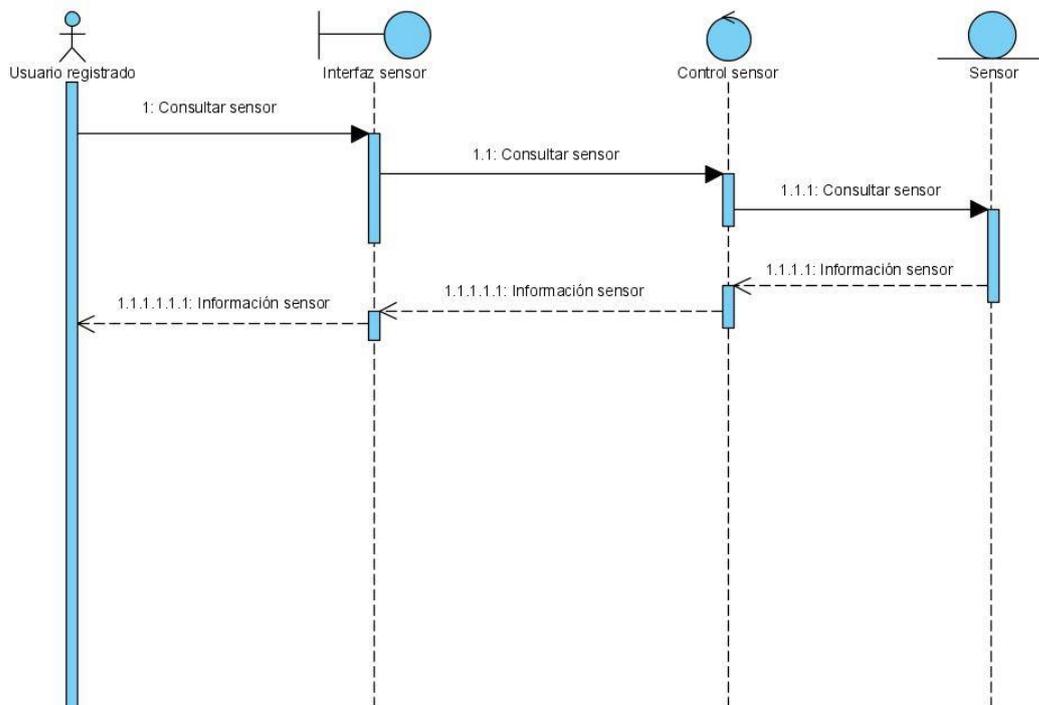


Figura 26. Diagrama de secuencia [UC-018] Consultar sensor

5.3.3. [UC-019] ELIMINAR SENSOR

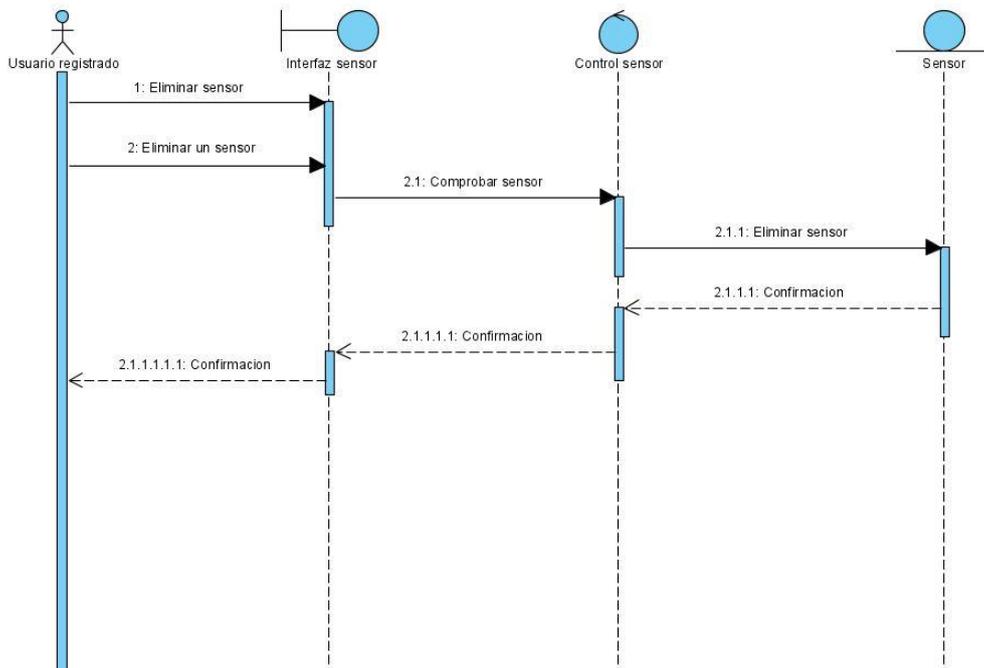


Figura 27. Diagrama de secuencia [UC-019] Eliminar sensor

5.3.4. [UC-020] MODIFICAR SENSOR

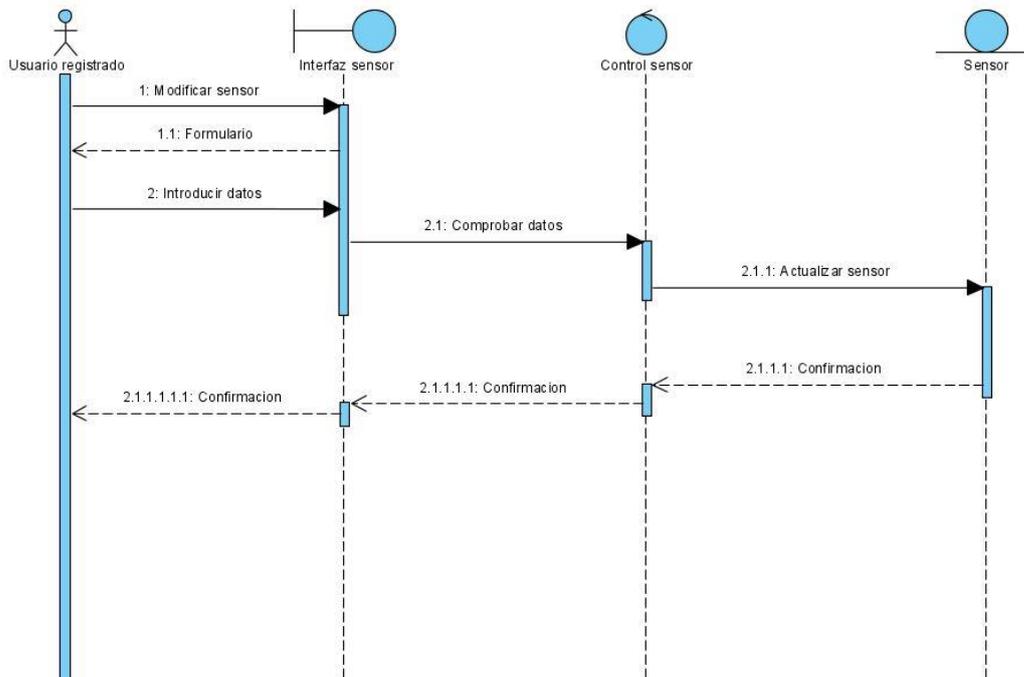


Figura 28. Diagrama de secuencia [UC-020] Modificar sensor

5.3.5. [UC-021] CONSULTAR INFORMACIÓN SENSOR

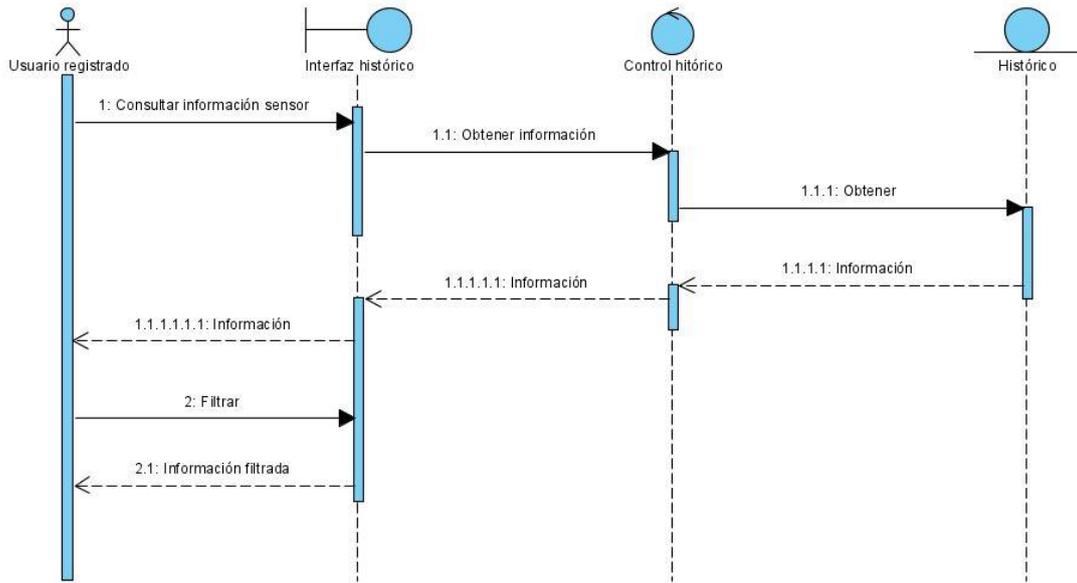


Figura 29. Diagrama de secuencia [UC-021] Consultar información sensor

5.4. GESTIÓN DE CALENDARIO

5.4.1. [UC-022] AÑADIR EVENTO

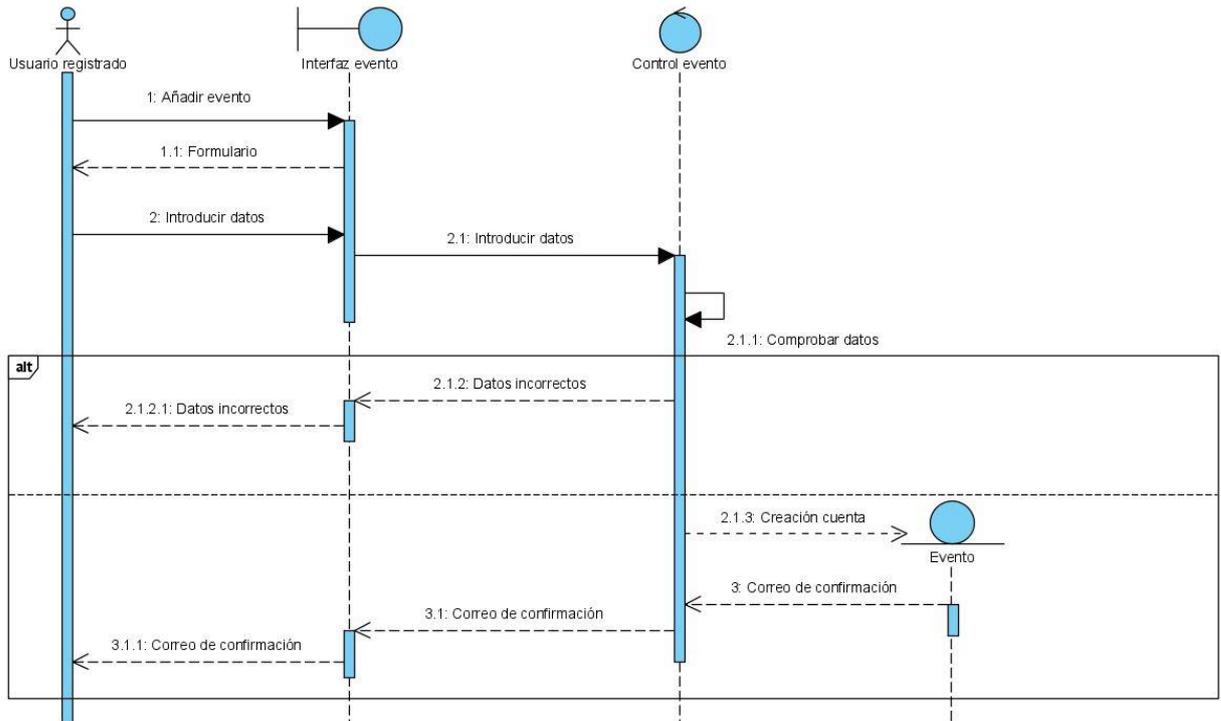


Figura 30. Diagrama de secuencia [UC-022] Añadir evento

5.4.2. [UC-023] CONSULTAR EVENTO

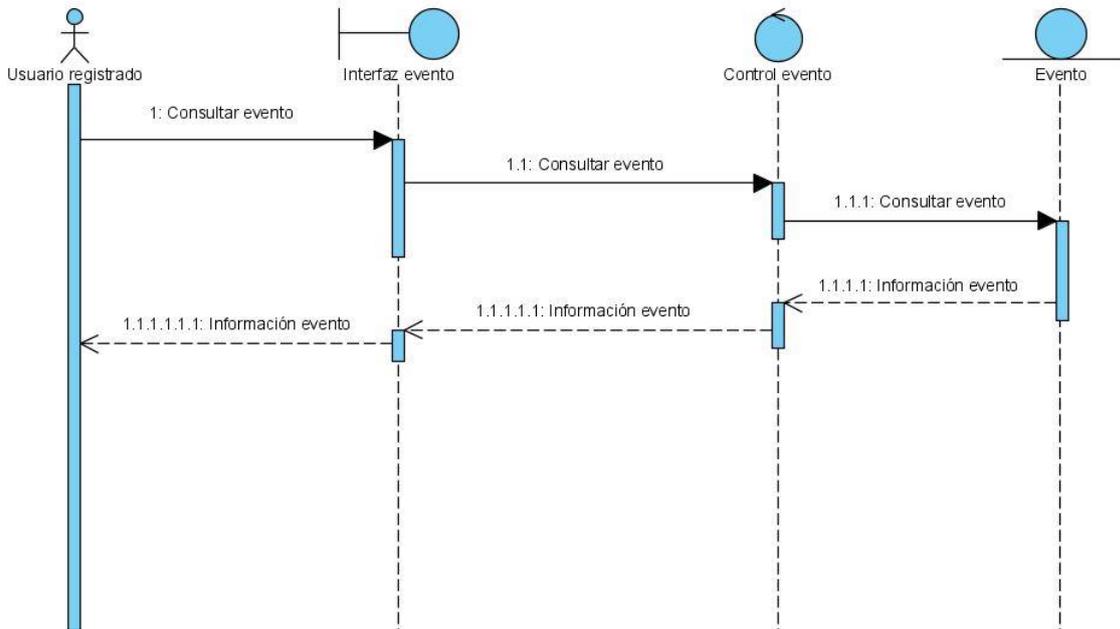


Figura 31. Diagrama de secuencia [UC-023] Consultar evento

5.4.3. [UC-024] MODIFICAR EVENTO

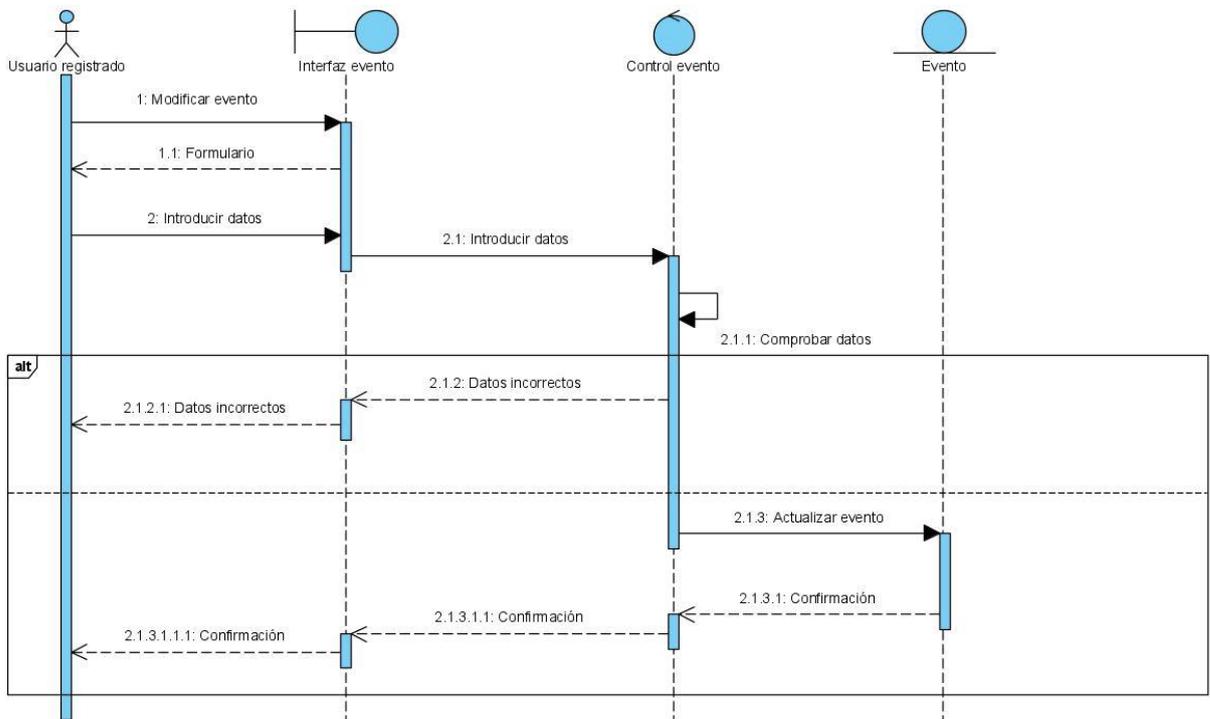


Figura 32. Diagrama de secuencia [UC-024] Modificar evento

5.4.4. [UC-025]ELIMINAR EVENTO

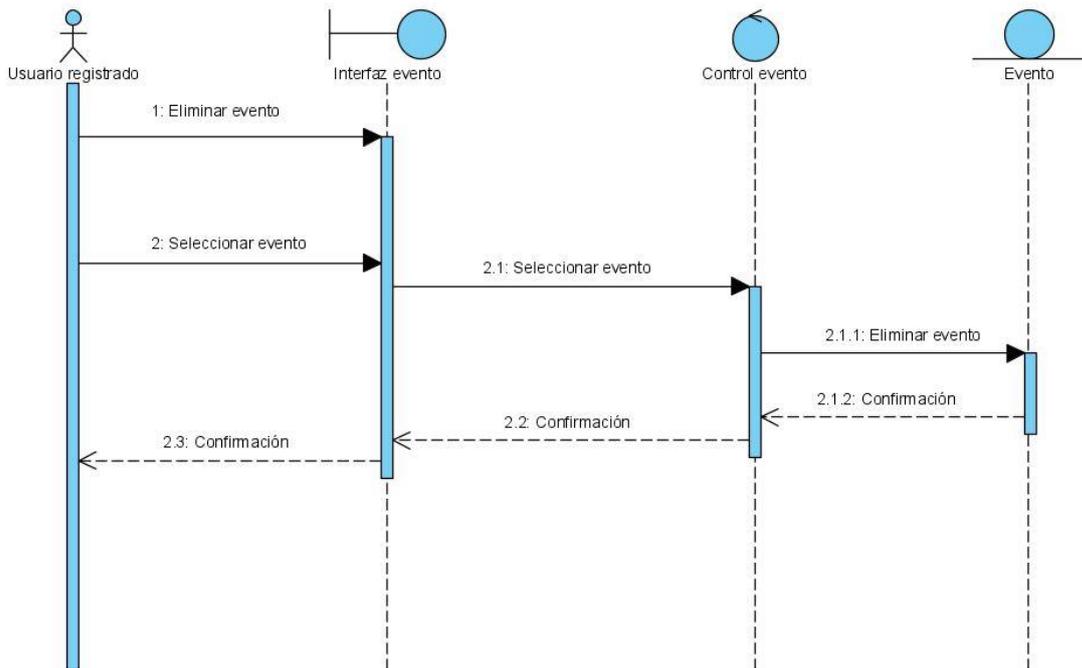


Figura 33. Diagrama de secuencia [UC-025]Eliminar evento

5.4.5. [UC-026] MODIFICAR EVENTO USUARIO

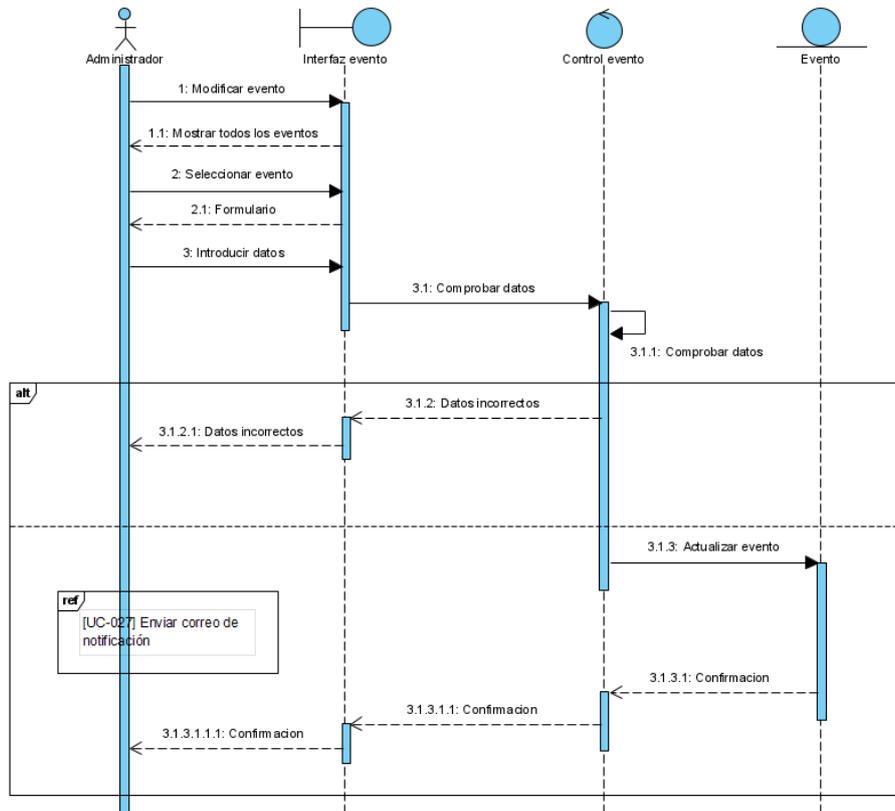


Figura 34. Diagrama de secuencia [UC-026] Modificar evento usuario

5.5. GESTIÓN DE NOTIFICACIONES

5.5.1 [UC-028] REGISTRO INCREMENTO CO2

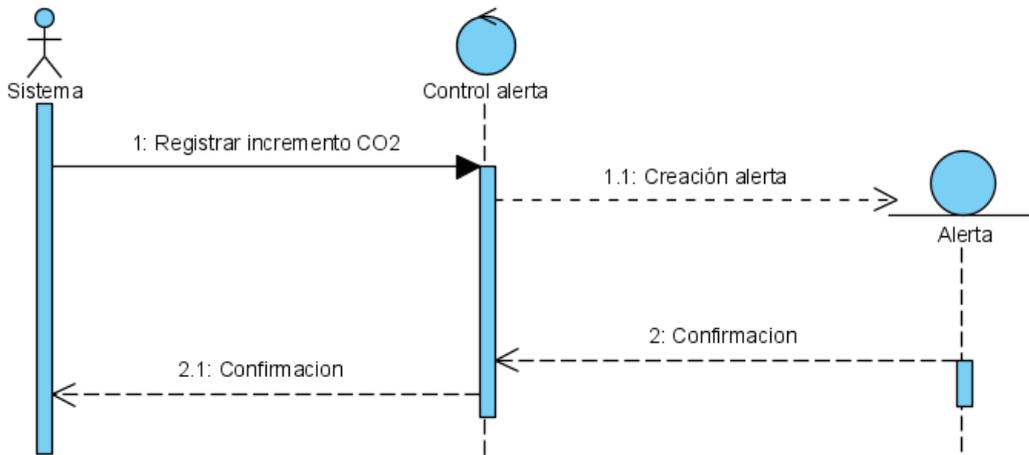


Figura 35. Diagrama de secuencia [UC-028] Registro incremento CO2

5.5.2 [UC-029] RECIBIR ALERTA

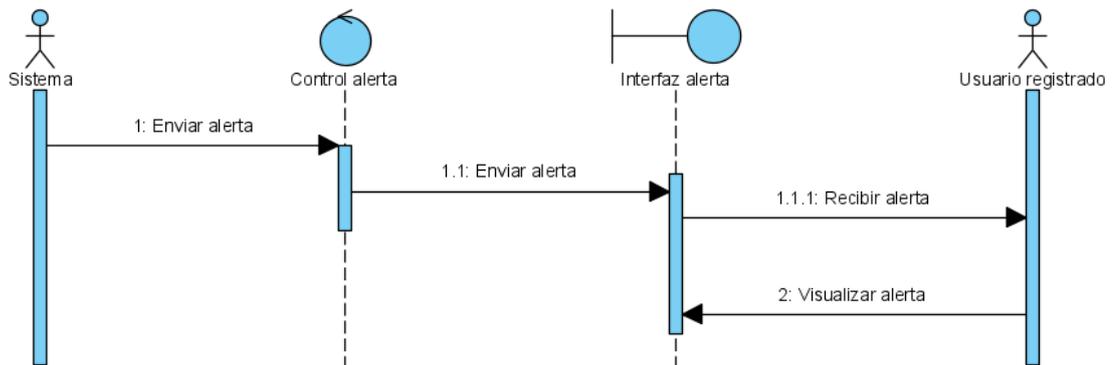


Figura 36. Diagrama de secuencia [UC-029] Recibir alerta

6. REFERENCIAS

- [1] García Peñalvo, F. J., & García Holgado, A. (2018). INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS ORIENTADO A OBJETOS (1.ª ed.). Universidad de Salamanca . Recuperado de:
<https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1154/1/9.%20A00.pdf>
- [2] García Peñalvo, F. J., & García Holgado, A. (2018). MODELO DE DOMINIO (1.ª ed.). Universidad de Salamanca. Recuperado de:
<https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1153/1/8.%20Modelo%20de%20Odominio.pdf>

Anexo 4: – DISEÑO DEL SISTEMA

Sistema de análisis de calidad del aire

Trabajo de fin de grado

Ingeniería informática



**VNiVERSIDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Septiembre 2021

Autor

Alba Blázquez Bayón

Tutores

Gabriel Villarrubia González

Juan Francisco De Paz Santana

Diego Manuel Jiménez Bravo

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. MODELO DE DISEÑO	8
2.1. PATRÓN ARQUITECTÓNICO	8
2.2. SUBSISTEMAS DE DISEÑO	9
3. REALIZACIÓN DE CASOS DE USO	13
3.1. GESTIÓN USUARIOS	13
3.2. GESTIÓN DE SALAS Y EDIFICIOS	16
3.3. GESTIÓN DE SENSORES	21
3.4. GESTIÓN DE CALENDARIO	23
3.5. GESTIÓN DE NOTIFICACIONES	26
4. MODELO DE DESPLIEGUE	27
5. REFERENCIAS	28

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Modelo Vista VistaModelo (MVVM)</i>	8
<i>Figura 2. Diagrama de paquetes del sistema</i>	9
<i>Figura 3 . Diagrama de paquetes vista</i>	10
<i>Figura 4 . Diagrama de paquetes viewmodel</i>	11
<i>Figura 5 . Diagrama de clases de diseño</i>	12
<i>Figura 6. Diagrama de secuencia [UC-001] Registrarse</i>	13
<i>Figura 7. Diagrama de secuencia [UC-002] Iniciar sesión</i>	13
<i>Figura 8. Diagrama de secuencia [UC-003] Contactar administrador</i>	14
<i>Figura 9. Diagrama de secuencia [UC-004] Modificar perfil</i>	14
<i>Figura 10. Diagrama de secuencia [UC-005] Modificar contraseña</i>	15
<i>Figura 11. Diagrama de secuencia [UC-006] Eliminar usuario</i>	15
<i>Figura 12. Diagrama de secuencia [UC-007] Cerrar sesión</i>	16
<i>Figura 13. Diagrama de secuencia [UC-008] Consultar perfil</i>	16
<i>Figura 14. Diagrama de secuencia [UC-009] Modificar edificio</i>	17
<i>Figura 15. Diagrama de secuencia [UC-010] Modificar sala</i>	17
<i>Figura 16. Diagrama de secuencia [UC-011] Eliminar edificio</i>	18
<i>Figura 17. Diagrama de secuencia [UC-012] Eliminar sala</i>	18
<i>Figura 18. Diagrama de secuencia [UC-013] Consultar edificio</i>	19
<i>Figura 19. Diagrama de secuencia [UC-014] Consultar sala</i>	19
<i>Figura 20. Diagrama de secuencia [UC-015] Registrar edificio</i>	20
<i>Figura 21. Diagrama de secuencia [UC-016] Registrar sala</i>	20
<i>Figura 22. Diagrama de secuencia [UC-017] Registrar sensor</i>	21
<i>Figura 23. Diagrama de secuencia [UC-018] Consultar sensor</i>	21
<i>Figura 24. Diagrama de secuencia [UC-019] Eliminar sensor</i>	22
<i>Figura 25. Diagrama de secuencia [UC-020] Modificar sensor</i>	22
<i>Figura 26. Diagrama de secuencia [UC-021] Consultar información sensor</i>	23
<i>Figura 27. Diagrama de secuencia [UC-022] Añadir evento</i>	23
<i>Figura 28. Diagrama de secuencia [UC-023] Consultar evento</i>	24
<i>Figura 29. Diagrama de secuencia [UC-024] Modificar evento</i>	24
<i>Figura 30. Diagrama de secuencia [UC-025] Eliminar evento</i>	25
<i>Figura 31. Diagrama de secuencia [UC-026] Modificar evento usuario</i>	25

<i>Figura 32. Diagrama de secuencia [UC-028] Registrar incremento CO2</i>	<i>_____</i>	<i>26</i>
<i>Figura 33. Diagrama de secuencia [UC-029] Recibir alerta</i>	<i>_____</i>	<i>26</i>
<i>Figura 33. Modelo de despliegue</i>	<i>_____</i>	<i>27</i>

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se recoge la documentación del diseño del sistema, con la cual se obtendrá una forma de resolver el problema planteado y una posible implementación para este.

Esta búsqueda de soluciones se ajusta a los requisitos de los anteriores anexos de especificación de requisitos y análisis de requisitos.

2. MODELO DE DISEÑO

El modelo de diseño es un refinamiento y formalización adicional del modelo de análisis.

2.1. PATRÓN ARQUITECTÓNICO

Se ha utilizado el patrón arquitectónico Modelo-Vista-VistaModelo (MVVM), ya que ayuda a separar la lógica de la interfaz de usuario, facilitando las pruebas y mantenimiento.

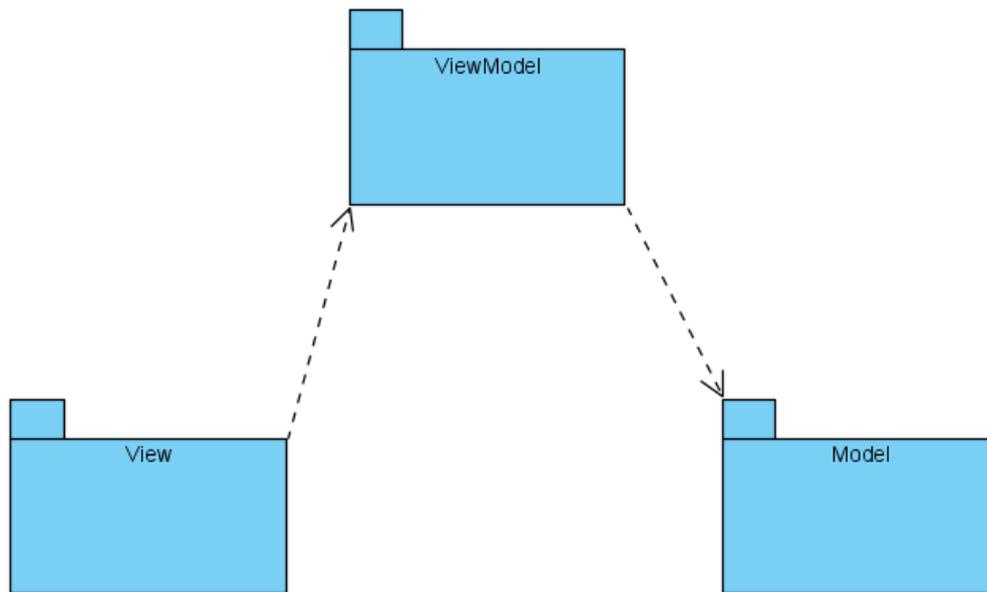


Figura 1. Modelo Vista VistaModelo (MVVM)

MVVM propone la construcción de tres componentes distintos que son el modelo, la vista y la vistamodelo:

- **Modelo:** representa la capa de datos y/o la lógica, también denominado como el objeto del dominio.
- **Vista:** presenta la información al usuario.
- **VistaModelo:** es un actor intermediario entre el modelo y la vista, contiene toda la lógica de presentación y se comporta como una abstracción de la interfaz.

2.2. SUBSISTEMAS DE DISEÑO

En este apartado se muestran los subsistemas de diseño y las relaciones entre ellos.

A continuación se muestra el diagrama de paquetes del sistema desarrollado a partir de la propuesta de arquitectura del ANEXO III: análisis de requisitos.

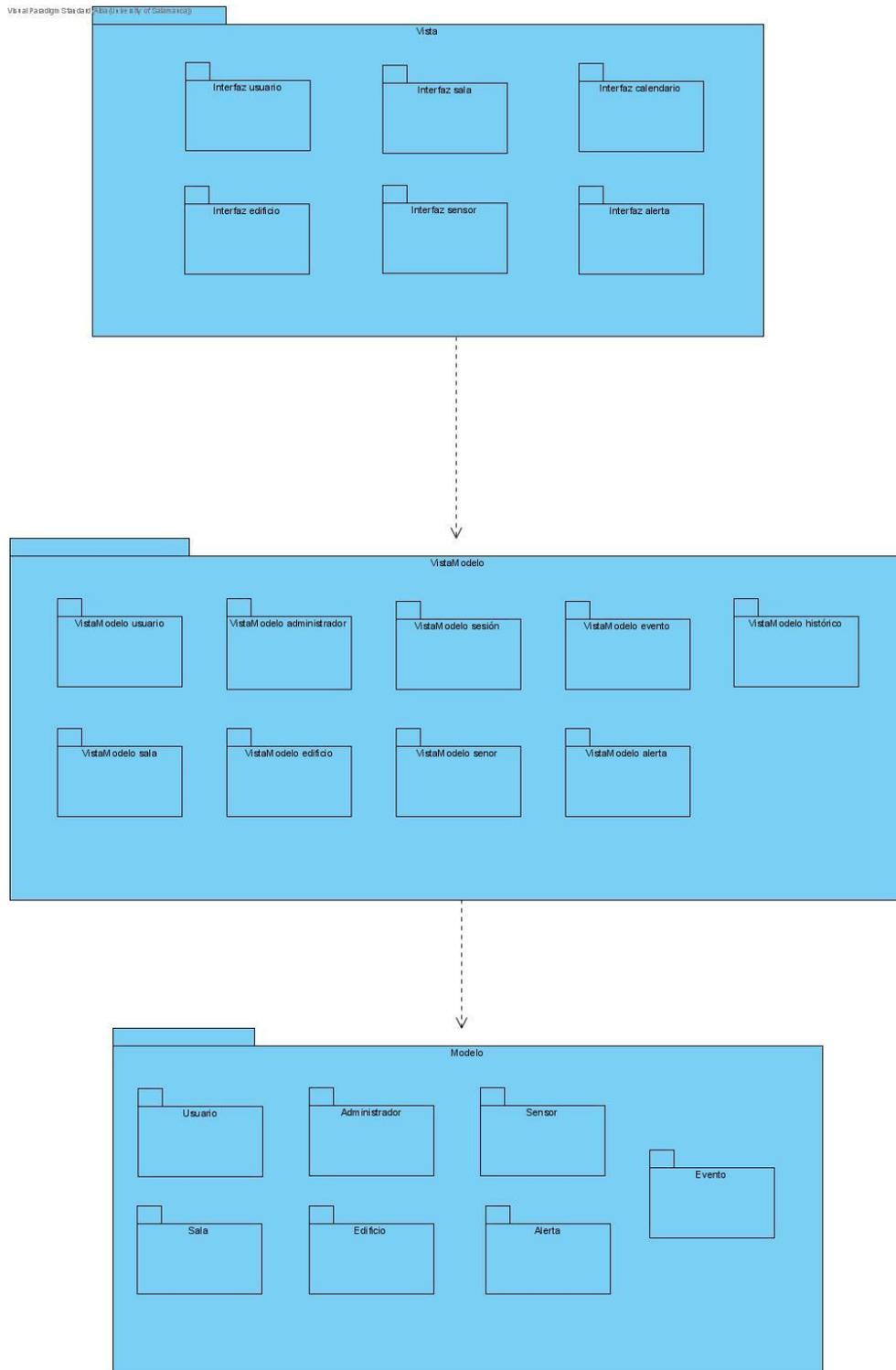


Figura 2. Diagrama de paquetes del sistema

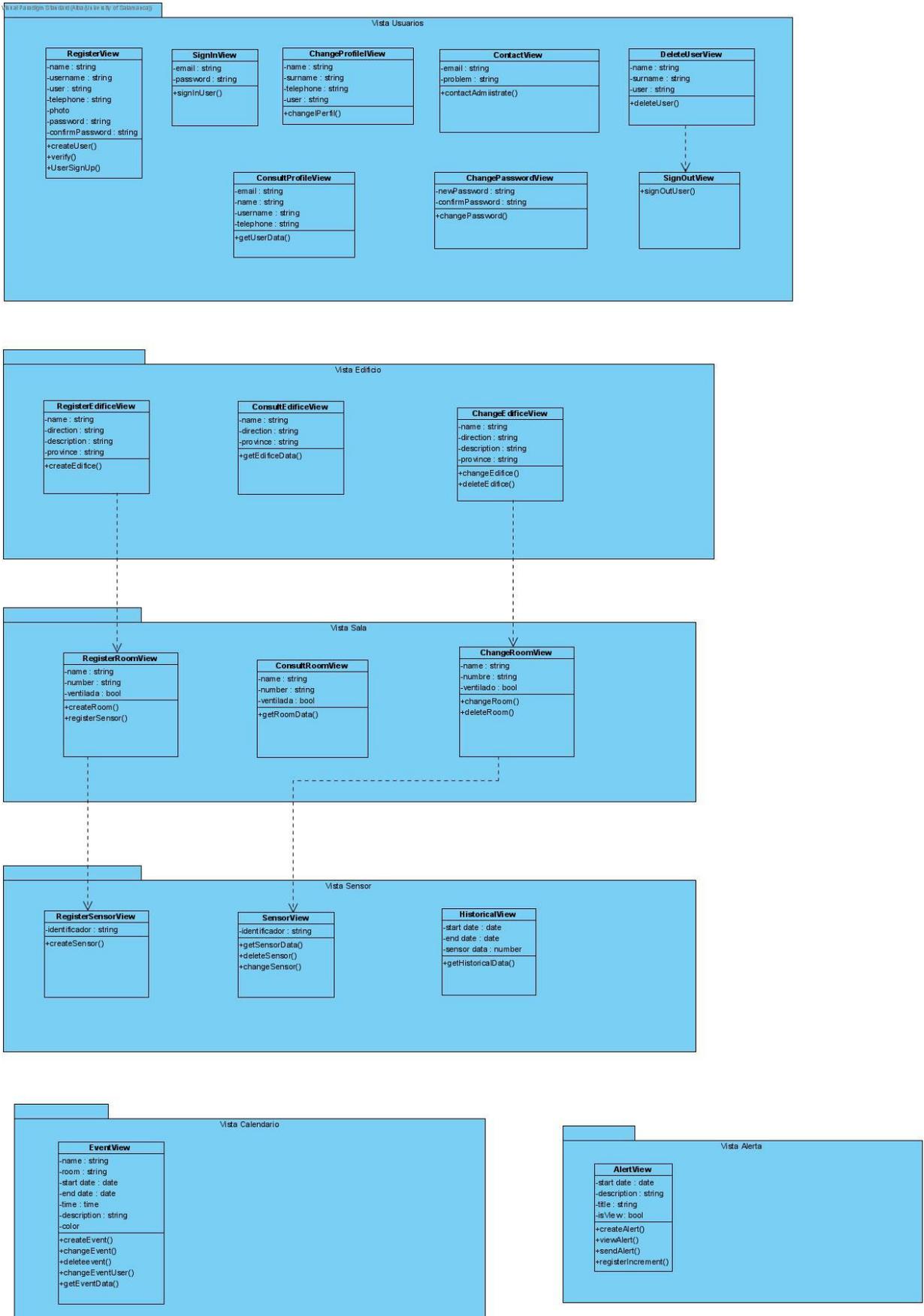


Figura 3 . Diagrama de paquetes vista

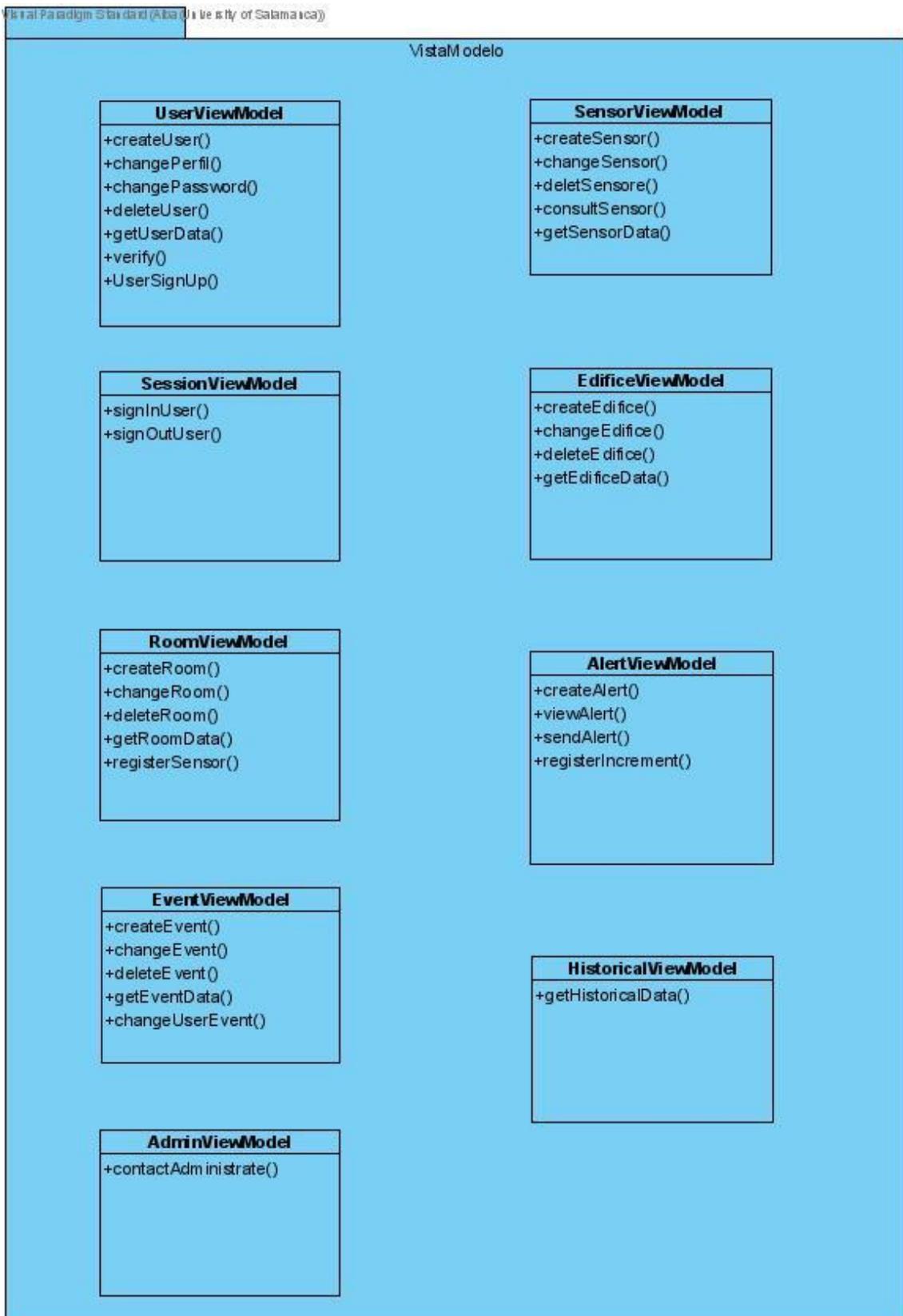


Figura 4 . Diagrama de paquetes viewmodel

2.3. CLASE DE DISEÑO

Se muestran las clases de diseño, desarrolladas a partir del modelo de dominio definido en el ANEXO III: análisis de requisitos, para representar los atributos y operaciones que tendrán las clases.

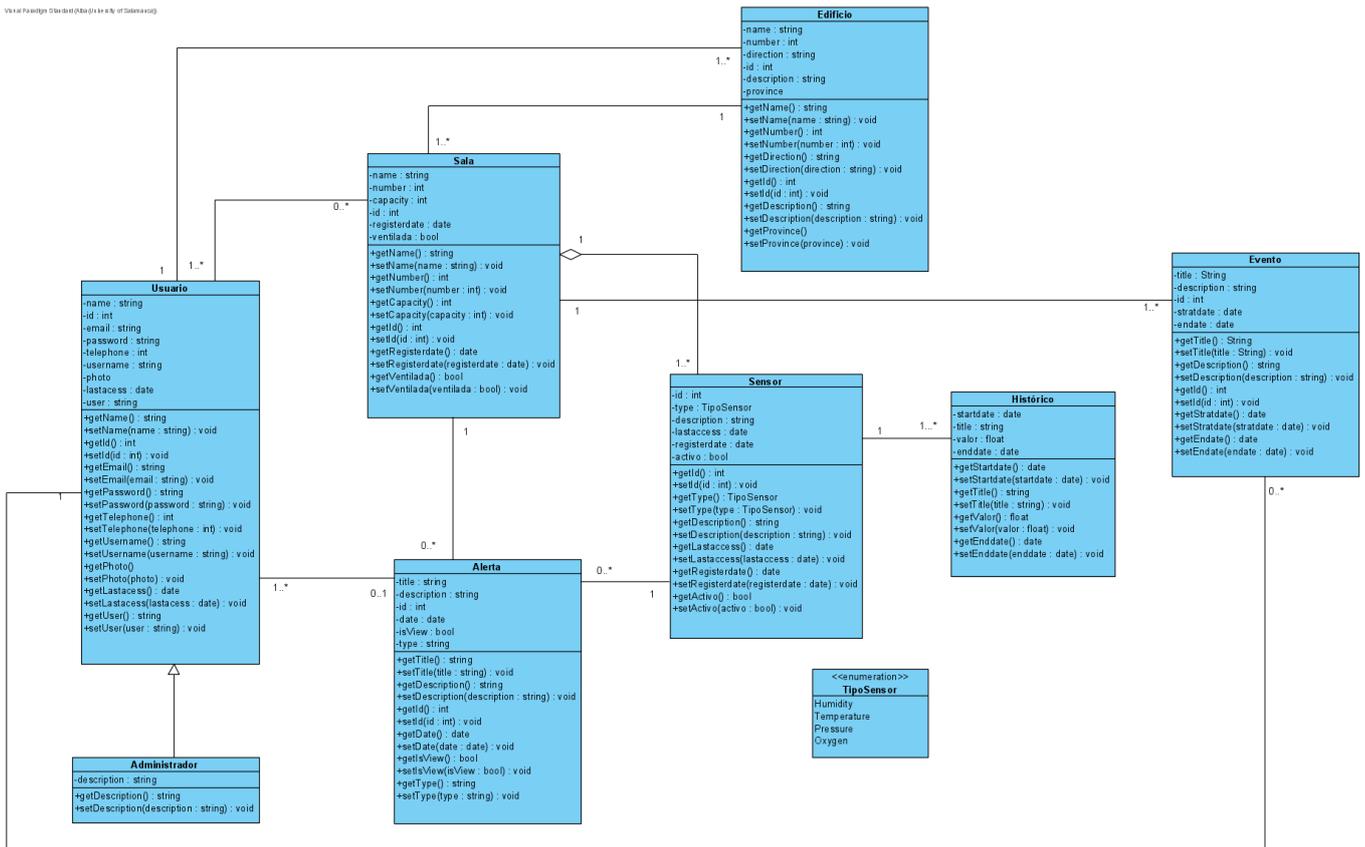


Figura 5. Diagrama de clases de diseño

3. REALIZACIÓN DE CASOS DE USO

La realización de casos de uso se ha realizado mediante diagramas de secuencia, mostrando la interacción entre objetos.

3.1. GESTIÓN USUARIOS

3.1.1. [UC-001] REGISTRARSE

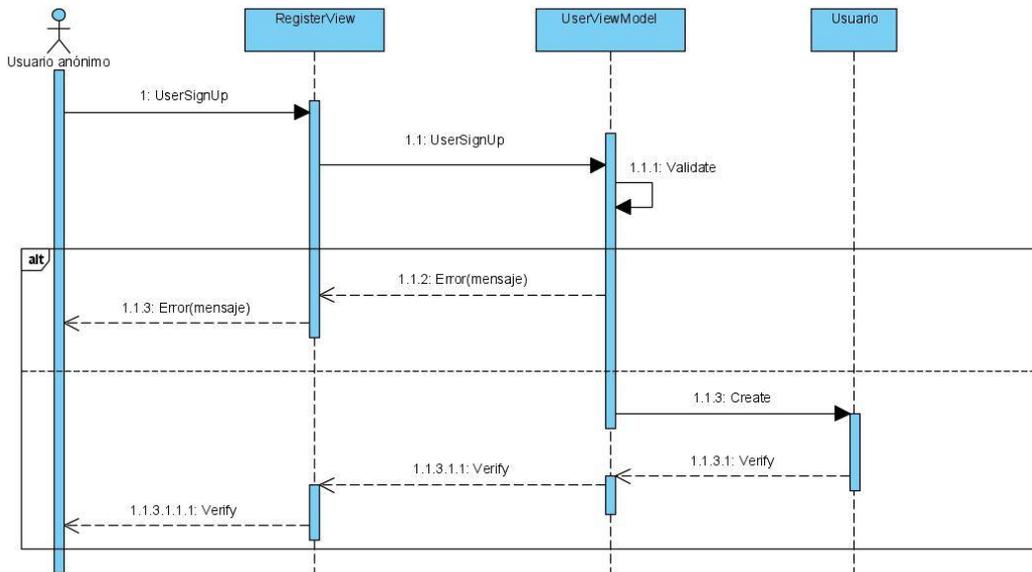


Figura 6. Diagrama de secuencia [UC-001] Registrarse

3.1.2. [UC-002] INICIAR SESIÓN

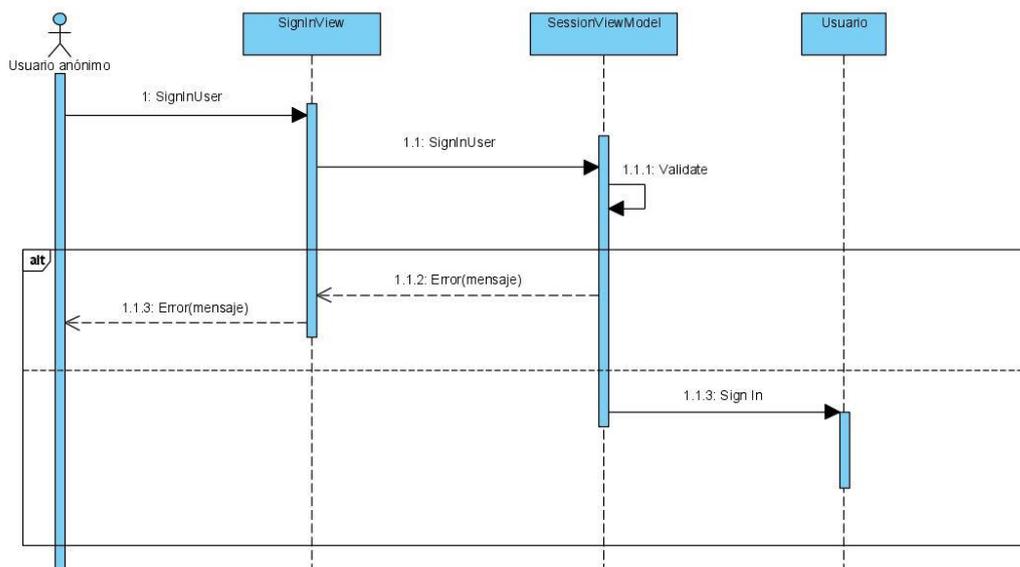


Figura 7. Diagrama de secuencia [UC-002] Iniciar sesión

3.1.3. [UC-003] CONTACTAR ADMINISTRADOR

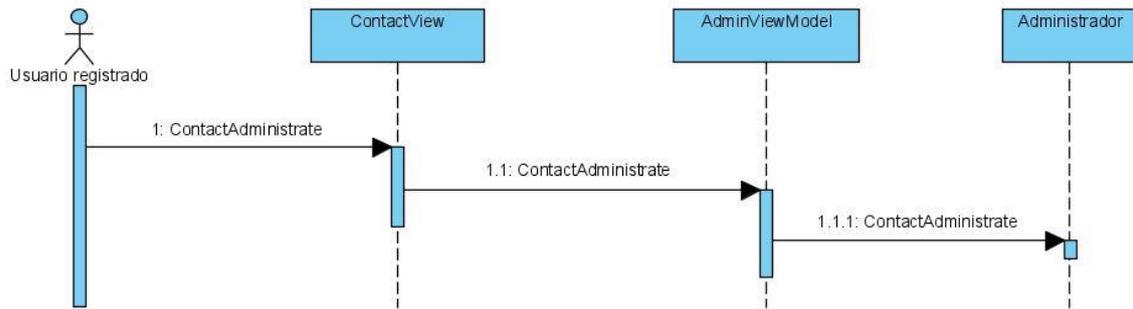


Figura 8. Diagrama de secuencia [UC-003] Contactar administrador

3.1.4. [UC-004] MODIFICAR PERFIL

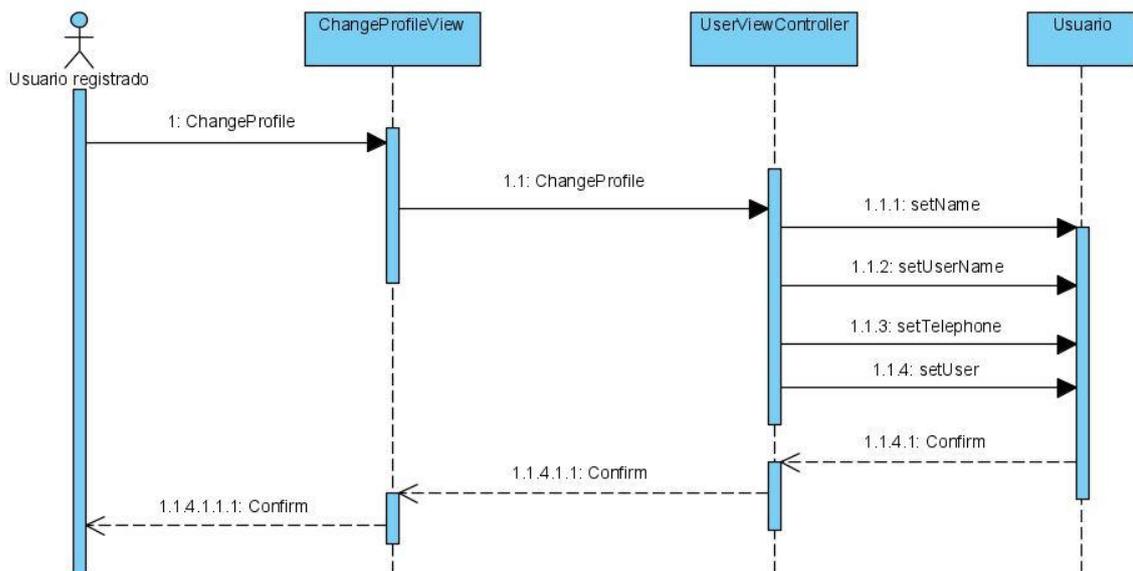


Figura 9. Diagrama de secuencia [UC-004] Modificar perfil

3.1.3. [UC-005] MODIFICAR CONTRASEÑA

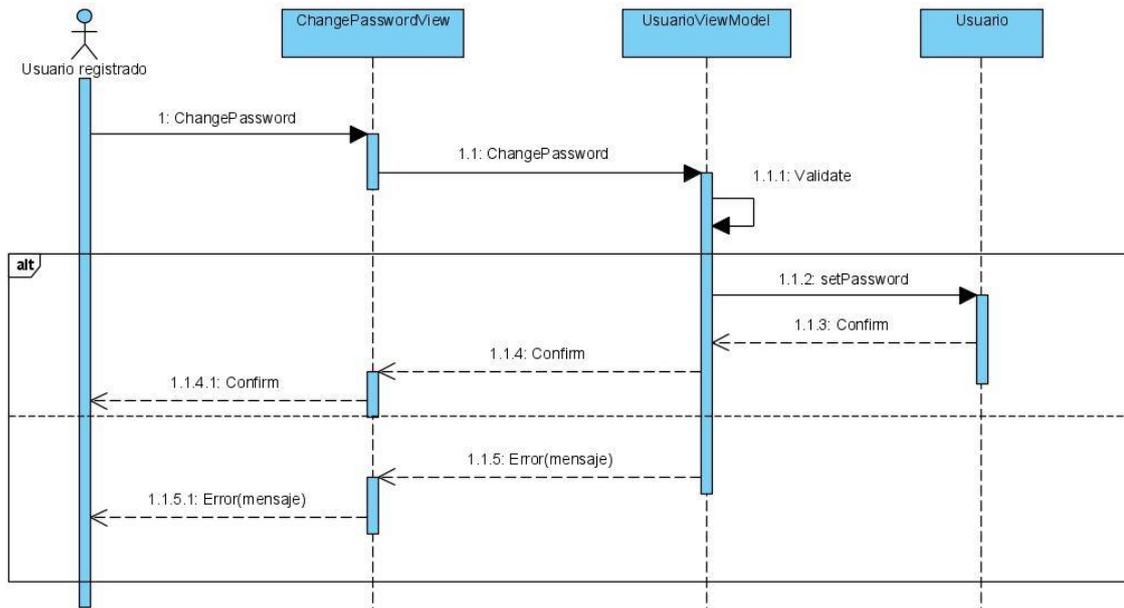


Figura 10. Diagrama de secuencia [UC-005] Modificar contraseña

3.1.6. [UC-006] ELIMINAR USUARIO

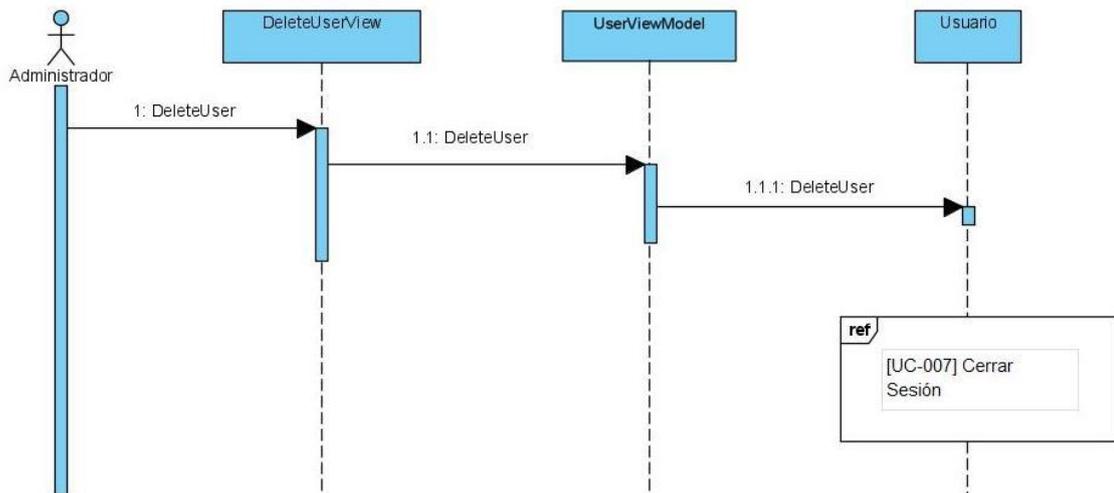


Figura 11. Diagrama de secuencia [UC-006] Eliminar usuario

3.1.7. [UC-007] CERRAR SESIÓN

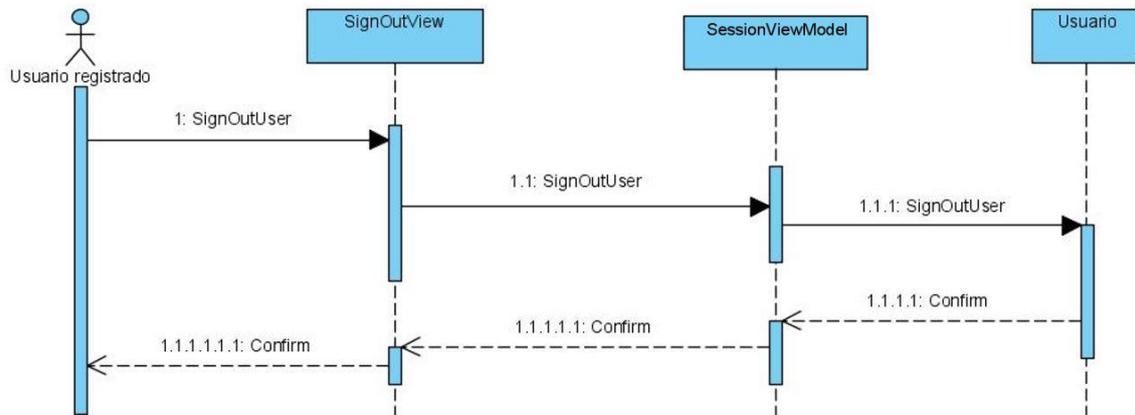


Figura 12. Diagrama de secuencia [UC-007] Cerrar sesión

3.1.8. [UC-008] CONSULTAR PERFIL

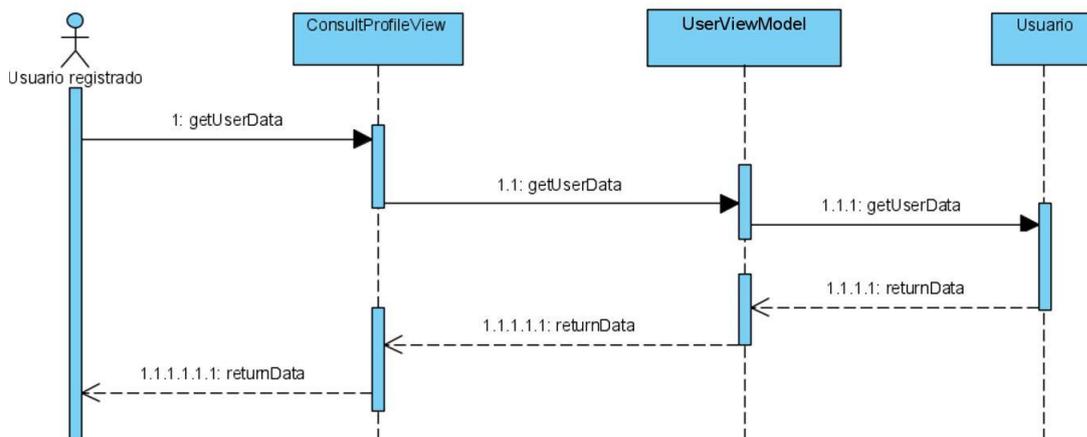


Figura 13. Diagrama de secuencia [UC-008] Consultar perfil

3.2. GESTIÓN DE SALAS Y EDIFICIOS

3.2.1. [UC-009] MODIFICAR EDIFICIO

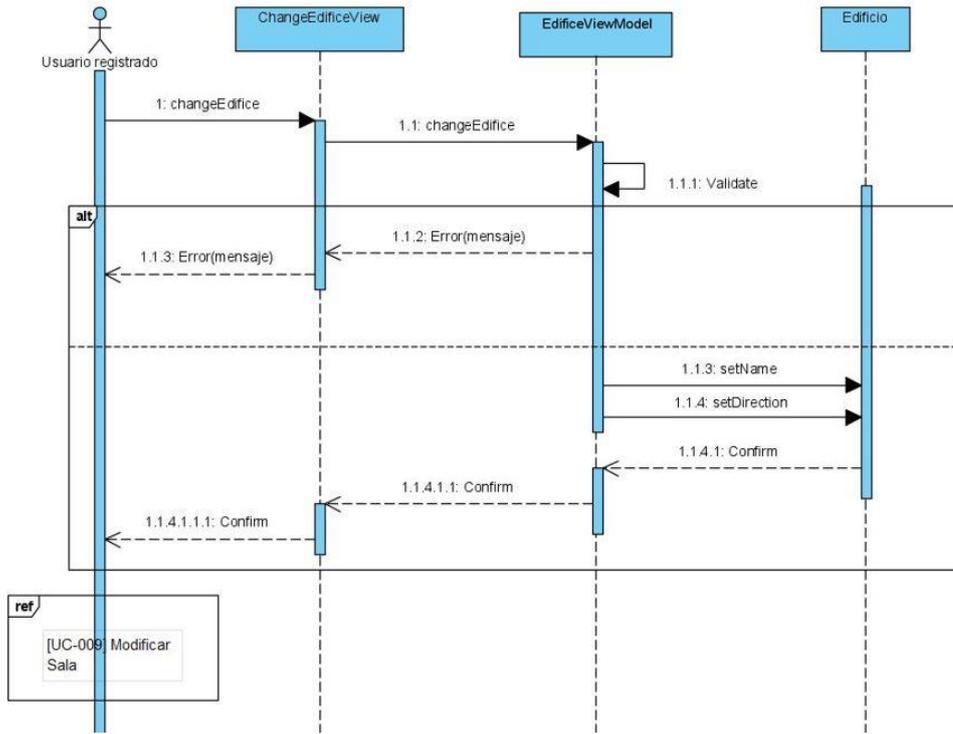


Figura 14. Diagrama de secuencia [UC-009] Modificar edificio

3.2.2. [UC-010] MODIFICAR SALA

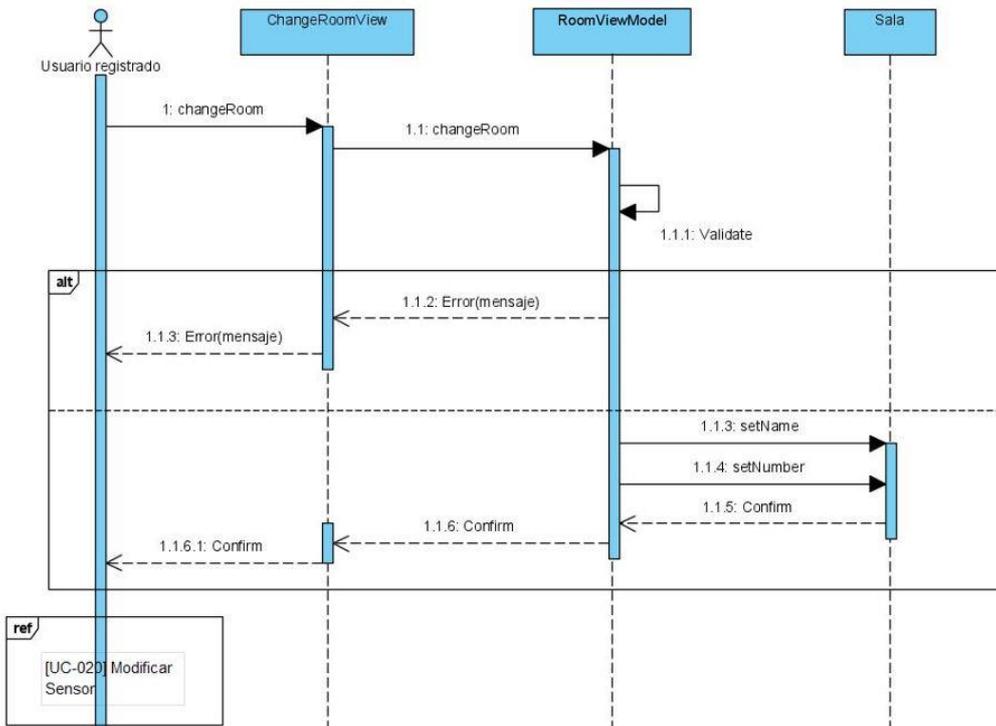


Figura 15. Diagrama de secuencia [UC-010] Modificar sala

3.2.3. [UC-011] ELIMINAR EDIFICIO

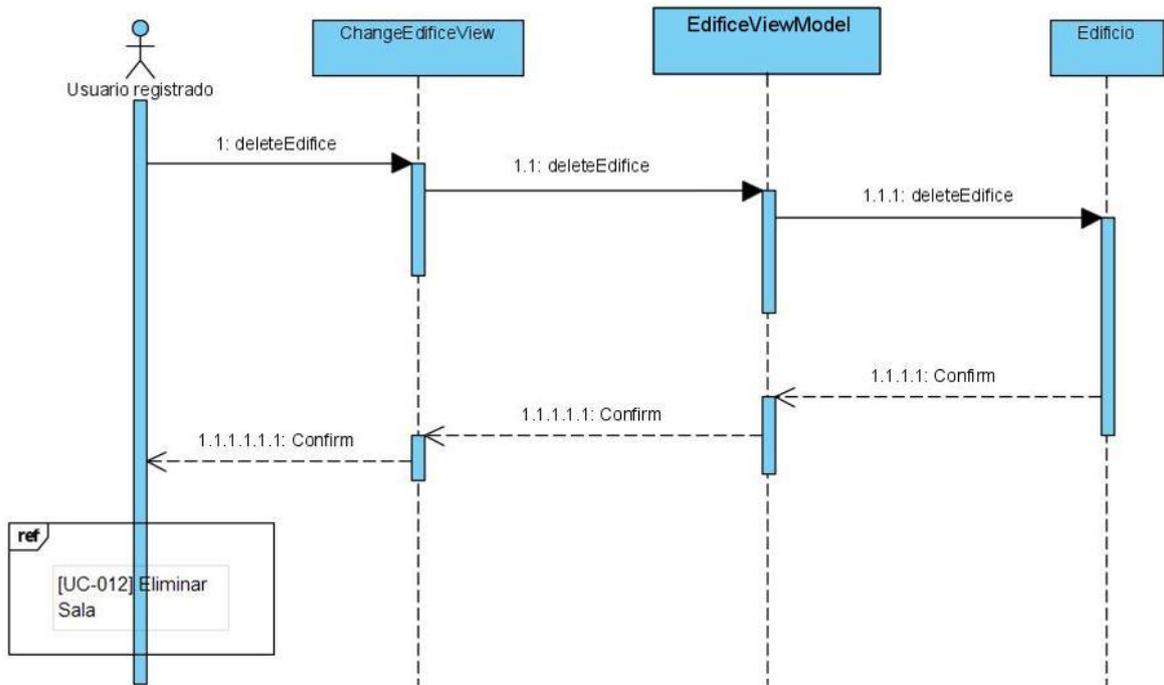


Figura 16. Diagrama de secuencia [UC-011] Eliminar edificio

3.2.4. [UC-012] ELIMINAR SALA

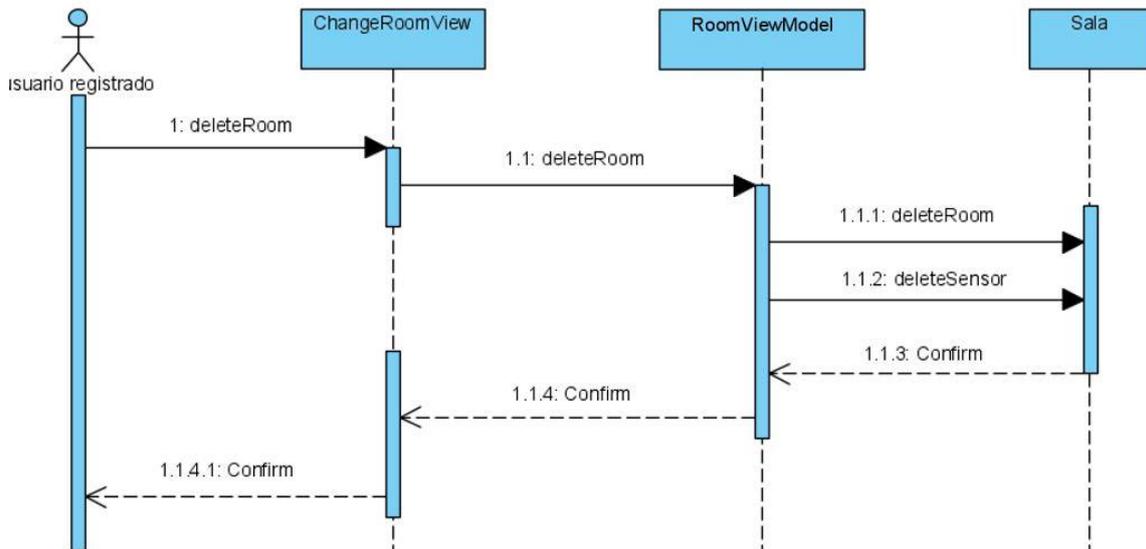


Figura 17. Diagrama de secuencia [UC-012] Eliminar sala

3.2.5. [UC-013] CONSULTAR EDIFICIO

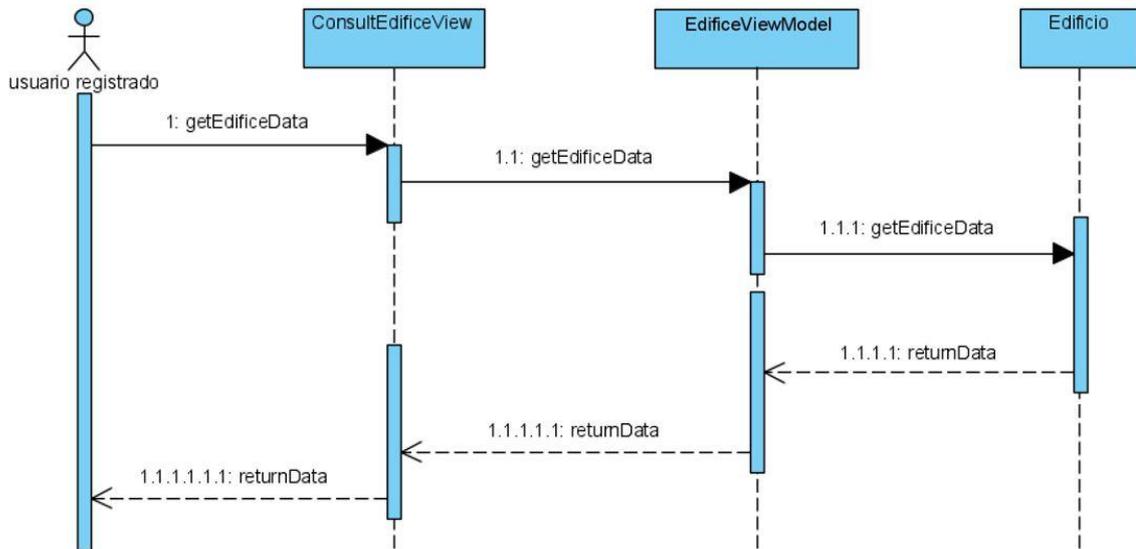


Figura 18. Diagrama de secuencia [UC-013] Consultar edificio

3.2.6. [UC-014] CONSULTAR SALA

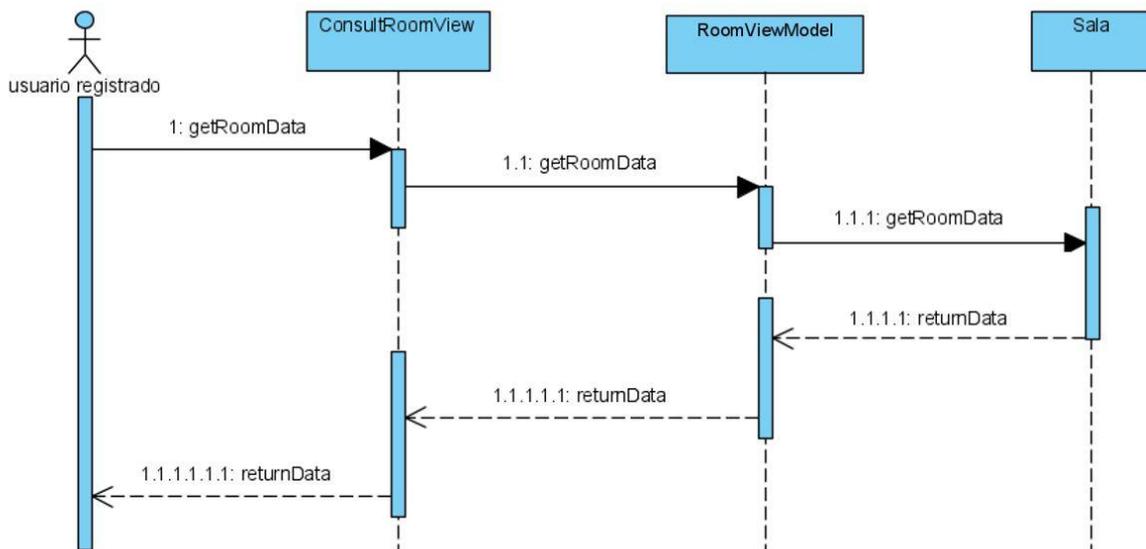


Figura 19. Diagrama de secuencia [UC-014] Consultar sala

3.2.7. [UC-015] REGISTRAR EDIFICIO

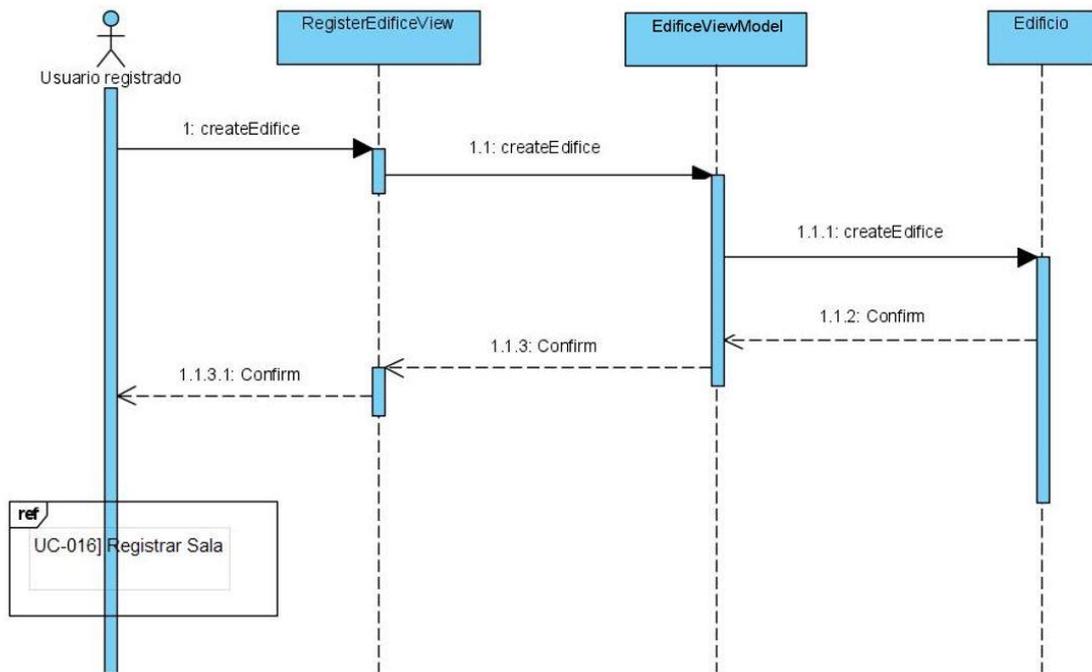


Figura 20. Diagrama de secuencia [UC-015] Registrar edificio

3.2.8. [UC-016] REGISTRAR SALA

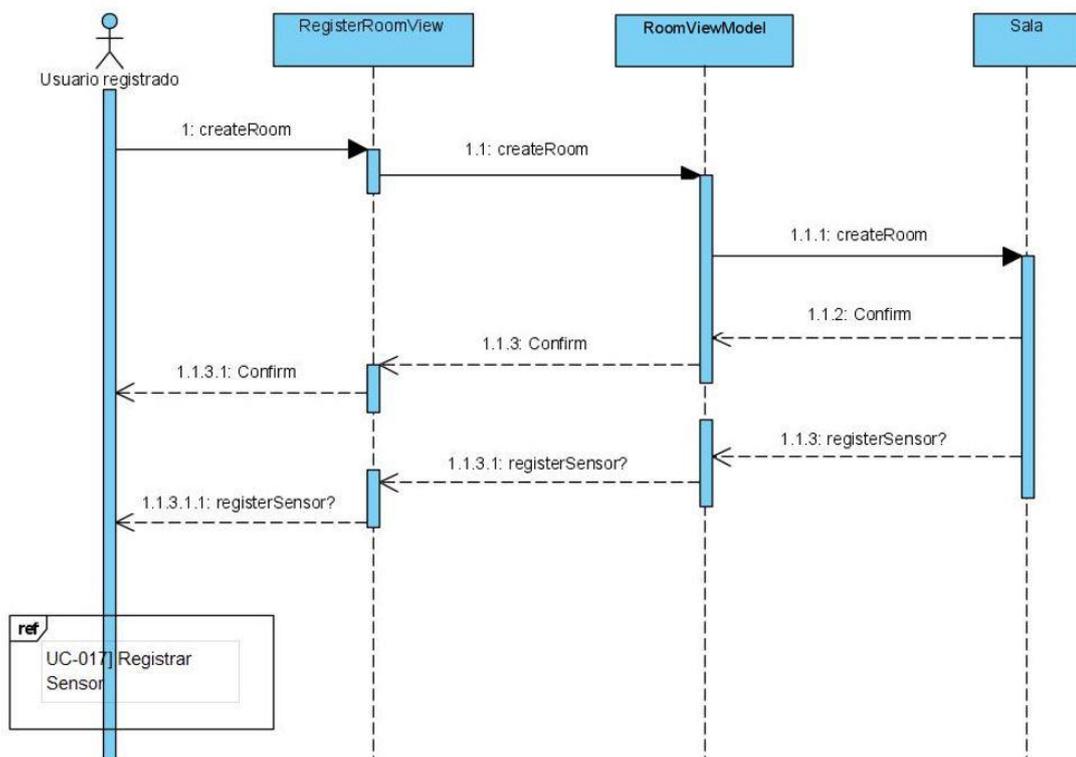


Figura 21. Diagrama de secuencia [UC-016] Registrar sala

3.3. GESTIÓN DE SENSORES

3.3.1. [UC-017] REGISTRAR SENSOR

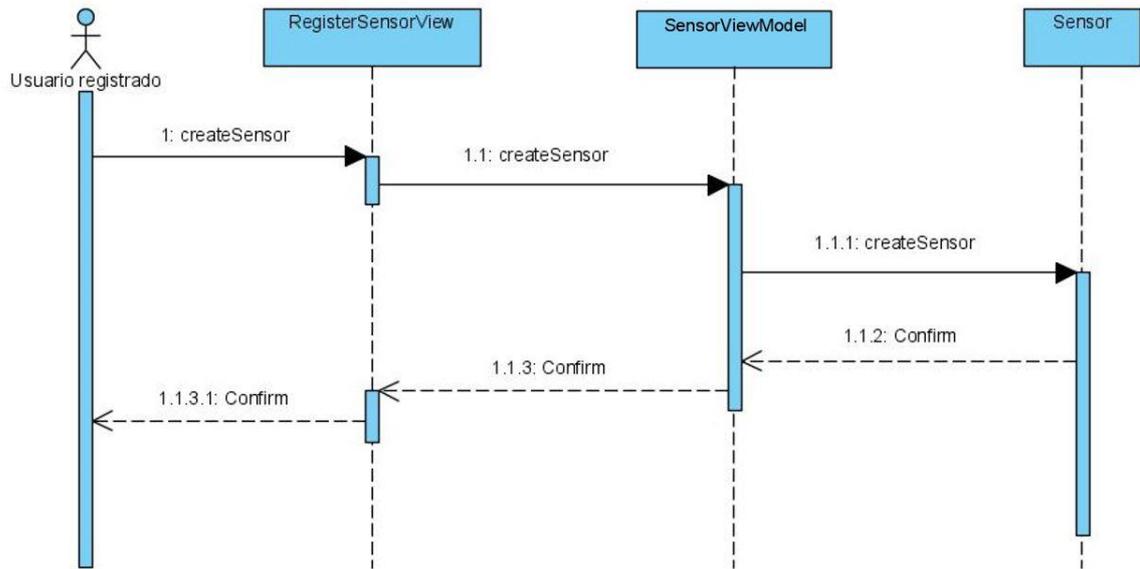


Figura 22. Diagrama de secuencia [UC-017] Registrar sensor

3.3.2. [UC-018] CONSULTAR SENSOR

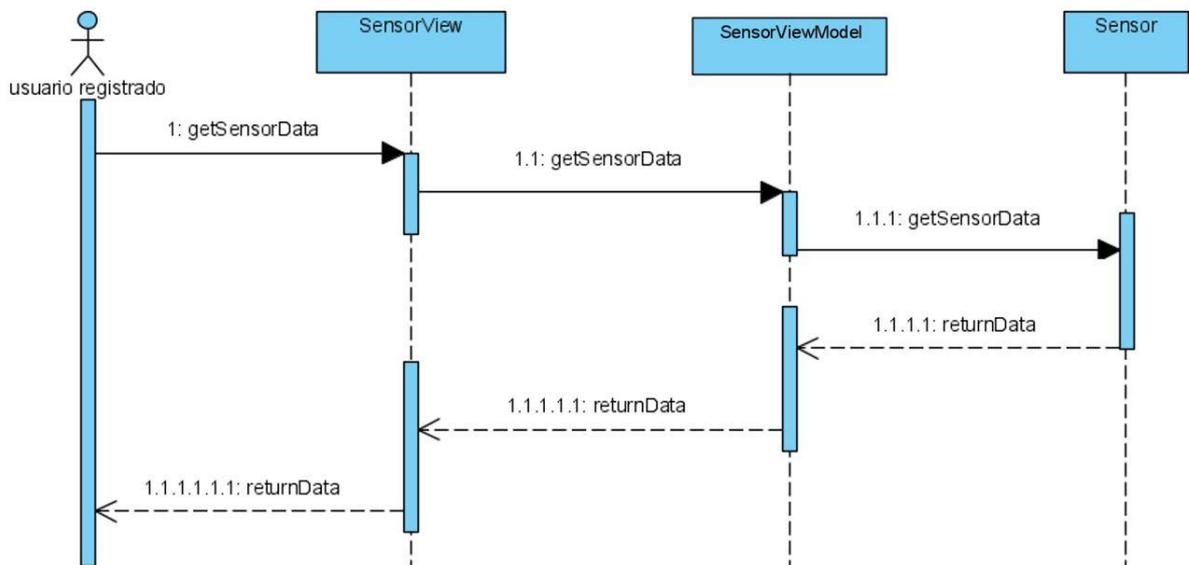


Figura 23. Diagrama de secuencia [UC-018] Consultar sensor

3.3.3. [UC-019] ELIMINAR SENSOR

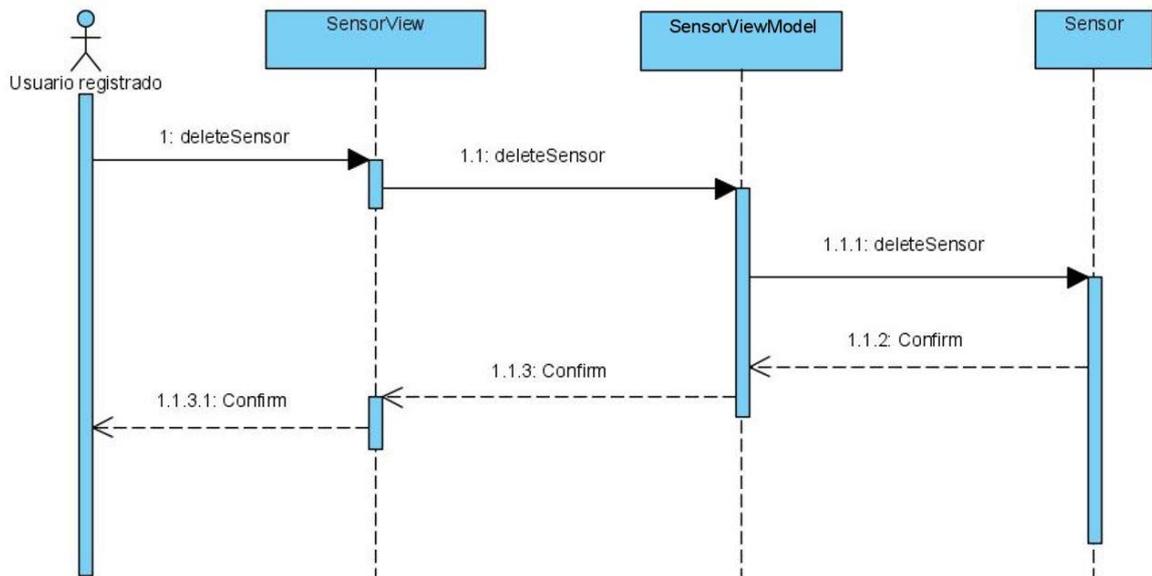


Figura 24. Diagrama de secuencia [UC-019] Eliminar sensor

3.3.4. [UC-020] MODIFICAR SENSOR

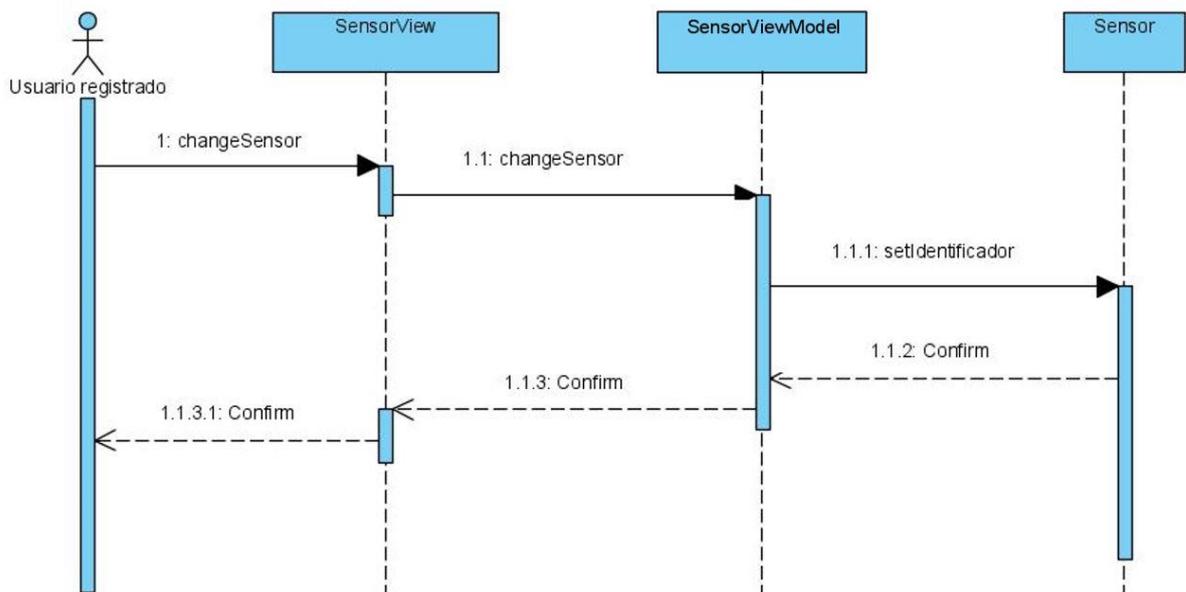


Figura 25. Diagrama de secuencia [UC-020] Modificar sensor

3.3.5. [UC-021] CONSULTAR INFORMACIÓN SENSOR

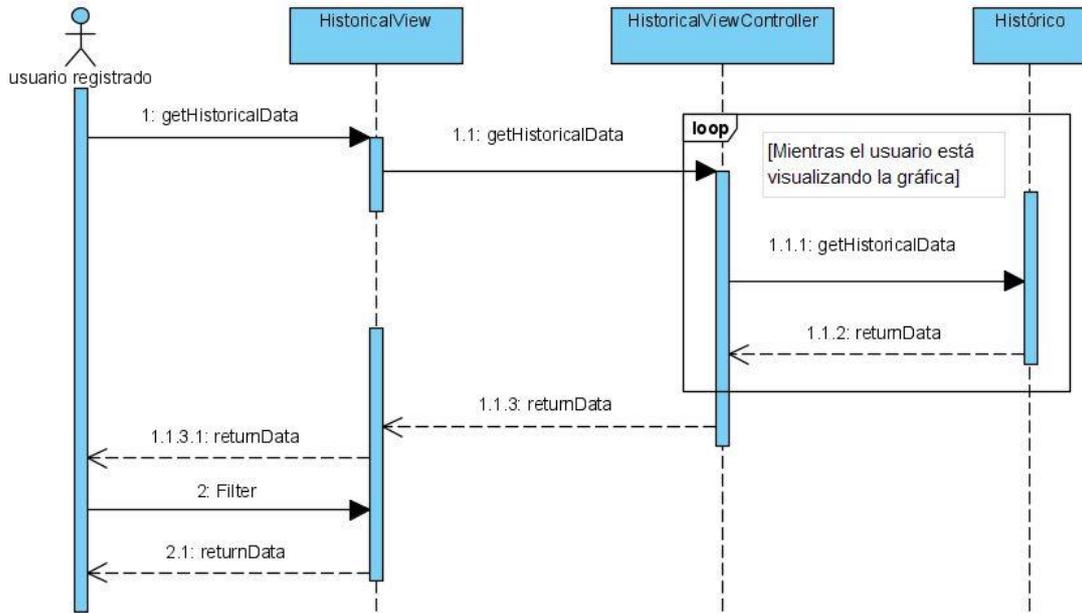


Figura 26. Diagrama de secuencia [UC-021] Consultar información sensor

3.4. GESTIÓN DE CALENDARIO

3.4.1. [UC-022] AÑADIR EVENTO

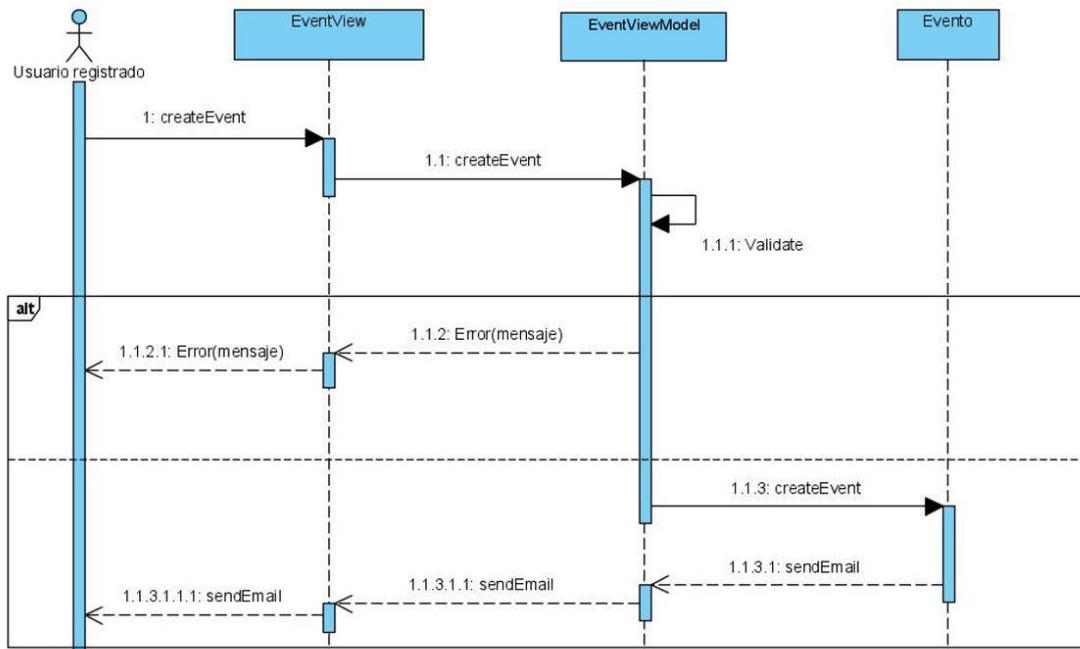


Figura 27. Diagrama de secuencia [UC-022] Añadir evento

3.4.2. [UC-023] CONSULTAR EVENTO

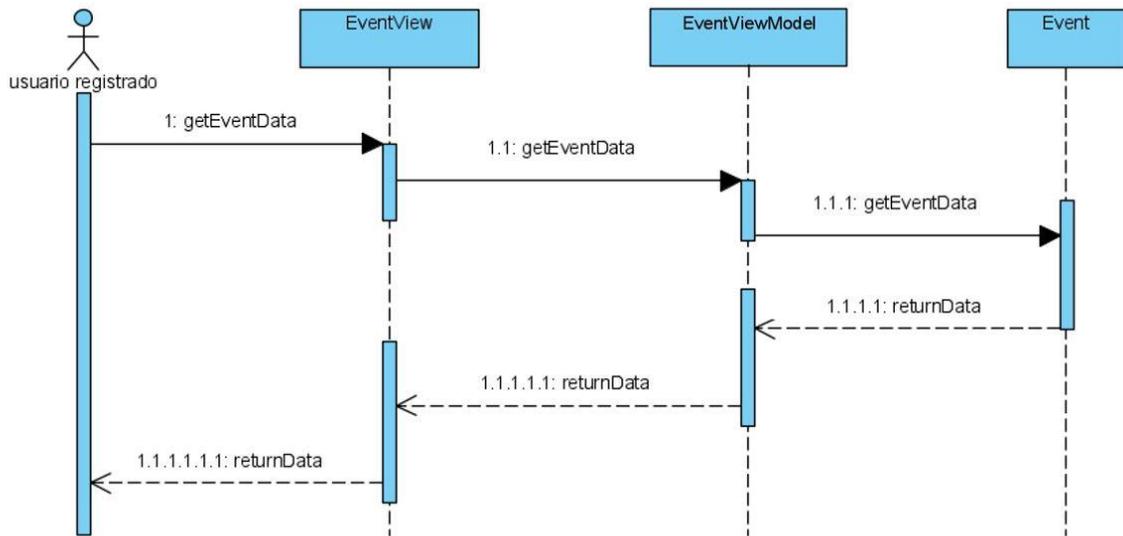


Figura 28. Diagrama de secuencia [UC-023] Consultar evento

3.4.3. [UC-024] MODIFICAR EVENTO

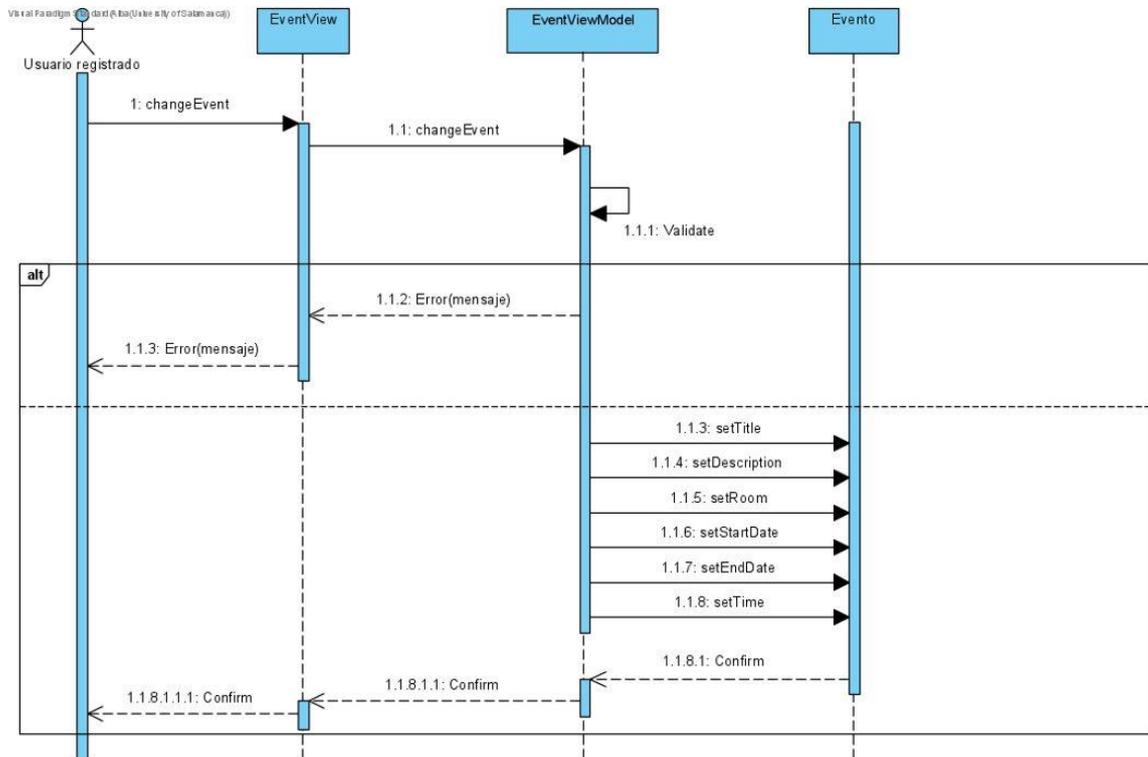


Figura 29. Diagrama de secuencia [UC-024] Modificar evento

3.4.4. [UC-025]ELIMINAR EVENTO

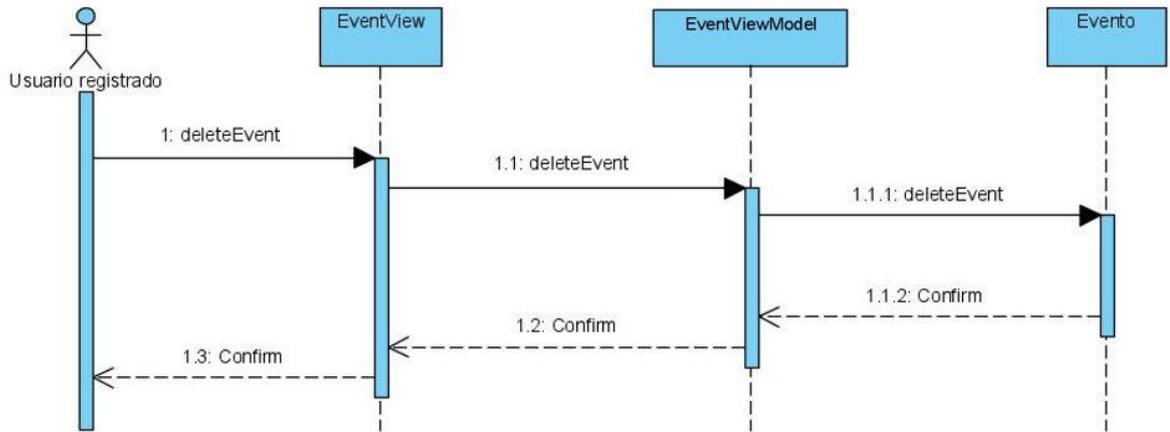


Figura 30. Diagrama de secuencia [UC-025]Eliminar evento

3.4.5. [UC-026] MODIFICAR EVENTO USUARIO

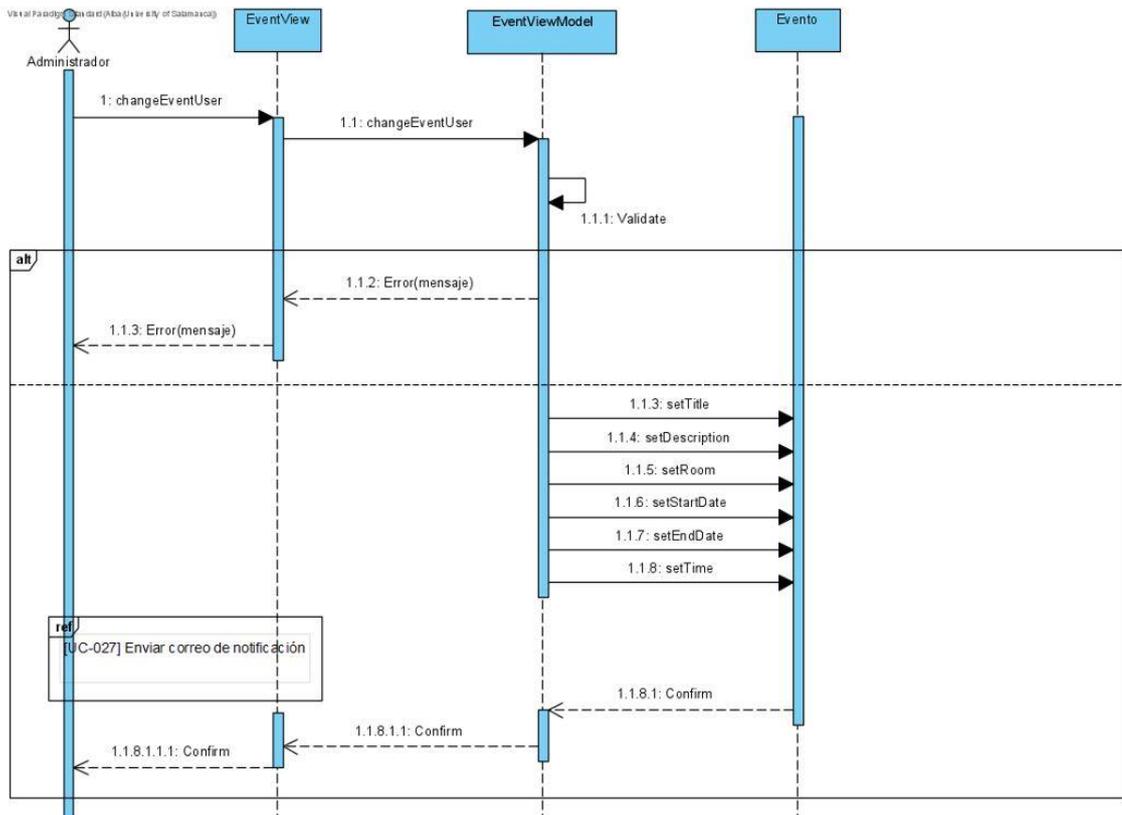


Figura 31. Diagrama de secuencia [UC-026] Modificar evento usuario

3.5. GESTIÓN DE NOTIFICACIONES

3.5.1 [UC-028] REGISTRAR INCREMENTO CO2

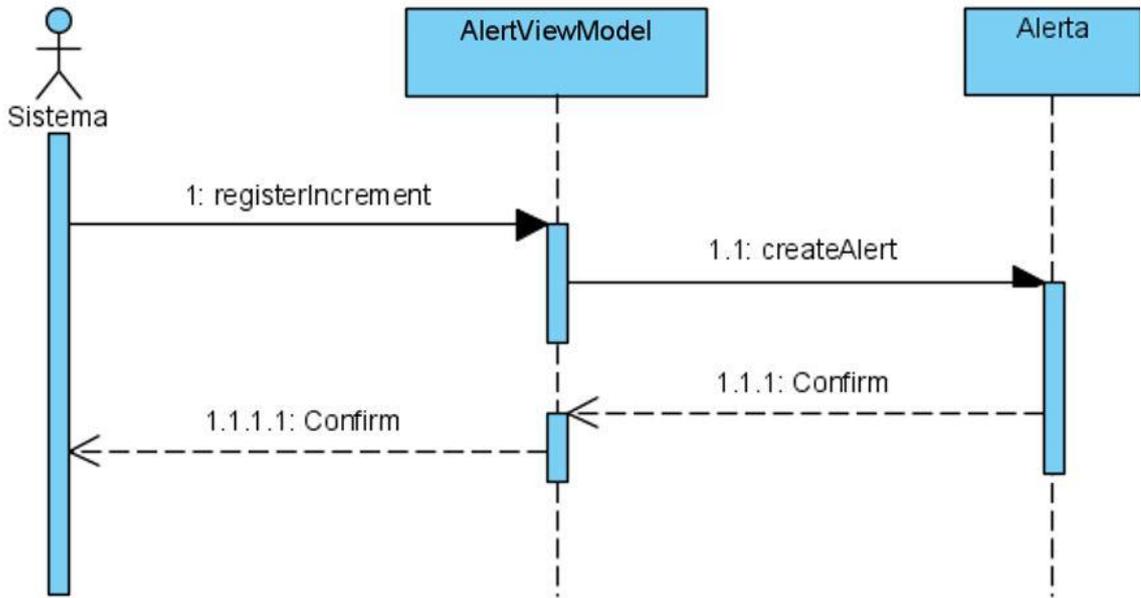


Figura 32. Diagrama de secuencia [UC-028] Registrar incremento CO2

3.5.2 [UC-029] RECIBIR ALERTA

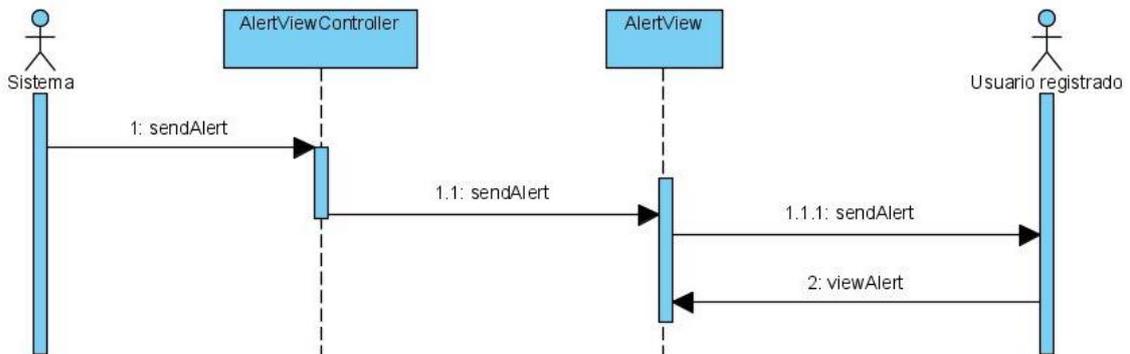


Figura 33. Diagrama de secuencia [UC-029] Recibir alerta

4. MODELO DE DESPLIEGUE

A continuación, se muestra el modelo de despliegue, representa el despliegue de artefactos de tiempo de ejecución sobre nodos¹. Es decir, describen la topología física del sistema: la estructura de las unidades hardware y el software que se ejecuta en cada unidad.

El nodo *equipo del usuario* representa el dispositivo por el cual el usuario se comunicará con el sistema, ya sea un móvil, una tablet, un ordenador, etc. Este posee un navegador web y conexión a la red. Los enlaces² indican que el usuario sólo interactúa con el sistema a través de una página web por medio de la red.

La página web se comunica mediante internet con el servidor de la base de datos, Firestore, para poder almacenar datos y poder recuperarlo. Del mismo modo el sensor se comunica con el servidor de la base de datos, en este caso la base de datos en tiempo real, por internet para almacenar los valores recogidos.

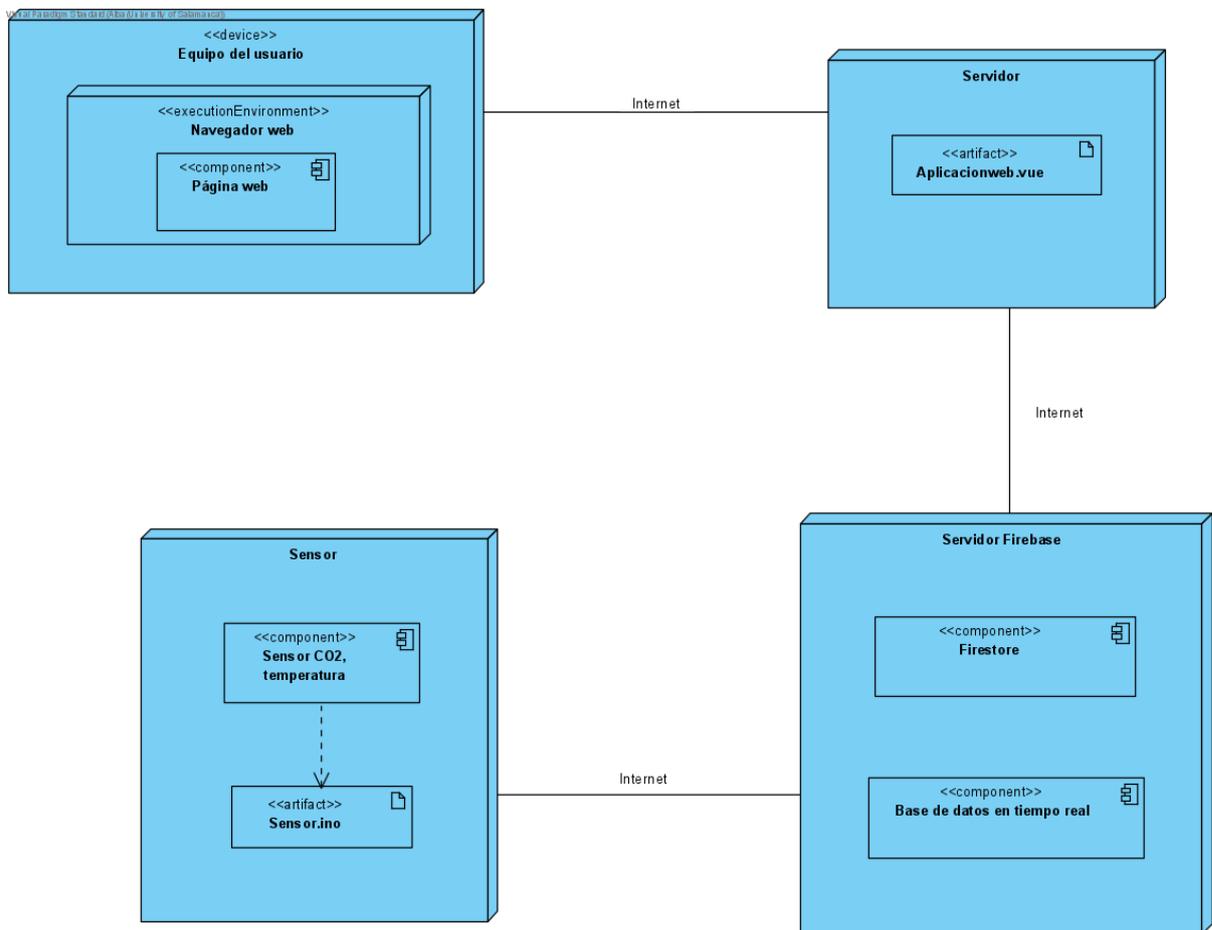


Figura 33. Modelo de despliegue

¹ **Nodo:** recurso computacional sobre el que se pueden desplegar los artefactos para su ejecución.

² **Enlace:** asociación entre nodos que indica que existe algún tipo de comunicación entre ellos.

5. REFERENCIAS

- [1] Moreno García, M. and García Peñalvo, F., 2019. *TEMA 3 Patrones*. Universidad de Salamanca. Recuperado de:
<https://moodle2.usal.es/pluginfile.php/71319/mod_resource/content/3/Transparencias/IS%20II%20Tema%203%20-%20Patrones.pdf>

Anexo 5: – DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Sistema de análisis de calidad del aire

Trabajo de fin de grado

Ingeniería informática



**VNiVERSIDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Septiembre 2021

Autor

Alba Blázquez Bayón

Tutores

Gabriel Villarrubia González
Juan Francisco De Paz Santana
Diego Manuel Jiménez Bravo

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
2. ESTRUCTURA DEL SISTEMA	6
2.1. PÁGINA WEB	6
2.2. SENSOR	8
3. ESPECIFICACIONES DE LA DOCUMENTACIÓN	9
3.1. PÁGINA WEB	9
3.2. SENSOR	10
4. ENLACE DOCUMENTACIÓN	12

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se recoge una documentación que ayude a los desarrolladores o programadores en el entendimiento del código y la realización de posibles modificaciones sobre el mismo.

Está estructurado en dos partes diferenciadas:

- Página web, desarrollada en Vue.js, un framework de JavaScript de código abierto.
- Sensor, desarrollado en Arduino.

2. ESTRUCTURA DEL SISTEMA

2.1. PÁGINA WEB

En esta parte reside casi la total funcionalidad del sistema, en la cual el usuario interactúa con ella. Se caracteriza por:

- Los usuarios interactúan con el sistema por medio de esta página web.
- El código está desarrollado en el framework Vue, que está escrito en HTML, CSS y JavaScript.
- Utiliza el componente Vuetify para Vue para la implementación de las interfaces.
- Almacena y accede a la información de Firebase.

Está distribuido de la siguiente forma:

- Fichero **App.vue**: punto central de la aplicación. Está formada por `<router-view>`, componente funcional que representa el componente para una ruta de acceso determinada.
- Fichero **main.js**: fichero principal que arranca el proyecto Vue, cargan el framework y sus plugins y leen el fichero App.vue, donde comienza a crearse la aplicación Vue.
- Ficheros **package.json** y **package-lock.json**: ficheros utilizados por NPM¹ para crear o gestionar una aplicación o proyecto y sus dependencias.
- Carpeta **route**:
 - Fichero **index.js**: gestiona las rutas de la aplicación y los componentes que se cargarán en cada una de ellas. Es decir, contiene el enrutado de la aplicación.
- Carpeta **components**: contiene el componente utilizado por diversas páginas.
 - Fichero **LineChart.vue**: contiene la definición de una gráfica de líneas y la lectura de los datos de la base para representarla con esos datos.
- Carpeta **view**: contiene las vistas de la web, es decir, las pantallas o vistas que componen la aplicación:
 - Usuario registrado:
 - Fichero **Login.vue**: página en la cual un usuario registrado introduce su correo y contraseña y hace Login en el sistema.
 - Fichero **Contraseñaolvidada.vue**: recupera la contraseña de un usuario.
 - Fichero **Registro.vue**: página en la que un usuario no registrado introduce sus datos y se registra en el sistema.
 - Fichero **Sensores.vue**: página posterior al registro para registrar los sensores de las salas registradas en la página anterior.

¹ **NPM**: sistema de gestión de paquetes por defecto para Node.js, un entorno de ejecución para JavaScript.

- Fichero **Home.vue**: página principal.
- Fichero **Perfil.vue**: consulta el perfil del usuario.
- Fichero **Ajustes.vue**: configura o modifica los datos del usuario.
- Fichero **Contraseña.vue**: modifica la contraseña introducida anteriormente en el sistema y la sustituye por la nueva introducida.
- Fichero **Salas.vue**: consulta la información del sensor en forma de gráfica.
- Fichero **GestionSensores.vue**: consulta la información relativa a los sensores.
- Fichero **Calendario.vue**: consulta el calendario y añadir y/o modificar eventos.
- Fichero **CorreoAdmin.vue**: contacta con el administrador.
- Fichero **Ayuda.vue**: consulta la ayuda.
- Fichero **CerrarSesion.vue**: realiza Logout del sistema.
- Administrador:
 - Fichero **LoginAdmin.vue**: página en la cual un administrador introduce su correo y contraseña y hace Login en el sistema.
 - Fichero **Contraseñaolvidada.vue**: recupera la contraseña de un usuario.
 - Fichero **RegistroAdmin.vue**: página en la que un usuario no registrado introduce sus datos y se registra en el sistema.
 - Fichero **Administrador.vue**: página principal.
 - Fichero **AdministradorPerfil.vue**: consulta perfil.
 - Fichero **AjustesAdmin.vue**: modifica la información del perfil.
 - Fichero **EliminarUsuario.vue**: elimina un usuario existente del sistema.
 - Fichero **SalaAdmin.vue**: consultar la información del sensor en forma de gráfica.
 - Fichero **ContraseñaAdmin.vue**: modifica la contraseña almacenada en el sistema.
 - Fichero **CalendarioAdmin.vue**: consulta y modifica los eventos de los usuarios.
 - Fichero **CerrarSesionAdmin.vue**: realiza Logout del sistema.
- Usuario sin registrar:
 - Fichero **Homesin.vue**: página principal.
 - Fichero **Salasin.vue**: consulta la información del sensor de una sala representada en forma de gráfica.

- Fichero **Ayudasin.vue**: consulta ayuda.

2.2. SENSOR

El sensor contiene el código necesario para poder recoger los valores de temperatura, humedad, CO₂² y TVOC³, conectarse a una red inalámbrica y almacenar los valores del mismo en la base de datos en tiempo real de Firebase y encender LEDS.

Por lo que se caracteriza por:

- Los usuarios interactúan con el objeto físico, ya que posee LEDS que le indican en función de un color u otro la calidad del aire de la sala.
- Requiere conexión a internet para establecer la conexión con la base de datos.
- Escrito en C++ utilizando el IDE de Arduino.

La estructura del fichero es la siguiente:

1. Inclusión de todas las librerías necesarias para desarrollar el código.
2. Conexión a un cliente NTP para poder obtener la hora que posteriormente se utilizará en la base de datos.
3. Definición de la conexión inalámbrica a la que se conectará el mismo.
4. Definición de los pines de conexión de los componentes del sensor, así como el sensor DHT11, CCS11, LED que componen el sensor en su totalidad.
5. Establecer la conexión a la red y a Firebase.
6. Obtener la fecha del día actual mediante el cliente de NTP.
7. Obtención de los parámetros de humedad, temperatura, CO₂ y TVOC y posteriormente almacenarlos en la base de datos.
8. En función de los valores de CO₂ parpadeará un LED verde, si el valor obtenido es bueno, un LED naranja si el valor es medio y un LED rojo si es valor es malo.

² CO₂: dióxido de carbono.

³ TVOC: compuesto orgánico volátil total.

3. ESPECIFICACIONES DE LA DOCUMENTACIÓN

3.1. PÁGINA WEB

3.1.1. EJECUCIÓN

El código está desarrollado en el framework Vue, que está escrito en HTML, CSS y JavaScript.

Lo primero que se debe realizar es instalar el runtime de Node.js en la siguiente página:

<https://nodejs.org/en/download/>

Para la instalación de las librerías es necesario ejecutar en terminal:

```
npm install nombre_libreria
```

Algunas de las librerías instaladas, se pueden visualizar en el archivo **packaje.json**, han sido las siguientes:

- Vuetify.
- Vue-router.
- Firebase.
- EmailJS.
- VueChart.
- Material-ui.
- Material-icons.

Para levantar el servidor local se ejecuta la siguiente orden desde un terminal situado en la carpeta en la que se encuentra el proyecto:

```
npm run serve
```

3.1.2. GENERACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

Para realizar la documentación en primer lugar se ha instalado la herramienta de generación de documentación Vuese, mediante el comando en terminal:

```
npm install -g @vuese/cli
```

Cada vez que se realicen nuevos comentarios en los ficheros “.vue” se ejecuta la orden sobre la carpeta src:

```
vuese gen
```

Para poder visualizar los ficheros Markdown (“.md”) generados:

```
vuese serve open
```

La cual devuelve genera un servidor local y nos devuelve la dirección local <http://127.0.0.1:5000> en la que se obtiene el archivo con los parámetros y comentarios escritos sobre el código.

3.2. SENSOR

3.2.1. CONFIGURACIÓN Y EJECUCIÓN

El código se encuentra en el fichero **Firestore.ino** que se encuentra desarrollado en Arduino que está basado en el lenguaje C++.

Para su compilación y ejecución es necesario tener instalado el IDE de Arduino, que es de código abierto y gratuito. Para ejecutarlo en primer lugar debe estar conectado el sensor y posteriormente hacer click sobre la flecha que aparece en la parte superior izquierda del IDE.

Se configuró en primer lugar un gestor URL adicional de tarjetas, para gestionar el microcontrolador ESP8266, para ello se debe ir *al menú de configuración* y añadir:

https://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json

Las librerías externas, de código abierto y gratuitas, necesarias son las siguientes:

- Firebase ESP8266 Client
- FirebaseJSON
- Adafruit DHT
- Adafruit CCS811
- Wifi
- NTP Client

3.2.2. FUNCIONES

- **loop ()**: contiene el código a ejecutar al inicio del sensor
- **setup()**: contiene el bucle de ejecución del sensor
- **NTPClient timeClient(ntpUDP, "pool.ntp.org");**
 - Definición del cliente NTP para obtener el tiempo.
 - Primer parámetro: cliente que se va a utilizar en el código.
 - Segundo parámetro: gran colección de servidores que ofrecen un servicio NTP fiable y fácil de usar para millones de clientes.
- **Firestore.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);**
 - Definición de la conexión a la base de datos.
 - Primer parámetro: instancia de Firebase de acceso.
 - Segundo parámetro: clave secreta de la base de datos de Firebase.
- **Firestore.setString(firebaseData, ruta, valor);**
 - Almacena un valor en la base de datos.
 - Primer parámetro: constante Firebase firebaseData.
 - Segundo parámetro: ruta de la base en la que se quiere almacenar la información.
 - Tercer parámetro: valor o cadena que se quiere almacenar.

- ***ccs811.read(&eco2, &etvoc, &errstat);***
 - Obtiene el valor de CO₂ y TVOC del sensor CCS811.
 - Primer parámetro: variable en la que se desea almacenar el valor de CO₂.
 - Segundo parámetro: variable en la que se desea almacenar el valor de TVOC.
 - Tercer parámetro: variable en la que se almacena un posible error en la lectura.
- ***dht.readTemperature();***
 - Obtiene la temperatura del sensor DHT,
 - En caso de no tener parámetros indica que la temperatura se obtiene en grados Celsius, de lo contrario, al tener un parámetro true indica que la temperatura se obtiene en grados Fahrenheit.
- ***digitalWrite(pin , HIGH);***
 - Controla los LEDS.
 - Primer parámetro: indica el pin en el que se encuentra el led.
 - Segundo parámetro: indica el pin que se quiere encender.
- ***digitalWrite(pin , LOW);***
 - Controla los LEDS.
 - Primer parámetro: indica el pin en el que se encuentra el led.
 - Segundo parámetro: indica que el pin se quiere apagar.
- ***DHT dht(DHTPin, DHTTYPE);***
 - Define el sensor DHT.
 - Primer parámetro: pin en el que se encuentra conectado el sensor DHT.
 - Segundo parámetro: indica el tipo de sensor DHT que está conectado, en este caso es un sensor DHT11
- ***CCS811 ccs811(CCS811Pin);***
 - Define el sensor CCS811.
 - El parámetro indica el pin en el que se encuentra conectado el sensor CCS811, en el microcontrolador ESP8266.
- ***timeClient.update();***
 - Actualiza el tiempo del cliente de NTP.

4. ENLACE DOCUMENTACIÓN

El código y los ficheros Markdown se encuentra disponible en la carpeta código fuente y online en:

<https://drive.google.com/drive/folders/1Z4bwWcejZiusPNRh-RrvpTtAeRAR8ws8?usp=sharing>

Anexo 6: – MANUAL DE USUARIO

Sistema de análisis de calidad del aire

Trabajo de fin de grado

Ingeniería informática



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Septiembre 2021

Autor

Alba Blázquez Bayón

Tutores

Gabriel Villarrubia González
Juan Francisco De Paz Santana
Diego Manuel Jiménez Bravo

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	7
2.	ACCESO A LA PÁGINA WEB	8
3.	REGISTRARSE	9
3.1.	REGISTRAR USUARIO	9
3.2.	REGISTRAR ADMINISTRADOR	10
4.	USUARIO REGISTRADO	11
4.1.	LOGIN	11
4.2.	PÁGINA PRINCIPAL	12
4.3.	CONSULTAR SALA	14
4.4.	CONSULTAR PERFIL	16
4.5.	MODIFICAR PERFIL	16
4.6.	MODIFICAR CONTRASEÑA	17
4.7.	GESTIÓN SALAS Y SENSORES	18
4.8.	CONTACTAR ADMINISTRADOR	19
4.9.	CONSULTAR CALENDARIO	20
4.10.	CONSULTAR AYUDA	22
4.11.	CERRAR SESIÓN	23
5.	ADMINISTRADOR	24
5.1.	LOGIN	24
5.2.	PÁGINA PRINCIPAL	24
5.3.	CONSULTAR SALA	25
5.4.	CONSULTAR PERFIL	25
5.5.	MODIFICAR PERFIL	26
5.6.	MODIFICAR CONTRASEÑA	27
5.7.	CONSULTAR CALENDARIO	27
5.8.	ELIMINAR USUARIO	29
5.9.	CERRAR SESIÓN	31
6.	USUARIO NO REGISTRADO	33
6.1.	ACCESO	33
6.2.	PÁGINA PRINCIPAL	33
6.3.	CONSULTAR SALA	34
6.4.	CONSULTAR AYUDA	34

6.5. SALIR	35
7. SENSOR	36
8. REFERENCIAS	37

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. URL usuario</i>	8
<i>Figura 2. URL administrador</i>	8
<i>Figura 3. Página principal de Login</i>	8
<i>Figura 4. Registro usuario</i>	9
<i>Figura 5. Registro de sensor</i>	9
<i>Figura 6. Registro administrador.</i>	10
<i>Figura 7. Login usuario</i>	11
<i>Figura 8. Página restablecer contraseña</i>	11
<i>Figura 9. Correo recuperación contraseña</i>	12
<i>Figura 10. Recuperar contraseña</i>	12
<i>Figura 11. Página principal usuario</i>	12
<i>Figura 12. Mapa</i>	13
<i>Figura 13. Alerta roja CO₂</i>	13
<i>Figura 14. Alerta amarilla CO₂</i>	14
<i>Figura 15. Consultar sala usuario</i>	14
<i>Figura 16. Consultar un valor concreto</i>	15
<i>Figura 17. Modificar fecha inicio</i>	15
<i>Figura 18. Modificar fecha fin</i>	16
<i>Figura 19. Consultar perfil</i>	16
<i>Figura 20. Modificar perfil usuario</i>	17
<i>Figura 21. modificar contraseña usuario</i>	17
<i>Figura 22. Consultar sensor</i>	18
<i>Figura 23. Modificar edificios, salas y sensores</i>	18
<i>Figura 24. Modificar sensores</i>	19
<i>Figura 25. Contactar con el administrador</i>	19
<i>Figura 26. Consultar calendario</i>	20
<i>Figura 27. Añadir evento</i>	20
<i>Figura 28. Correo de confirmación evento</i>	21
<i>Figura 29. Consultar evento</i>	21
<i>Figura 30. Editar evento</i>	22
<i>Figura 31. Ayuda</i>	22
<i>Figura 32. Icono cerrar sesión</i>	23

<i>Figura 33. Cerrar sesión</i>	23
<i>Figura 34. Alerta cerrar sesión.</i>	23
<i>Figura 35. Login administrador</i>	24
<i>Figura 36. Página principal administrador</i>	24
<i>Figura 37. Sala administrador</i>	25
<i>Figura 38. Consultar perfil administrador</i>	26
<i>Figura 39. Modificar perfil administrador</i>	26
<i>Figura 40. Modificar contraseña usuario</i>	27
<i>Figura 41. Consultar calendario administrador</i>	27
<i>Figura 42. Consultar evento de un usuario</i>	28
<i>Figura 43. Modificar evento de un usuario</i>	28
<i>Figura 44. Consulta modificación</i>	29
<i>Figura 45. Correo modificación usuario</i>	29
<i>Figura 46. Eliminar usuario</i>	30
<i>Figura 47. Filtrado usuario</i>	30
<i>Figura 48. Filtrado usuario email</i>	31
<i>Figura 49. Filtrado usuario nombre</i>	31
<i>Figura 50. Icono cerrar sesión</i>	31
<i>Figura 51. Cerrar sesión usuario</i>	32
<i>Figura 52. Acceso usuario no registrado.</i>	33
<i>Figura 53. Página principal usuario no registrado</i>	33
<i>Figura 54. Sensor usuario no registrado</i>	34
<i>Figura 55. Ayuda usuario no registrado</i>	34
<i>Figura 56. Icono salir</i>	35
<i>Figura 57. Conexión del sensor</i>	36

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se recoge una documentación que ayude al usuario final al uso de la aplicación. Se explica todas las tareas que se pueden realizar desde cualquier tipo de usuario.

Se ha estructurado de la siguiente forma:

- **Usuario registrado:** describiendo todas las tareas que puede realizar.
- **Administrador:** describiendo todas las tareas que puede realizar.
- **Usuario no registrado:** describiendo todas las tareas que puede realizar.

2. ACCESO A LA PÁGINA WEB

Para acceder a la página web lo único que se debe realizar es abrir un navegador cualquiera, (Google Chrome, Firefox, Microsoft Edge, etc..) y escribir la URL <https://baseanalisiscalidad.web.app/login>, si queremos acceder como usuario:



Figura 1. URL usuario

Si se quiere acceder como administrador se debe escribir la siguiente URL <https://baseanalisiscalidad.web.app/loginadmin>:

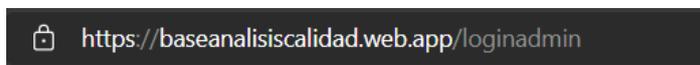


Figura 2. URL administrador

Una vez escrita las URL se presentará una página de *Login* como la siguiente en Microsoft Edge:

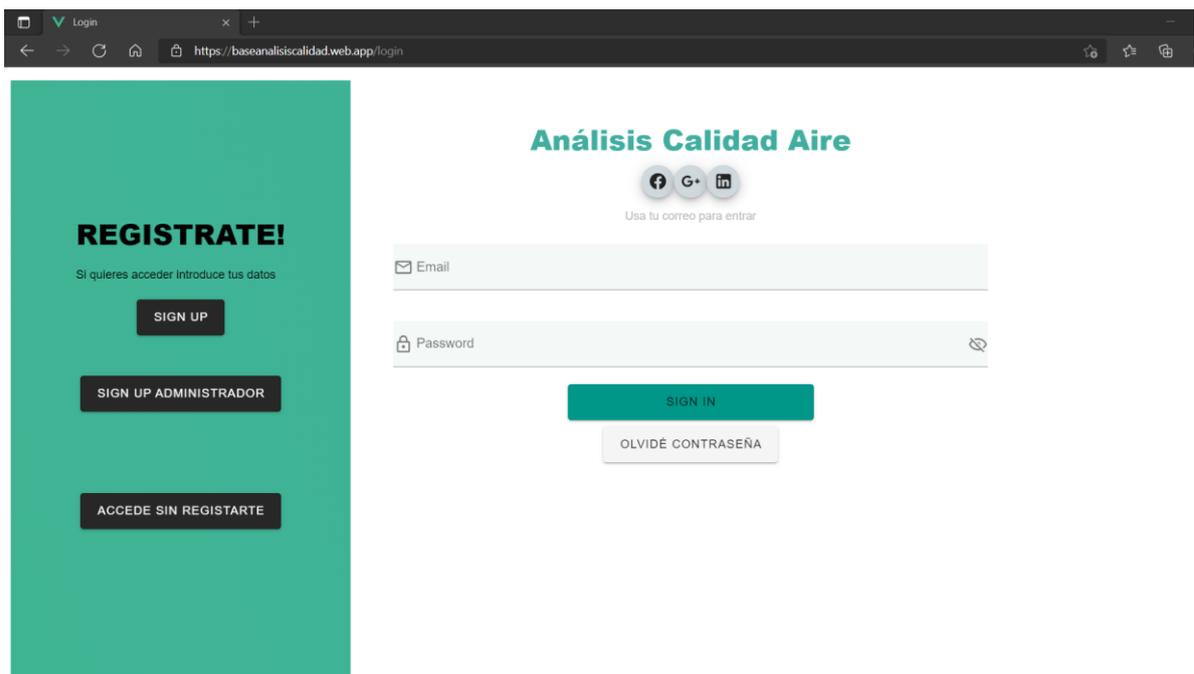


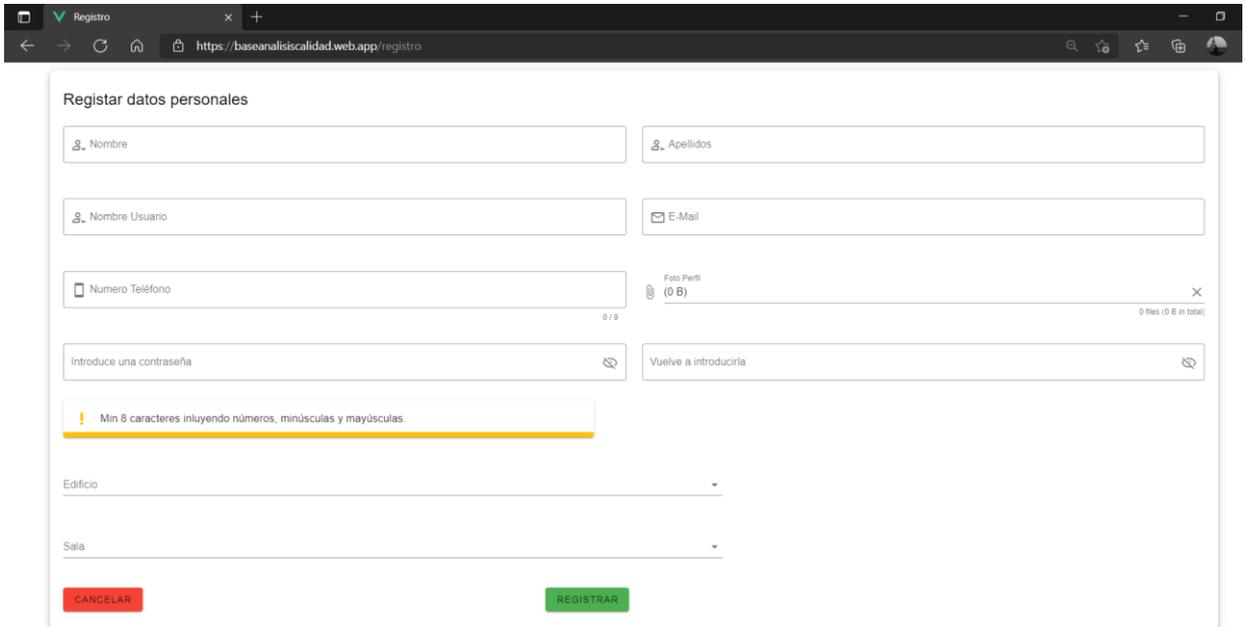
Figura 3. Página principal de Login

En este punto se tienen tres opciones: registrarse, ya sea como usuario o como administrador, acceder sin registrarse o iniciar sesión, ya sea como usuario o como administrador.

3. REGISTRARSE

3.1. REGISTRAR USUARIO

El siguiente paso es registrarse, para ello se pulsa sobre el botón **Sign Up**, de la página de *Login*, si quiere realizarse como usuario, con lo que se presentará la siguiente página:

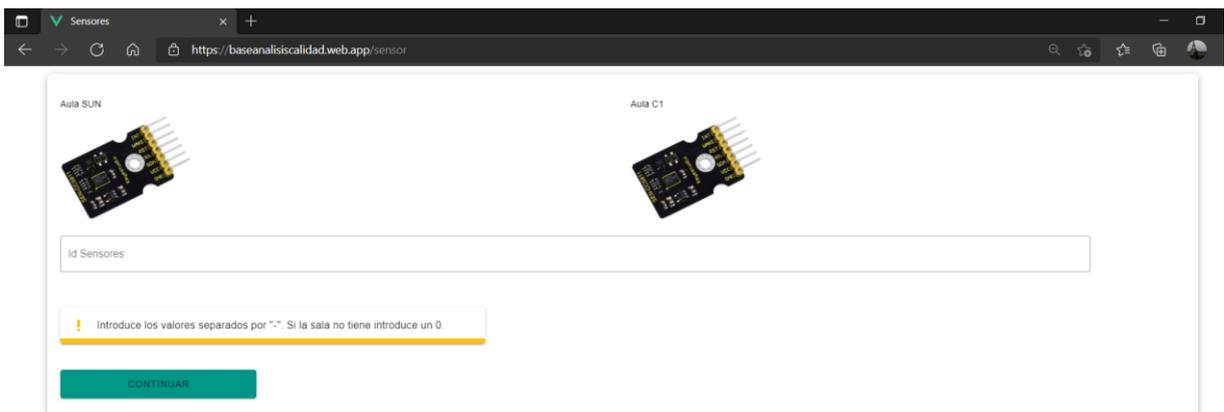


The screenshot shows a web browser window with the URL <https://baseanalisiscalidad.web.app/registro>. The page contains a registration form with the following fields and elements:

- Registrar datos personales** (Title)
- Nombre** (Text input)
- Apellidos** (Text input)
- Nombre Usuario** (Text input)
- E-Mail** (Text input)
- Numero Teléfono** (Text input)
- Foto Perfil** (File upload area, 0 B)
- Introduce una contraseña** (Text input)
- Vuelve a introducirla** (Text input)
- Min 8 caracteres incluyendo números, minúsculas y mayúsculas** (Password strength indicator)
- Edificio** (Dropdown menu)
- Sala** (Dropdown menu)
- CANCELAR** (Red button)
- REGISTRAR** (Green button)

Figura 4. Registro usuario

En la que una vez introducido los datos de registro y pulsado el botón de **Registrar** se redirigirá a la siguiente página para poder registrar los sensores asociados a las salas seleccionadas en el registro:



The screenshot shows a web browser window with the URL <https://baseanalisiscalidad.web.app/sensor>. The page contains a sensor registration form with the following elements:

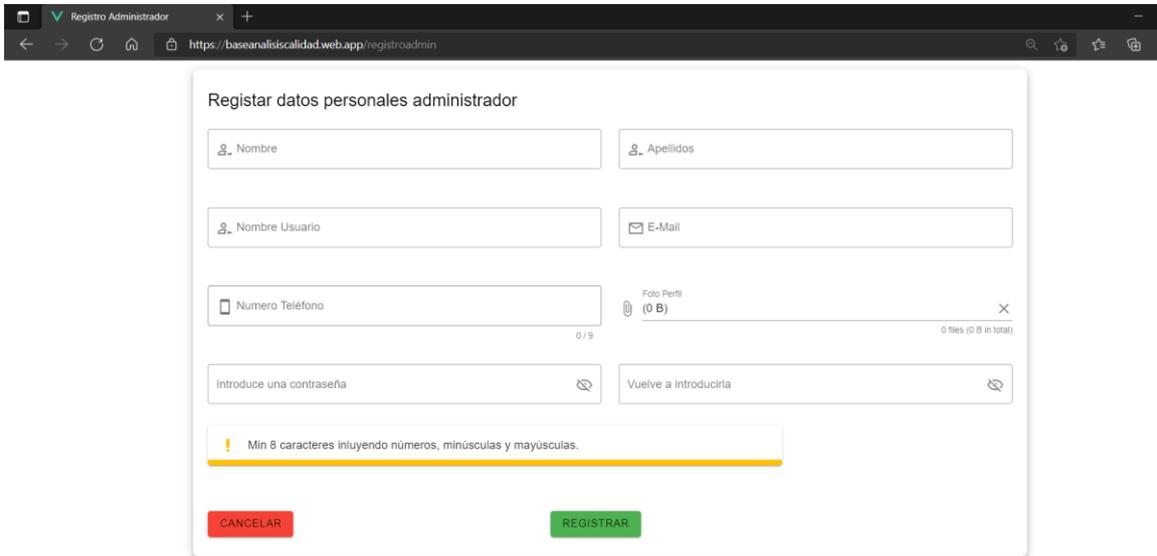
- Sensores** (Title)
- Aula SUN** and **Aula C1** (Images of sensor modules)
- Id Sensores** (Text input)
- Introduce los valores separados por "-". Si la sala no tiene introduce un 0.** (Instructional message)
- CONTINUAR** (Teal button)

Figura 5. Registro de sensor

Finalizado el registro se volverá a la página de *Login*.

3.2. REGISTRAR ADMINISTRADOR

Si, por el contrario, se quiere acceder como administrador se debe pulsar sobre el botón **Sign Up Administrador**, de la página de *Login*, y mostrará la página siguiente:



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'https://baseanalisicidad.web.app/registroadmin'. The page title is 'Registro Administrador'. The main content is a registration form titled 'Registrar datos personales administrador'. The form contains the following fields and elements:

- Input field for 'Nombre' (Name).
- Input field for 'Apellidos' (Last Name).
- Input field for 'Nombre Usuario' (Username).
- Input field for 'E-Mail' (Email).
- Input field for 'Numero Teléfono' (Phone Number) with a character count '0 / 9'.
- File upload area for 'Foto Perfil' (Profile Photo) showing '(0 B)' and '0 files (0 B in total)'. There is a close button 'X'.
- Input field for 'Introduce una contraseña' (Enter a password) with a character count '0 / 8' and a password strength indicator.
- Input field for 'Vuelve a introducirla' (Re-enter password) with a character count '0 / 8' and a password strength indicator.
- A yellow warning bar below the password fields: 'Min 8 caracteres incluyendo números, minúsculas y mayúsculas.'
- A red 'CANCELAR' button.
- A green 'REGISTRAR' button.

Figura 6. Registro administrador.

Al igual que en el caso del usuario, a introducir los datos de registro y pulsar sobre el botón **Registrar** se retornará a la página de *Login*.

4. USUARIO REGISTRADO

4.1. LOGIN

El usuario introduce el email y la contraseña con la que se registró para poder introducirse en el sistema del mismo modo que se muestra en la siguiente figura:

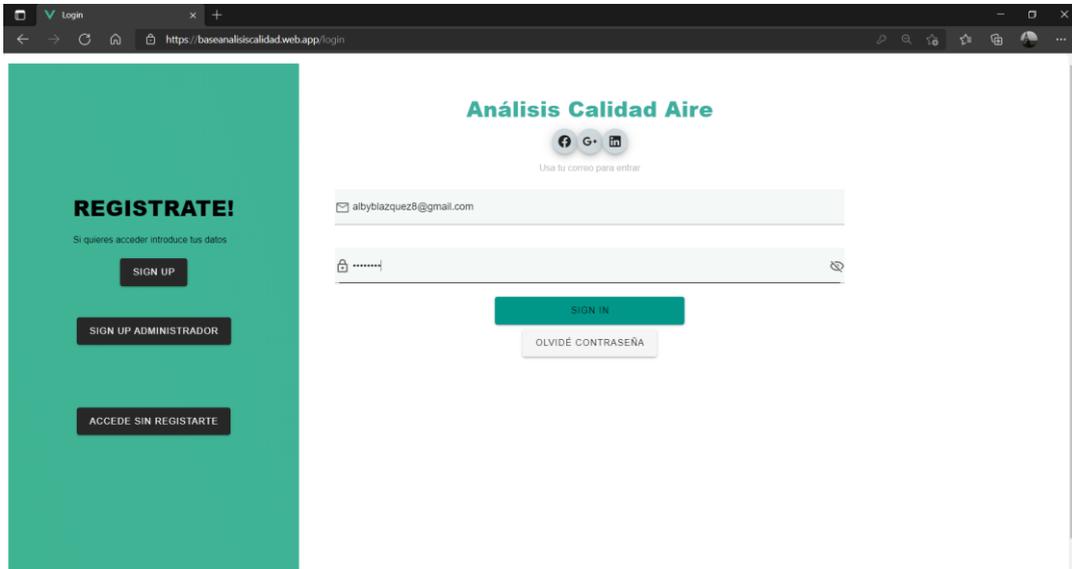


Figura 7. Login usuario

En el caso de que el usuario haya olvidado su contraseña, puede restablecerla pulsando sobre el botón **olvidé contraseña** y se le mostrará la siguiente ventana para recuperarla, en la cual se introducirá el email y se pulsará sobre el botón **enviar**:

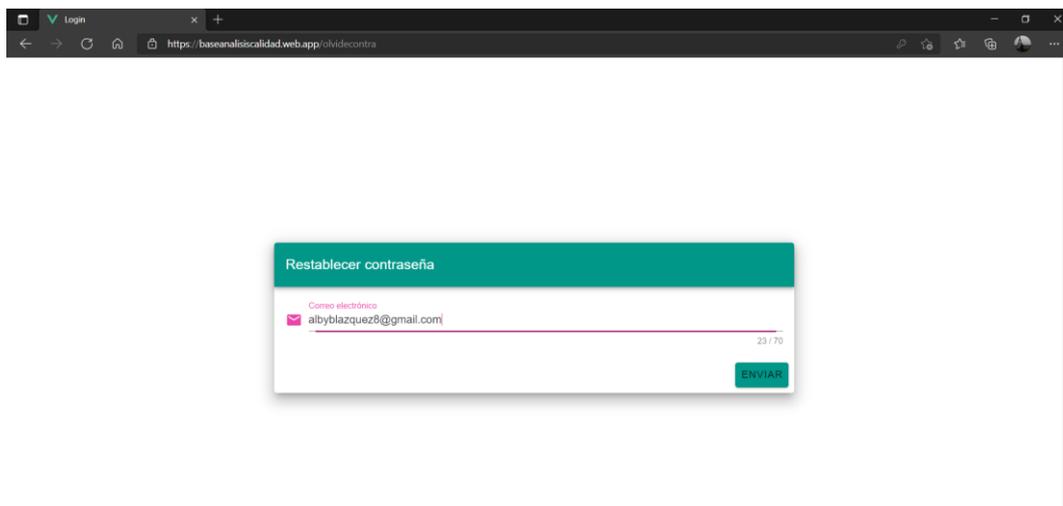


Figura 8. Página restablecer contraseña

Una vez pulsado el botón anterior, recibirá un correo en el cual se le indica un link para restablecer la contraseña:

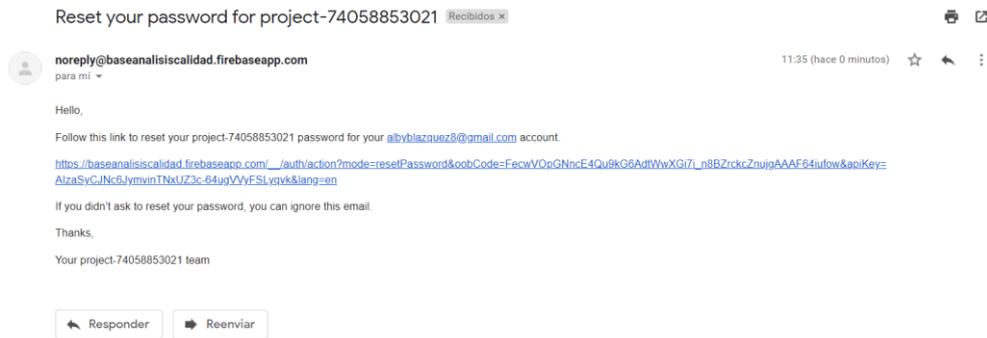


Figura 9. Correo recuperación contraseña

Pulsando sobre el link del correo, se revelará la siguiente página para introducir la nueva contraseña deseada para posteriormente realizar *Login*:

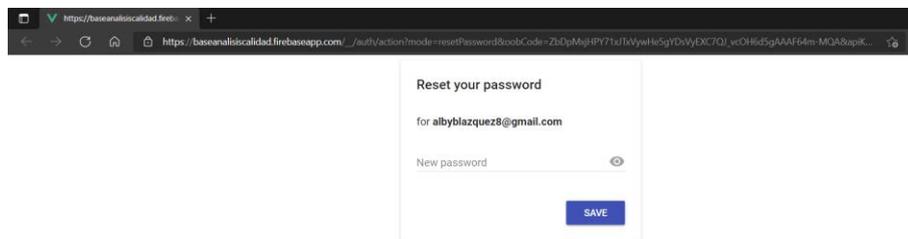


Figura 10. Recuperar contraseña

4.2. PÁGINA PRINCIPAL

Una vez realizado el *Login* se le mostrará la página principal en la que podrá visualizar todas las salas que se han registrado y la humedad de esa sala debajo. En un panel a la derecha se encuentra el menú de navegación.

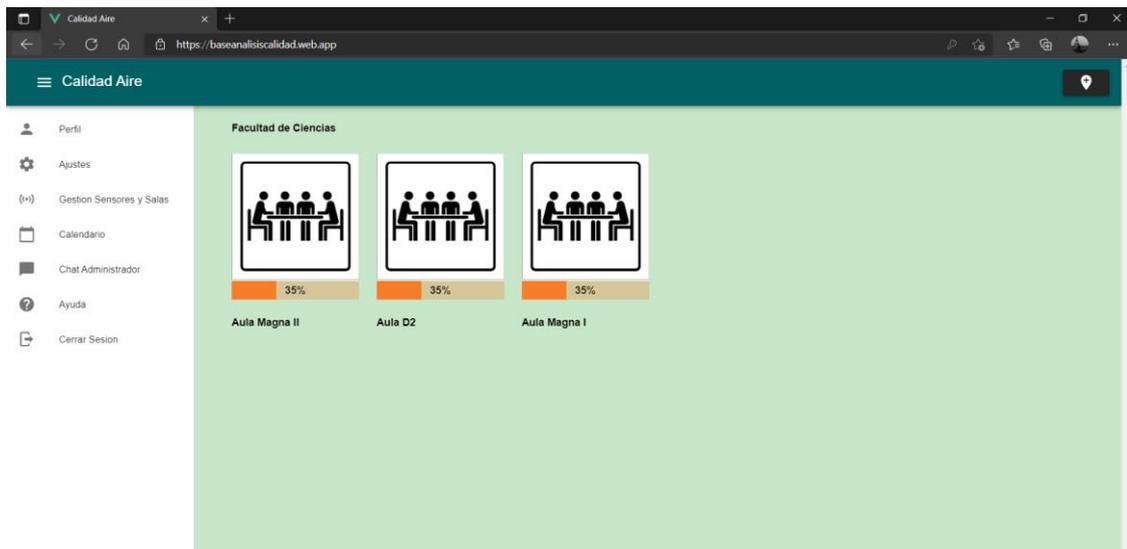


Figura 11. Página principal usuario

Pulsando el icono del **mapa** de la parte superior derecha de la página principal se mostrará un mapa situado en la zona en la que se encuentra el edificio:

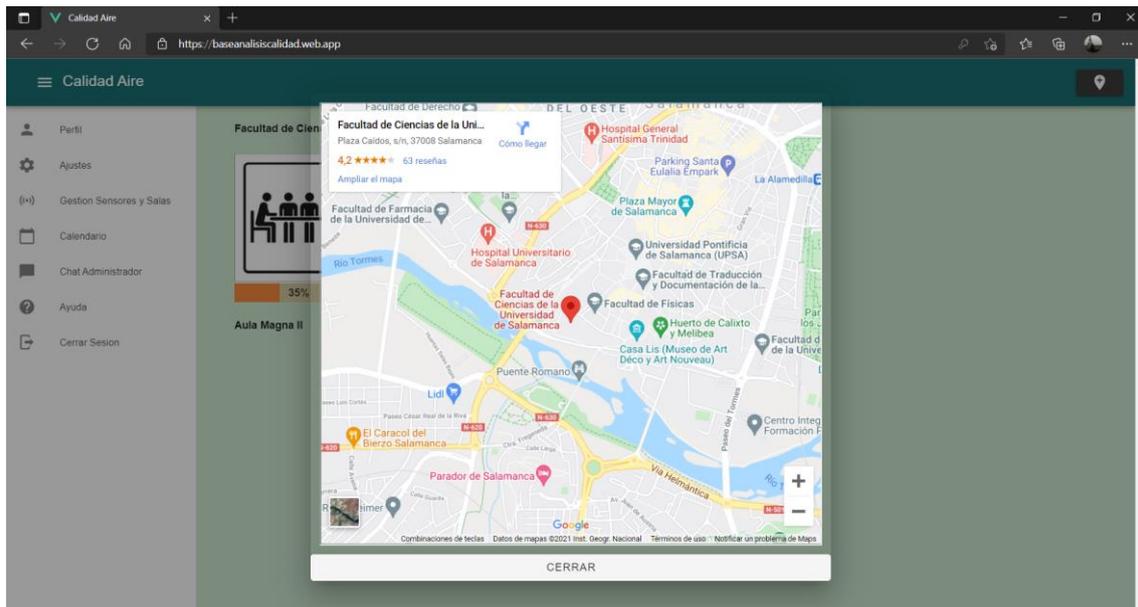


Figura 12. Mapa

Es posible desplazarse sobre el mismo y aumentarlo o disminuirlo pulsando sobre los botones **más** o **menos** que aparecen en la parte inferior derecha, respectivamente.

En el caso de que el valor de CO_2^1 de alguna de las salas fuese mayor a 800 pm^2 , la calidad del aire sería baja y se le mostraría una alerta roja como la siguiente en la que pulsando el botón **cerrar** desaparecería:

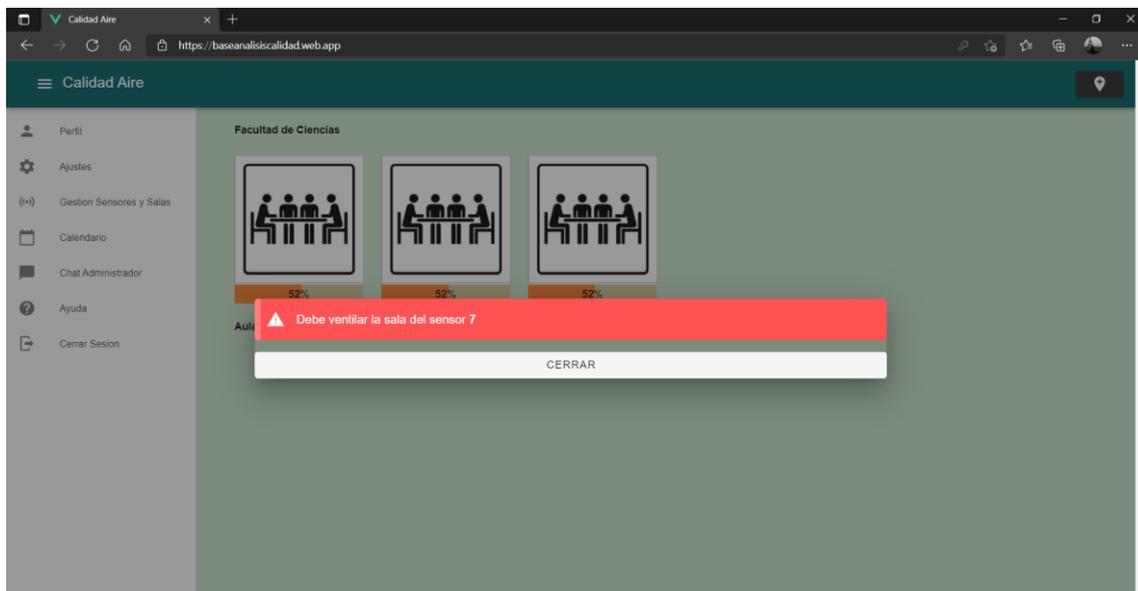


Figura 13. Alerta roja CO_2

¹ CO_2 : dióxido de carbono

² ppm : dióxido de carbono en partes por millón.

Lo mismo ocurre si el valor de CO₂ se encuentra en un rango comprendido entre 500 y 800 ppm, la calidad del aire sería moderada y se le mostraría la siguiente alerta amarilla:

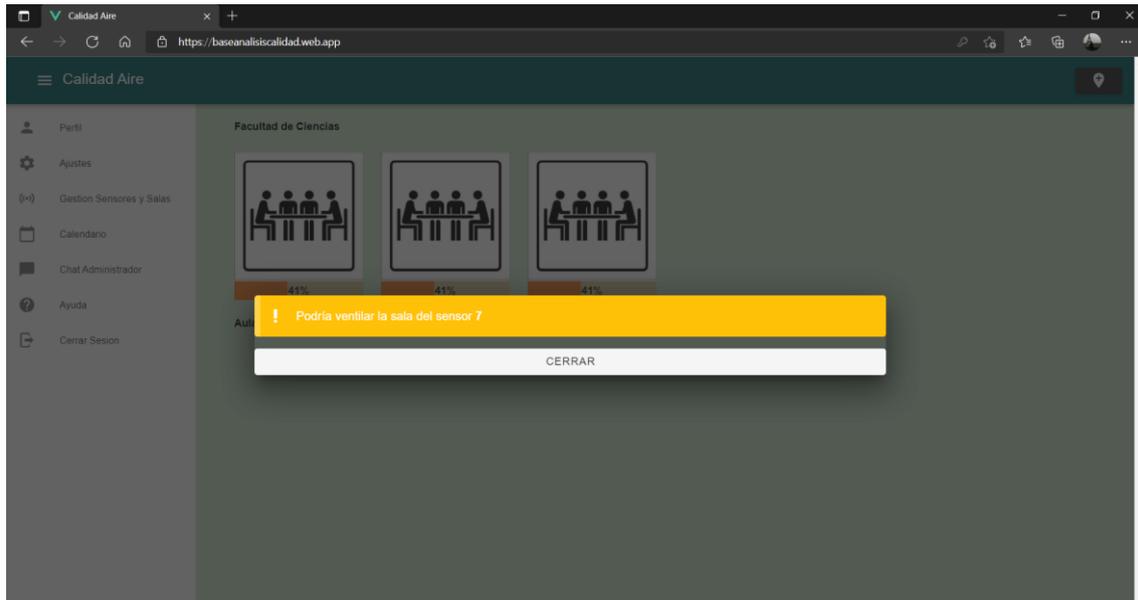


Figura 14. Alerta amarilla CO₂

4.3. CONSULTAR SALA

Pulsando sobre la **imagen** de cada sala de la página principal se visualizará las estadísticas o valores recogidos por el sensor en forma de gráfica:

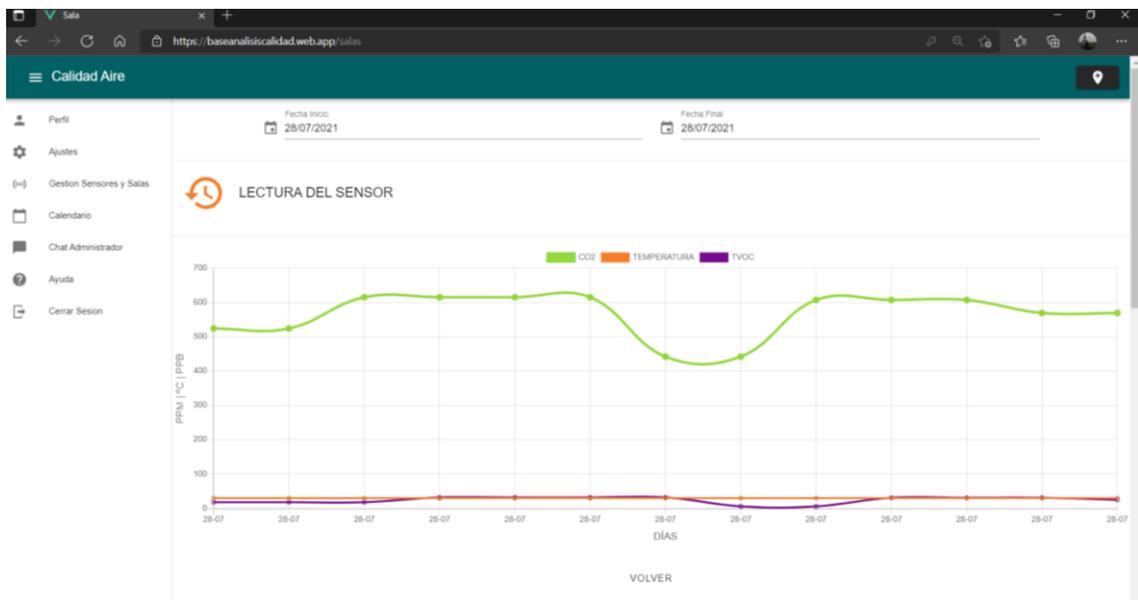


Figura 15. Consultar sala usuario

En cualquier momento si pulsa sobre el botón **volver** se le devolverá a la página principal.

En esta se puede filtrar tanto la fecha de inicio como la fecha de fin, además si se sitúa el ratón encima de alguno de los puntos de la gráfica se obtiene el valor exacto obtenido en ese momento.

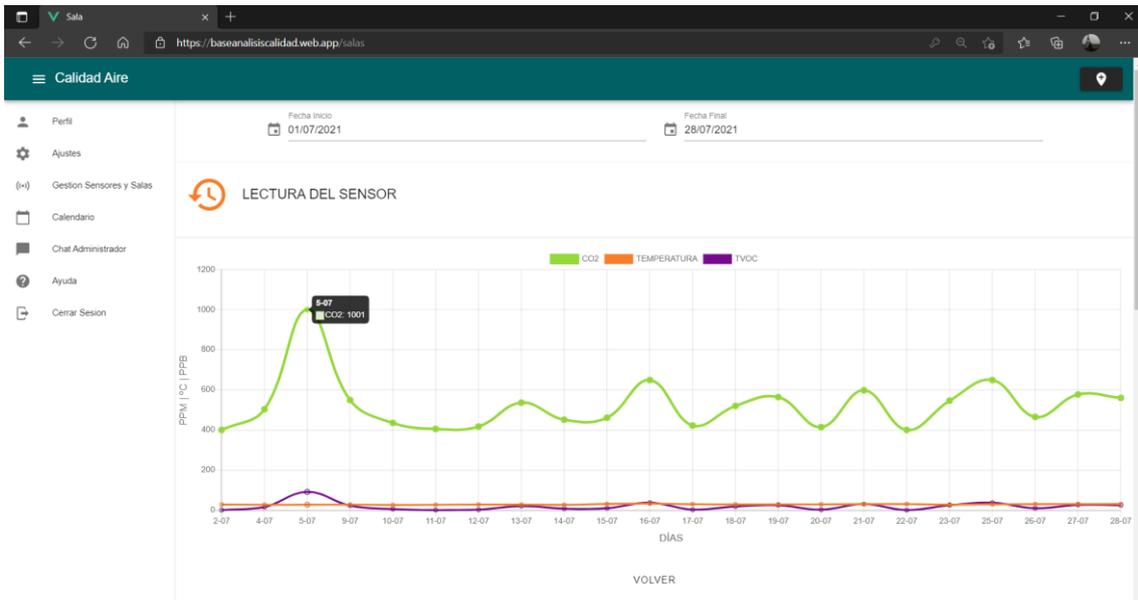


Figura 16. Consultar un valor concreto

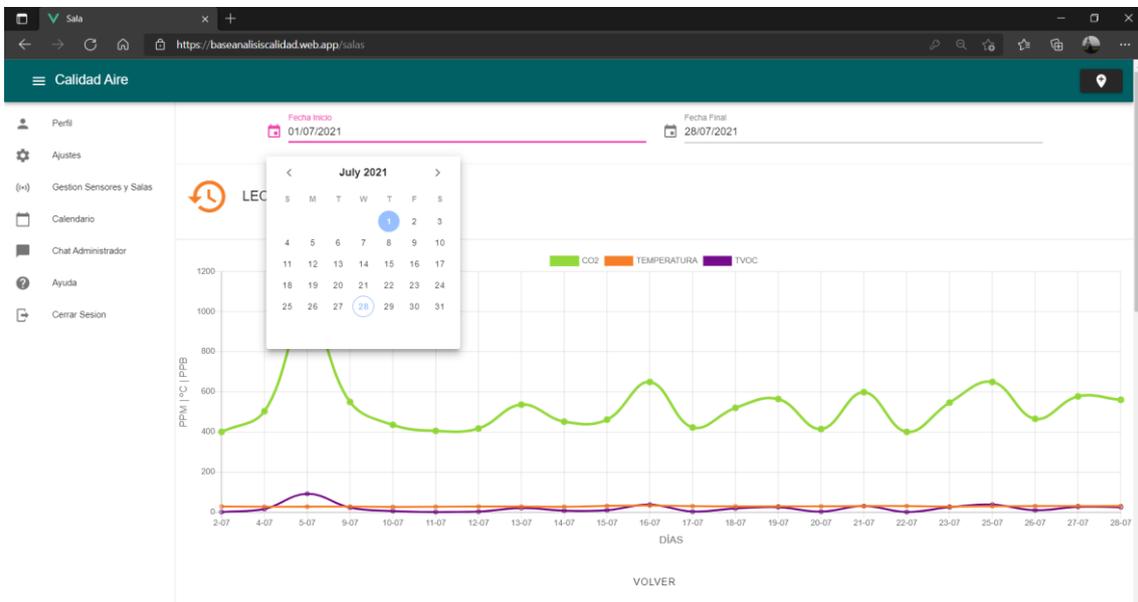


Figura 17. Modificar fecha inicio

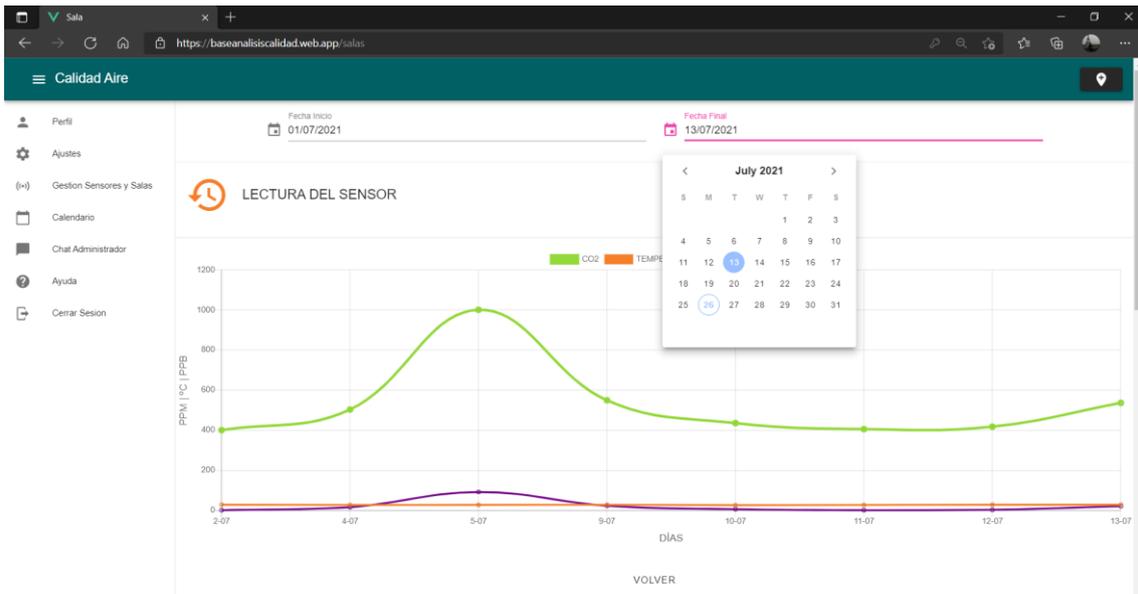


Figura 18. Modificar fecha fin

4.4. CONSULTAR PERFIL

Pulsando sobre el menú de navegación de la izquierda en el icono del **perfil** se mostrará la información relativa al registro del usuario:

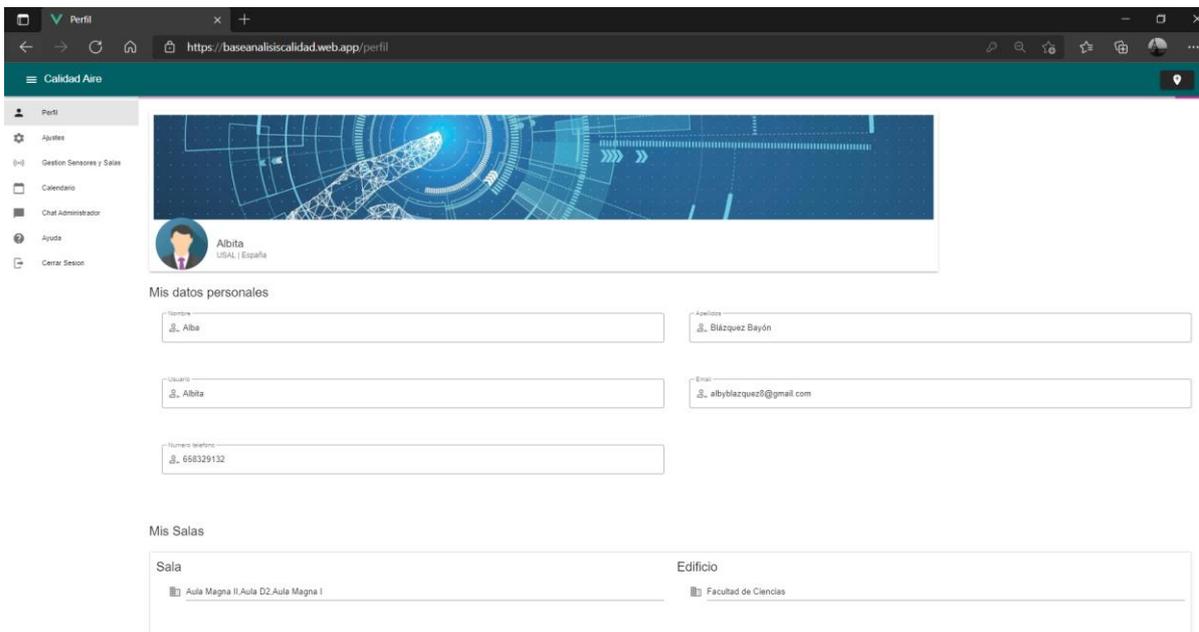


Figura 19. Consultar perfil

4.5. MODIFICAR PERFIL

Del mismo modo, pulsando sobre el icono de **ajustes** del menú de navegación izquierdo, se expondrá un formulario para modificar los datos que el usuario desee de forma que pulsando

sobre el botón **modificar** estos se actualizarán en la base de datos. Por el contrario, si se pulsa sobre el botón **cancelar** se volverá a la página principal:

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://baseanalisicualidad.web.app/ajustes>. The page title is 'Calidad Aire'. On the left, there is a navigation menu with options: Perfil, Ajustes (selected), Gestion Sensores y Salas, Calendario, Chat Administrador, Ayuda, and Cerrar Sesión. The main content area is titled 'Modificar datos personales' and contains the following form fields:

- Nombre (text input)
- Apellidos (text input)
- Nombre Usuario (text input)
- E-Mail (text input, containing 'albyblazquez8@gmail.com')
- Numero Teléfono (text input, with a character count '0 / 9')

Below the fields is a button labeled 'CAMBIAR CONTRASEÑA'. At the bottom of the form are two buttons: 'CANCELAR' (red) and 'MODIFICAR' (green).

Figura 20. Modificar perfil usuario

Puede introducir todos los campos del formulario o puede introducir los campos únicamente que desea modificar.

4.6. MODIFICAR CONTRASEÑA

Si en la página de modificar perfil se pulsa sobre el botón **modificar contraseña** se expondrá esta página en la cual se introducirá la nueva contraseña deseada y la misma de nueva de modo que cuando se pulse sobre el botón **modificar** se actualizará en el sistema y si se pulsa sobre el botón **cancelar** se volverá a la página principal.

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://baseanalisicualidad.web.app/contraseña>. The page title is 'Calidad Aire'. On the left, there is a navigation menu with options: Perfil, Ajustes (selected), Gestion Sensores y Salas, Calendario, Chat Administrador, Ayuda, and Cerrar Sesión. The main content area is titled 'Modificar Contraseña' and contains the following form fields:

- Nueva contraseña (password input with an eye icon for visibility)
- Repita nueva contraseña (password input with an eye icon for visibility)

At the bottom of the form are two buttons: 'CANCELAR' (red) and 'MODIFICAR' (green).

Figura 21. modificar contraseña usuario

4.7. GESTIÓN SALAS Y SENSORES

Pulsando sobre el icono de **gestión de sensores** y salas se visualizará en primer lugar las salas y los sensores asociados a esas salas:

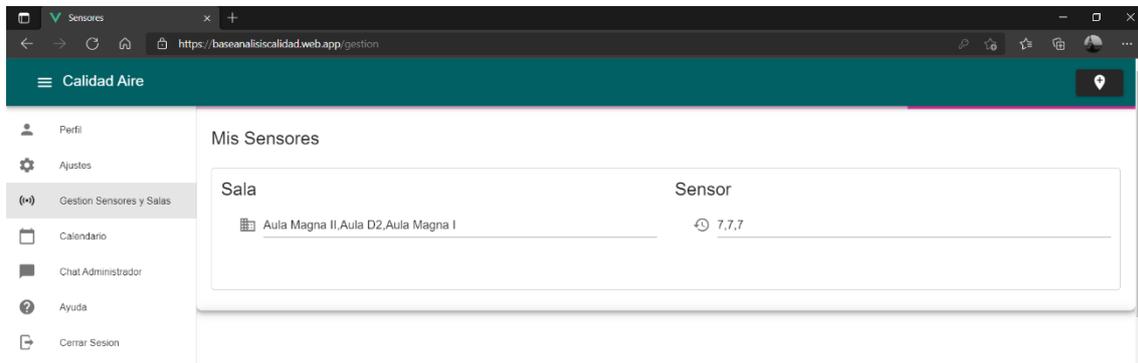


Figura 22. Consultar sensor

Bajando la barra lateral se mostrará un formulario para modificar los edificios, las salas y los sensores asociados a estos de forma que pulsando sobre el botón modificar se actualizarán en el sistema:

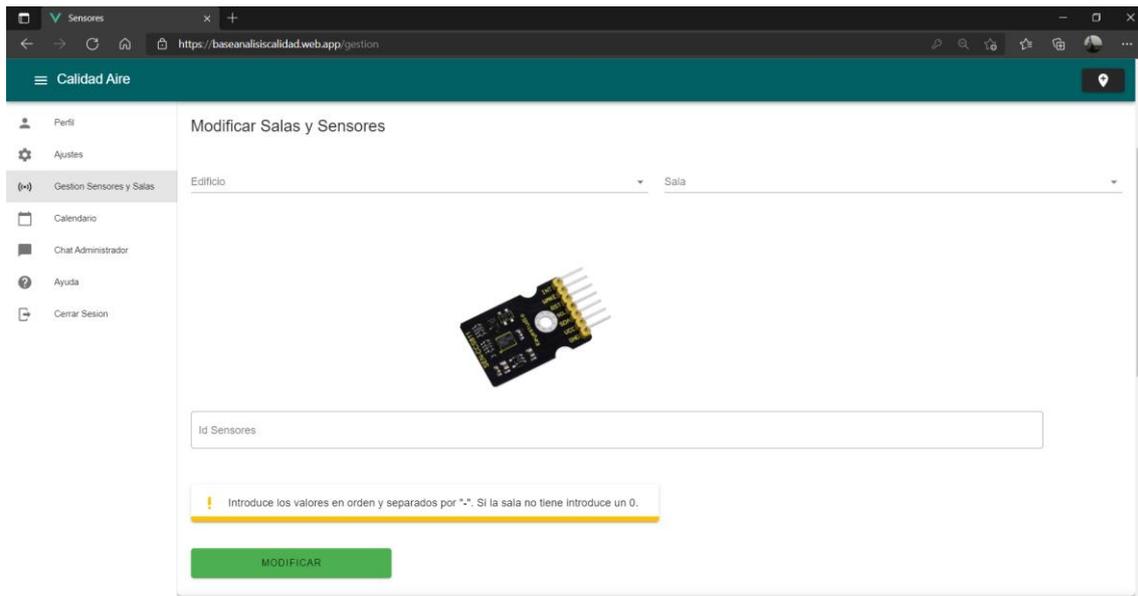


Figura 23. Modificar edificios, salas y sensores

Desplazando aún más abajo la barra de desplazamiento se mostrará otro formulario para modificar únicamente los sensores que están asociados a esas salas donde pulsando sobre el botón **modificar** se actualizarán los identificadores del mismo:

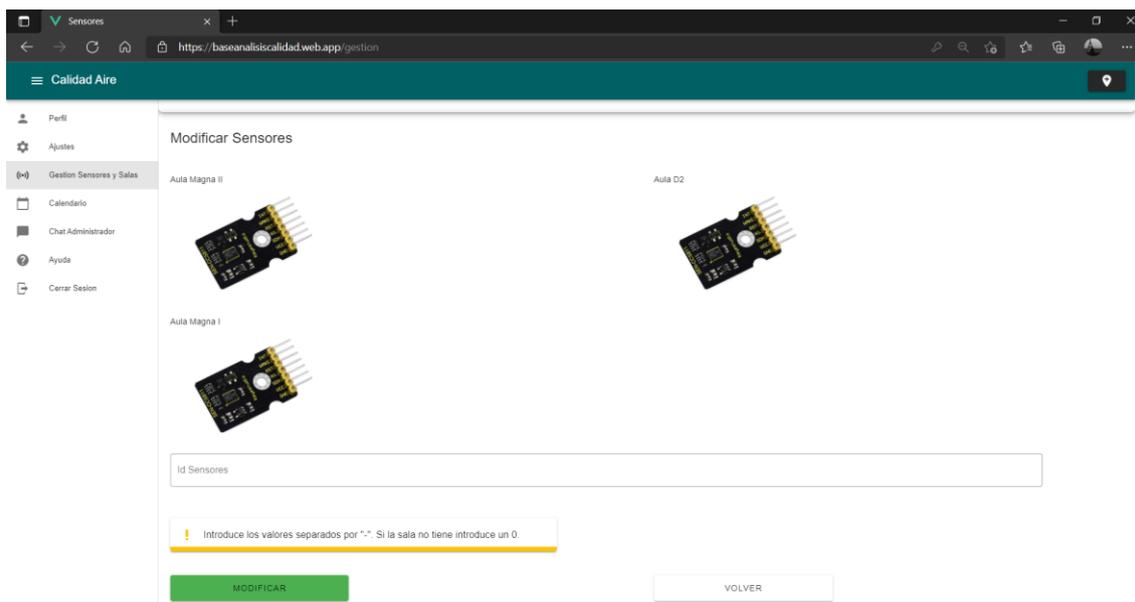


Figura 24. Modificar sensores

En cualquier momento si pulsa sobre el botón **volver** se le devolverá a la página principal.

4.8. CONTACTAR ADMINISTRADOR

Pulsando sobre el icono de **chat administrador** del menú de navegación ubicado en la parte izquierda se visualizará esta página en la cual el usuario se pone en contacto con el administrador por medio de correo electrónico en el caso de que ocurra algún problema.

En este correo se le indicará un título y un texto en el que desarrollar el problema pudiendo incluir ficheros adjuntos, cuando se desee enviar se pulsará sobre el botón **enviar**:

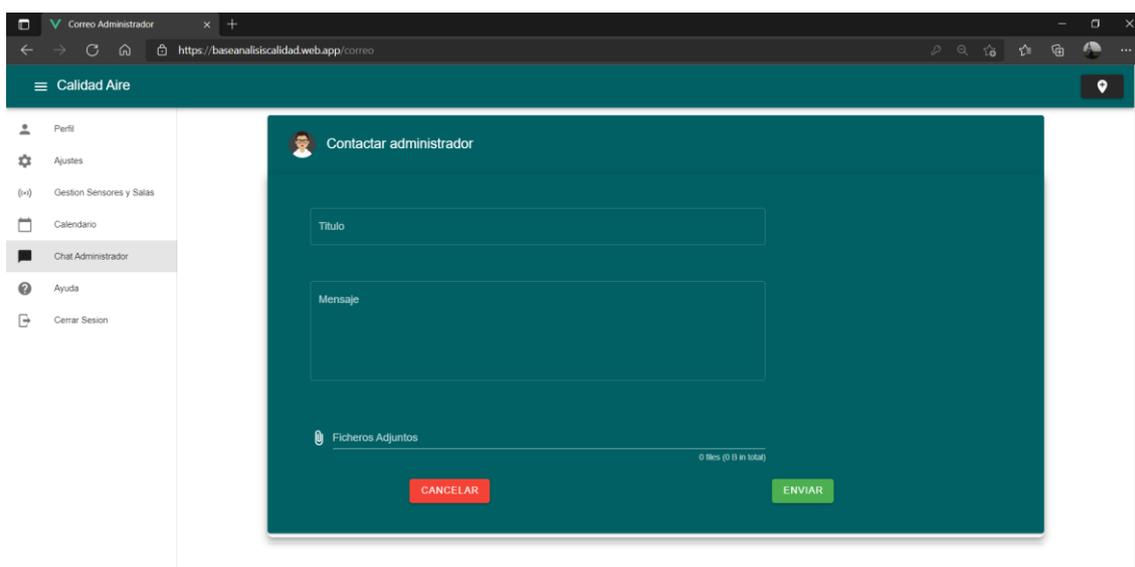


Figura 25. Contactar con el administrador

En cualquier momento si pulsa sobre el botón **cancelar** se le devolverá a la página principal.

4.9. CONSULTAR CALENDARIO

Pulsando sobre el icono de **calendario** del menú lateral izquierdo se le mostrará al usuario un calendario donde puede añadir eventos. Para añadir uno nuevo pulsará sobre el icono naranja ubicado en la parte superior izquierda del calendario con un **símbolo más** en su interior, en naranja se muestra el día actual:

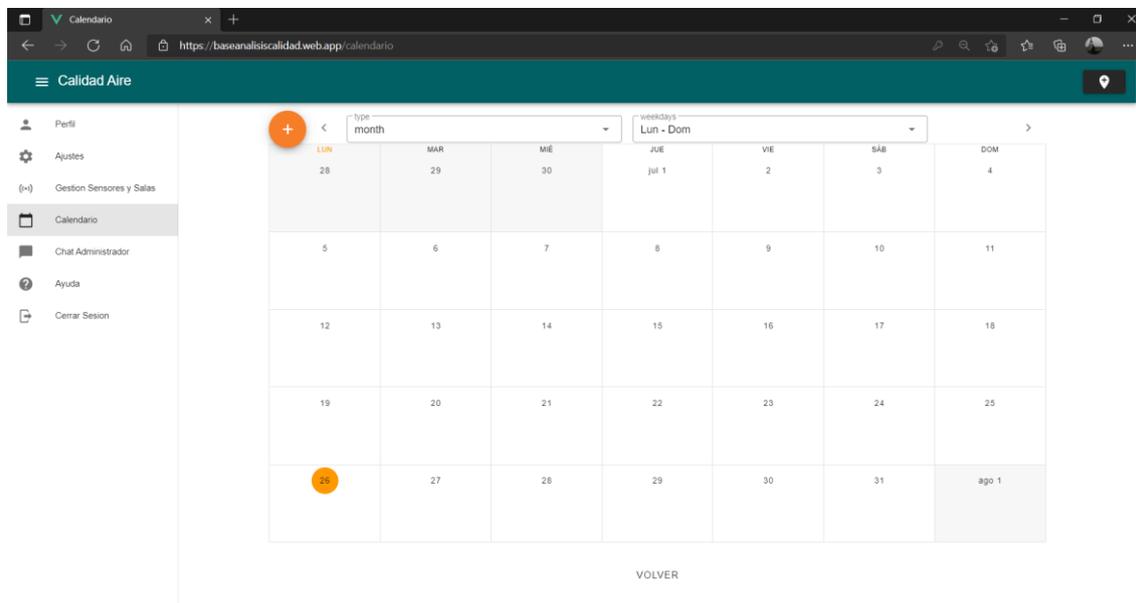


Figura 26. Consultar calendario

En cualquier momento si pulsa sobre el botón **volver** se le devolverá a la página principal.

Una vez pulsado el icono aparecerá la siguiente ventana emergente para introducir información acerca del evento como puede ser el título, descripción, etc. Pulsando sobre el botón **agregar** este se agregará al calendario, de forma contraria pulsando sobre **cancelar** se volverá al calendario:

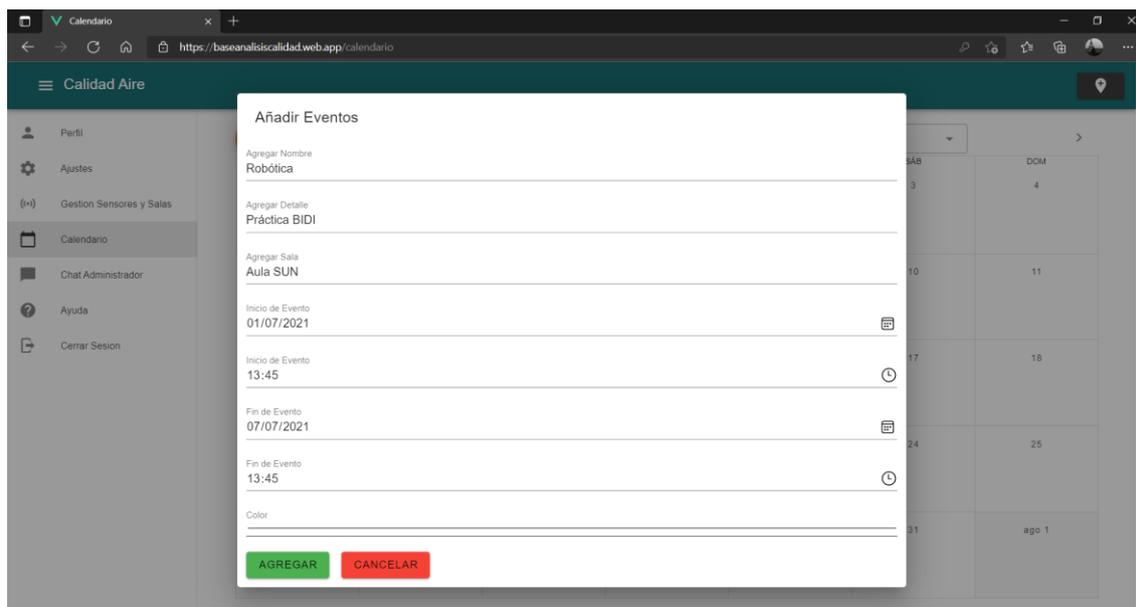


Figura 27. Añadir evento

Una vez añadido el evento al calendario, el usuario recibirá un correo electrónico para confirmar que se ha añadido al sistema a su nombre como se muestra en la siguiente figura:

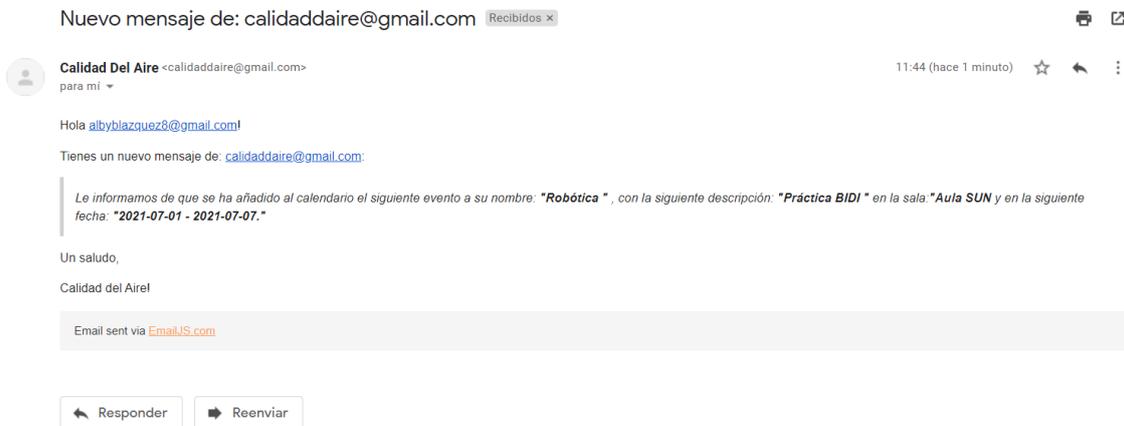


Figura 28. Correo de confirmación evento

Para consultar un evento del calendario, bastará con pulsar sobre el mismo evento momento en el cual se abrirá la siguiente ventana emergente:

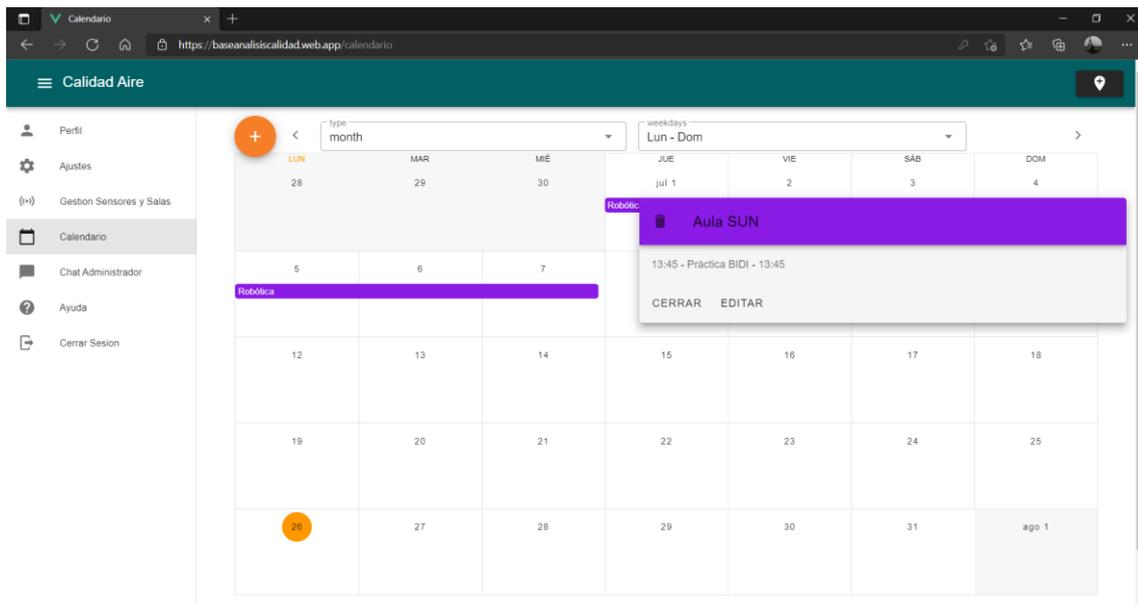


Figura 29. Consultar evento

Si se desea modificar eliminar el evento bastará con pulsar sobre el icono de la **papelera** para eliminarlo del sistema. Si, por el contrario, desea cerrar la ventana pulsando sobre el botón **cerrar** esta se cerrará y si pulsa sobre el botón **editar** se editará el evento apareciendo la siguiente ventana emergente:

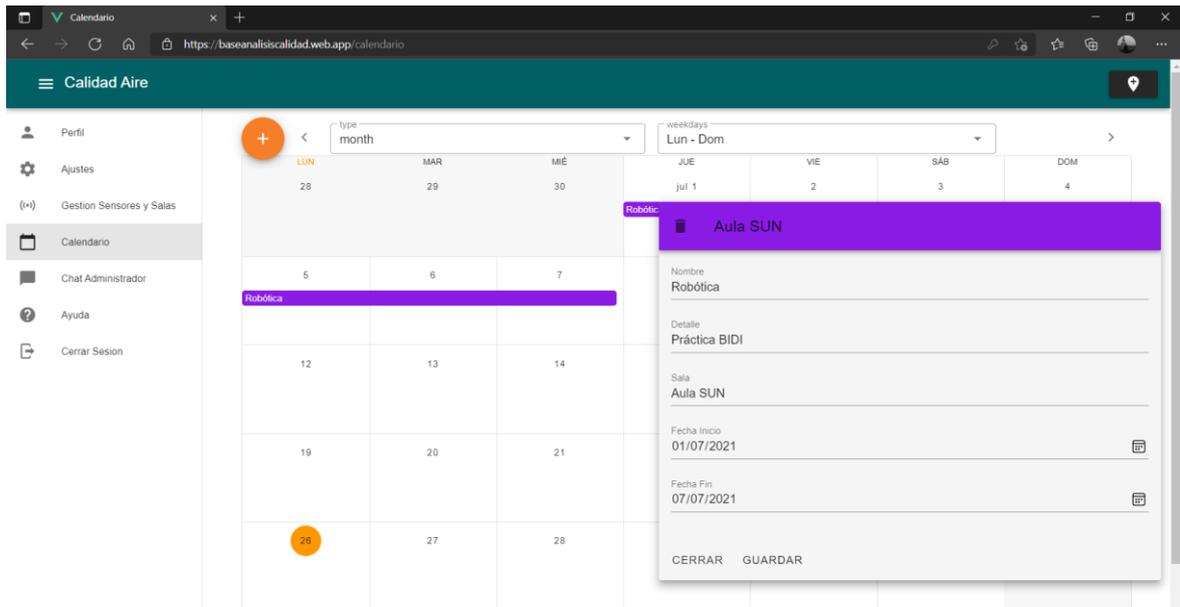


Figura 30. Editar evento

Pulsando sobre el botón **guardar**, de la ventana emergente anterior, el evento se actualizará en el sistema y de forma visual en el calendario.

4.10. CONSULTAR AYUDA

Pulsando sobre el icono de **ayuda** el usuario visualizará la página de preguntas más frecuentes (FAQ) que podrá contestar alguna pregunta y servirle de ayuda:

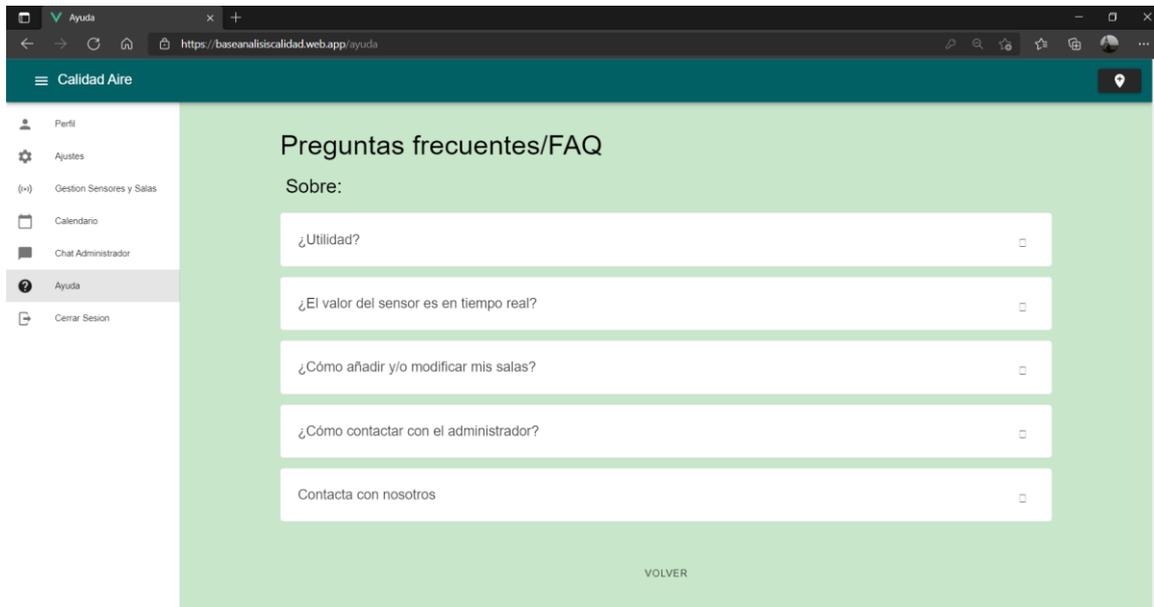


Figura 31. Ayuda

4.11. CERRAR SESIÓN

Pulsando sobre el icono de **cerrar sesión** en el menú lateral izquierdo:



Figura 32. Icono cerrar sesión

Se saldrá de la página mostrando la siguiente página en la cual si se pulsa **salir** el sistema mostrará una alerta para confirmar que el usuario desea salir del sistema, de forma contraria si se pulsa sobre el botón **cancelar** se volverá a la página principal:

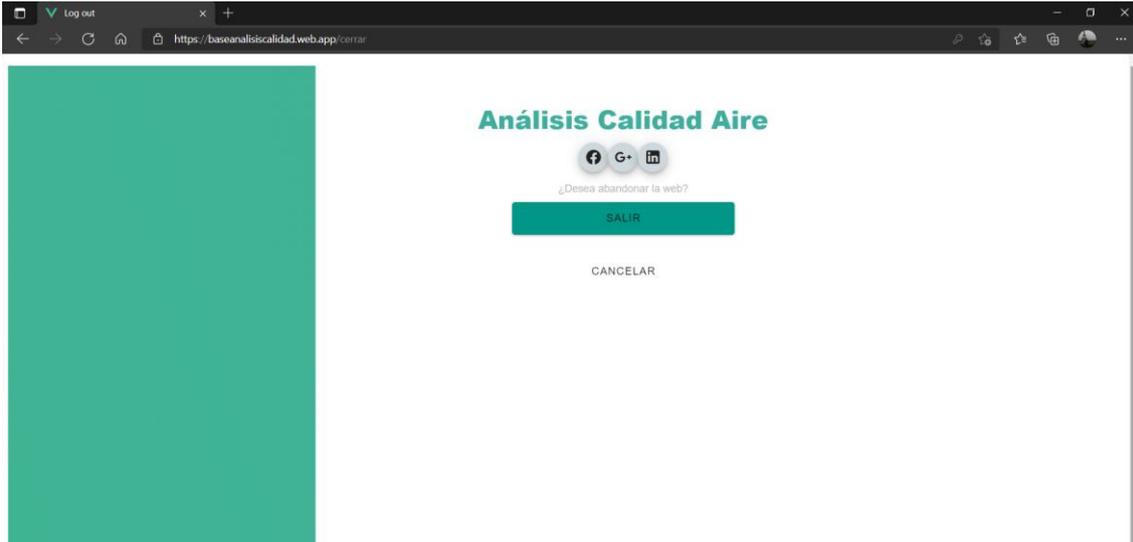


Figura 33. Cerrar sesión

Una vez pulsado el botón de **salir** se le mostrará una alerta para confirmar que el usuario quiere salir del sistema y se le redireccionará a la página de **Login**:

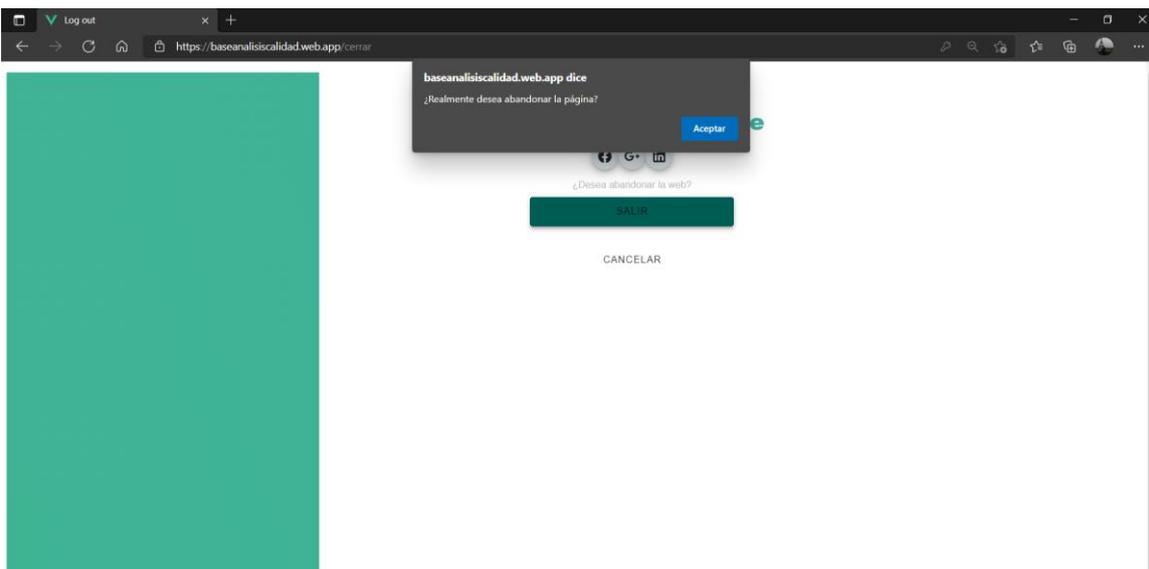


Figura 34. Alerta cerrar sesión.

5. ADMINISTRADOR

5.1. LOGIN

El administrador introduce el email y la contraseña con la que se registró para poder introducirse en el sistema como se muestra en la siguiente figura:

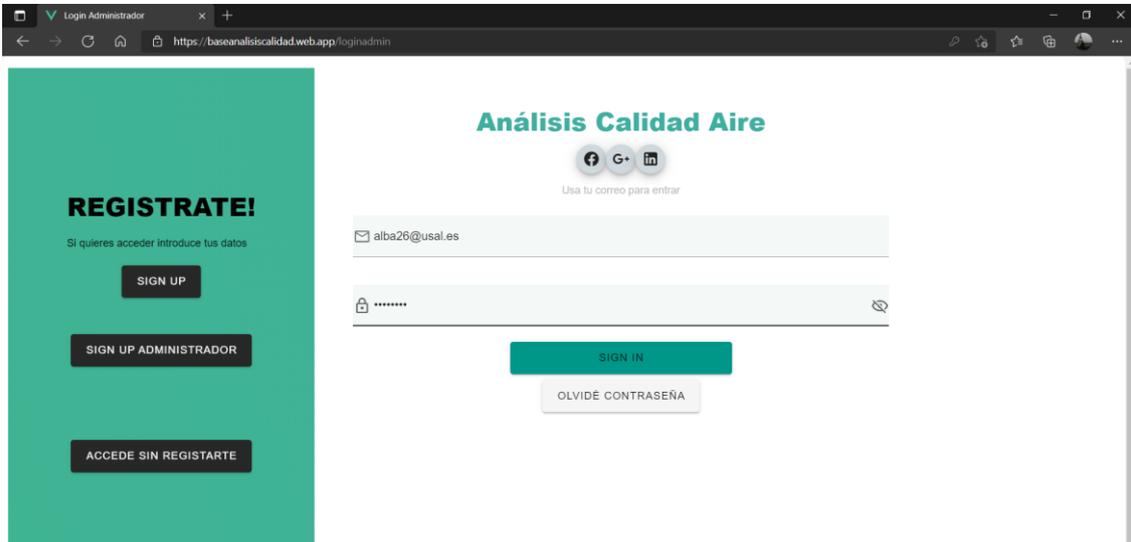


Figura 35. Login administrador

Del mismo modo, si olvidó su contraseña puede recuperarla como se indica en la Figura 8. Página restablecer contraseña, Figura 9. Correo recuperación contraseña y Figura 10. Recuperar contraseña

5.2. PÁGINA PRINCIPAL

Una vez introducido en la página se le muestra la página principal, en la cual se encuentra un menú de navegación situado en la parte izquierda de la pantalla. Asimismo, se muestran las salas de todos los usuarios del sistema y sus respectivas humedades:



Figura 36. Página principal administrador

Además de un icono en la parte superior con el **símbolo de una ubicación** en el cual pulsando se obtendrá un mapa de forma similar al mapa obtenido en la *Figura 12. Mapa usuario*.

Además de las alertas de forma análoga a las *Figura 13. Alerta roja CO₂* y *Figura 14. Alerta amarilla CO₂*.

5.3. CONSULTAR SALA

De forma análoga, el administrador podrá consultar los valores recogidos por el sensor que se encuentre en una sala, pinchando sobre la **imagen** de la sala deseada en la pantalla principal, Estos se encuentran representados en forma de gráfica y pudiéndose aplicar filtros en la fecha de inicio y de fin del mismo modo que lo realiza un usuario registrado (*Figura 17. Modificar fecha inicio* y *Figura 18. Modificar fecha fin*):

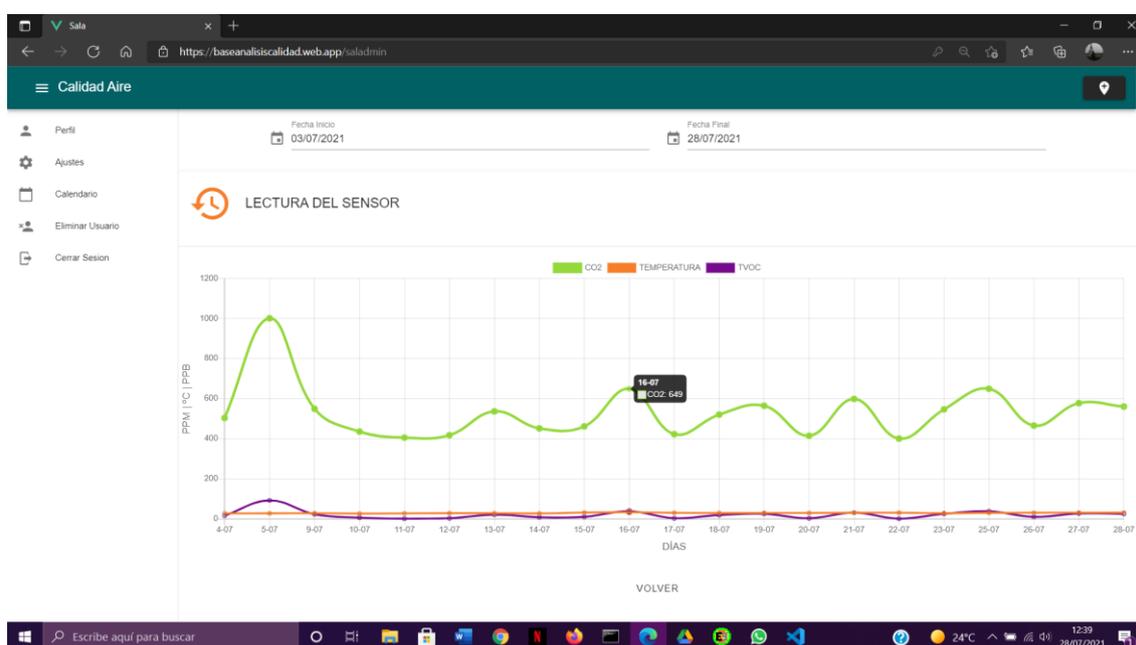


Figura 37. Sala administrador

Pulsando sobre el botón **volver** se retrocederá a la página principal.

5.4. CONSULTAR PERFIL

Pinchando sobre el icono de **perfil** del menú de navegación lateral el administrador podrá consultar los datos registrados en el sistema en el momento del registro:

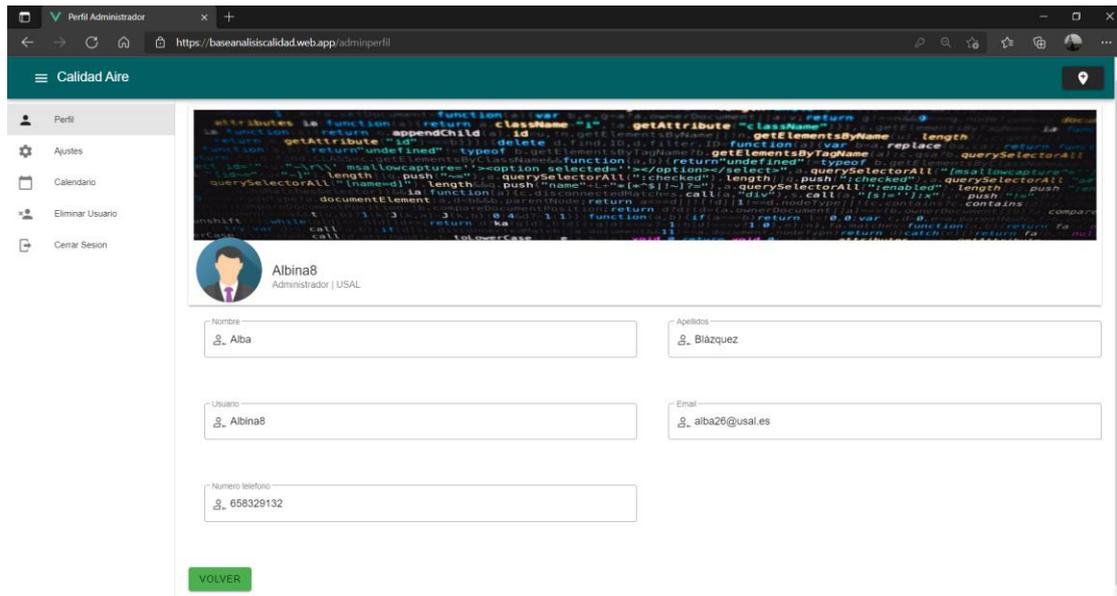


Figura 38. Consultar perfil administrador

Pulsando sobre el botón **volver** se retrocederá a la página principal.

5.5. MODIFICAR PERFIL

Pulsando sobre el icono de **ajustes** del menú de navegación izquierdo, se expondrá un formulario para modificar los datos, bien sea todos los datos o introduciendo los datos que únicamente quiera actualizar, de forma que pulsando sobre el botón **modificar** estos se actualizarán en la base de datos. Por el contrario, si se pulsa sobre el botón **cancelar** se volverá a la página principal:

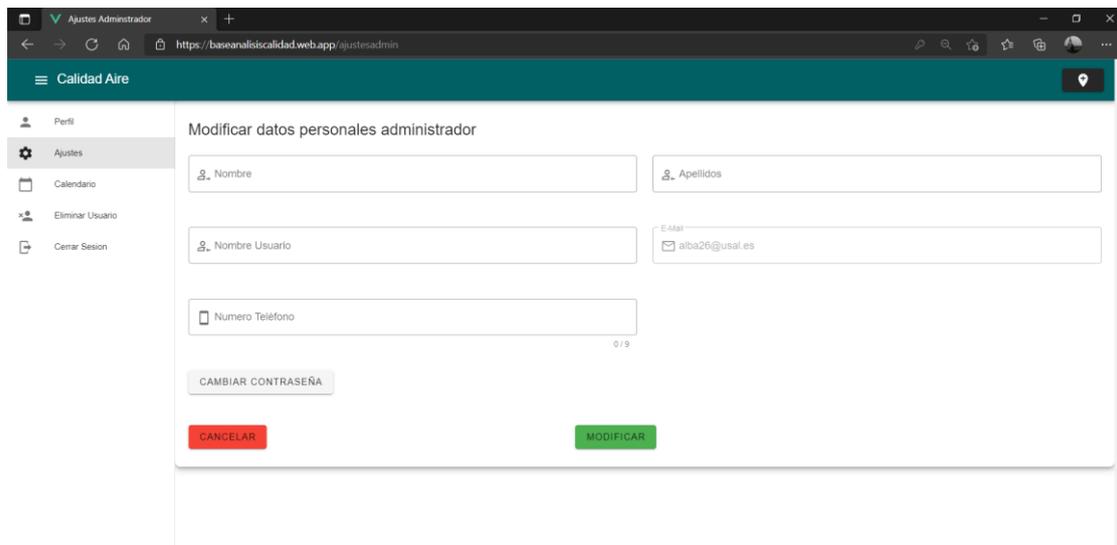


Figura 39. Modificar perfil administrador

5.6. MODIFICAR CONTRASEÑA

Pulsando sobre el icono de **cambiar contraseña** de la página modificar perfil, se podrá modificar la contraseña introduciéndola dos veces para su confirmación. Pulsando sobre el botón **modificar** estos se actualizarán en la base de datos. Por el contrario, si se pulsa sobre el botón **cancelar** se volverá a la página principal:

Figura 40. Modificar contraseña usuario

5.7. CONSULTAR CALENDARIO

Pulsando sobre el icono de **calendario** en el menú lateral izquierdo se mostrará el calendario. En este el administrador puede añadir eventos pulsando sobre el botón **naranja** que contiene un **más** dentro de forma similar a la del usuario. Además, este puede consultar los eventos de todos los usuarios del sistema:

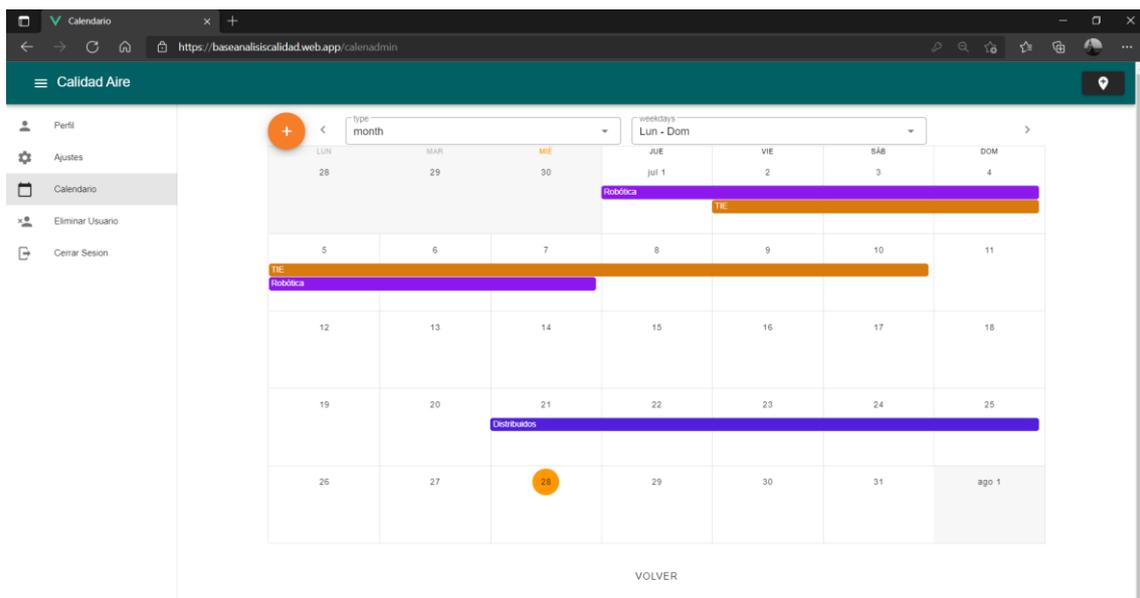


Figura 41. Consultar calendario administrador

Pulsando sobre el botón **volver** se retrocederá a la página principal.

Pulsando sobre uno de los eventos del mismo, aparece una nueva ventana emergente, en la que se puede consultar a que usuario pertenece cada evento, ya que el correo de este se encuentra en la parte superior del mismo:

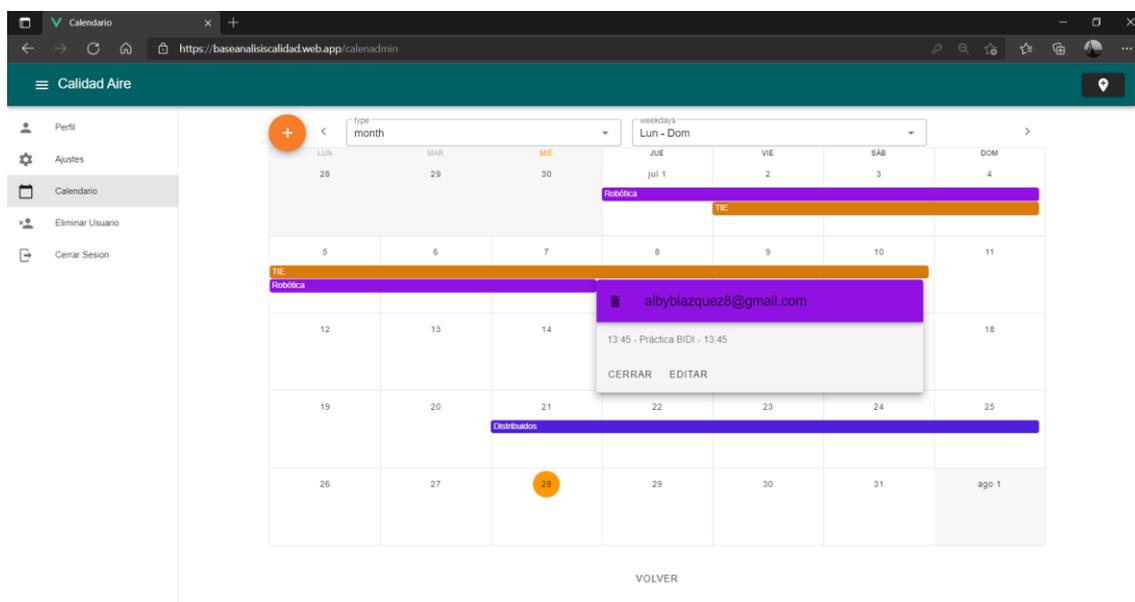


Figura 42. Consultar evento de un usuario

En el caso de pulsar sobre el botón **cerrar** la ventana emergente se cerrará. Y pulsando sobre icono de la **papelera** este se eliminará.

Además, pulsando sobre el botón **editar** de la venta emergente anterior este puede modificar los detalles del evento de un usuario:

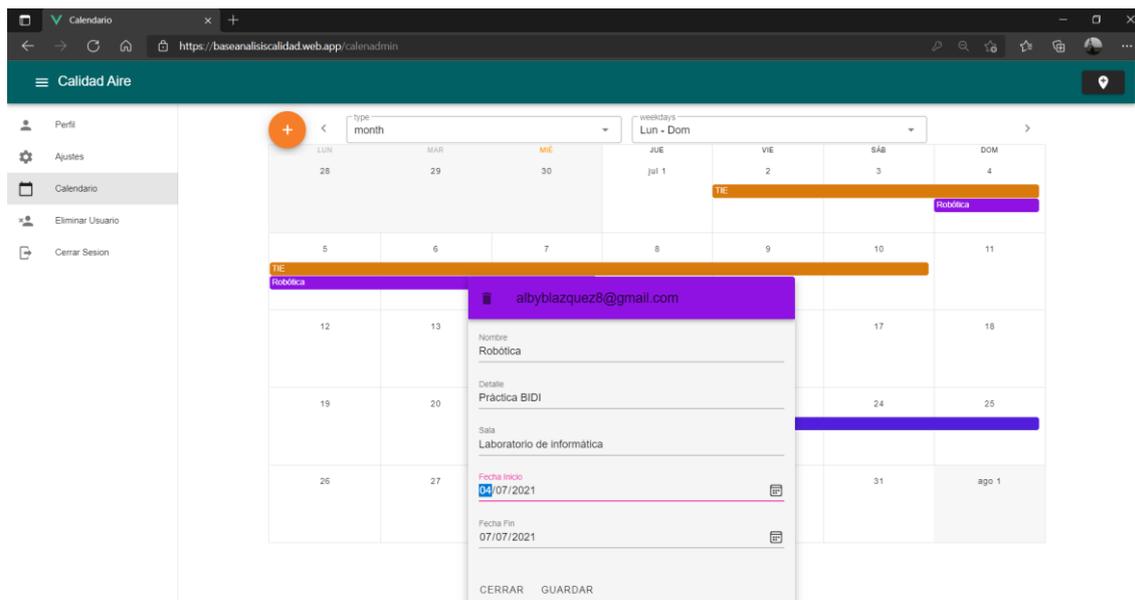


Figura 43. Modificar evento de un usuario

Una vez realizada la modificación, pulsando sobre el botón **guardar** de la ventana emergente anterior, los cambios se actualizan en el calendario:

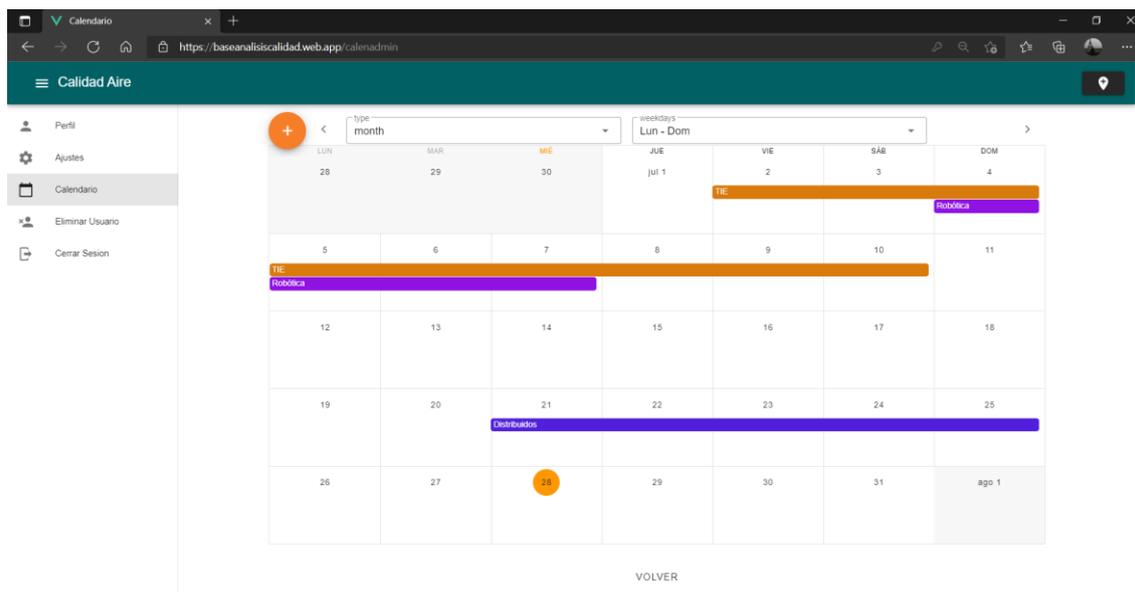


Figura 44. Consulta modificación

Al usuario al que le ha sido modificado el evento se le comunica mediante un correo electrónico los cambios realizados, de la misma forma que también se le actualizará en su respectivo calendario.

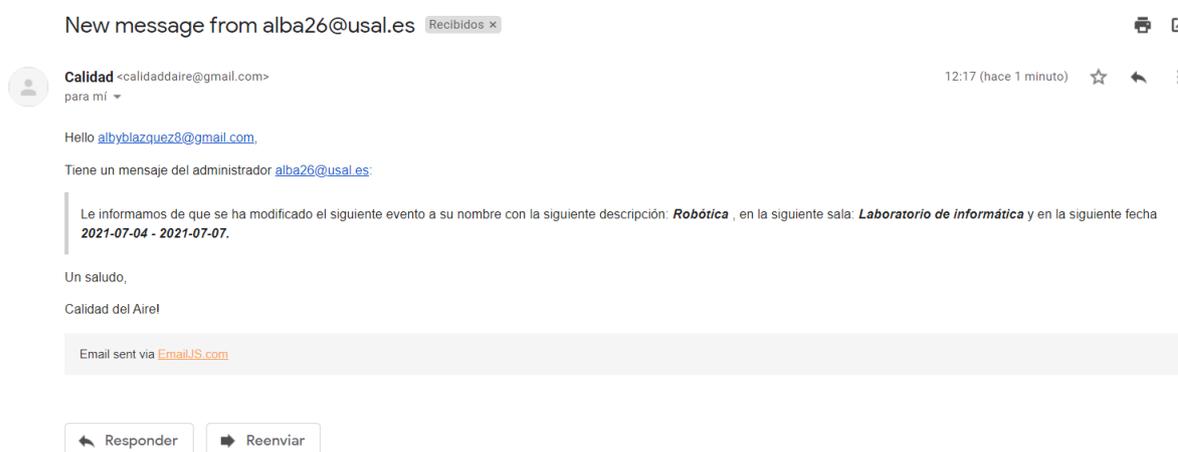


Figura 45. Correo modificación usuario

5.8. ELIMINAR USUARIO

Pulsando sobre el icono **eliminar usuario** del panel lateral se mostrará la página para eliminar un usuario del sistema:

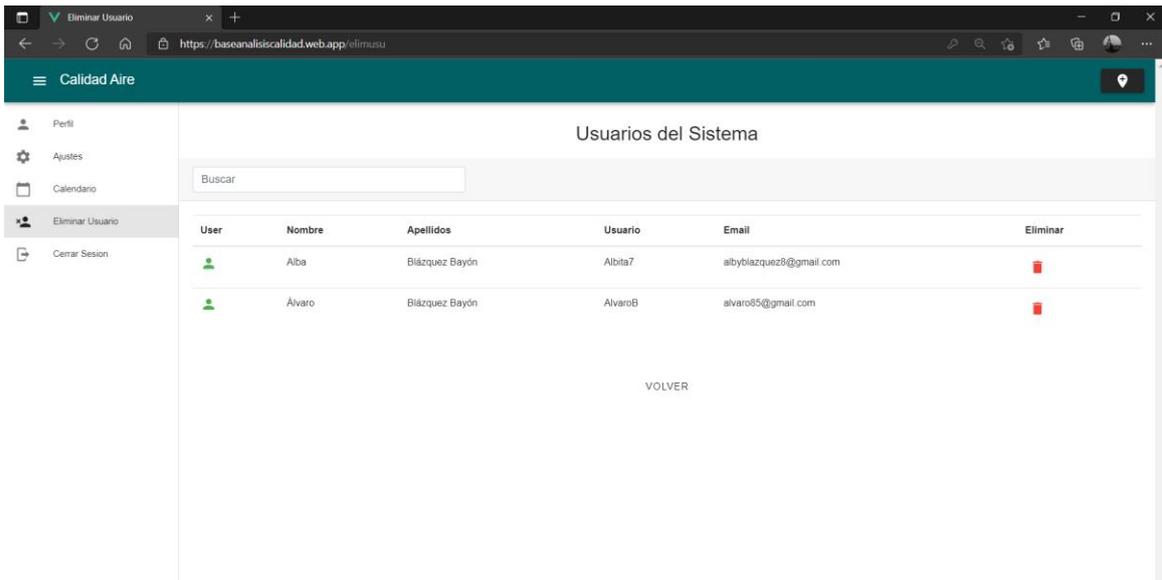


Figura 46. Eliminar usuario

En esta se encuentra una tabla en la cual se listan los usuarios mostrándose su información. En la parte derecha se encuentra un icono rojo de una **papelera** de forma que si se pulsa sobre el mismo se eliminará al usuario del sistema, eliminando toda la información del mismo ya sea salas, sensores, eventos etc.

Pulsando sobre el botón **volver** se retrocederá a la página principal.

También se encuentra en la parte superior un input para introducir un filtro y filtrar la información de la tabla mostrada. Este filtro se puede realizar por cualquiera de los campos que se muestran del usuario como se puede ver en las siguientes figuras:

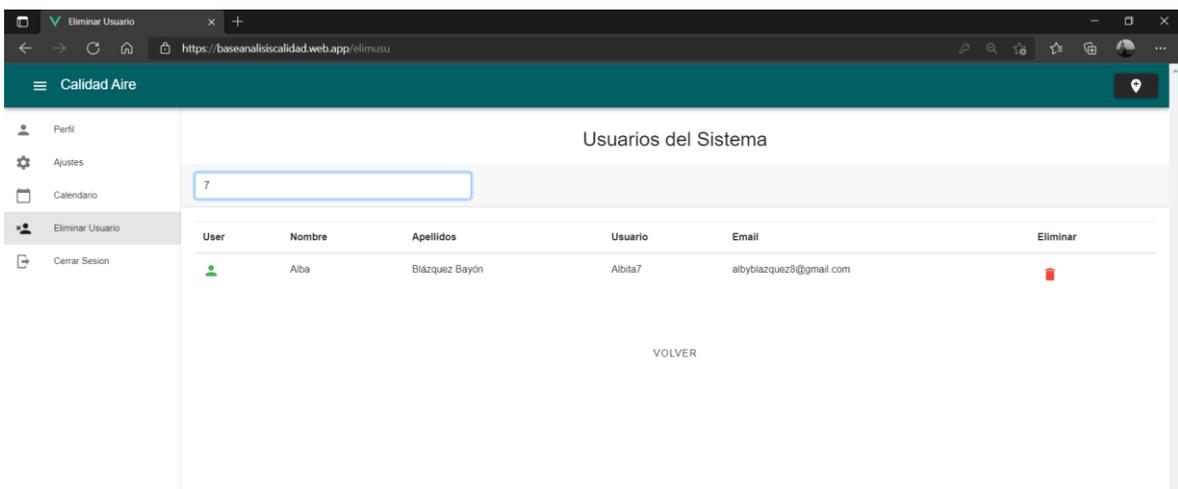


Figura 47. Filtrado usuario

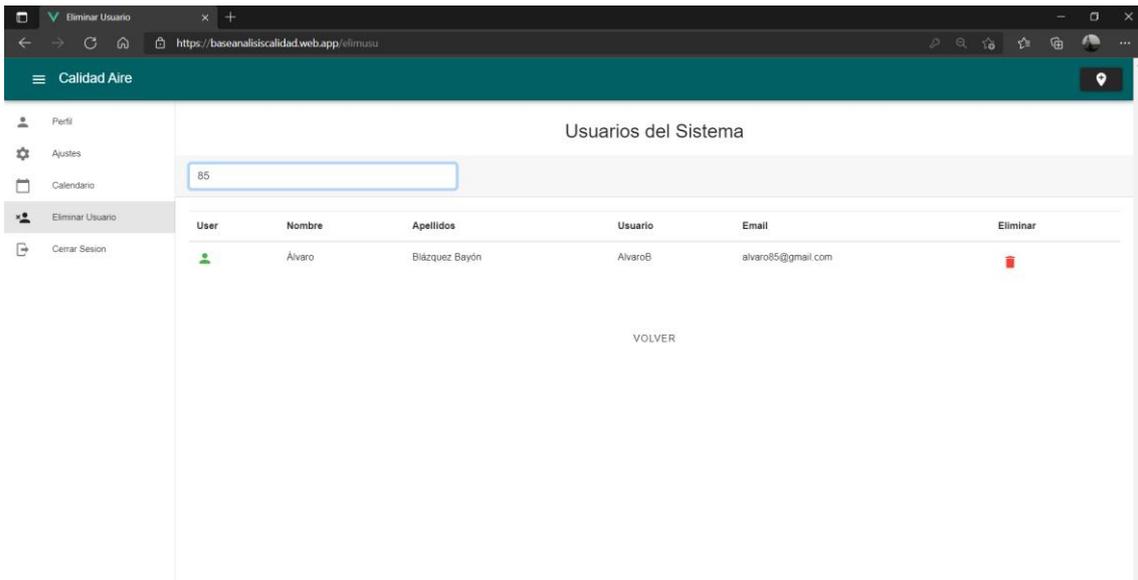


Figura 48. Filtrado usuario email

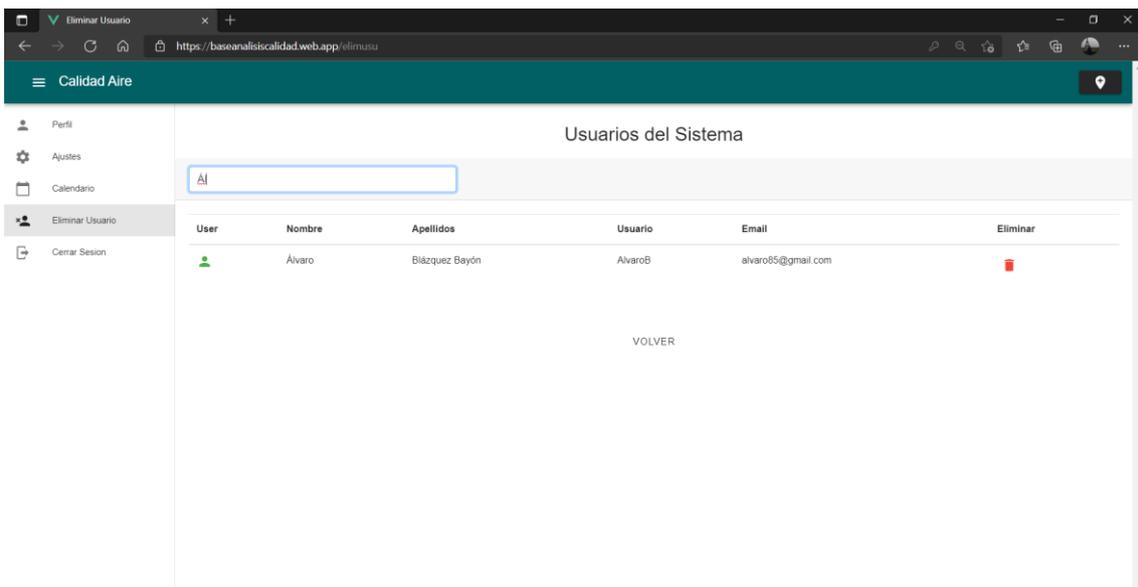


Figura 49. Filtrado usuario nombre

5.9. CERRAR SESIÓN

Pulsando sobre el icono de **cerrar sesión** en el menú lateral izquierdo:



Figura 50. Icono cerrar sesión

Se saldrá de la página mostrando la siguiente página en la cual si se pulsa **salir** el sistema mostrará una alerta para confirmar que el usuario desea salir del sistema, de forma contraria si se pulsa sobre el botón **cancelar** se volverá a la página de *Login*:

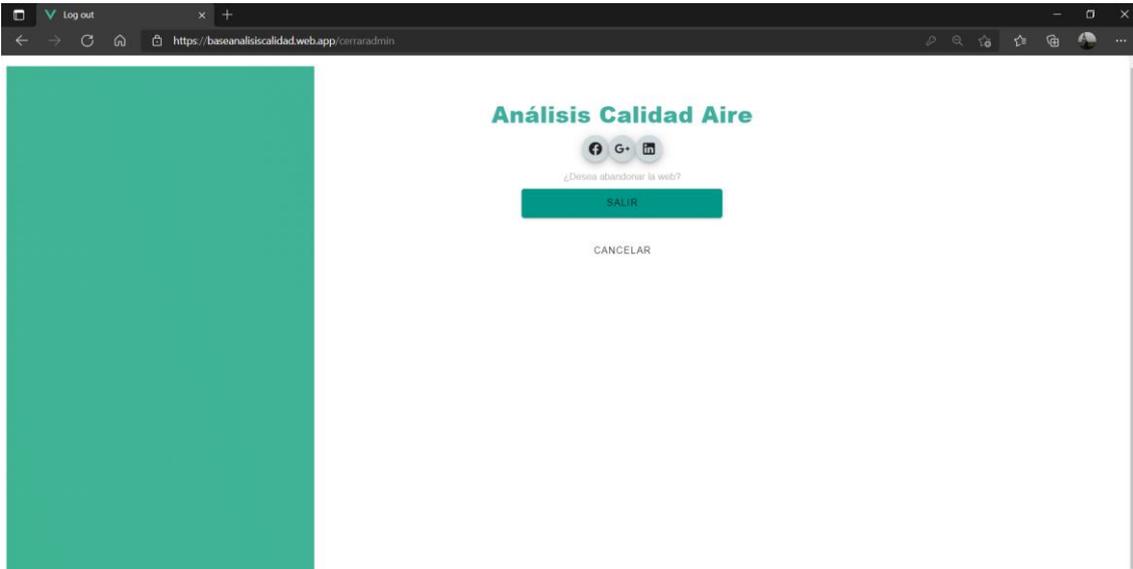


Figura 51. Cerrar sesión usuario

Una vez pulsado el botón **salir**, se le mostrará una alerta de forma análoga al usuario, *Figura 34. Alerta cerrar sesión.*

6. USUARIO NO REGISTRADO

6.1. ACCESO

Para acceder como usuario no registrado será necesario pulsar sobre el botón **Accede sin registrarse** en la página principal.

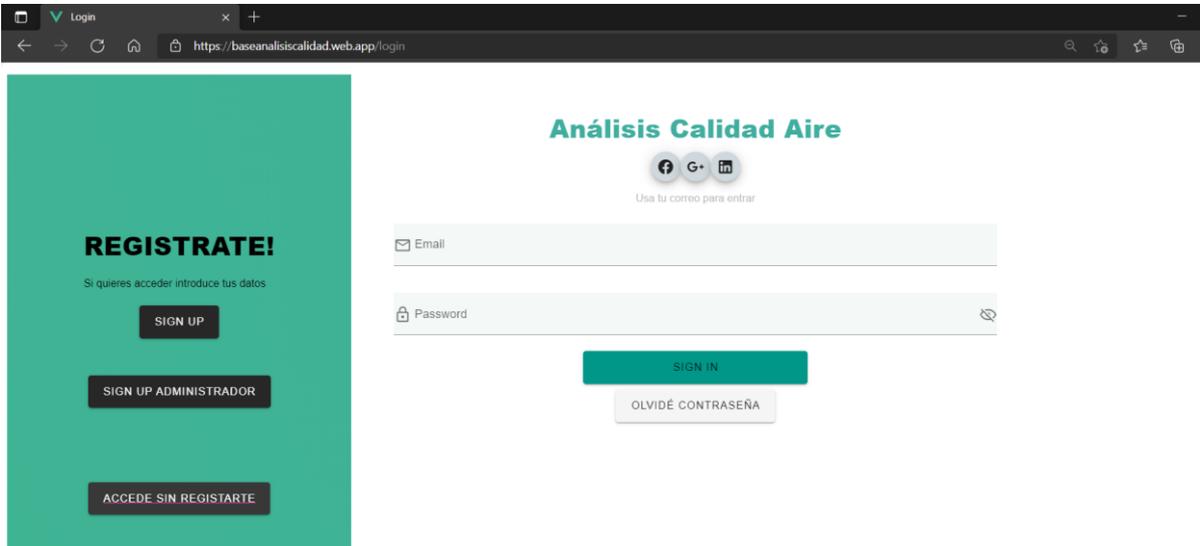


Figura 52. Acceso usuario no registrado.

6.2. PÁGINA PRINCIPAL

Una vez pulsado se observará la siguiente página, donde se muestran todas las salas que están registradas en el sistema, mostrándose la humedad en forma de barra en la parte inferior:

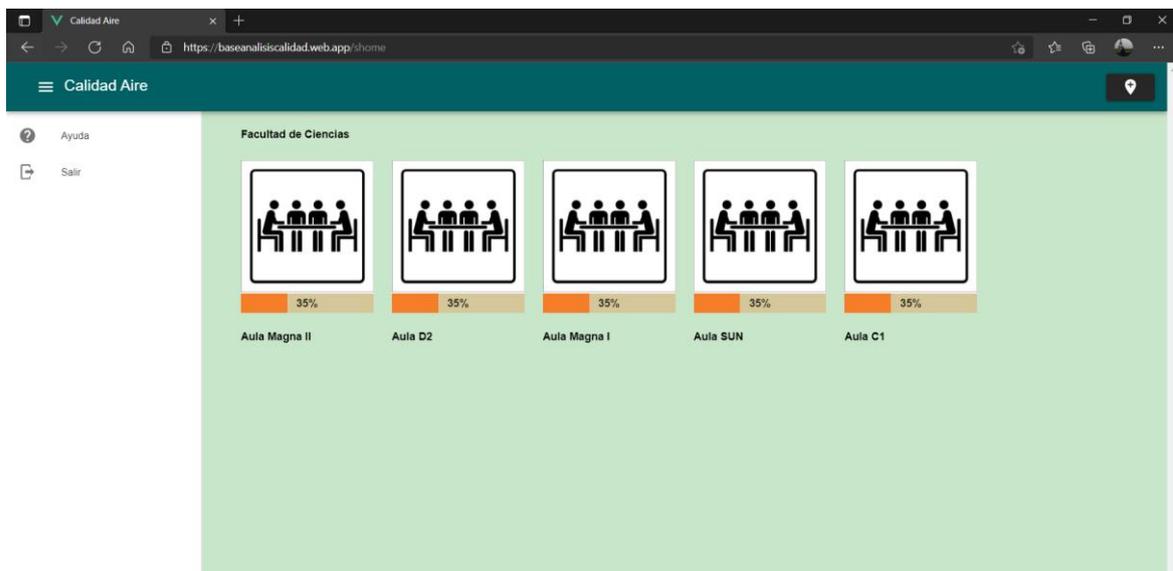


Figura 53. Página principal usuario no registrado

Además de un icono en la parte superior con el **símbolo de una ubicación** en el cual pulsando se obtendrá un mapa de forma similar al mapa obtenido en la *Figura 12. Mapa usuario*.

Además de las alertas de forma análoga a las *Figura 13. Alerta roja CO₂* y *Figura 14. Alerta amarilla CO₂*.

6.3. CONSULTAR SALA

De la misma forma que en los anteriores se mostrará una página con las estadísticas del sensor:

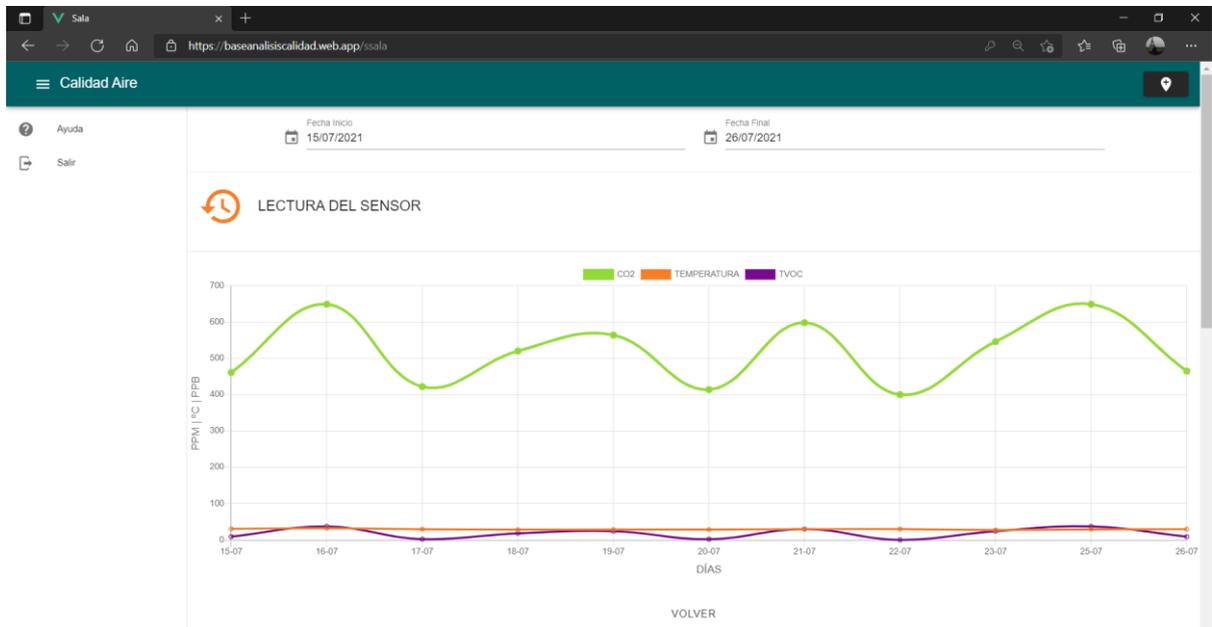


Figura 54. Sensor usuario no registrado

6.4. CONSULTAR AYUDA

Pulsando sobre el botón **ayuda** del panel izquierdo se le mostrará la página donde se encuentran resueltas algunas preguntas frecuentes (FAQ):

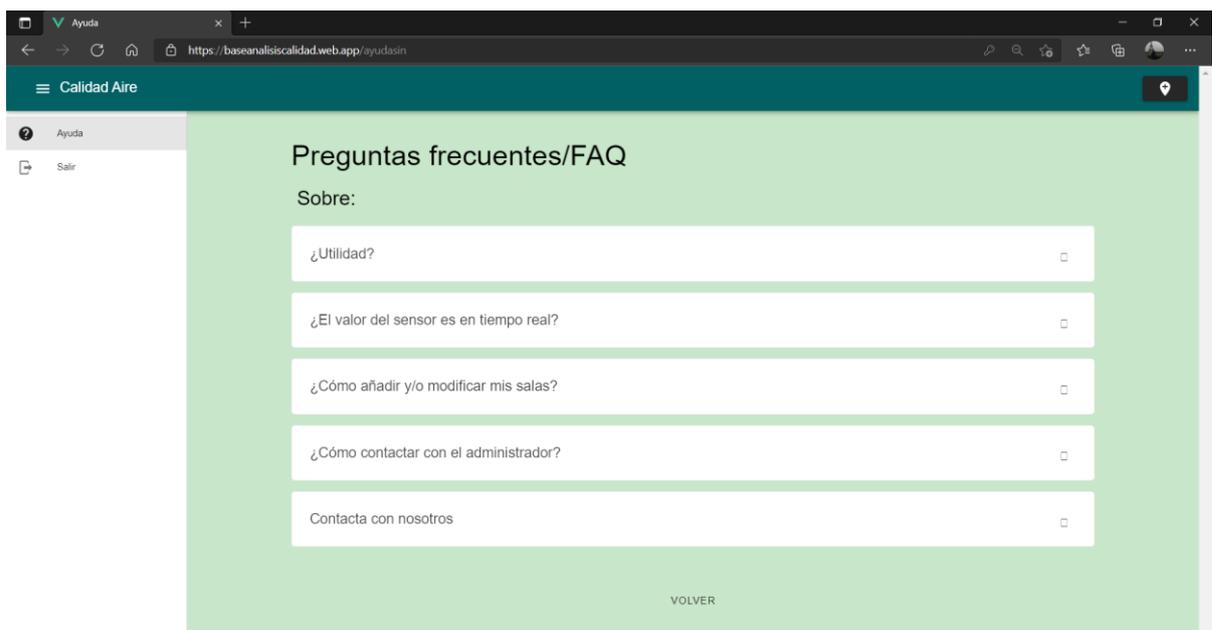


Figura 55. Ayuda usuario no registrado

6.5. SALIR

Pulsando sobre el icono **salir** del panel izquierdo se saldrá del sistema y se retrocederá a la página de *Login*.



Figura 56. Icono salir

7.SENSOR

Se debe conectar el sensor a una fuente de alimentación (puerto USB del ordenador en este caso) y a una red inalámbrica para poder conectarse a la base de datos en tiempo real de Firebase y almacenar los valores medidos:

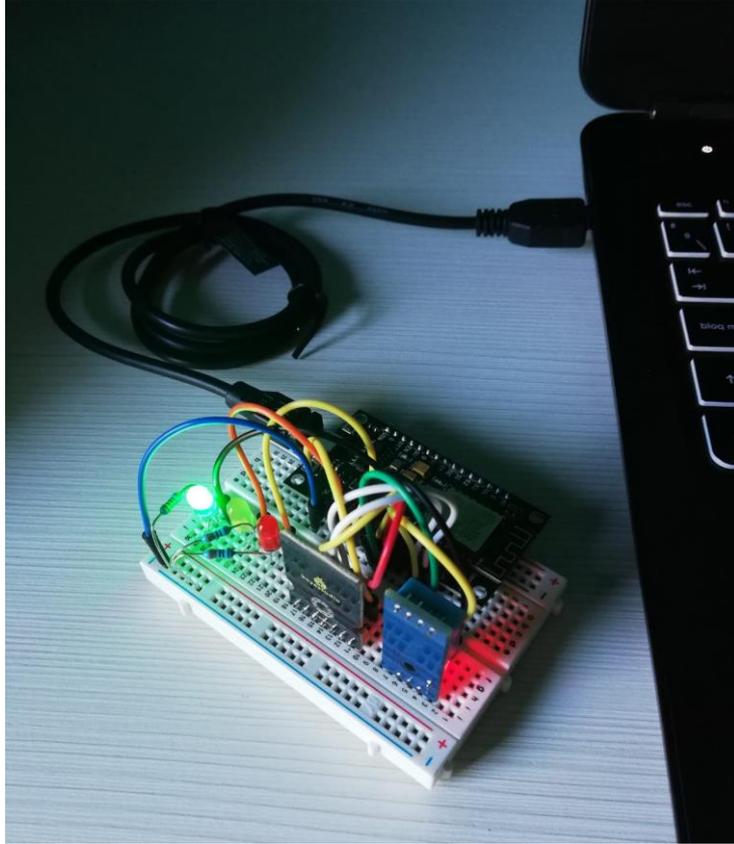


Figura 57. Conexión del sensor

Los LEDs se encenderán en función de los valores de CO₂ recogidos:

- **Verde:** si el valor de CO₂ es menor a 500 ppm.
- **Amarillo:** si el valor de CO₂ está en el rango de 500 ppm y 800 ppm.
- **Rojo:** si el valor de CO₂ es superior a 800 ppm.

Se han establecido estos rangos ya que [1]:

- Hasta 350 ppm: calidad de aire interior alta.
- Entre 350 y 500 ppm: calidad de aire interior buena.
- Entre 500 y 800 ppm: calidad de aire interior moderada.
- Superior a 800 ppm: calidad de aire interior baja.

8. REFERENCIAS

- [1] S. (2019, 15 abril). *Efectos del CO2 en la contaminación del aire interior y en la salud* / S&P. S&P Sistemas de Ventilación.
<https://www.solerpalau.com/es-es/blog/efectos-co2/>