



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO



“Prototipo de sistema de envío y seguimiento de alertas ante la detección de anomalías en la frecuencia cardiaca o saturación de oxígeno en la sangre”.

TT: 2020-B065 Junio 2021.

Resumen

En el presente documento se propone un prototipo de sistema, el cual tiene como objetivo alertar y dar seguimiento en tiempo real cuando un usuario presente anomalías en su frecuencia cardiaca o niveles bajos de saturación de oxígeno en la sangre, para de este modo aumentar las probabilidades de que sea atendido prontamente evitando la muerte o daño cerebral.

Palabras Clave

Aplicación móvil, aplicación web, frecuencia cardiaca, alerta.

Presentan

Barriga Vargas Martín Eduardo
Ramirez Vives José Manuel
Salinas Nuñez Jaime Alejandro

Directores

Rivera de la Rosa Monica
Rueda Meléndez José Marco Antonio

Índice

Capítulo 1. Introducción	10
1.1 Problemática	11
1.2 Estado del arte	12
1.3 Justificación	13
1.4 Objetivo general	14
1.5 Objetivos específicos	14
1.6 Alcances y limitaciones	15
1.6.1 Alcances	15
1.6.2 Limitaciones	15
Capítulo 2. Marco Teórico	15
2.1 Frecuencia cardíaca	15
2.1.1 Arritmias	16
2.1.2 Infarto de miocardio	16
2.1.3 Paro cardiaco	16
2.2 Saturación de oxígeno en la sangre	16
2.2.3 Hipoxemia	17
2.3.4 Hipoxia cerebral	17
2.4 Herramientas de software	19
2.4.1 Firebase	19
2.4.2 SQLite	19
2.4.3 Google Maps API	19
2.4.4 Android Studio	20
2.4.5 Arduino IDE	20
2.4.6 Balsamiq wireframes	20
2.4.7 Fritzing	20
2.4.8 Biblioteca SoftwareSerial	20
2.4.9 Arduino-MAX30100	20
2.4.10 MPAndroid Chart	20
2.4.11 Bootstrap	21
2.5 Lenguajes de programación	21
2.5.1 Java	21
2.5.2 Javascript	21
2.5.3 Arduino	21
2.6 Herramientas de hardware	21
2.6.1 Pulsioxímetro	21
2.6.1.1 Sensor GYMax30100	23
2.6.2 Sensor de actividad eléctrica del corazón	23
2.6.2.1 Monitor de frecuencia cardíaca de un solo cable SparkFun - AD8232	24
2.6.3 Cable de sensor biomédico con conector Jack 3.5mm	26
2.6.4 Módulo Bluetooth	27
2.6.4.1 HC-06	27
2.6.5 Microcontrolador programable	29

2.6.5.1 Arduino Uno R3	29
2.6.6 Portapilas	30
Capítulo 3. Análisis	31
3.1 Metodología	31
3.1.1 Modelo Vista Controlador	31
3.2 Requerimientos del sistema	32
3.2.1 Requerimientos funcionales	32
3.2.2 Requerimientos no funcionales	35
3.3 Estudio de mercado	36
3.3.1 Objetivos del estudio de mercado	36
3.3.2 Descripción del producto	36
3.3.3 Clasificación del producto	36
3.3.4 Análisis de la demanda	36
3.3.4.1 Clasificación	36
3.3.4.2 Determinantes de la demanda	37
3.3.4.3 Segmentación del mercado	37
3.3.4 Análisis del precio	37
3.3.4.1 Determinación del precio del producto	37
3.4 Análisis de factibilidad	38
3.4.1 Factibilidad técnica	38
3.4.2 Factibilidad económica	40
3.5 Análisis de riesgos	42
3.5.1 Planes de contingencia	45
Capítulo 4. Diseño	51
4.1 Diagramas de casos de uso	51
4.1.1 Diagrama de casos de uso general	51
4.1.2 Iniciar sesión	52
4.1.3 Crear nueva cuenta	53
4.1.4 Recuperar contraseña	53
4.1.5 Ver instructivos	54
4.1.6 Monitorear signos vitales	55
4.1.7 Gestionar contactos	56
4.1.8 Enviar datos medidos	57
4.1.9 Seguir alerta mediante aplicación móvil	58
4.1.10 Seguir alerta mediante aplicación web	59
4.1.11 Generar alerta manual	61
4.1.12 Ver notificaciones	62
4.1.13 Configuración de usuario	63
4.2 Diagramas de secuencia	64
4.2.1 Iniciar sesión	64
4.2.2 Crear nueva cuenta	64
4.2.3 Recuperar contraseña	65
4.2.4 Ver instructivos	66

4.2.5 Monitorear signos vitales	66
4.2.6 Gestionar contactos	67
4.2.7 Enviar datos medidos	67
4.2.8 Seguir alerta mediante aplicación móvil	68
4.2.9 Seguir alerta mediante aplicación web	69
4.2.10 Generar alerta manual	70
4.2.11 Ver notificaciones	71
4.2.12 Configuración de usuario	72
4.3 Diagrama de clases	73
4.4 Diagrama de arquitectura	78
4.5 Diagramas de estado	79
4.5.1 Usuario	79
4.5.2 Dispositivo con sensores	79
4.6 Circuito	80
4.7 Base de datos local	81
4.8 Base de datos en la nube	82
Capítulo 5. Prototipos	85
5.1 Aplicación móvil	85
5.1.1 Pantalla principal de la aplicación móvil	85
5.1.2 Recuperar contraseña	86
5.1.3 Cambiar contraseña	87
5.1.4 Nuevo usuario	89
5.1.5 Instructivo	90
5.1.5.1 Recomendaciones generales	90
5.1.5.2 Instructivo Contactos	92
5.1.5.3 Instructivo Notificaciones	93
5.1.5.4 Instructivo Sensor	94
5.1.5.5 Instructivo Usuario	96
5.1.6 Contactos	97
5.1.7 Notificaciones	99
5.1.8 Historial de mediciones tomadas al suscitarse una emergencia	101
5.1.9 Chat durante una emergencia	103
5.1.10 Terminar emergencia	105
5.1.11 Sensor	106
5.1.12 Usuario	108
5.1.13 Datos Médicos	110
5.1.14 Respaldo	111
5.1.15 Alerta manual	112
5.2 Aplicación web	113
5.2.1 Seguimiento de alerta	113
5.2.2 Terminar alerta	117
5.2.3 Resumen de alerta	118
Conclusiones	120

Bibliografía y referencias	121
Glosario	123
Anexos	124
Anexo 1: Recopilación de requerimientos y fundamentos médicos: Entrevista	124
Anexo 2: Datos solicitados para cambio de contraseña	128
Anexo 3: Criterios de seguridad para contraseña de usuario	128
Anexo 4: Datos solicitados para registro de un nuevo usuario	128
Anexo 5: Información de un contacto registrado en la pantalla “Contactos”	128
Anexo 6: Información resumida de una notificación en la pantalla “Notificaciones”	128
Anexo 7: Posibles títulos para una notificación	128
Anexo 8: Información en el detalle de una emergencia terminada	128
Anexo 9: Información mostrada en el resumen de una alerta	128
Anexo 10: Información de signos vitales en punto específico de la gráfica de mediciones	128
Anexo 11: Información médica de un usuario	128
Anexo 12: Información solicitada para dar por terminada una emergencia	129
Anexo 13: Consideraciones para el envío de alertas	129

Índice de figuras

Figura 2.1: Representación de ECG con etiquetado de ondas e intervalos	17
Figura 2.2: Vista frontal de un corazón humano	18
Figura 2.3: Vista en cuadrícula del conjunto de ondas denominado Electrocardiograma	18
Figura 2.4: Absorción de la luz de acuerdo a su longitud de onda	22
Figura 2.5: Absorción de luz de diferentes longitudes de onda	22
Figura 2.6: Esquemático del sensor GYMax30100	23
Figura 2.7: Placa sparkfun con distribución de pines	24
Figura 2.8: Ubicaciones típicas de conexión de electrodos del monitor	25
Figura 2.9: Esquemático del monitor Sparkfun	26
Figura 2.10: Esquemático del módulo bluetooth HC-06	29
Figura 2.11: Esquemático del microcontrolador “Arduino UNO”	30
Figura 3.1: Metodología de ensamblaje por componentes	31
Figura 3.2: Modelo Vista Controlador	32
Figura 4.1: Diagrama general de casos de uso	51
Figura 4.2: Diagrama de caso de uso “Iniciar sesión”	52
Figura 4.3: Diagrama de caso de uso “Ver instructivos”	54
Figura 4.4: Diagrama de caso de uso “Monitorear signos vitales”	55
Figura 4.5: Diagrama de caso de uso “Gestionar contactos”	56
Figura 4.6: Diagrama de caso de uso “Enviar datos medidos”	57
Figura 4.7: Diagrama de caso de uso “Seguir alerta mediante aplicación móvil”	58
Figura 4.8: Diagrama de caso de uso “Seguir alerta mediante aplicación web”	59
Figura 4.9: Diagrama de caso de uso “Generar alerta manual”	61
Figura 4.10: Diagrama de caso de uso “Ver notificaciones”	62
Figura 4.11: Diagrama de caso de uso “Configuración de usuario”	63
Figura 4.12: Diagrama de secuencia de caso de uso “Iniciar sesión”	64
Figura 4.13: Diagrama de secuencia de caso de uso “Crear nueva cuenta”	64
Figura 4.14: Diagrama de secuencia de caso de uso “Recuperar contraseña”	65
Figura 4.15: Diagrama de secuencia de caso de uso “Ver instructivos”	66
Figura 4.16: Diagrama de secuencia de caso de uso “Monitorear signos vitales”	66
Figura 4.17: Diagrama de secuencia de caso de uso “Gestionar contactos”	67
Figura 4.18: Diagrama de secuencia de caso de uso “Enviar datos medidos”	67
Figura 4.19: Diagrama de secuencia de caso de uso “Seguir alerta mediante	68

“aplicación móvil”

Figura 4.20: Diagrama de secuencia de caso de uso “Seguir alerta mediante aplicación web”	69
Figura 4.21: Diagrama de secuencia de caso de uso “Generar alerta manual”	70
Figura 4.22: Diagrama de secuencia de caso de uso “Ver notificaciones”	71
Figura 4.23: Diagrama de secuencia de caso de uso “Configuración de usuario”	72
Figura 4.24: Diagrama de clases del sistema	73
Figura 4.25: Clase Usuario	74
Figura 4.26: Clase Contacto	74
Figura 4.27: Clase Notificación	75
Figura 4.28: Clase Medición	75
Figura 4.29: Clase Dato	75
Figura 4.30: Clase Emergencia	75
Figura 4.31: Clase Resumen	76
Figura 4.32: Clase Mensaje	76
Figura 4.33: Clase Localización	76
Figura 4.34: Clase ManejadorBaseDeDatosLocal	76
Figura 4.35: Clase ManejadorServicioEnLaNube	77
Figura 4.36: Clase ManejadorDeCircuitoElectrónico	77
Figura 4.37: Clase ManejadorDeInstructivo	77
Figura 4.38: Clase ManejadorDeMediciones	77
Figura 4.39: Diagrama de arquitectura del sistema	78
Figura 4.40: Diagrama de estados de Usuario	79
Figura 4.41: Diagrama de estados de Dispositivo con sensores	79
Figura 4.42: Circuito de dispositivo con sensores	80
Figura 4.43: Diagrama relacional de la base de datos	81
Figura 4.44: Estructura de árbol para la colección de usuarios	82
Figura 4.45: Estructura de árbol para la colección de contactos	82
Figura 4.46: Estructura de árbol para la colección de notificaciones	83
Figura 4.47: Estructura de árbol para la colección de mediciones y datos	83
Figura 4.48: Estructura de árbol para la colección de emergencias	84
Figura 5.1: Pantalla principal de la aplicación móvil	85
Figura 5.2: Pantalla “Recuperar contraseña” para empezar cambio de contraseña	86
Figura 5.3: Pantalla “Cambiar contraseña” para establecer una nueva contraseña de usuario	87

Figura 5.4: Pantalla “Nuevo usuario” para registrar un nuevo usuario al sistema	89
Figura 5.5: Primer pantalla del instructivo de la aplicación móvil “Recomendaciones generales”	90
Figura 5.6: Segunda pantalla del instructivo de la aplicación móvil “Contactos”	92
Figura 5.7: Tercer pantalla del instructivo de la aplicación móvil “Notificaciones”	93
Figura 5.8: Cuarta pantalla del instructivo de la aplicación móvil “Sensor”	94
Figura 5.9: Quinta pantalla del instructivo de la aplicación móvil “Usuario”	96
Figura 5.10: Pantalla “Contactos” para registrar contactos a los que se les mandarán alertas	97
Figura 5.11: Pantalla “Notificaciones” para observar e interactuar con las alertas enviadas y recibidas	99
Figura 5.12: Pantalla para mostrar las mediciones del usuario tomadas durante una emergencia ya expirada que no lanzó alertas	101
Figura 5.13: Pantalla para mostrar las mediciones del usuario tomadas durante una emergencia ya expirada que lanzó alertas	101
Figura 5.14: Pantalla con chat para mensajear con usuarios que se encuentren atendiendo una emergencia propia	103
Figura 5.15: Pantalla con chat para mensajear con usuarios que se encuentren atendiendo una emergencia de otro usuario	103
Figura 5.16: Pantalla “Terminar emergencia” con formulario para resumen de la emergencia	105
Figura 5.17: Pantalla “Sensor” para vincular el sensor con el dispositivo y observar mediciones	106
Figura 5.18: Pantalla “Usuario” para editar información de usuario y cerrar sesión	108
Figura 5.19: Pantalla “Datos Médicos” para observar y editar la información médica del usuario	110
Figura 5.20: Pantalla “Respaldo” para realizar y configurar los respaldos de información de usuario	111
Figura 5.21: Pantalla “Alerta Manual” con contador para envío de alertas	112
Figura 5.22: Prototipo de vista de aplicación web	113
Figura 5.23: Prototipo de vista de la aplicación web en un dispositivo móvil	114
Figura 5.24: Despliegue de los datos médicos del usuario	115
Figura 5.25: Despliegue de los datos médicos del usuario desde un dispositivo móvil	115
Figura 5.26: Vista del formulario para terminar la emergencia	117
Figura 5.27: Vista del formulario para terminar la emergencia desde un dispositivo móvil	117
Figura 5.28: Vista del resumen de una emergencia ya terminada	118
Figura 5.29: Resumen de una emergencia ya terminada visto desde un dispositivo móvil	119

Índice de tablas

Tabla 1.1: Resumen de productos similares	12
Tabla 2.1: Comparativa de pulsioxímetros	22
Tabla 2.2: Comparativa de sensores de actividad eléctrica del corazón	24
Tabla 2.3: Asignación de pines para la placa Sparkfun	25
Tabla 2.4: Comparativa entre cables para sensor biomédico	26
Tabla 2.5: Comparativa entre módulos bluetooth	27
Tabla 2.6: Funciones de los pines del módulo bluetooth HC-06	28
Tabla 2.7: Comandos para configuración del módulo con comando 'AT'	28
Tabla 2.8: Tabla comparativa de microcontroladores	29
Tabla 2.9: Comparativa entre portapilas	31
Tabla 3.1: Requerimientos funcionales del sistema	32
Tabla 3.2: Requerimientos no funcionales del sistema	35
Tabla 3.3: Precios de competidores	38
Tabla 3.4: Recursos de hardware con los que cuenta el equipo para desarrollo	39
Tabla 3.5: Recursos de hardware necesarios y con los que no cuenta el equipo	39
Tabla 3.6: Requerimientos de software para desarrollo	40
Tabla 3.7: Tabla de precios para hardware necesario	40
Tabla 3.8: Tabla de precios del software necesario	41
Tabla 3.9: Costos de los servicios de Firebase	41
Tabla 3.10 : Puntos de riesgo del proyecto	43
Tabla 3.11: Semáforo de riesgos con base en análisis de riesgos	44
Tabla 3.12: Hoja de información de riesgo R01. Mala comunicación con los integrantes del equipo	45
Tabla 3.13: Hoja de información de riesgo R02. Mala comunicación con el cliente	45
Tabla 3.14: Hoja de información de riesgo R03. Subestimación de tiempo necesario para desarrollar actividades	46
Tabla 3.15: Hoja de información de riesgo R04. El usuario no está capacitado para operar el sistema	46
Tabla 3.16: Hoja de información de riesgo R05. Salud grave de algún integrante durante la realización del trabajo	46

Tabla 3.17: Hoja de información de riesgo R06. Demora en la entrega de recursos de hardware necesarios para la realización del proyecto	47
Tabla 3.18: Hoja de información de riesgo R07. Daño en los sensores al momento de la realización del proyecto	47
Tabla 3.19: Hoja de información de riesgo R08. Fallo en la lectura de los sensores	47
Tabla 3.20: Hoja de información de riesgo R09. Pérdida de datos entregados por los sensores	48
Tabla 3.21: Hoja de información de riesgo R10. Fallo en la conexión del hardware con el software.	48
Tabla 3.22: Hoja de información de riesgo R11. Las computadoras del equipo para desarrollo no cuentan con la tecnología necesaria	49
Tabla 3.23: Hoja de información de riesgo R12. Dificultad en la conexión de los diferentes módulos del proyecto	49
Tabla 3.24: Hoja de información de riesgo R13. Fallo en servicios en la nube	49
Tabla 3.25: Hoja de información de riesgo R14. Recursos financieros insuficientes	50
Tabla 3.26: Hoja de información de riesgo R15. Crecimiento masivo del proyecto	50
Tabla 4.1 : Descripción CU1: Iniciar sesión	52
Tabla 4.2: Descripción CU2: Crear nueva cuenta	53
Tabla 4.3: Descripción CU3: Recuperar contraseña	53
Tabla 4.4 : Descripción CU4: Ver instructivos	55
Tabla 4.5: Descripción CU5: Monitorear signos vitales	56
Tabla 4.6 : Descripción CU6: Gestionar contactos	57
Tabla 4.7 : Descripción CU7: Enviar datos medidos	58
Tabla 4.8: Descripción CU8: Seguir alerta mediante aplicación móvil	59
Tabla 4.9 : Descripción CU9: Seguir alerta mediante aplicación web	60
Tabla 4.10 : Descripción CU10: Generar alerta manual	61
Tabla 4.11 : Descripción CU11: Ver notificaciones	62
Tabla 4.12 : Descripción CU12: Configuración de usuario	63
Tabla 5.1: Historias de usuario para la pantalla principal de la aplicación	85
Tabla 5.2: Historias de usuario para la pantalla “Recuperar contraseña”	87
Tabla 5.3: Historias de usuario para la pantalla “Cambiar contraseña”	88

Tabla 5.4: Historias de usuario para la pantalla “Nuevo usuario”	89
Tabla 5.5: Historias de usuario para el instructivo de la pantalla “Recomendaciones generales”	91
Tabla 5.6: Historias de usuario para el instructivo de la pantalla “Contactos”	92
Tabla 5.7: Historias de usuario para el instructivo de la pantalla “Notificaciones”	94
Tabla 5.8: Historias de usuario para el instructivo de la pantalla “Sensor”	95
Tabla 5.9: Historias de usuario para el instructivo de la pantalla “Usuario”	96
Tabla 5.10: Historias de usuario para la pantalla “Contactos”	97
Tabla 5.11: Historias de usuario para la pantalla “Notificaciones”	99
Tabla 5.12: Historias de usuario para la pantalla de mediciones del usuario	102
Tabla 5.13: Historias de usuario para la pantalla de chat de una emergencia	104
Tabla 5.14: Historias de usuario para la pantalla “Terminar emergencia”	105
Tabla 5.15: Historias de usuario para la pantalla “Sensor”	106
Tabla 5.16: Historias de usuario para la pantalla “Usuario”	109
Tabla 5.17: Historias de usuario para la pantalla “Datos Médicos”	110
Tabla 5.18: Historias de usuario para la pantalla “Respaldo”	111
Tabla 5.19: Historias de usuario para la pantalla “Alerta Manual”	113
Tabla 5.20: Historias de usuario para la pantalla de seguimiento de alerta en la aplicación web	116
Tabla 5.21: Historias de usuario para la pantalla “Terminar alerta” en la aplicación web	118

Capítulo 1. Introducción

1.1 Problemática

En México, la principal causa de muerte se debe a problemas relacionados con el corazón, ocupando, según los últimos datos del INEGI, un 20.85% [1] del total de causas de muerte registradas en México. Es de esperarse que estas muertes se den debido a paros cardiacos o infartos que sufre el individuo. Aproximadamente un 80% de los ataques cardíacos ocurren en el hogar y alrededor de 10% llegan a sobrevivir, y más de la mitad de estos quedan con daño cerebral permanente[2]. Es por esto que el paro cardiaco representa un gran problema tanto económico como de salud pública.

El daño cerebral, o en algún otro órgano, es derivado de una hipoxia, que es la falta de oxígeno suficiente para el órgano en cuestión. Esto puede ser causado por un paro cardiaco, así como por asfixia, ahogamiento, inhalar humo (en un incendio), o incluso por alguna enfermedad respiratoria[3], como el COVID-19 actualmente.

La atención médica o reanimación cardiopulmonar (RCP) debe ser realizada lo más pronto posible, pues puede ser crucial para reducir daños. En conclusión, la supervivencia a uno de estos eventos dependerá principalmente de si hay un reconocimiento inmediato del suceso.

Como solución a lo anterior se propone un sistema de envío de alertas al detectar anomalías en la frecuencia cardíaca o niveles bajos de saturación de oxígeno en la sangre teniendo como principales funcionalidades:

1. Detección y envío constante de la frecuencia cardíaca y nivel de saturación de oxígeno en la sangre a un teléfono móvil android.
2. Uso de teléfono android para edición de información de usuario y envío/recepción de mensajes de alerta a contactos y usuarios cercanos por medio de la aplicación al detectar una anomalía en la frecuencia cardíaca, niveles bajos de saturación de oxígeno en la sangre o petición de envío de alerta manual.
3. Registro y visualización de electrocardiograma y nivel de saturación de saturación de oxígeno.
4. Seguimiento en tiempo real del estado de la emergencia mostrando tanto en la aplicación android como en la aplicación web:
 - a. Nombre, ubicación, frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno actual de la persona que mandó la alerta.
 - b. Chat grupal entre usuarios que aceptaron atender la emergencia.
 - c. Nombre de los usuarios que se encuentren atendiendo la emergencia y sus ubicaciones en tiempo real.
 - d. Si la emergencia ya fue atendida e información sobre el estado de la persona al momento de finalizar la emergencia.
 - e. Almacenamiento en la nube como respaldo para información de usuario y datos medidos.

1.2 Estado del arte

Sistemas similares que se han desarrollado son.

1. Prototipo de Sistema de Alerta y Monitoreo de Signos Vitales de Participantes en Carreras Deportivas
2. Sistema Evaluador de Ecg para la Detección y Localización de Emergencias Médicas de Manera Remota
3. EMAY
4. Aed Alert

En la tabla 1.1 se muestran las características y precios de cada uno de ellos.

Producto	Características	Precio
Prototipo de Sistema de Alerta y Monitoreo de Signos Vitales de Participantes en Carreras Deportivas	Sistema para el monitoreo de los signos vitales de los participantes de carreras deportivas conformado por un dispositivo electrónico, una aplicación móvil, un servidor y una aplicación de monitoreo donde revisar todos los datos de los participantes y recibir alertas.	Sin precio especificado
Sistema Evaluador de Ecg para la Detección y Localización de Emergencias Médicas de Manera Remota	Sistema que, mediante un dispositivo electrónico, determina la necesidad de atención médica para un paciente, enviando una alerta al hospital más cercano con los datos del paciente y el electrocardiograma registrado.	Sin precio especificado
EMAY	Monitor portable de electrocardiograma. El dispositivo se sostiene en las manos tocando puntos específicos para entonces poder visualizar durante 30 segundos el electrocardiograma y la frecuencia cardiaca. Puede conectarse a una aplicación móvil para revisar y compartir la información.	\$5,315
Aed Alert	Aplicación móvil para envío y recepción de alertas enviadas manualmente por un usuario en emergencia. Las alertas son enviadas a usuarios cercanos y se les indica la ubicación y ruta.	Gratis

Tabla 1.1: Resumen de productos similares.

1.3 Justificación

Como se mencionó en la introducción, en México las enfermedades relacionadas con problemas del corazón son la principal causa de muerte, siendo el desenlace de estos problemas un infarto o paro cardiaco que lleva a la muerte o daño cerebral. Otra situación en la que las personas no pueden dar aviso de que se encuentran en una emergencia es al perder el conocimiento por falta de oxígeno, ya sea por enfermedades respiratorias o un accidente que provoque asfixia. Cuando estos sucesos ocurren, las acciones que se tomen en los primeros minutos serán las que dicten el desenlace de la situación. Se ha mencionado también la importancia de que un intento de RCP, en ausencia de atención médica, sea llevado a cabo de manera correcta en el menor tiempo posible después del evento para reducir las probabilidades de muerte o daño cerebral, es por esto que se necesita tener una forma de notificar a otras personas cuando alguien sufre un infarto, paro cardíaco o sus niveles de oxígeno se encuentran bajos, para aumentar la probabilidad de que sea atendida prontamente.

Actualmente en la playstore y appstore existen aplicaciones cuyo objetivo también es avisar ante una emergencia cardíaca haciendo uso de envío de alertas a sus usuarios, sin embargo, carecen de un dispositivo de monitoreo de frecuencia cardíaca que permita que estas sean enviadas de manera automática al detectar alguna anomalía, sino que dependen de que otra persona alerte primero a los servicios de emergencia para que después se pueda tomar esa alerta y plasmarla en la aplicación.

Se decidió aparte llevar a cabo el monitoreo de la saturación de oxígeno en la sangre, lo cual pocas aplicaciones que se encuentran en el mercado toman en cuenta. Esto permitirá tener un indicador más de alerta al detectar niveles bajos de oxígeno, sin necesidad de verse reflejado en un cambio considerable en su frecuencia cardíaca.

Si bien, el monitoreo de la frecuencia cardíaca y oxigenación en la sangre se puede llevar a cabo por medio de algunos “smartwatch” o “fitband”, estos dispositivos tienden a ser bastante costosos o restrictivos en cuanto a su integración con aplicaciones de terceros respectivamente. Por lo cual, se decide diseñar un dispositivo encargado del monitoreo y envío de los valores de la frecuencia y el nivel de oxígeno a un dispositivo android, esto debido a que android cubre el 72.92% mundial del mercado [4]. Aún así, no se descarta la posibilidad de la recepción de las alertas en dispositivos móviles con sistemas operativos diferentes ya que estos podrán recibirlas por medio de SMS y ver el seguimiento de estas por medio de la aplicación web, lo cual ningún sistema lo considera.

Para ampliar los casos en los que el sistema podría ser de ayuda, las alertas también podrán ser enviadas manualmente por el usuario en el momento que este lo crea necesario, a través de un botón físico en el dispositivo de monitoreo, sin necesidad de que la frecuencia cardíaca o saturación del oxígeno del usuario presente anomalías. Esto no es posible de realizar en aplicaciones comerciales actuales debido a que carecen de un dispositivo de monitoreo propio.

En el contenido de la alerta siempre se encontrará la información clínica relevante para tomar mejores decisiones al auxiliarlo, además de su ubicación en tiempo real, pues es posible que este se encuentre dentro de un vehículo en movimiento.

También se pretende incrementar la probabilidad de ser auxiliado de forma temprana alertando a los usuarios de la aplicación que se encuentren dentro de un rango de distancia del usuario que dispara la alerta. Para brindar mayor información a las personas que están dando seguimiento a la emergencia, se les proporciona un mapa con la posición geográfica de todos los involucrados y un chat grupal con el que puedan comunicarse entre ellos, esto no está considerado en las aplicaciones existentes y puede ser de gran ayuda para agilizar la respuesta de los usuarios al tener disponible una comunicación directa entre ellos.

El monitoreo constante de la actividad eléctrica del corazón servirá además para generar una gráfica donde se visualicen las anomalías registradas, sirviendo de apoyo para un diagnóstico médico. De igual manera, se guardarán los niveles de saturación de oxígeno registrados.

Para evitar la pérdida de información al eliminar la aplicación o cambiar de dispositivo móvil, se guardará un respaldo de la información del usuario y sus datos medidos en la nube

1.4 Objetivo general

Desarrollar un sistema de envío y seguimiento de alertas que aumente las probabilidades de un pronto auxilio ante una emergencia cardiaca o niveles anormales de oxígeno en la sangre.

1.5 Objetivos específicos

- Hacer la detección y el envío constante de la frecuencia cardiaca y nivel de saturación de oxígeno en la sangre a un teléfono móvil android.
- Permitir la edición de información de usuario y envío/recepción de mensajes de alerta a contactos y usuarios cercanos al detectar una anomalía en la frecuencia cardiaca, niveles bajos de saturación de oxígeno en la sangre o petición de envío de alerta manual.
- Guardar y mostrar gráfica de electrocardiogramas del usuario.
- Llevar un seguimiento en tiempo real del estado de la emergencia con información acerca de:
 - Nombre, ubicación, frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno actual de la persona que mandó la alerta.
 - Chat grupal entre usuarios que aceptaron atender la emergencia.
 - Nombre de los usuarios que se encuentren atendiendo la emergencia y sus ubicaciones en tiempo real.
 - Si la emergencia ya fue atendida e información sobre el estado de la persona al momento de finalizar la emergencia.
- Almacenar en la nube la información de usuario y los datos medidos.

1.6 Alcances y limitaciones

1.6.1 Alcances

- Se desarrollará la aplicación para dispositivos android con versión 4.1 y superiores.
- El dispositivo electrónico será solamente un prototipo funcional, por lo que su tamaño y estructura no será primordial en su desarrollo.
- La gráfica del electrocardiograma será mostrada si el sensor y sus electrodos se encuentran correctamente conectados.
- El sistema funcionará únicamente como una ayuda para alertar ante posibles percances.
- Se podrá actualizar en tiempo real el estado de un usuario en emergencia mientras cuente con conexión a internet.

1.6.2 Limitaciones

- Se utilizará el plan sin cargo Spark de Fire Base que limita a
 - Conexiones Simultáneas: 100.
 - GB almacenados: 1 GB.
 - GB descargados: 1 GB por mes.
 - Datos almacenados: 1 GB.
 - Salida de red: 10 GB por mes.
 - Operaciones de escritura de documentos: 20,000 por dia.
 - Operaciones de lectura de documentos: 50,000 por día.
 - Operaciones de eliminación de documentos: 20,000 por dia.
 - Autenticación por teléfono: 10,000 por mes. [5]
- El registro de electrocardiograma no puede ser de calidad profesional debido a la precisión del sensor de actividad eléctrica.
- La aplicación no dará ningún diagnóstico médico al usuario.
- La distancia máxima entre el dispositivo electrónico y el teléfono móvil será de aproximadamente 9 metros (límite de distancia para conexión bluetooth).
- Para el envío de alertas se deberá contar con conexión a red de telefonía móvil o internet.

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1 Frecuencia cardíaca

También llamada pulso cardiaco, es la cantidad de latidos cardiacos por minuto. La frecuencia cardiaca puede dar información valiosa acerca de la salud de una persona, pues un cambio en la frecuencia normal puede indicar la presencia de un problema. En una emergencia, tomar el pulso de una persona puede ayudar a determinar si el corazón está bombeando. En reposo, el rango de frecuencia normal por edades es el siguiente [6]:

- Recién nacidos de 0 a 1 mes de edad: 70 a 190 latidos por minuto
- Bebés de 1 a 11 meses de edad: 80 a 160 latidos por minuto

- Niños de 1 a 2 años de edad: 80 a 130 latidos por minuto
- Niños de 3 a 4 años de edad: 80 a 120 latidos por minuto
- Niños de 5 a 6 años de edad: 75 a 115 latidos por minuto
- Niños de 7 a 9 años de edad: 70 a 110 latidos por minuto
- Niños de 10 años o más y adultos (incluso ancianos): 60 a 100 latidos por minuto
- Atletas bien entrenados: de 40 a 60 latidos por minuto

2.1.1 Arritmias

Si la frecuencia cardiaca en reposo se encuentra continuamente alta, se dice que se presenta taquicardia. Si la frecuencia se encuentra por debajo de los niveles normales, entonces se trata de bradicardia. Una arritmia bien puede ser inofensiva, sin embargo podría representar un problema cardiaco o un peligro inminente. También pueden presentarse latidos irregulares o desiguales, así como la omisión de latidos o latidos adicionales en la frecuencia. [7]

Una arritmia podría ser señal de algún tipo de fibrilación:

- Fibrilación o aleteo auricular: Se presenta una frecuencia cardiaca muy rápida e irregular en muchos casos. La frecuencia puede ser de 100 a 175 latidos por minuto. El corazón no puede contraerse de forma regular y coordinada, por ende, no puede bombear la sangre suficiente para el cuerpo [8].
- Fibrilación ventricular: Se presentan latidos muy irregulares. Se trata de una contracción o temblor incontrolable en las fibras musculares y es potencialmente mortal. Se deja de bombear sangre desde el corazón. La causa más común es un ataque cardiaco, sin embargo puede presentarse cuando el corazón no recibe suficiente oxígeno. La persona que la sufre debe ser atendida inmediatamente por un profesional. Se recomienda realizar RCP mientras llega la ayuda [9].

2.1.2 Infarto de miocardio

Más comúnmente llamado ataque cardíaco, ocurre cuando una de las arterias coronarias se ve obstruida por un coágulo, impidiendo que el corazón reciba sangre y oxígeno y provocando la muerte de sus células. Quien presenta un ataque cardíaco puede sentir previamente un dolor en el pecho que puede durar más de 20 minutos. Otro síntoma pueden ser palpitaciones, es decir, la sensación de que el corazón late muy rápido o de manera irregular [10].

2.1.3 Paro cardiaco

Un paro cardiaco se produce cuando el corazón desarrolla una arritmia por la cual éste deja de latir. Se diferencia del infarto donde el corazón sigue latiendo aunque el flujo sanguíneo se encuentre bloqueado. Ante un paro cardiaco, la persona afectada debe recibir atención inmediata, se le debe dar desfibrilación rápidamente o reanimación cardiopulmonar hasta que pueda recibir desfibrilación [11].

2.2 Saturación de oxígeno en la sangre

Mide el porcentaje de hemoglobina que lleva oxígeno a través de la sangre, comparado con la hemoglobina que no se ha ligado a ninguna molécula de oxígeno. La medición del nivel

de oxígeno es una de las más importantes en el cuidado de un paciente. Es posible medir la saturación de oxígeno por medio de un oxímetro de pulso, un dispositivo no invasivo que se coloca en el dedo del paciente [12].

2.2.3 Hipoxemia

La hipoxemia es un nivel de oxígeno en la sangre por debajo de lo normal. Es un signo de algún problema en la respiración o en la circulación. Se puede determinar por medio de un oxímetro de pulso, cuando este indique un porcentaje menor a 90 [13].

2.3.4 Hipoxia cerebral

Se presenta cuando el cerebro no recibe el suministro de oxígeno que requiere. Las células cerebrales son especialmente sensibles a la falta de oxígeno y algunas comienzan a morir a los 5 minutos de interrumpirse el suministro de oxígeno. Esto puede llevar a causar daño o incluso muerte cerebral en pocos minutos. Puede ser provocada por estrangulamiento, ahogamiento, atragantamiento, asfixia, intoxicación por monóxido de carbono, una arritmia, entre otras causas [14].

2.3 Electrocardiograma

Es la representación de la actividad eléctrica del corazón como un conjunto de ondas que el médico William Einthoven denominó P, Q, R, S, T y U, las cuales pueden verse representadas en la Figura 2.1. [15]

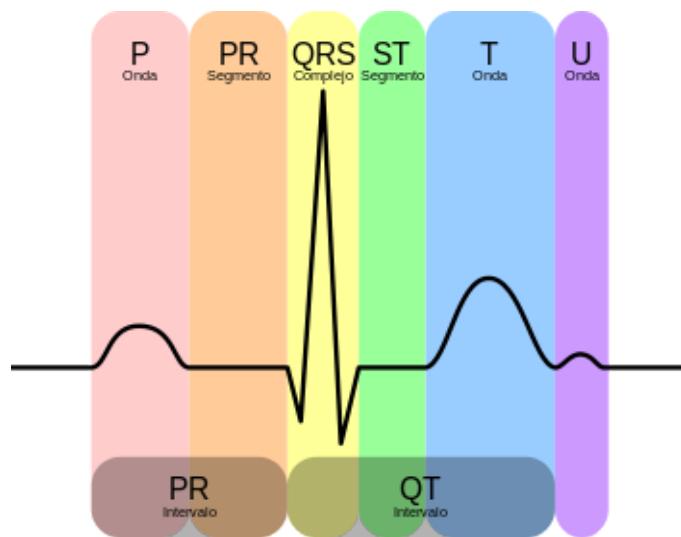


Figura 2.1: Representación de ECG con etiquetado de ondas e intervalos

El intervalo PR es la onda inicial generada por un impulso eléctrico que ha viajado desde la aurícula derecha a la izquierda, se puede encontrar una ilustración de la vista frontal del corazón en la figura 2.2. La aurícula derecha es la primera cámara en ver un impulso eléctrico, el cual genera como efecto la despolarización de las cámaras auriculares. Debido a esto, la aurícula derecha se contrae y drena la sangre desoxigenada de la vena cava superior e inferior hacia ventrículo derecho. Mientras que el impulso eléctrico sigue viajando por la parte superior del corazón, ahora es activada la contracción de la aurícula izquierda, recibiendo así en el ventrículo izquierdo, la sangre oxigenada de los pulmones a través de las venas pulmonares izquierda y derecha.

El complejo QRS forma parte del intervalo QT, y es donde el ventrículo derecho comienza a bombear la sangre desoxigenada que le había llegado anteriormente, hacia los pulmones mediante las arterias pulmonares izquierda y derecha. A su vez, el ventrículo izquierdo comienza a bombear sangre oxigenada a todos los órganos haciendo uso de la aorta. Los ventrículos se despolarizan.

Aún como parte del intervalo QT, en el segmento ST, los ventrículos solamente esperan a ser repolarizados. En la onda T se repolarizan y relajan los ventrículos para que estén listos cuando las aurículas vuelvan a llenarlos. La onda U representa la repolarización del músculo papilar.[16] La despolarización se refiere a cuando las células comienzan a perder carga negativa y la repolarización se refiere a cuando éstas comienzan a ganar carga negativa.

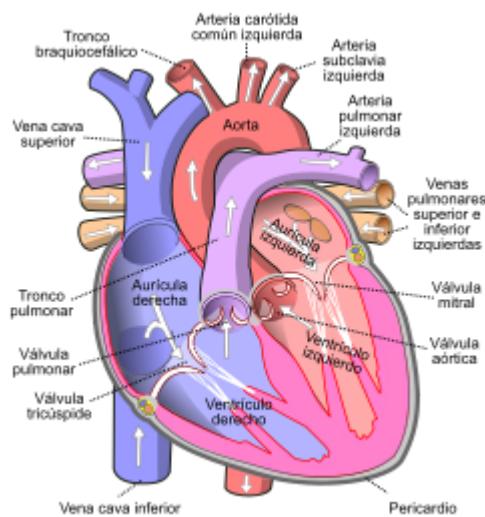


Figura 2.2: Vista frontal de un corazón humano

Los electrocardiogramas son visualizados en una cuadricula, como en la figura 2.3. Donde el eje horizontal es usado para representar el tiempo y el eje vertical para el voltaje.



Figura 2.3: Vista en cuadrícula del conjunto de ondas denominado Electrocardiograma

Donde un cuadrado chico de 1mm x 1mm representa 0.1mv x 0.04 segundos, y un cuadro grande de 5mm x 5mm representa 0.5mv x 0.20 segundos. [17]

2.4 Herramientas de software

2.4.1 Firebase

Es una plataforma de desarrollo de aplicaciones móviles y web, perteneciente a google. Incluye una gran cantidad de servicios, de entre los cuales resultan útiles para este proyecto:

- Firebase Realtime Database: Almacena y sincroniza datos con una base de datos NoSQL alojada en la nube. Los datos se sincronizan con todos los clientes en tiempo real y se mantienen disponibles cuando la app no tiene conexión.
- Firebase Realtime Database es una base de datos alojada en la nube. Los datos se almacenan en formato JSON y se sincronizan en tiempo real con cada cliente conectado.[18]
- Firebase Cloud Firestore: Es una base de datos NoSQL alojada en la nube que se puede acceder desde dispositivos móviles y aplicaciones web, con la capacidad de enviar actualizaciones en tiempo real. Es similar a Realtime Database, aunque en esta base de datos se almacenan documentos (con un formato JSON) y estos documentos se encuentran almacenados en colecciones. Los documentos a su vez pueden contener colecciones, permitiendo una mejor organización de los datos almacenados.[19]
- Firebase Authentication: Proporciona servicios de backend, SDK fáciles de usar y bibliotecas de IU ya elaboradas para autenticar a los usuarios en tu app. Admite la autenticación mediante contraseñas, números de teléfono, proveedores de identidad federada populares, como Google, Facebook y Twitter, y mucho más.[20] Los servicios de autenticación son en su mayoría gratuitos, a excepción de la autenticación telefónica que se mantiene gratis para 10,000 verificaciones por mes, una vez superada esta cantidad, se cobran \$0.06 USD por verificación adicional.[5]
- Firebase Hosting: Es el servicio de hosting de Firebase. Ofrece conexión segura, alojamiento de contenido dinámico, vista previa y pruebas con emulación. Mediante la interfaz de línea de comandos se pueden subir o actualizar los documentos que conforman la página web.

2.4.2 SQLite

Es una biblioteca gratis y de código abierto incluida en todos los dispositivos móviles que facilita la gestión de bases de datos con un motor SQL. Provee una vasta cantidad de funciones y operadores para la creación, modificación y uso de bases de datos. [21]

2.4.3 Google Maps API

Google ofrece a los desarrolladores sus servicios de Google Maps a través de tres principales productos: Maps, Routes y Places. Estos productos se pueden utilizar en aplicaciones móviles y web, aunque algunas características tienen costos según su uso. Es por este último punto que para este proyecto sólo se hará uso de dos de estos productos:

- Maps Embed API: Se trata de mapas incrustados en un sitio web los cuales no requieren programación con JavaScript, se agregan con una etiqueta "iframe" en el documento HTML, son interactivos y permite el uso de distintas características como mostrar la ruta entre dos puntos específicos, vista panorámica o búsqueda de

lugares. Todo esto sin ningún costo, aunque con una limitación en las consultas por segundo. [22]

- SDK de Maps para Android: Permite agregar mapas con datos de Google Maps a una aplicación Android. La API se encarga de la conexión al servidor de Google y la interacción que haga el usuario de la aplicación con el mapa. Permite al desarrollador colocar marcadores, conjuntos de líneas, polígonos e imágenes en el mapa, además de cambiar entre los distintos estilos de mapa (básico, satélite, híbrido y de terreno). El uso de mapas dinámicos en Android no tiene costo, a menos que se haga uso de Street View.[23]

2.4.4 Android Studio

Es el entorno de desarrollo oficial de Android, incluyendo todo lo fundamental para la compilación de aplicaciones para Android. Contiene un editor visual de las interfaces de nuestros proyectos, así como un emulador de un dispositivo móvil android para probar nuestra aplicación, y un editor de código inteligente que ayuda a ser más productivos apoyándonos con autocompletado compatible con los lenguajes Kotlin, Java y C/C++. [24]

2.4.5 Arduino IDE

Es una aplicación multiplataforma para Windows, MacOs y Linux, escrita en Java, utilizada para codificar y cargar programas en las placas compatibles con Arduino.[25]

2.4.6 Balsamiq wireframes

Balsamiq es una herramienta que nos ayuda a crear la estructura de una interfaz de usuario de una forma visual de modo que podamos tener una imagen atractiva de como se espera que sea el proyecto y de esta manera lograr que todos los integrantes tengan una noción de lo que se piensa desarrollar.[26]

2.4.7 Fritzing

Fritzing es una herramienta que permite crear prototipos de sistemas eléctricos y electrónicos de una manera visual, así también como documentarlos y compartirlos. Esta herramienta logra que podamos pasar de un diseño conceptual a un diseño de un producto final.[27]

2.4.8 Biblioteca SoftwareSerial

Es una biblioteca desarrollada para que se permita la comunicación serie en los pines digitales de un Arduino, así como la configuración de su velocidad en baudios.[28]

2.4.9 Arduino-MAX30100

Es una biblioteca escrita en C++, que ofrece una clase de controlador de bajo nivel que facilita la comunicación con el Max30100 desde el programa en arduino.[29]

2.4.10 MPAndroid Chart

Es una biblioteca de código abierto basada en Android. Ayuda a facilitar el manejo de la información en forma de gráficas de línea, de barras, circulares, de radar, de dispersión, de velas.[30]

2.4.11 Bootstrap

Es un framework utilizado para crear diseños tanto en aplicaciones móviles como en aplicaciones web. Esta biblioteca ofrece una amplia cantidad de plantillas para la mayoría de elementos presentes en una aplicación móvil o web, estas basadas en una combinación de Javascript, HTML y CSS. Este framework se especializa específicamente en la creación del front end de la aplicación a desarrollar.[31]

2.5 Lenguajes de programación

2.5.1 Java

Es un lenguaje orientado a objetos, nacido con el objetivo de ser un lenguaje de programación con una estructura sencilla y con la posibilidad de ejecutarse en distintos sistemas operativos. Puede ser utilizado para la programación de aplicaciones móviles en Android.[32]

2.5.2 Javascript

Es un lenguaje bastante famoso y soportado por casi todos los navegadores web de la actualidad. Se usa para la programación web, mezclándolo con HTML y CSS, pues permite crear páginas web dinámicas. Es un lenguaje de alto nivel, interpretado y débilmente tipado.[33]

2.5.3 Arduino

El lenguaje se puede dividir en funciones, variables y estructura. Las funciones serán todo lo necesario que nos permitirá controlar nuestra tarjeta Arduino y realizar cálculos, mientras que las variables engloban a los tipos de datos y constantes que podremos usar para guardar información, por último, la estructura son los elementos del código de Arduino(C++) que nos ayudan a tener un control del flujo y lógica de nuestro programa.[34]

2.6 Herramientas de hardware

2.6.1 Pulsioxímetro

Este sensor nos permitirá llevar a cabo la medición de dos de los signos vitales que pretende monitorear el sistema, los cuales son el nivel de saturación de oxígeno en la sangre del usuario y su frecuencia cardíaca.

Cuando la hemoglobina en la sangre ya ha pasado por el proceso de oxigenación, se convierte en oxihemoglobina y es aquí cuando se dice que la sangre de una persona está oxigenada. Estos dos compuestos tienen diferente nivel de absorción para diferentes longitudes de onda de luz. Es decir, que es posible percibirlos si se exponen a ondas de luz y después se capta la cantidad que han absorbido haciendo uso de un receptor de luz.

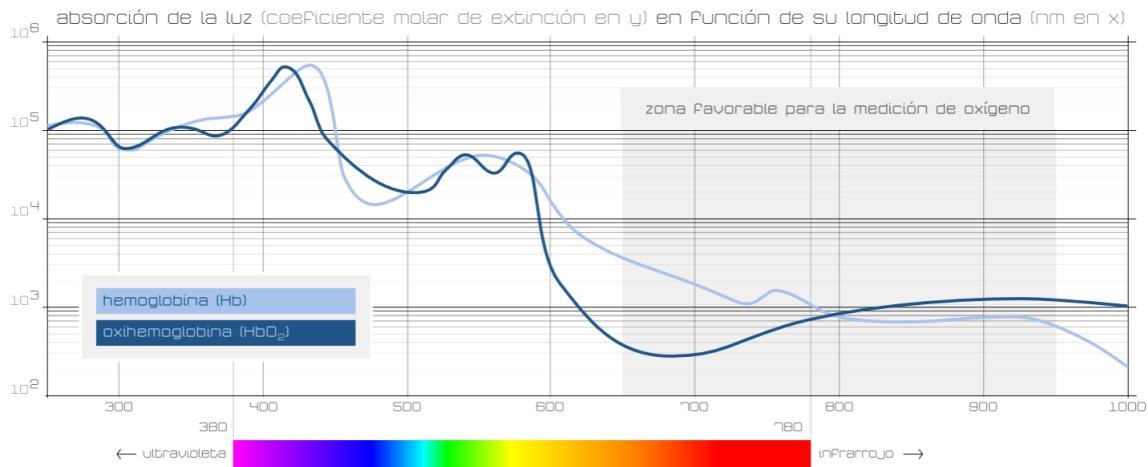


Figura 2.4: Absorción de la luz de acuerdo a su longitud de onda

Se puede apreciar en la figura 2.4 que la hemoglobina, aproximadamente, tiene una mayor absorción de luz entre los 650 nm y los 800 nm, y que al menos de 800 nm a los 950 nm, la hemoglobina comienza a absorber más luz que la oxihemoglobina. Estas longitudes de onda coinciden con la luz roja y la infrarroja, debido a esto es que los pulsioxímetros utilizan estos dos tipos de leds y un fotorreceptor como componentes, como se muestra en la figura 2.5. Gracias a estos valores se puede establecer un valor para el nivel de oxígeno, percibir cuando hay un pulso y así conocer la frecuencia cardíaca. [35]

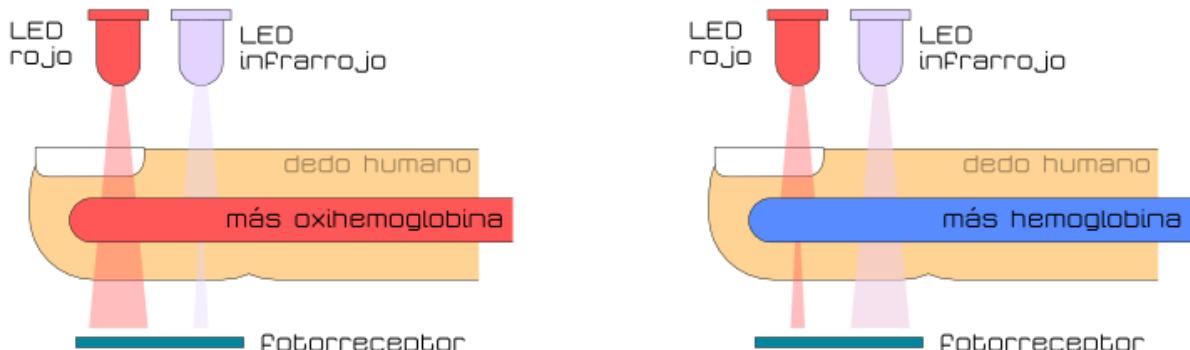


Figura 2.5: Absorción de luz de diferentes longitudes de onda

En la tabla 2.1 se muestra una tabla comparativa para este componente, resaltando en negritas la opción de componente que fue elegido.

Dispositivo	Sensor	Interfaz de comunicación	Dimensiones	Voltaje de alimentación	Fabricante	Precio
GYMax30100 Heart Rate Pulse Sensor	Max30100	I2C	1.27cm x 1.27cm	5v	GY	\$8
SparkFun SEN-15219	Max30101	I2C	2.54cm x 1.27cm	3.3v	Sparkfun	\$39.95
Pulse+ Pulse-Ox & Heart Rate Sensor based on MAX30102	Max30102	I2C	4cmx1.4cm	5v	Protocentral Electronics	\$24.73

Tabla 2.1: Comparativa de pulsioxímetros

2.6.1.1 Sensor GYMax30100

Es un dispositivo que integra un pulsioxímetro y un monitor de frecuencia cardíaca. Posee un led rojo, un led infrarrojo, un fotodetector, óptica especializada, filtro de luz ambiental.[35]. El diagrama esquemático de este componente puede ser observado en la figura 2.6.

Características técnicas:

- Voltaje de Operación: 5V DC
- Regulador de voltaje de 3.3V y 1.8V en placa
- Led rojo de 660nm
- Led infrarrojo de 920 nm
- Filtro de luz entre 50 y 60Hz
- Protocolo de comunicación: I2C
- ADC delta sigma de hasta 16 bits
- Temperatura de trabajo: -40°C hasta +85°C
- Dimensiones: 14mm x 17mm

Pines:

- VIN: 5V DC
- SCL: I2C CLOCK
- SDA: I2C DATA
- INT: Interrupción, activo a estado bajo
- IRD: cátodo led infrarrojo (No conectar)
- RD: cátodo led rojo (No conectar)
- GND: 0V

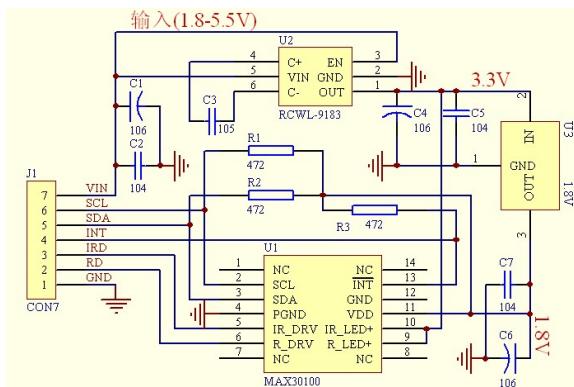


Figura 2.6: Esquemático del sensor GYMax30100[36]

2.6.2 Sensor de actividad eléctrica del corazón

El sensor de actividad eléctrica del corazón nos permitirá llevar a cabo la medición de la actividad eléctrica del corazón, esta actividad medida nos servirá para poder representarla como un electrocardiograma y de esta manera mostrar al usuario una representación gráfica y entendible de cómo interactúa su corazón.

En la tabla 2.2 se muestra una tabla comparativa para este componente, resaltando en negritas la opción de componente que fue elegido.

Dispositivo	Tipo	Acondicionador de señal	Voltaje de alimentación	No. pines	Informa falla en conexión de electrodos	Dimensiones	Fabricante	Precio
Monitor de frecuencia cardíaca de un solo cable SparkFun	Análogo	AD8232	3.3V	9	Sí	35mm x 30mm	SparkFun	\$19.95
DFRobot Heart Rate Monitor Sensor	Análogo	AD8232	3.3 - 6V	3	No	35mm x 22mm	DFRobot	\$19.90

Tabla 2.2: Comparativa de sensores de actividad eléctrica del corazón

2.6.2.1 Monitor de frecuencia cardíaca de un solo cable SparkFun - AD8232

Es una placa económica que nos sirve para medir la actividad eléctrica del corazón, la cual puede ser graficada como un electrocardiograma, esto gracias a su salida analógica. También actúa como amplificador operacional para ayudar a obtener señales más claras en los intervalos PR y QT.

El Ad8232 es un bloque acondicionador de señal integrado para mediciones de electrocardiograma. Está diseñado para extraer, amplificar y filtrar señales de biopotencial pequeñas en condiciones con presencia de ruido.[37]

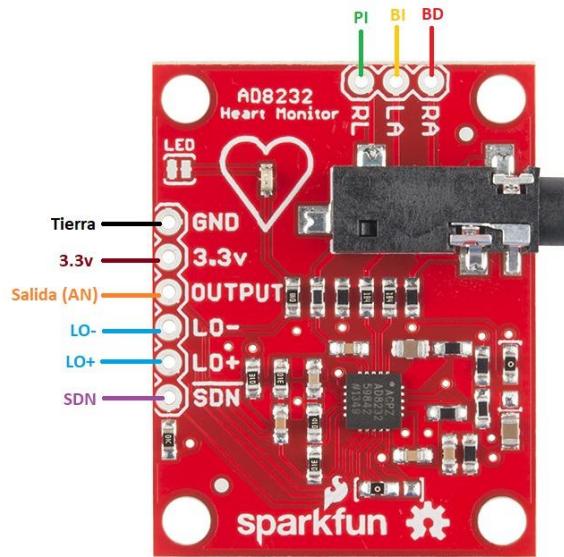


Figura 2.7: Placa sparkfun con distribución de pines

La placa Sparkfun opera a 3.3v, tiene dimensiones de 3.5cm x 3cm y tal como lo muestra la figura 2.7, brinda un led indicador que parpadea al ritmo del latido del corazón, una entrada Jack de 3.5mm para un solo cable de sensor biomédico en el que se encontrarán los parches de electrodos RA, LA, RL, y nueve conexiones del circuito integrado AD8232, a los

que se pueden conectar y soldar cables, pines o conectores, de los cuales sólo es necesario conectar cinco a la placa arduino. [38]

En la tabla 2.3 se muestra la función de cada uno de los pines y su respectiva conexión a la placa arduino.

Nombre del Pin	Función	Pin de placa arduino
GND	Alimentación de tierra	GND
3.3v	Alimentación de 3.3v	3.3v
OUTPUT	Señal de salida. Señal acondicionada del ECG	Cualquier pin análogo
LO-	Señal de salida. Falla en conexión de electrodo RA	Cualquier pin digital
LO+	Señal de salida. Falla en conexión de electrodo LA	Cualquier pin digital
SDN	Control de apagado	No se usa
RA	Brazo derecho	No se usa
LA	Brazo izquierdo	No se usa
RL	Pierna izquierda	No se usa

Tabla 2.3: Asignación de pines para la placa Sparkfun

Los pines RA, LA y RL son usados para conectar sensores biomédicos por separado, sin embargo se usará la conexión Jack de 3.5 mm para conectarlos.[39]

En la figura 2.8 se muestran las ubicaciones recomendadas por el fabricante para la colocación de los sensores biomédicos en el cuerpo.

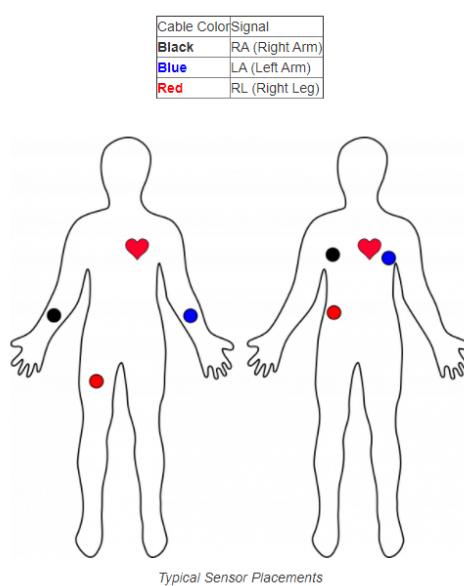


Figura 2.8: Ubicaciones típicas de conexión de electrodos del monitor

A continuación, en la figura 2.9 se muestra el diagrama esquemático de este componente a utilizar

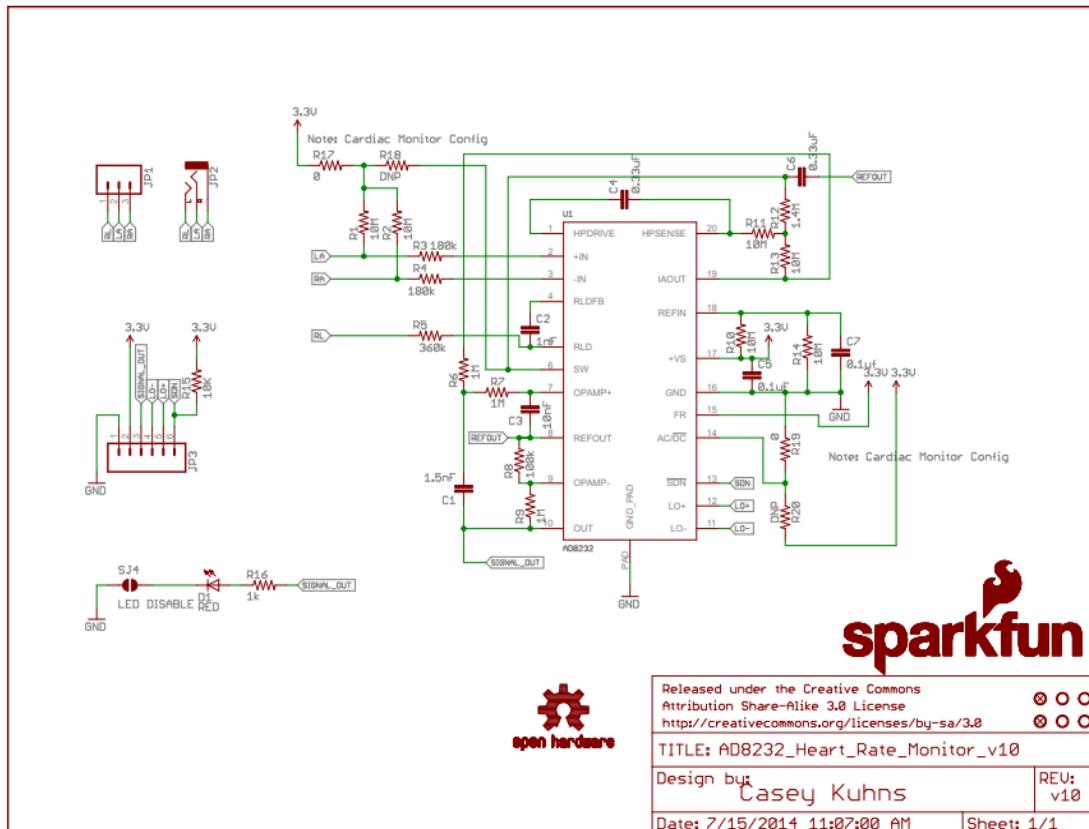


Figura 2.9: Esquemático del monitor Sparkfun[40]

2.6.3 Cable de sensor biomédico con conector Jack 3.5mm

Es el cable poseedor de los tres parches electrodos que van conectados al cuerpo de la persona. Cuenta con la entrada Jack 3.5mm del monitor de frecuencia cardíaca SparkFun.

En la tabla 2.4 se muestra una tabla comparativa para este componente, resaltando la opción de componente que fue elegido.

Cable	Longitud	Fabricante	Precio
Sensor Cable con Terminales en Broche y 3 Electrodos ECG	100cm	Moviltronics	\$6.23
Sensor Cable - Electrode Pads	60.96cm	Sparkfun	\$4.95

Tabla 2.4: Comparativa entre cables para sensor biomédico

2.6.4 Módulo Bluetooth

El módulo bluetooth es un componente indispensable para este sistema, este será el que nos permitirá hacer un vínculo entre la aplicación móvil del sistema con el dispositivo electrónico y por el cual los datos de las mediciones tomadas serán enviados al dispositivo móvil, todo esto de una manera inalámbrica.[41]

En la tabla 2.5 se muestra una tabla comparativa para este componente, resaltando la opción de componente que fue elegido.

Dispositivo	Protocolo que maneja	Modo de operación	Voltaje de alimentación	Interfaz para comunicación	Fabricante	Precio
HC-05	Bluetooth 2.0 + EDR	Maestro y esclavo	3.3V	UART	Smart Prototyping	\$8.50
RN4871-I /RM128	Bluetooth 4.2	Maestro y esclavo	1.9 V-3.6 V	UART	Microchip Technology	\$9.14
EYSGJN AWY-VX	Bluetooth 4.2	Maestro y esclavo	1.8 V to 3.6 V	UART	Taiyo Yuden	\$11.64
HC-06	Bluetooth 2.0 + EDR	Esclavo	3.3V-6V	UART	Olimex Ltd.	\$7.21

Tabla 2.5: Comparativa entre módulos bluetooth

2.6.4.1 HC-06

Es un dispositivo que soporta conexiones inalámbricas usando el protocolo bluetooth. Se monta sobre una interfaz compuesta de 4 pines, como lo muestra la tabla 2.6, para su conexión con el dispositivo arduino. Su forma de actuar es como esclavo, es decir, otro dispositivo realizará la conexión hacia este y no viceversa. [42]

Pin	Función
Vcc	Alimentación de Voltaje
Gnd	Alimentación de tierra
Txd	Transferir datos
Rxd	Recibir datos

Tabla 2.6: Funciones de los pines del módulo bluetooth HC-06

Permite la configuración de los parámetros de funcionamiento mediante el uso de comando AT. La tabla 2.7 muestra la relación entre el comando y su función.

Comando	Función
AT	Prueba de comunicación
AT+NAME	Cambiar nombre del módulo
AT+PIN	Cambiar pin
AT+BAUD	Configuración de velocidad baudrate
AT+VERSION	Revisar versión

Tabla 2.7: Comandos para configuración del módulo con comando 'AT'

Características técnicas:

- Especificación bluetooth v2.0 + EDR (Enhanced Data Rate)
- Voltaje de operación: 3.3 V a 5 V
- Consumo de corriente: 30 mA a 40 mA
- Configuración: Comandos AT
- Chip de radio: CSR BC417143
- Baudios por defecto: 9600, 8, 1, n.
- Versión o firmware: 3.0-20170609
- Modo: Esclavo
- Frecuencia: 2.4 GHz, banda ISM
- Potencia de emisión: 4 dBm, clase 2
- Modulación: GFSK
- Antena: Incorporada en PCB
- Alcance: 5 m a 10 m
- Sensibilidad: ≤ -81 dBm a 0.1% BER
- Velocidad: Asincrónica: 2 Mbps (max.)/160 kbps,
- Velocidad sincrónica: 1 Mbps/1 Mbps
- Seguridad: Autenticación y encriptación (Password por defecto: 1234)
- Perfiles: Puerto serial Bluetooth
- Dimensiones: 1.52 cm x 3.57 cm
- Temperatura de operación (Max): 75 °C
- Temperatura de operación (Min): -25 °C

En la figura 2.10 se muestra el diagrama esquemático proporcionado por el fabricante para este componente.

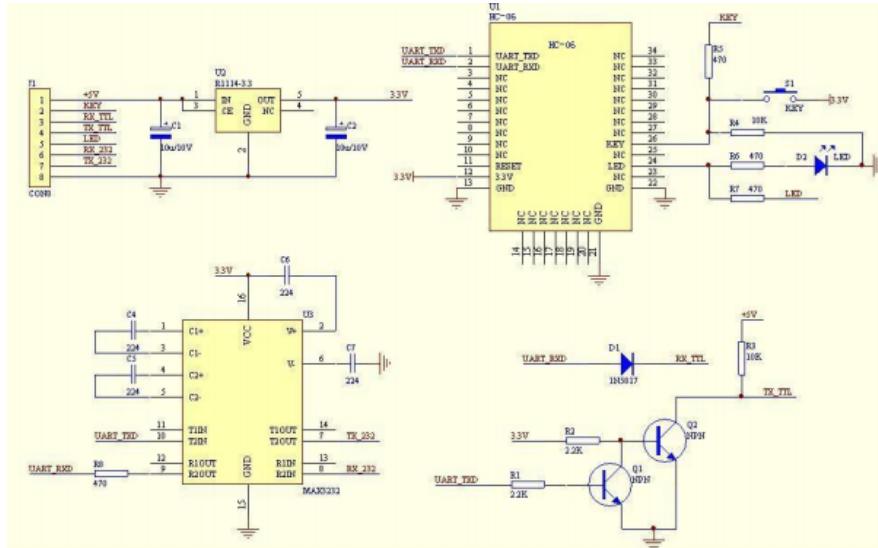


Figura 2.10: Esquemático del módulo bluetooth HC-06[42]

2.6.5 Microcontrolador programable

Para integrar y lograr que todos los sensores y componentes antes descritos interactúen entre ellos, es necesario contar con un microcontrolador al que le podamos dar instrucciones de cuándo y qué hacer con los datos que le proporcionan los sensores. Este será el corazón e integrador de todos los datos necesarios para hacer que el sistema completo tenga un sentido.

En la tabla 2.8 se muestra una tabla comparativa de placas electrónicas con sus respectivos microcontroladores, resaltando la opción de componente que fue elegido.

Placa electrónica	Microcontrolador	Velocidad de reloj	Ram	Pins Digitales	Pins Análogos	Fabricante	Precio
Arduino Uno R3	ATMega328	16MHz	2kb	14	6	Arduino	\$23
BeagleBone Green	ARM Cortex-A8	1GHz	512mb	65	7	BeagleBone	\$39
Raspberry Pi 4	ARM Cortex-A72	700MHz	2gb	40	0	Raspberry	\$35

Tabla 2.8: Tabla comparativa de microcontroladores

2.6.5.1 Arduino Uno R3

Es una placa electrónica que está basada en el microcontrolador ATMega328P, contiene una conexión USB que nos sirve para alimentarlo y programarlo desde nuestra computadora, así como conector de alimentación, una cabecera ICSP y botón de reset. [43]

Características técnicas:

- Microcontrolador: Microchip ATMega328P6

- Voltaje de funcionamiento: 5 voltios
- Voltaje de entrada: 7 a 20 voltios
- Pines de E/S digitales: 14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
- Pines de entrada analógica: 6
- Corriente DC por Pin de E/S: 20 mA
- Corriente CC para Pin de 3.3V: 50 mA
- Memoria Flash: 32 KB de los cuales 0.5 KB utilizados por el gestor de arranque
- SRAM: 2 KB
- EEPROM: 1 KB
- Velocidad del reloj: 16 MHz
- Longitud: 68.6mm
- Ancho: 53.4mm
- Peso: 25g

En la figura 2.11 se puede observar el diagrama esquemático de este microcontrolador el cual es el proporcionado por el fabricante

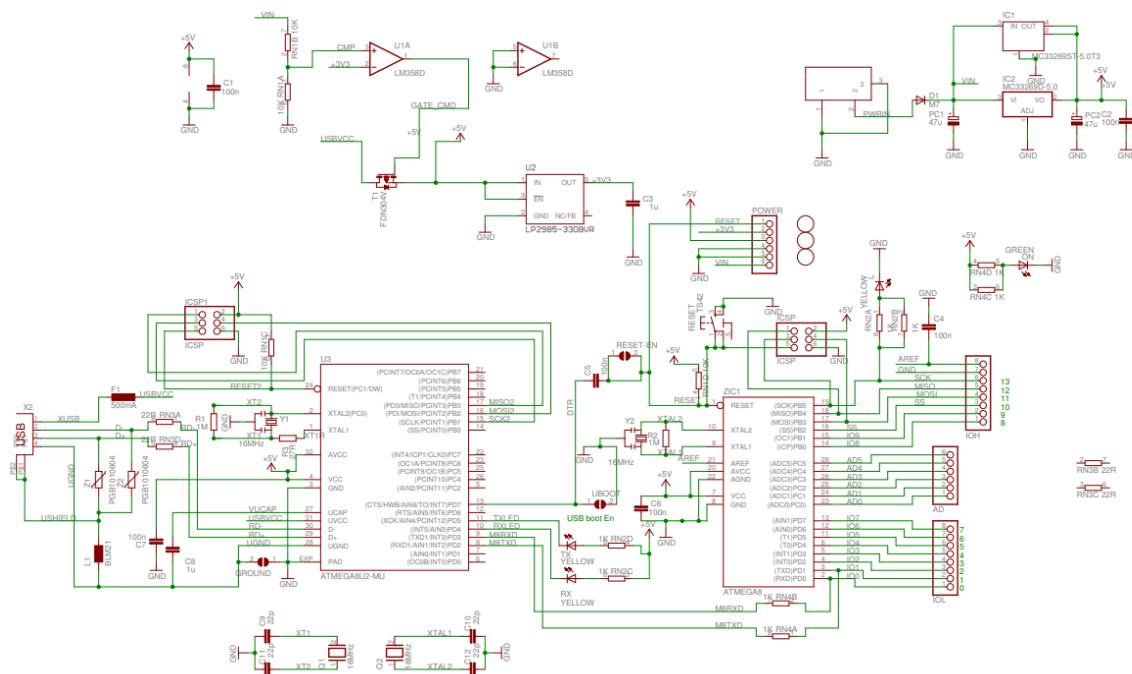


Figura 2.11: Esquemático del microcontrolador “Arduino UNO”[43]

2.6.6 Portapilas

Es indispensable para que nuestros componentes electrónicos sean portables, se conecta con el arduino directamente y este a su vez brindará la energía necesaria para los sensores y el módulo bluetooth.

En la tabla 2.9 se muestra una tabla comparativa para este componente, resaltando la opción de componente que fue elegido.

Porta pilas	Tipo	Entrada	Salida	Incorpora plug 2.1mm	Contiene switch encendido/apagado	Fabricante	Precio
258-805	4xAA	6V	6V	Sí	Sí	Steren	\$29 mxn
TM22654646	4xAA	6V	6V	No	No	TM	\$68mxn
MLM60389592 4	4XAA	6V	6V	No	No	DIP	\$28mxn

Tabla 2.9: Comparativa entre portapilas

Capítulo 3. Análisis

3.1 Metodología

Se ha tomado la decisión de llevar a cabo la implementación de la metodología de ensamblaje de componentes, ya que esta se encuentra basada en la integración de componentes elaborados por desarrolladores externos o el propio desarrollador del sistema, construyendo la solución final a partir de estos componentes.

Esta metodología se asemeja a la metodología en espiral, permitiendo realizar varias iteraciones y realizar los cambios necesarios según los resultados obtenidos, hasta llegar al resultado final. En la figura 3.1 se muestra un diagrama con las fases de esta metodología.

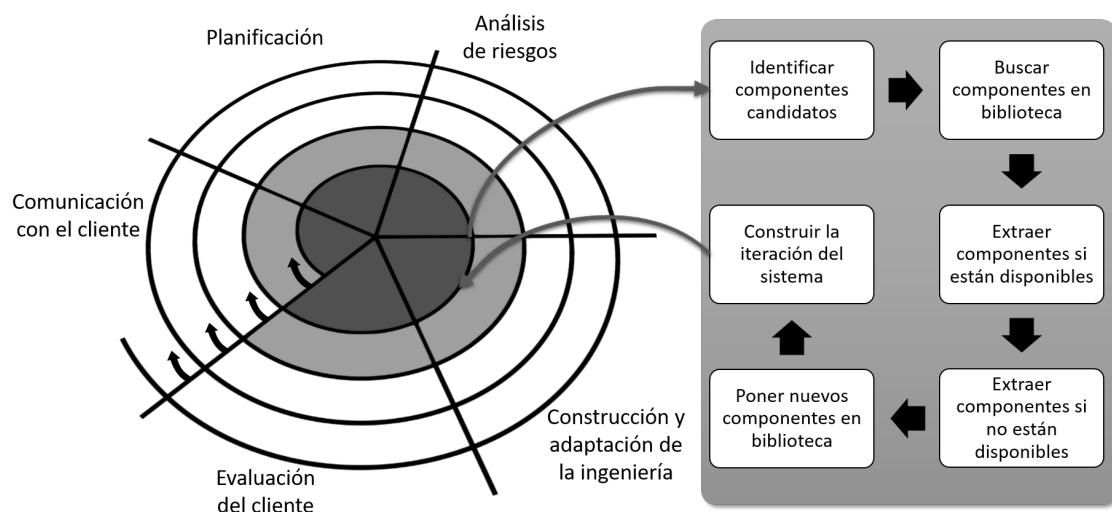


Figura 3.1: Metodología de ensamblaje por componentes.

3.1.1 Modelo Vista Controlador

Es un patrón de diseño que divide la aplicación en tres partes fundamentales: el modelo, la vista y el controlador, estas partes pueden ser visibles en la figura 3.2. El controlador es la sección de código que responde a las solicitudes del usuario enviando datos o instrucciones tanto al modelo como a la vista. La vista es la sección encargada de mostrar los datos al

usuario. El modelo es la sección encargada de consultar y actualizar la base de datos de la aplicación.

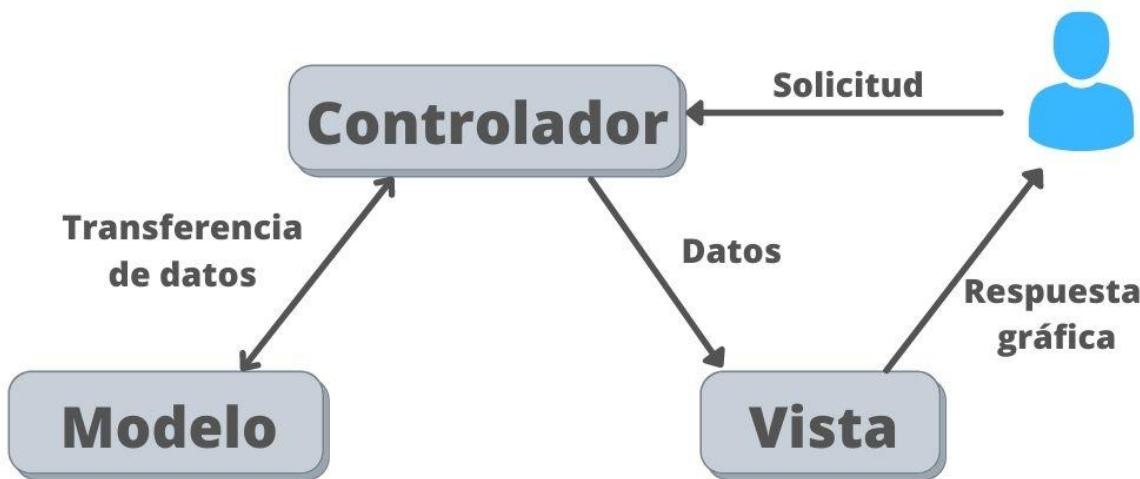


Figura 3.2: Modelo Vista Controlador

3.2 Requerimientos del sistema

Para el análisis de requerimientos se recopiló información de estadísticas médicas sobre la situación respecto a la salud cardiaca de la población en México. De igual manera se pudo obtener información importante para las funcionalidades del sistema a través de una entrevista realizada a un médico ([Anexo 1](#)), de modo que pudiéramos tener un panorama más amplio y real de lo que se necesita.

3.2.1 Requerimientos funcionales

Nombre	Descripción
Medición y envío de actividad eléctrica del corazón.	El dispositivo electrónico debe obtener la actividad eléctrica del corazón y enviar ese valor a la aplicación móvil.
Medición y envío de nivel de saturación de oxígeno en la sangre.	El dispositivo electrónico debe obtener el nivel de saturación de oxígeno en la sangre y enviar ese valor a la aplicación móvil.
Petición de alerta manual desde dispositivo electrónico.	El dispositivo electrónico debe detectar e informar a la aplicación si el usuario ha presionado un botón requiriendo de un envío de alerta manual, aún si sus signos vitales no presentan una anomalía.
Encendido y apagado manual del dispositivo electrónico	El dispositivo electrónico se debe de poder apagar y prender cuando el usuario lo indique.

Recepción de actividad eléctrica del corazón.	La aplicación móvil debe poder recibir los datos de la actividad eléctrica enviados por el dispositivo electrónico.
Recepción de nivel de saturación de oxígeno en la sangre.	La aplicación móvil debe poder recibir los datos de nivel de saturación de oxígeno enviados por el dispositivo electrónico.
Cálculo de la frecuencia cardíaca.	La aplicación móvil debe de poder calcular el valor de la frecuencia cardíaca con base en la actividad eléctrica del corazón recibida.
Detectar anomalía.	La aplicación móvil debe detectar anomalías en la frecuencia cardíaca o niveles bajos de saturación de oxígeno en la sangre, utilizando la información recibida del dispositivo electrónico.
Creación de cuenta.	Un nuevo usuario debe poder crear una cuenta desde cualquier dispositivo con la aplicación móvil instalada para usarla.
Iniciar sesión.	El usuario debe poder iniciar sesión en su cuenta desde cualquier dispositivo con la aplicación móvil instalada.
Recuperar contraseña.	El usuario debe poder recuperar su contraseña ingresando su correo electrónico o número de teléfono, y verificar dicha información ingresando un código que llegará a su teléfono.
Añadir contactos del usuario.	Un usuario debe poder agregar contactos a una lista, los cuales recibirán notificaciones o SMS al presentarse una emergencia.
Modificar información del contacto.	El usuario podrá modificar el nombre del contacto, así como si desea o no enviar notificación o SMS al presentar una emergencia.
Enviar alertas dentro de la aplicación.	La aplicación debe contar con un servicio de envío de notificaciones por medio de internet para enviar alertas que se puedan desplegar dentro de la misma aplicación para evitarle al usuario el costo de envío de SMS.
Enviar mensajes SMS.	La aplicación debe poder enviar mensajes SMS como alternativa para alertar a los contactos del usuario que no cuenten con la aplicación. Dentro del mensaje se deberá incluir un enlace a la página web para ver el chat y mapa desde un navegador.
Detección y envío la ubicación del usuario.	La aplicación y página web debe de detectar y enviar constantemente la ubicación GPS del dispositivo.
Crear un chat grupal por emergencia.	Una vez enviadas las alertas, todos aquellos que hayan recibido alguna, incluido el usuario que las envió, podrá entrar en una sala de chat donde

	estarán en contacto por medio de texto durante la emergencia y podrán ver la frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno actuales del usuario en emergencia.
Proporcionar un mapa con ubicación de los usuarios durante la emergencia.	Todas aquellas personas que reciban alguna alerta, incluido el usuario que mandó las alertas, pueden visualizar un mapa con sus ubicaciones en tiempo real y la ubicación del usuario que mandó las alertas.
Avisar a usuarios cercanos.	Se enviará alertas a otros usuarios que cuenten con la aplicación y se encuentren cerca de su ubicación durante el envío de alertas aunque no estén en su lista de contactos.
Detección de usuario cercano lanzando alertas.	Un usuario podrá recibir una alerta de otro usuario por medio de la aplicación móvil, cuando se encuentre dentro de un rango de distancia.
Envío de alerta manual desde la aplicación.	Un usuario podrá enviar una alerta de forma manual desde la aplicación móvil, aún si sus signos vitales no presentan una anomalía.
Almacenar y visualizar gráficas de datos medidos.	Ante una anomalía en los datos medidos, se almacenan dichos datos para su consulta posterior en forma de una gráfica donde se pueda visualizar la actividad eléctrica del corazón, frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno del usuario.
Mostrar instructivo sobre cómo usar la aplicación móvil.	En la aplicación móvil, se debe mostrar indicaciones claras y concisas para orientar al usuario en el uso de ésta.
Cerrar sesión.	El usuario puede cerrar su sesión del dispositivo móvil.
Edición y llenado de datos médicos.	El usuario, dentro de la aplicación puede llenar y posteriormente modificar información médica relevante que se incluirá al momento de generar la alerta.
Terminar emergencia.	El usuario que mandó la alerta podrá finalizar la emergencia cuando él desee. Cualquier otro usuario que haya recibido la alerta y esté a muy corta distancia de él podrá terminarla de igual forma.
Llenar resumen.	Una vez terminada la emergencia se pedirá llenar un resumen con información relevante sobre ésta.
Visualizar resumen.	Todos los usuarios de la aplicación a los que se les mandó una alerta y dicha alerta haya finalizado, podrán visualizar el resumen ingresado.

Visualización de signos vitales actuales.	El usuario dentro de la aplicación, con el dispositivo electrónico correctamente vinculado podrá visualizar la actividad eléctrica de su corazón, frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno en tiempo real.
Vincular dispositivo electrónico.	El usuario dentro de la aplicación, debe de poder vincular su dispositivo electrónico con ésta para comenzar a recibir los datos medidos por los sensores.
Desvincular dispositivo electrónico.	El usuario dentro de la aplicación, debe de poder desvincular su dispositivo electrónico con ésta para dejar de recibir los datos medidos por los sensores.
Almacenar datos en la base de datos local.	La información de usuario, médica, contactos, notificaciones y mediciones debe de almacenarse en el dispositivo.
Almacenar datos en la nube.	El usuario dentro de la aplicación, debe de ser capaz de subir la información que tiene guardada en la base de datos local como: contactos añadidos, datos médicos, alertas.
Cancelar envío de alerta.	El usuario dentro de la aplicación, debe poder cancelar el envío de la alerta.

Tabla 3.1: Requerimientos funcionales del sistema

3.2.2 Requerimientos no funcionales

Nombre	Descripción
Usabilidad	Las vistas de la aplicación deben ser fáciles de entender y utilizar para cualquier usuario.
Confidencialidad	Sólo el usuario puede ver y modificar sus datos desde la aplicación. Su información personal sólo será compartida con usuarios cercanos y contactos que haya seleccionado cuando se envíe una alerta.
Efectividad	El envío de alertas y la comunicación entre usuarios debe ser en tiempo real.
Confiabilidad/ Disponibilidad	Cada una de las funciones del sistema deben funcionar correctamente a cualquier hora.
Portabilidad	El dispositivo electrónico debe ser portable.

Tabla 3.2: Requerimientos no funcionales del sistema

3.3 Estudio de mercado

3.3.1 Objetivos del estudio de mercado

- Conocer la cantidad de usuarios que podría tener el producto al salir al mercado.
- Establecer un precio al producto.

3.3.2 Descripción del producto

El producto presentado consta de una aplicación móvil la cual con el apoyo de un dispositivo electrónico podrá llevar a cabo el registro y la monitorización de dos signos vitales importantes (saturación de oxígeno en la sangre y frecuencia cardiaca). Esto anterior con el propósito de poder alertar a contactos y usuarios de la aplicación en caso de que alguno de los usuarios presenten anomalías en las mediciones de los signos vitales antes mencionados.

Cabe destacar, el dispositivo electrónico mencionado anteriormente es también parte del producto presentado y por lo tanto es desarrollado por el equipo. Este dispositivo se encargará únicamente de tomar las mediciones del usuario y mandarlas a la aplicación móvil para su tratamiento.

3.3.3 Clasificación del producto

El producto aquí a desarrollar se considera como un producto de consumo final, esto debido a que el cliente final será el que lo combre y quien lo use.

3.3.4 Análisis de la demanda

El análisis de la demanda nos servirá para tener una idea de la cantidad de un bien o servicio que un individuo o grupo de ellos está dispuesto a adquirir a un determinado precio, por unidad de tiempo.

La voluntad de adquirir se expresa en el mercado al pagar un determinado precio, que, en definitiva, es la expresión del bienestar que el consumo del bien aporta al demandante. Pueden definirse diferentes demandas por un mismo bien o servicio.

Enfocándose en el producto aquí presentado, se busca, claro está, que este pueda llegar al mayor número de personas, ya que el problema presentado en este documento es un problema de alto impacto en México y que cada día se vuelve más común. De esta manera, nuestro mercado se constituye de consumidores individuales o en empresas gubernamentales que les interese nuestro producto para llevar a cabo una acción de prevención en el sector de la salud.

3.3.4.1 Clasificación

En relación a la oportunidad que tiene nuestro producto frente a otros, tenemos una demanda insatisfecha, esto debido a que lo que actualmente se ofrece en el mercado no cubre por completo las necesidades del mercado.

Con relación a la necesidad del producto, podemos ver una demanda continua, ya que el problema que busca resolver este producto se encuentra muy fuertemente presente y cada día se observan más casos.

Respecto a la temporalidad del producto, se busca que sea un producto de una sola compra, siendo de esta manera un producto de alta duración.

Y de acuerdo al destino se encuentra en la clasificación de productos finales, esto debido a que este producto se espera que el usuario mismo sea quien lo compre y haga uso de este.

3.3.4.2 Determinantes de la demanda

- El tamaño de la población. Esto determinará la demanda del producto en una primera instancia, estará dado por la cantidad de personas que entran dentro del territorio nacional.
- Nivel de ingresos. Esto es uno de los factores que influye de manera directa, ya que, se busca que el producto desarrollado tenga un costo muy inferior a soluciones que pueda ver en el mercado actualmente de modo que podamos ser la mejor opción dentro de varios rangos de ingresos.
- Precio. El precio como ya se mencionó es factor primordial, se considera el determinante que hará que el producto pueda llegar al mayor número de personas, sin tener que preocuparse por el impacto en sus ingresos mensuales.
- Medidas políticas y económicas. En futuro se podría contar con la ayuda del gobierno a partir de estímulos a los hospitales y directamente a usuarios para utilización del producto.

3.3.4.3 Segmentación del mercado

El mercado total del producto estará constituido por instituciones y personas que se encuentren en primera instancia, dentro de la república mexicana, ya que el problema aquí presentado se suscita en todo el país.

El perfil de las personas a las que se pretende va dirigido este sistema, son personas primordialmente que cuenten con problemas del corazón.

Aún así, claro está que cualquier persona que tenga la necesidad de monitorear sus signos vitales (Frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno en la sangre), es un cliente potencial.

3.3.4 Análisis del precio

También se le define como el monto de dinero asignado a un artículo o la suma de los valores que los compradores intercambian por los beneficios de utilizar o disfrutar de un servicio o bien.

3.3.4.1 Determinación del precio del producto

Para determinar el precio en el que el producto aquí presentado podría salir al mercado, se usará el método del precio orientado a la competencia. Este método se basa en tomar en cuenta los precios que manejan los competidores, de modo que podamos equipararlos con ellos.

Cabe destacar que este método no tiene porque ser definitivo y puede combinarse con otros para poder obtener un precio del producto más acertado o más apegado al objetivo que queremos conseguir, que es claro, que el producto pueda ser lo más económico posible para que pueda llegar a mucha más gente con necesidad de este.

Competidor	Producto	Precio
AED Alert	Aplicación para alerta de emergencias en una comunidad	Sin costo
Wahoo TICKR	Monitor de frecuencia cardiaca compatible con aplicaciones de rendimiento físico	\$1,499
EMAY	Rastreador de salud cardíaca portátil para uso personal	\$5,315
Sense-U	Monitor de respiración,temperatura y movimiento para bebé	\$3,557
Promedio		\$2,592.75

Tabla 3.3: Precios de competidores

Podemos observar de la tabla 3.3 que los productos que se muestran, son productos que tienen algunas de las funcionalidades propuestas en este documento, pero ninguna de ellas hace exactamente lo mismo que el sistema aquí propuesto.

El precio promedio calculado es de \$2,592.75, este precio, como se menciona anteriormente, no define definitivamente el precio que debería de tener el producto, este cálculo nos servirá para poder definir una ventana de precio para cuando el precio real sea calculado.

Para poder obtener el precio real del producto, se deberá de hacer un análisis de los componentes que este tendrá, el cual se podrá observar en la sección siguiente.

3.4 Análisis de factibilidad

El análisis de factibilidad nos ayudará a determinar si se cuenta con los recursos necesarios para llevar a cabo este proyecto. Este análisis nos permitirá saber si el proyecto planteado en este documento tendrá éxito.

Para determinar lo anterior, nos apoyaremos en dos aspectos a evaluar, los cuales se describen a continuación:

3.4.1 Factibilidad técnica

El primer punto para evaluar será la factibilidad técnica, la cual nos ayudará a evaluar la disponibilidad de recursos técnicos, estos enfocados tanto a Hardware y Software necesario para desarrollar el proyecto.

Los recursos con los que se cuenta para el desarrollo de este proyecto, hablando respecto a hardware, se describen a continuación en la tabla 3.4

Dispositivo	Cantidad	Descripción
Laptop	1	SO Windows 10, 12GB Ram, Intel Core i7 4700-HQ 8-Core Processor 2.4GHz
Computadora de escritorio	1	SO Windows 10, 16GB Ram, AMD Ryzen 5 3600 6-Core Processor 3.59GHz
Computadora de escritorio	1	SO Windows 10, 16GB Ram, AMD Ryzen 7 3700x 8-Core Processor 3.60GHz
Teléfono inteligente	1	Samsung Galaxy S20, SO Android 11, 12GB Ram, Memoria interna 128GB
Teléfono inteligente	1	Xiaomi Redmi S2, SO Android 10, 3GB Ram, Memoria interna 32GB
Microcontrolador Arduino	1	Arduino Uno R3 con microchip ATmega328P6

Tabla 3.4: Recursos de hardware con los que cuenta el equipo para desarrollo

Los requerimientos respecto a hardware, con los cuales no contaba el equipo, se describen a continuación en la tabla 3.5

Dispositivo	Cantidad	Descripción
Pulsioxímetro	1	Sensor GYMax30100, dispositivo que integra un pulsioxímetro y un monitor de frecuencia cardíaca.
Sensor de actividad eléctrica del corazón	1	Monitor de frecuencia cardíaca de un solo cable SparkFun - AD8232, placa económica que nos sirve para medir la actividad eléctrica del corazón, la cual puede ser graficada como un electrocardiograma.
Módulo bluetooth	1	Módulo HC-06, dispositivo que soporta conexiones inalámbricas usando el protocolo bluetooth.
Cable de sensor biomédico con conector Jack 3.5mm	1	Sensor Cable - Electrode Pads, poseedor de los tres parches electrodos que van conectados al cuerpo de la persona. Cuenta con la entrada Jack 3.5mm del monitor de frecuencia cardíaca SparkFun.
Portapilas	1	Portapilas 258-805, se conecta con el arduino directamente y este a su vez brindará la energía necesaria para los sensores y el módulo bluetooth.

Tabla 3.5: Recursos de hardware necesarios y con los que no cuenta el equipo

Por otro lado, los requerimientos de software para el desarrollo de este proyecto se muestran en la tabla 3.6

Tipo	Nombre
Sistema operativo	Windows 10
Sistema operativo	Android
IDE	Android Studio
IDE	Arduino IDE
Editor de texto	Sublime text
Plataforma de desarrollo	Firebase

Sistema de gestión de base de datos	SQLite
API	Google Maps API
Herramienta de diseño	Balsamiq Wireframes
Herramienta de diseño	Draw.io
Herramienta de diseño	Fritzing
Framework	Bootstrap
SDK	Android

Tabla 3.6: Requerimientos de software para desarrollo

Respecto a este análisis, podemos observar que los requerimientos de hardware que necesita el equipo y con los que no cuenta son mínimos, esto claro gracias a que la mayoría de los recursos de hardware necesarios para el desarrollo del proyecto ya los posee el equipo.

La tecnología a desarrollar puede ser sacada adelante con el equipo de cómputo con el que se cuenta, esto es parte fundamental del desarrollo del proyecto, debido al ámbito de este, donde el equipo de computo del equipo definirá si los requerimientos de software podrán ser utilizados de la mejor manera.

Por otro lado, nos encontramos con una tabla de requerimientos de software(Tabla), que como se mencionó anteriormente, son factibles de utilizar. Estas dos tablas nos servirán para poder desarrollar, el siguiente punto de este análisis.

3.4.2 Factibilidad económica

Este análisis nos servirá para determinar y analizar el costo que traerá consigo el desarrollo de este proyecto.

Debido a la situación que se vive en el mundo en el momento en que se desarrolla este proyecto, la pandemia debida al virus SARS COV 2 causante de la enfermedad COVID 19, no se consideran costes de mobiliario o instalaciones ya que el trabajo se lleva a cabo desde casa. En la tabla 3.7 se muestran los costos que representa el hardware con el que no se contaba y es requerido para el desarrollo del proyecto

Dispositivo	Cantidad	Costo
Sensor GYMax30100	1	\$162* MXN
Monitor de frecuencia cardíaca de un solo cable SparkFun - AD8232	1	\$304* MXN
Módulo HC-06	1	\$146 MXN
Sensor Cable - Electrode Pads	1	\$100* MXN
Portapilas 258-805	1	\$29 MXN

Tabla 3.7: Tabla de precios para hardware necesario

*Tasa de cambio 1 USD = 20.29 MXN

Por otro lado, en la tabla 3.8 se muestran el costo que representa el Software utilizado para la realización del proyecto

Nombre	Costo
Windows 10	\$6,399.00 MXN
Android	Sin costo
Android Studio	Sin costo
Arduino IDE	Sin costo
Sublime text	Sin costo
Firebase	Sin costo(1)
SQLite	Sin costo
Google Maps API	Sin costo(2)
Balsamiq Wireframes	\$1805.43(3)* MXN
Draw.io	Sin costo
Fritzing	Sin costo
Bootstrap	Sin costo
Android	Sin costo

Tabla 3.8: Tabla de precios del software necesario

(1)Costos variables de acuerdo a servicios y utilización de estos ([Tabla](#))

(2)Costos variables de acuerdo a servicios y utilización de estos

(3)Existe una prueba gratuita de 30 días

*Tasa de cambio 1 USD = 20.29 MXN, precio en dólares: 89 USD

De la tabla 3.8 podemos observar que se asignó al requerimiento de “Firebase” y “Google Maps Api” un costo nulo. Para que ese coste asignado se cumpla, deben de cumplirse ciertas especificaciones que tienen que ver con los servicios que puede ofrecer y cómo son utilizados.

En la tabla 3.9 se muestran específicamente la tarificación que conllevan los servicios de Firebase a utilizar de acuerdo a cómo sean utilizados.

Servicio	Parámetro	Ofrecido sin cargo	Cargo por excedente
Firebase Realtime Database	Conexiones Simultáneas	100	N/A
	GB almacenados	1 GB	\$5 USD / GB
	GB descargados	1 GB por mes	\$1 USD/ GB
Firebase Cloud Firestore	Datos almacenados	1 GB	\$0.18 USD / GB
	Salida de red	10 GB por mes	\$0.12 USD de 10GB a 1TB mensual \$0.11 USD de 1TB a 10TB mensual \$0.08 USD más de 10TB mensual
	Operaciones de escritura de documentos	20,000 por dia	\$0.18 USD / 100,000
	Operaciones de lectura de documentos	50,000 por día	\$0.06 USD / 100,000

	Operaciones de eliminación de documentos	20,000 por dia	\$0.02 USD / 100,000
Firebase Authentication	Autenticación por teléfono	10,000 por mes	\$0.06 USD por autenticación
Firebase Hosting	Almacenamiento	10 GB	\$0.026 USD por GB
	Transferencia de datos	360MB por día	\$0.15 USD por GB

Tabla 3.9: Costos de los servicios de Firebase.

Podemos observar de la tabla 3.9 que el coste que lleve consigo la utilización de Firebase, estará siempre ligado a cómo es que lo utilicemos, es por esto que uno de los principales puntos a tener en cuenta durante el desarrollo del proyecto tendrá que ser tratar de no sobrepasar los límites sin costo.

3.5 Análisis de riesgos

El análisis de riesgos nos servirá para poder tener una medida de que tanta incertidumbre se puede presentar en las estimaciones definidas para este proyecto en una manera cuantitativa como lo pueden ser costes, tiempos y recursos utilizados.

Los componentes de riesgo que se definen para este estudio serán los siguientes:

- Riesgo de rendimiento: Este será el nivel de incertidumbre con el que producto encontrará sus requisitos y se aadecue para su empleo pretendido.
- Riesgo de costo: Este será el nivel de incertidumbre que se pueda presentar respecto al presupuesto del proyecto.
- Riesgo de soporte: Este será el nivel de incertidumbre en la facilidad que tenga el software para corregirse, adaptarse y ser mejorado.
- Riesgo de planificación temporal: Este será el nivel de incertidumbre con el que se podrá mantener la planificación temporal y de que el producto se entregue a tiempo.

Los valores de impacto considerados serán 1: Catastrófico, 2: Crítico, 3: Marginal, 4: Despreciable.

También se tomarán ciertas subcategorías para cada riesgo, las cuales serán:

BI: Impacto del negocio, DE: Medio de desarrollo, SS: Capacitación y tamaño del personal, PD: Definición del proceso, PS: Tamaño del producto, SC Características de los participantes, TB: Tecnología a crear

En la tabla 3.10 se describen los puntos de riesgo a tomar en cuenta especificando el impacto que tendría cada uno de ellos.

Análisis de riesgo					
ID	Nombre	Categoría	Probabilidad	Impacto	RSGR
R01	Mala comunicación con los integrantes del proyecto	PD	10%	1	Realizar un calendario de actividades y tener reuniones constantemente
R02	Mala comunicación con el cliente	PD	40%	3	Realizar una resolución de todas las dudas pendientes en reuniones con cliente
R03	Subestimación de tiempo necesario para desarrollar actividades	PD	20%	1	Llevar siempre una noción de tiempo para entrega de requerimientos contemplando avances desarrollados y complejidad
R04	El usuario no está capacitado para operar el sistema	SS	20%	2	Brindar capacitación e instructivos al cliente
R05	Salud grave de algún integrante durante la realización del trabajo	PD	30%	2	Retomar actividades del integrante para continuar el proyecto
R06	Demora en la entrega de recursos de hardware necesarios para la realización del proyecto	PD	40%	2	Buscar sensores con otro proveedor y pedir estos con anticipación
R07	Daño en los sensores al momento de la realización del proyecto	DE	30%	2	Obtener de nueva cuenta los sensores dañados
R08	Fallo en la lectura de los sensores	DE	40%	2	Llevar a cabo pruebas constantes de los datos medidos por el sensor
R09	Pérdida de datos entregados por los sensores	DE	40%	2	Verificar que los sensores se encuentren en correcto estado
R10	Fallo en la conexión del hardware con el software	DE	10%	2	Tener siempre soporte en el sistema y de la manera más rápida posible

R11	Las computadoras del equipo para desarrollo no cuentan con la tecnología necesaria	TB	10%	3	Verificar siempre los requisitos de software y hardware a utilizar
R12	Dificultad en la conexión de los diferentes módulos del proyecto	PS	40%	1	Buscar nuevas tecnologías compatibles con los módulos que no puedan ser interconectados
R13	Fallo en servicios en la nube	DE	10%	2	Informar al usuario acerca del fallo ocurrido y comunicarse con el proveedor del servicio para obtener mayor información.
R14	Recursos financieros insuficientes	SC	20%	1	Obtener fondos de familiares
R15	Crecimiento masivo del proyecto	PS	60%	3	Delimitar el alcance del proyecto enfocándose en los objetivos principales

Tabla 3.10 : Puntos de riesgo del proyecto

En la tabla 3.11 mostrada a continuación, podremos observar un semáforo de riesgos, éste mostrará los niveles en los que se encuentran ubicados los riesgos identificados para el proyecto, mismos que se describieron en la tabla 3.10.

		Despreciable	Marginal	Crítico	Catastrófico
	%	4	3	2	1
Raro	10-20		R11	R04,R10,R13	R01,R03,R14
Casi nunca	30-40		R02	R05,R08,R06, R07,R08,R09	R12
Moderado	50-60		R15		
Mayormente	70-80				
Casi seguro	90-100				

Tabla 3.11: Semáforo de riesgos con base en análisis de riesgos

3.5.1 Planes de contingencia

A continuación, se muestran las hojas de información para cada uno de los riesgos descritos en la tabla 3.10, con sus respectivos planes de contingencia detallados. Estos planes de contingencia siempre deberán de ser contemplados en caso de que algún riesgo llegase a ocurrir, para de esta manera poder eliminar o mitigar los riesgos de ser alarmantes para la realización del proyecto

Hoja de información de riesgo			
ID: R01	Fecha: 15/Mayo/2021	Probabilidad: 10%	Impacto: Catastrófico
Descripción: Mala comunicación con los integrantes del proyecto			
Refinamiento/Contexto: Subcondición 1: Conflictos con los horarios para realizar reuniones y revisiones del proyecto. Subcondición 2: Diferencias en las opiniones en el cómo realizar el proyecto.			
Reducción/Supervisión: 1. Hacer uso de medios tecnológicos para reuniones y de esta manera mantener la organización con el equipo. 2. Acordar horas específicas con anticipación para poder tener reuniones de avances y trabajar conjuntamente. 3. Hacer una lluvia de ideas y después de manera democrática tomar decisiones.			
Gestión/Plan de contingencia/Acción: Tener siempre el contacto con el equipo por diferentes grupos de trabajo creados específicamente para el desarrollo del proyecto.			

Tabla 3.12: Hoja de información de riesgo R01. Mala comunicación con los integrantes del equipo

Hoja de información de riesgo			
ID: R02	Fecha: 15/Mayo/2021	Probabilidad: 40%	Impacto: Marginal
Descripción: Mala comunicación con el cliente			
Refinamiento/Contexto: Subcondición 1: Dificultades para contactar al cliente. Subcondición 2: Conflictos para reunirse con el cliente debido a diferencias en horarios. Subcondición 3: Mala interpretación de los requerimientos propuestos por el cliente.			
Reducción/Supervisión: 1. Contar con varios medios de contacto del cliente. 2. Establecer fechas y horarios para reuniones con anticipación. 3. Resolver la mayor cantidad de dudas posibles durante las reuniones con el cliente.			
Gestión/Plan de contingencia/Acción: Revisar puntualmente y de manera constante el sistema y sus requerimientos en conjunto con el cliente.			

Tabla 3.13: Hoja de información de riesgo R02. Mala comunicación con el cliente

Hoja de información de riesgo			
ID: R03	Fecha: 15/Mayo/2021	Probabilidad: 20%	Impacto: Catastrófico
Descripción: Subestimación de tiempo necesario para desarrollar actividades			
Refinamiento/Contexto: Subcondición 1: Mala organización de tiempos con el equipo Subcondición 2: Mala distribución de actividades a desarrollar respecto a tiempos disponibles para entrega			
Reducción/Supervisión: 1. Verificar continuamente los tiempos disponibles para desarrollo del proyecto 2. Distribuir el trabajo entre los integrantes del equipo de acuerdo a habilidades			
Gestión/Plan de contingencia/Acción: Llevar siempre una noción de tiempo para entrega de requerimientos contemplando avances desarrollados y complejidad, teniendo una solución de atacar actividades de manera conjunta en caso de que sea necesario			

Tabla 3.14: Hoja de información de riesgo R03. Subestimación de tiempo necesario para desarrollar actividades

Hoja de información de riesgo			
ID: R04	Fecha: 15/Mayo/2021	Probabilidad: 20%	Impacto: Crítico
Descripción: El usuario no está capacitado para operar el sistema			
Refinamiento/Contexto: Subcondición 1: Falta de información en el manual de usuario o dificultad para comprender el mismo			
Reducción/Supervisión: 1. Asegurar que cada una de las funcionalidades del sistema haya sido explicada en el manual de usuario. 2. Revisar que la información descrita es fácil de comprender para cualquier persona.			
Gestión/Plan de contingencia/Acción: Poner a disposición de los usuarios un manual de usuario detallado y conciso de cómo es que funciona el sistema evitando tecnicismos.			

Tabla 3.15: Hoja de información de riesgo R04. El usuario no está capacitado para operar el sistema

Hoja de información de riesgo			
ID: R05	Fecha: 15/Mayo/2021	Probabilidad: 30%	Impacto: Crítico
Descripción: Salud grave de algún integrante durante la realización del trabajo			
Refinamiento/Contexto: Subcondición 1: Uno de los integrantes del equipo padece una enfermedad grave que le impide seguir trabajando en el proyecto.			
Reducción/Supervisión: 1. Redistribuir las tareas asignadas a dicho integrante para evitar retrasos en las entregas programadas.			
Gestión/Plan de contingencia/Acción: Asignar las tareas que se le fueron asignadas al integrante del equipo que se encuentra en esta situación a los demás integrantes para poder llevar adelante de manera exitosa las entregas del proyecto.			

Tabla 3.16: Hoja de información de riesgo R05. Salud grave de algún integrante durante la realización del trabajo

Hoja de información de riesgo			
ID: R06	Fecha: 15/Mayo/2021	Probabilidad: 40%	Impacto: Crítico
Descripción: Demora en la entrega de recursos de hardware necesarios para la realización del proyecto			
Refinamiento/Contexto:			
Subcondición 1: El producto requerido no se encuentra en existencia temporalmente. Subcondición 2: Ha ocurrido un problema durante el envío del producto solicitado. Subcondición 3: El tiempo de envío requiere más tiempo de lo que se había estimado.			
Reducción/Supervisión:			
1. Realizar cualquier pedido con anticipación. 2. Contactar al proveedor para resolver cualquier problema presentado. 3. Buscar un proveedor alterno.			
Gestión/Plan de contingencia/Acción:			
Llevar un rápido análisis de los componentes necesarios para el proyecto para hacer una orden temprana de estos requerimientos de hardware.			

Tabla 3.17: Hoja de información de riesgo R06. Demora en la entrega de recursos de hardware necesarios para la realización del proyecto

Hoja de información de riesgo			
ID: R07	Fecha: 15/Mayo/2021	Probabilidad: 30%	Impacto: Crítico
Descripción: Daño en los sensores al momento de la realización del proyecto			
Refinamiento/Contexto:			
Subcondición 1: El sensor ha sido manejado de manera inadecuada y ha quedado inservible. Subcondición 2: El sensor ha dejado de servir por un defecto de fábrica.			
Reducción/Supervisión:			
1. Revisar las instrucciones de uso y características eléctricas del sensor antes de usarlo. 2. Asegurar que el armado del circuito y las pruebas se llevan a cabo con las medidas de seguridad correspondientes. 3. Asegurar que los sensores sean utilizados en las condiciones para las que fueron creadas.			
Gestión/Plan de contingencia/Acción:			
Verificar que el sensor se encuentra siendo utilizado de la manera más óptima, teniendo como respaldo un nuevo sensor.			

Tabla 3.18: Hoja de información de riesgo R07. Daño en los sensores al momento de la realización del proyecto

Hoja de información de riesgo			
ID: R08	Fecha: 15/Mayo/2021	Probabilidad: 40%	Impacto: Crítico
Descripción: Fallo en la lectura de los sensores			
Refinamiento/Contexto:			
Subcondición 1: Existen problemas con el acondicionamiento del sensor Subcondición 2: El circuito presenta algún problema ajeno al sensor			
Reducción/Supervisión:			
1. Llevar a cabo una revisión física del sensor para asegurar que se encuentre en buen estado			

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 2. Llevar a cabo simulaciones de funcionamiento del sensor en conjunto con el circuito (Condiciones óptimas) 3. Realizar pruebas con los sensores previos a la integración de este con el circuito y también posteriormente. |
|---|

Gestión/Plan de contingencia/Acción:

Llevar a cabo pruebas de funcionamiento tanto de manera virtual por medio de simulaciones como de manera física, estas, previas y posteriores a la integración de estos al circuito principal.

Tabla 3.19: Hoja de información de riesgo R08. Fallo en la lectura de los sensores

Hoja de información de riesgo			
ID: R09	Fecha: 15/Mayo/2021	Probabilidad: 40%	Impacto: Crítico
Descripción: Pérdida de datos entregados por los sensores			
Refinamiento/Contexto: Subcondición 1: Las condiciones en la que se encuentra operando el sensor no son las óptimas Subcondición 2: El sensor no se encuentra siendo utilizado correctamente			
Reducción/Supervisión: <ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar que las condiciones de operación del sensor son las óptimas 2. Verificar que el sensor se encuentre en un buen estado físico. 3. Verificar que los sensores se están usando correctamente. 			
Gestión/Plan de contingencia/Acción: Verificar que los sensores se encuentran en correcto estado y las condiciones de operación de este sean las óptimas.			

Tabla 3.20: Hoja de información de riesgo R09. Pérdida de datos entregados por los sensores

Hoja de información de riesgo			
ID: R10	Fecha: 15/Mayo/2021	Probabilidad: 10%	Impacto: Crítico
Descripción: Fallo en la conexión del hardware con el software			
Refinamiento/Contexto: Subcondición 1: El sistema se encuentra con daños físicos. Subcondición 2: El software del sistema no se encuentra interpretando correctamente los datos. Subcondición 3: El hardware no se encuentra enviando datos al sistema Subcondición 4: Los componentes seleccionados no son los indicados para los requerimientos especificados			
Reducción/Supervisión: <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar que el circuito y la conexión no cuenten con daños físicos. 2. Verificar el buen funcionamiento del software. 3. Verificar el buen funcionamiento del hardware. 4. Revisar todas las diferentes opciones a las que se puede acceder respecto a hardware para llevar a cabo el objetivo. 			
Gestión/Plan de contingencia/Acción: Revisar todas las conexiones del sistema, incluyendo la parte de software y la parte de hardware incluyendo siempre la posibilidad de elección de nuevos componentes.			

Tabla 3.21: Hoja de información de riesgo R10. Fallo en la conexión del hardware con el software

Hoja de información de riesgo			
ID: R11	Fecha: 15/Mayo/2021	Probabilidad: 10%	Impacto: Marginal
Descripción: Las computadoras del equipo para desarrollo no cuentan con la tecnología necesaria			
Refinamiento/Contexto: Subcondición 1: La computadora no cuenta con software necesario instalado. Subcondición 2: El sistema operativo no es compatible con el software requerido. Subcondición 3: La computadora no cuenta con la capacidad de hardware necesaria para el uso correcto del software requerido.			
Reducción/Supervisión: 1. Revisar los requisitos del software a utilizar. 2. Instalar las bibliotecas requeridas y mantenerlas actualizadas. 3. Contar con el sistema operativo requerido en la computadora.			
Gestión/Plan de contingencia/Acción: Adaptar la computadora para que cumpla con los requisitos de hardware y software.			

Tabla 3.22: Hoja de información de riesgo R11. Las computadoras del equipo para desarrollo no cuentan con la tecnología necesaria

Hoja de información de riesgo			
ID: R12	Fecha: 15/Mayo/2021	Probabilidad: 40%	Impacto: Despreciable
Descripción: Dificultad en la conexión de los diferentes módulos del proyecto			
Refinamiento/Contexto: Subcondición 1: Alguno de los módulos no responde adecuadamente. Subcondición 2: El funcionamiento de algún módulo es distinto al esperado. Subcondición 3: Algunos módulos del proyecto son incompatibles entre sí.			
Reducción/Supervisión: 1. Revisar el correcto uso del componente en su respectivo manual antes de integrarlo al proyecto. 2. Revisar que la integración del módulo en el proyecto se hizo correctamente.			
Gestión/Plan de contingencia/Acción: Buscar nuevas tecnologías compatibles con los módulos que no puedan ser interconectados, en el caso de que no sea posible esto, tomar alternativas de creación de puentes de conexión.			

Tabla 3.23: Hoja de información de riesgo R12. Dificultad en la conexión de los diferentes módulos del proyecto

Hoja de información de riesgo			
ID: R13	Fecha: 15/Mayo/2021	Probabilidad: 10%	Impacto: Crítico
Descripción: Fallo en servicios en la nube			
Refinamiento/Contexto: Subcondición 1: El servicio en la nube utilizado se encuentra temporalmente fuera de servicio. Subcondición 2: Alguna de las funciones del servicio en la nube no responde según lo esperado. Subcondición 3: Alguna de las funciones ha cambiado o ya no se encuentra disponible.			
Reducción/Supervisión: 1. Revisar que las solicitudes al servicio se han realizado correctamente. 2. Revisar frecuentemente la documentación del servicio. 3. Hacer una revisión continua del estado de los servicios proporcionados en la nube,			

verificando la buena conexión de estos servicios con el sistema desarrollado.

Gestión/Plan de contingencia/Acción:

Informar al usuario acerca del fallo ocurrido y comunicarse con el proveedor del servicio para obtener mayor información.

Tabla 3.24: Hoja de información de riesgo R13. Fallo en servicios en la nube

Hoja de información de riesgo			
ID: R14	Fecha: 15/Mayo/2021	Probabilidad: 20%	Impacto: Despreciable
Descripción: Recursos financieros insuficientes			
Refinamiento/Contexto: Subcondición 1: El equipo no puede cubrir el costo económico estimado para el proyecto. Subcondición 2: La adquisición de hardware o software requerido tiene un costo mucho mayor al estimado. Subcondición 3: El uso de algún servicio genera costos mayores a lo estimado.			
Reducción/Supervisión: 1. Buscar alternativas más económicas para software y hardware. 2. Minimizar los gastos por servicios utilizados.			
Gestión/Plan de contingencia/Acción: Obtener recursos de actividades de venta o préstamos			

Tabla 3.25: Hoja de información de riesgo R14. Recursos financieros insuficientes

Hoja de información de riesgo			
ID: R15	Fecha: 15/Mayo/2021	Probabilidad: 60%	Impacto: Marginal
Descripción: Crecimiento masivo del proyecto			
Refinamiento/Contexto: Subcondición 1: Surgimiento de submódulos debido al progreso del proyecto.			
Reducción/Supervisión: 1. Evaluar la dificultad del desarrollo de los submódulos. 2. Verificar los requerimientos principales. 3. Revisar que no se están superando los alcances del proyecto			
Gestión/Plan de contingencia/Acción: Evaluar nuevamente los requerimientos iniciales y los alcances del proyecto y hacer un rediseño del proyecto.			

Tabla 3.26: Hoja de información de riesgo R15. Crecimiento masivo del proyecto.

Capítulo 4. Diseño

4.1 Diagramas de casos de uso

4.1.1 Diagrama de casos de uso general

En la figura 4.1 se muestra el diagrama de casos de uso general del sistema, este diagrama envuelve la principales funcionalidades del sistema, las cuales más adelante serán descritas de manera más extensa.

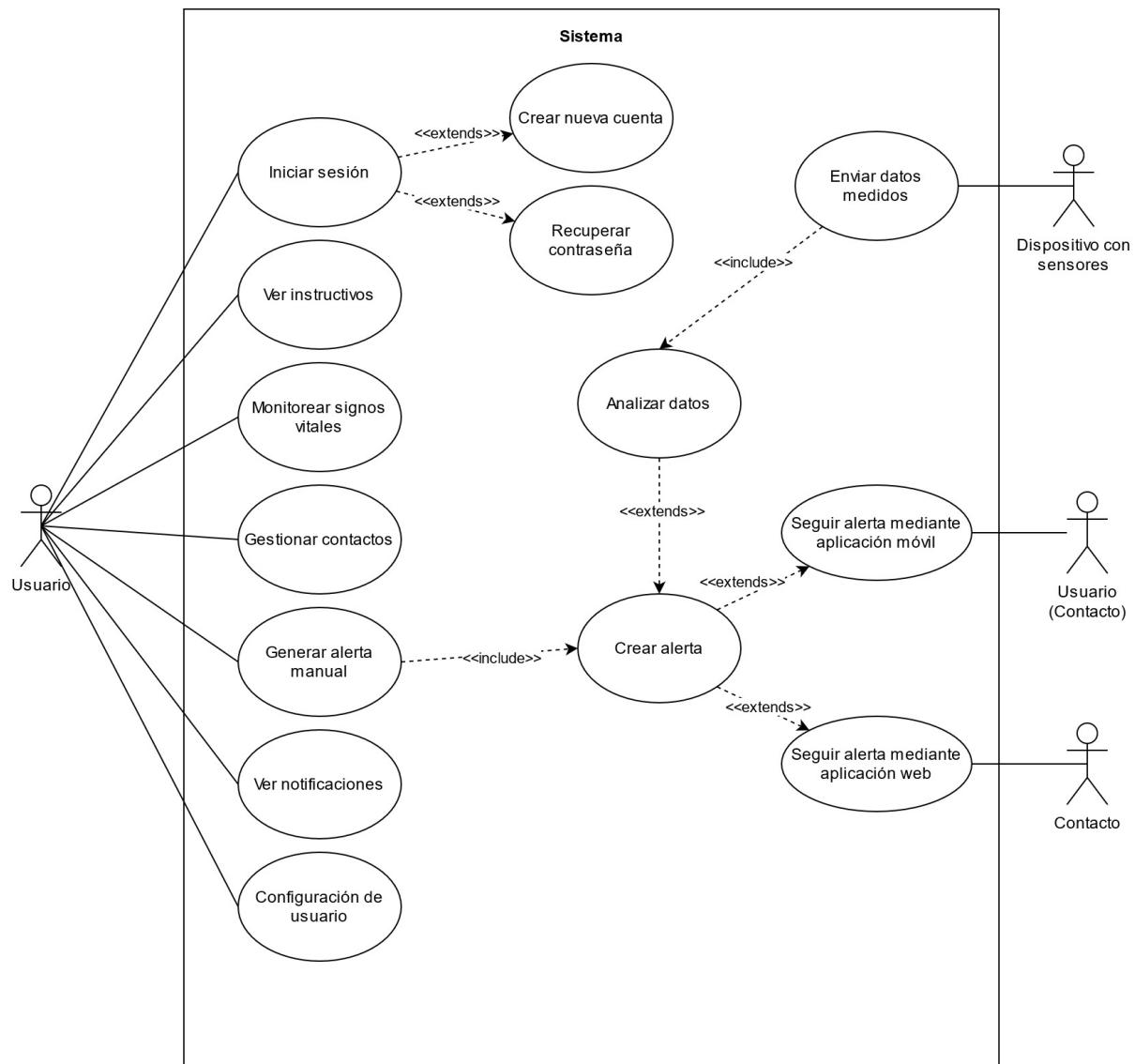


Figura 4.1: Diagrama general de casos de uso

4.1.2 Iniciar sesión

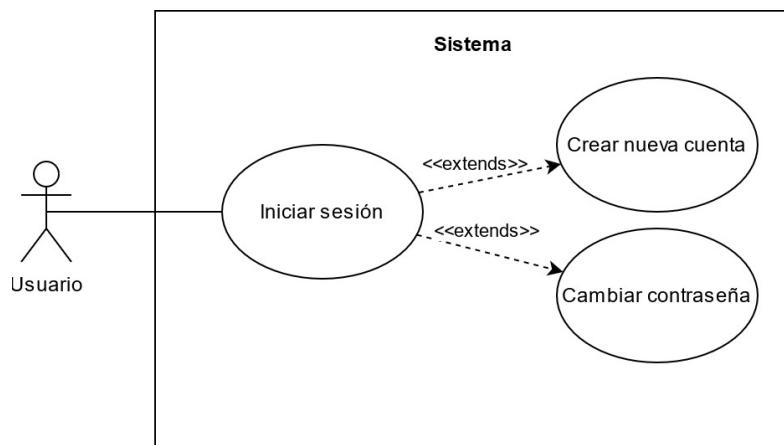


Figura 4.2: Diagrama de caso de uso “Iniciar sesión”

Caso de uso: CU1: Iniciar sesión.

Versión:	1.0
Actor(es):	Usuario
Propósito:	Permitir al usuario iniciar sesión con su cuenta y hacer uso de la aplicación.
Resumen:	Permitir ingresar y usar la aplicación.
Entradas:	Correo electrónico o teléfono y contraseña.
Salidas:	Pantalla inicial de la aplicación.
Precondiciones:	Haber creado una cuenta de usuario.
Postcondiciones:	El usuario puede usar la aplicación.
Tipo:	Primario
Módulo:	Inicio de sesión

Tabla 4.1 : Descripción CU1: Iniciar sesión.

Flujo de eventos:

Trayectoria principal:

1. La aplicación muestra los campos “Correo electrónico/Teléfono” y “Contraseña”.
2. El usuario rellena los campos y elige la opción “Ingresar”.
3. La aplicación valida los datos ingresados.
4. Se muestra la pantalla inicial de la aplicación.

Fin de trayectoria.

Las historias de usuario, donde se pueden observar otros escenarios relacionados a este caso de uso, se observan en la sección [5.1.1 Pantalla principal de la aplicación móvil](#).

4.1.3 Crear nueva cuenta

Caso de uso: CU2: Crear nueva cuenta.

Versión:	1.0
Actor(es):	Usuario
Propósito:	Permitir que un nuevo usuario cree una cuenta y pueda iniciar sesión con ella.
Resumen:	Crear una cuenta para un nuevo usuario.
Entradas:	-Nombre completo -Correo electrónico -Teléfono -Contraseña -Confirmación de la contraseña
Salidas:	Registro del nuevo usuario en el sistema y se muestra el instructivo.
Precondiciones:	Seleccionar la opción "¿Eres usuario nuevo?" en la pantalla principal de la aplicación móvil.
Postcondiciones:	Se inicia sesión automáticamente con la nueva cuenta y se muestra el instructivo.
Tipo:	Primario
Módulo:	Recuperación de contraseña.

Tabla 4.2: Descripción CU2: Crear nueva cuenta.

Flujo de eventos:

Trayectoria principal:

1. La aplicación muestra el formulario para registro de usuario.
2. El usuario rellena los campos y selecciona la opción “Registrarme”.
3. El sistema valida los datos ingresados.
4. Se inicia sesión con la cuenta creada y se muestra el instructivo.

Fin de trayectoria.

Las historias de usuario, donde se pueden observar otros escenarios relacionados a este caso de uso, se observan en la sección [5.1.4 Nuevo usuario](#).

4.1.4 Recuperar contraseña

Caso de uso: CU3: Recuperar contraseña.

Versión:	1.0
Actor(es):	Usuario
Propósito:	Permitir al usuario recuperar el acceso a su cuenta en caso de haber olvidado la contraseña.
Resumen:	Cambiar la contraseña de una cuenta.

Entradas:	Correo electrónico o número de teléfono.
Salidas:	Código de verificación y pantalla de cambio de contraseña.
Precondiciones:	Tener una cuenta de usuario y seleccionar la opción "Olvidé mi contraseña".
Postcondiciones:	Se envía un código de verificación al medio de contacto ingresado.
Tipo:	Primario
Módulo:	Recuperación de contraseña.

Tabla 4.3: Descripción CU3: Recuperar contraseña.

Flujo de eventos:

Trayectoria principal:

1. La aplicación muestra el campo “Correo electrónico / Teléfono”.
2. El usuario rellena el campo y selecciona la opción “Enviar”.
3. El sistema valida los datos ingresados.
4. Se envía el código de verificación al contacto ingresado y se muestra la pantalla de “Cambiar contraseña”.
5. El usuario llena los campos y selecciona la opción “Cambiar”
6. El sistema valida los datos ingresados.
7. El sistema actualiza la contraseña.

Fin de trayectoria.

Las historias de usuario, donde se pueden observar otros escenarios relacionados a este caso de uso, se observan en la sección [5.1.2 Recuperar contraseña](#).

4.1.5 Ver instructivos

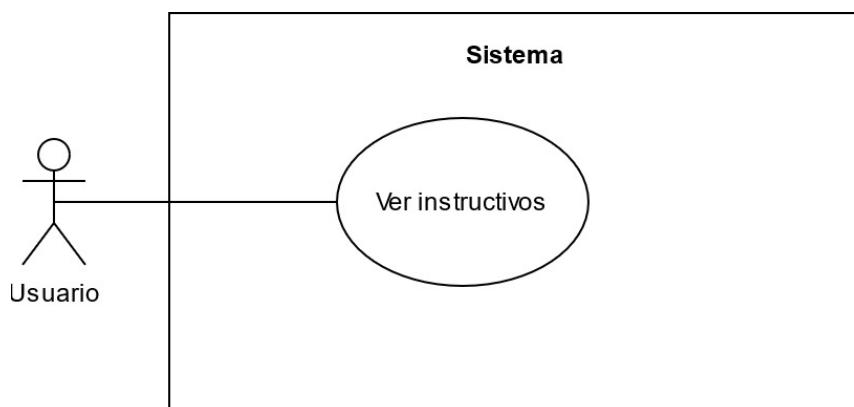


Figura 4.3: Diagrama de caso de uso “Ver instructivos”.

Caso de uso: CU4: Ver instructivos.

Versión:	1.0
Actor(es):	Usuario
Propósito:	Mostrar al usuario un instructivo para la interacción con la aplicación.
Resumen:	Mostrar instructivo de la aplicación.
Entradas:	-Iniciar sesión. -Seleccionar la opción "Saber mas" en alguna pantalla. -Seleccionar la opción "Instructivo" en la pantalla "Usuario"
Salidas:	Sección del instructivo correspondiente a la pantalla donde fue presionado el botón.
Precondiciones:	Haber iniciado sesión.
Postcondiciones:	Se muestra la sección del instructivo correspondiente.
Tipo:	Primario
Módulo:	Instructivo.

Tabla 4.4 : Descripción CU4: Ver instructivos.

Trayectoria principal:

1. El usuario inicia sesión en la aplicación.
2. La aplicación muestra la primera sección del instructivo.
3. El usuario avanza por cada una de las secciones del instructivo.
4. El usuario selecciona la opción "Cerrar".
5. La aplicación cierra el instructivo y se muestra el menú principal de la aplicación.

Fin de trayectoria.

Las historias de usuario, donde se pueden observar otros escenarios relacionados a este caso de uso, se observan en la sección [5.1.5 Instructivo](#).

4.1.6 Monitorear signos vitales

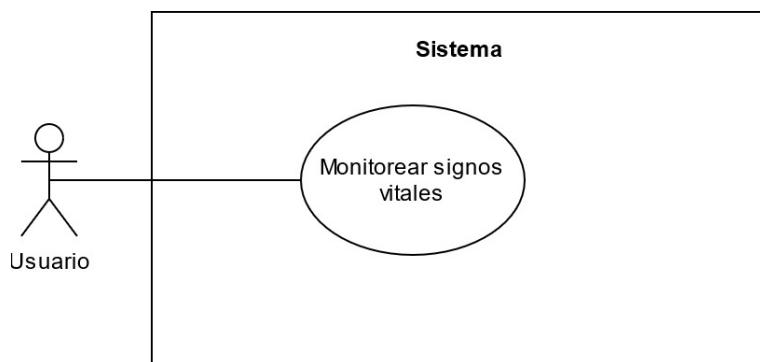


Figura 4.4: Diagrama de caso de uso “Monitorear signos vitales”.

Caso de uso: CU5: Monitorear signos vitales.

Versión:	1.0
Actor(es):	Usuario
Propósito:	Permitir al usuario ver en directo las mediciones de sus signos vitales recibidas desde el dispositivo electrónico.
Resumen:	Monitoreo de signos vitales medidos.
Entradas:	Datos recibidos por bluetooth desde el dispositivo electrónico.
Salidas:	Interfaz gráfica con las mediciones.
Precondiciones:	Vincular por bluetooth con el dispositivo electrónico en la pantalla "Sensor".
Postcondiciones:	Se muestra una gráfica con las mediciones actuales del usuario.
Tipo:	Primario
Módulo:	Sensor.

Tabla 4.5: Descripción CU5: Monitorear signos vitales.

Trayectoria principal:

1. El usuario selecciona la opción “Sensor” en el menú inferior.
2. La aplicación muestra la pantalla “Sensor”.
3. El usuario selecciona la opción “Vincular sensor” y selecciona el dispositivo.
4. El teléfono se enlaza con el dispositivo.
5. La aplicación muestra las mediciones actuales en la pantalla “Sensor”.

Fin de trayectoria.

Las historias de usuario, donde se pueden observar otros escenarios relacionados a este caso de uso, se observan en la sección [5.1.11 Sensor](#).

4.1.7 Gestionar contactos

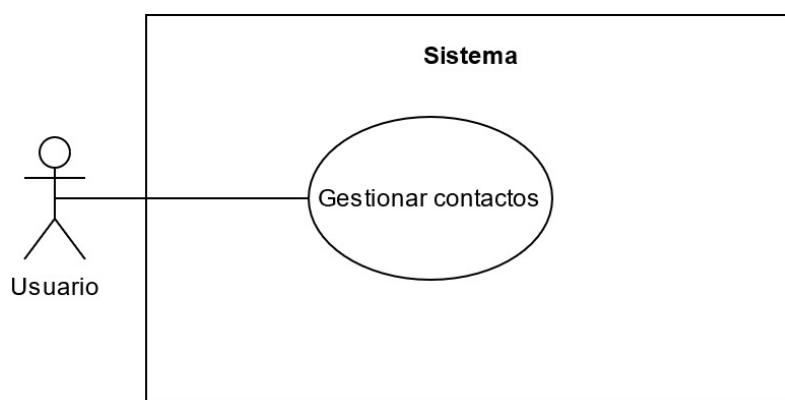


Figura 4.5: Diagrama de caso de uso “Gestionar contactos”.

Caso de uso: CU6: Gestionar contactos.

Versión:	1.0
Actor(es):	Usuario
Propósito:	Permitir al usuario añadir y editar sus contactos de confianza.
Resumen:	Gestión de contactos del usuario.
Entradas:	Contactos agregados por el usuario.
Salidas:	Interfaz para gestión de contactos.
Precondiciones:	El usuario ha iniciado sesión y selecciona la opción "Contactos".
Postcondiciones:	Se muestra una interfaz con los contactos que han sido agregados y distintas opción para su gestión.
Tipo:	Primario
Módulo:	Contactos

Tabla 4.6 : Descripción CU6: Gestionar contactos.

Trayectoria principal:

1. El usuario selecciona la opción “Contactos” en el menú inferior.
2. La aplicación muestra la pantalla “Contactos”.
3. Se despliegan los contactos, si es que el usuario los ha agregado previamente, y distintas opciones.

Fin de trayectoria.

Las historias de usuario, donde se pueden observar otros escenarios relacionados a este caso de uso, se observan en la sección [5.1.6 Contactos](#).

4.1.8 Enviar datos medidos

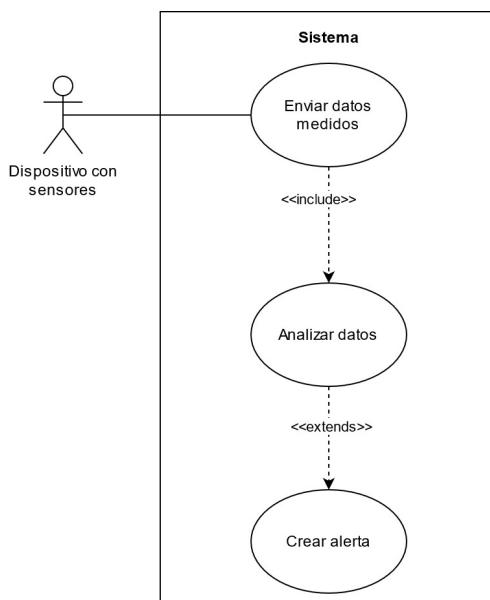


Figura 4.6: Diagrama de caso de uso “Enviar datos medidos”.

Caso de uso: CU7: Enviar datos medidos.

Versión:	1.0
Actor(es):	Dispositivo con sensores.
Propósito:	Enviar al teléfono del usuario los datos de sus signos vitales medidos por los sensores para su análisis y monitoreo.
Resumen:	Envío de los datos medidos por los sensores.
Entradas:	Valores recibidos desde los sensores.
Salidas:	Cadena compuesta por los datos medidos.
Precondiciones:	El dispositivo está encendido, en contacto con el usuario y vinculado con el teléfono.
Postcondiciones:	Se envía por bluetooth al teléfono una cadena compuesta por los datos medidos.
Tipo:	Primario
Módulo:	Dispositivo con sensores.

Tabla 4.7 : Descripción CU7: Enviar datos medidos.

Trayectoria principal:

1. El microcontrolador recibe los datos de los sensores.
2. El microcontrolador concatena los datos en una cadena.
3. El microcontrolador envía los datos por bluetooth al teléfono.

Fin de trayectoria.

4.1.9 Seguir alerta mediante aplicación móvil

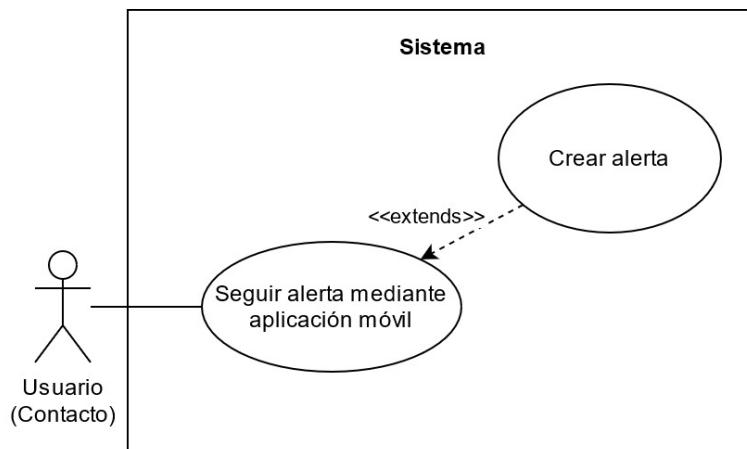


Figura 4.7: Diagrama de caso de uso “Seguir alerta mediante aplicación móvil”.

Caso de uso: CU8: Seguir alerta mediante aplicación móvil.

Versión:	1.0
Actor(es):	Usuario (Contacto)
Propósito:	Permitir a un usuario de la aplicación hacer el seguimiento de una emergencia de otro usuario que lo ha agregado como contacto.
Resumen:	Hacer el seguimiento de una emergencia de otro usuario.
Entradas:	-ID de la emergencia. -Mensajes de las personas haciendo seguimiento. -Localizaciones de las personas haciendo seguimiento. -Signos vitales del usuario en emergencia.
Salidas:	Pantalla de "Chat durante una emergencia".
Precondiciones:	Se ha creado una emergencia de un usuario.
Postcondiciones:	El usuario puede usar la interfaz para el seguimiento de una emergencia junto a otros contactos.
Tipo:	Primario
Módulo:	Seguimiento de alertas.

Tabla 4.8: Descripción CU8: Seguir alerta mediante aplicación móvil.

Trayectoria principal:

1. La aplicación recibe la notificación de una emergencia.
2. La aplicación notifica al usuario sobre la emergencia.
3. El usuario selecciona la notificación.
4. La aplicación muestra la interfaz para el seguimiento de la emergencia.

Fin de trayectoria.

Las historias de usuario, donde se pueden observar otros escenarios relacionados a este caso de uso, se observan en la sección [5.1.9 Chat durante una emergencia](#).

4.1.10 Seguir alerta mediante aplicación web

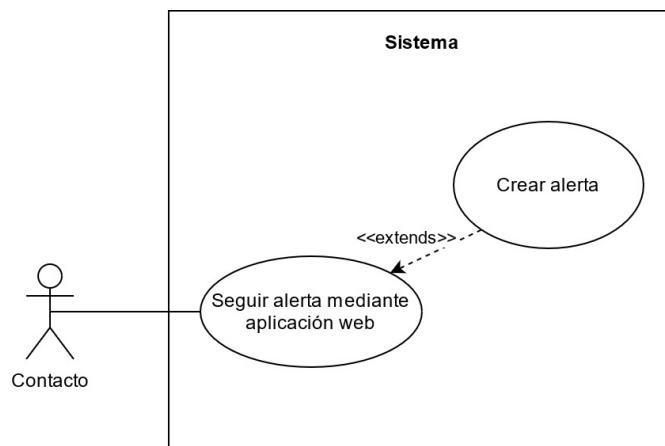


Figura 4.8: Diagrama de caso de uso “Seguir alerta mediante aplicación web”.

Caso de uso: CU9: Seguir alerta mediante aplicación web.

Versión:	1.0
Actor(es):	Contacto
Propósito:	Permitir a un contacto que no tenga la aplicación móvil hacer seguimiento de una emergencia por medio de una aplicación web.
Resumen:	Hacer el seguimiento de una emergencia de otro usuario.
Entradas:	-ID de la emergencia. -Mensajes de las personas haciendo seguimiento. -Localizaciones de las personas haciendo seguimiento. -Signos vitales del usuario en emergencia.
Salidas:	Pantalla de "Seguimiento de alerta" en aplicación web.
Precondiciones:	Se ha creado una emergencia de un usuario y el contacto recibió el enlace por medio de SMS.
Postcondiciones:	El usuario puede usar la aplicación web para el seguimiento de una emergencia junto a otros contactos.
Tipo:	Primario
Módulo:	Seguimiento de alertas.

Tabla 4.9 : Descripción CU9: Seguir alerta mediante aplicación web.

Trayectoria principal:

1. El contacto recibe el mensaje SMS conteniendo el enlace para acceder a la aplicación web.
2. El contacto presiona sobre el enlace para abrirlo desde su navegador.
3. El servicio en la nube provee de todos los elementos necesarios para el funcionamiento de la aplicación.
4. El navegador despliega los elementos de la aplicación web y permite al contacto interactuar con ellos.

Fin de trayectoria.

Las historias de usuario, donde se pueden observar otros escenarios relacionados a este caso de uso, se observan en la sección [5.2.1 Seguimiento de alerta](#).

4.1.11 Generar alerta manual

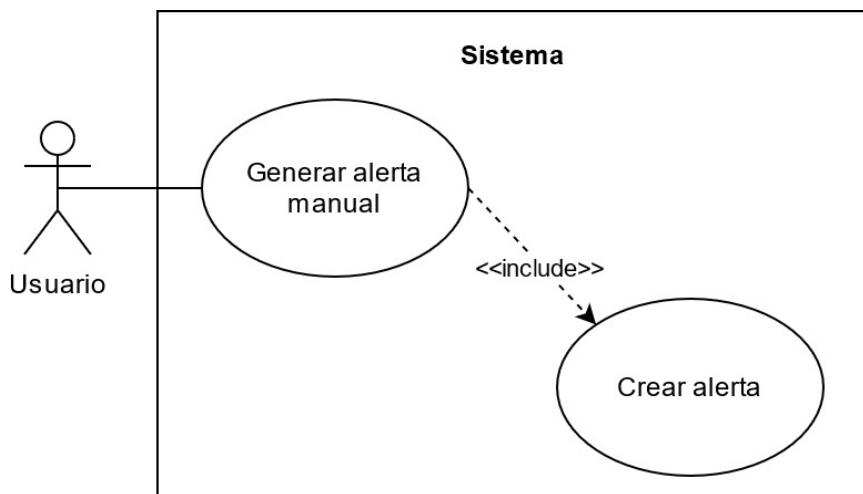


Figura 4.9: Diagrama de caso de uso "Generar alerta manual".

Caso de uso: CU10: Generar alerta manual.

Versión:	1.0
Actor(es):	Usuario
Propósito:	Permitir al usuario crear una emergencia aunque sus signos vitales se encuentren dentro de los rangos normales.
Resumen:	Crear una emergencia manualmente.
Entradas:	Seleccionar la opción "Alerta".
Salidas:	Pantalla de "Alerta manual".
Precondiciones:	El usuario ha iniciado sesión y selecciona la opción "Alerta".
Postcondiciones:	Se muestra la pantalla "Alerta manual" y se crea una nueva alerta si no se cancela.
Tipo:	Primario
Módulo:	Creación de alertas.

Tabla 4.10 : Descripción CU10: Generar alerta manual.

Trayectoria principal:

1. El usuario selecciona la opción "Alerta".
2. Se muestra la pantalla de "Alerta manual".
3. Se genera una alerta si el usuario no selecciona la opción "Cancelar".

Fin de trayectoria.

Las historias de usuario, donde se pueden observar otros escenarios relacionados a este caso de uso, se observan en la sección [5.1.15 Alerta manual](#).

4.1.12 Ver notificaciones

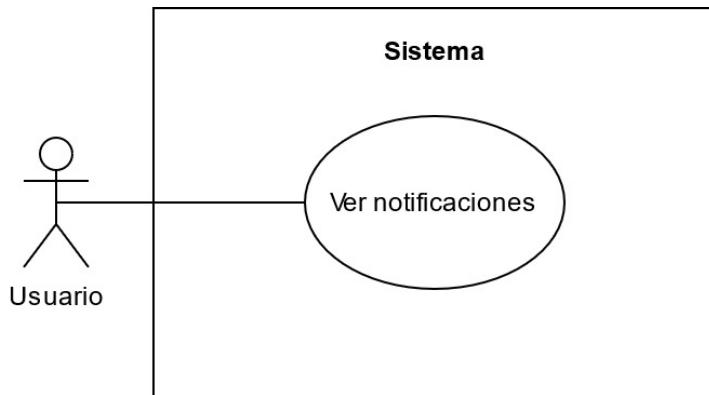


Figura 4.10: Diagrama de caso de uso "Ver notificaciones".

Caso de uso: CU11: Ver notificaciones.

Versión:	1.0
Actor(es):	Usuario
Propósito:	Ofrecer al usuario una pantalla donde pueda ver las notificaciones recibidas e interactuar con ellas.
Resumen:	Ver la pantalla de notificaciones.
Entradas:	Registro de las notificaciones recibidas.
Salidas:	Pantalla de "Notificaciones".
Precondiciones:	El usuario ha iniciado sesión y seleccionó la opción "Notificaciones" en el menú inferior.
Postcondiciones:	El usuario puede ver las notificaciones recibidas e interactuar con ellas.
Tipo:	Primario
Módulo:	Notificaciones.

Tabla 4.11 : Descripción CU11: Ver notificaciones.

Trayectoria principal:

1. El usuario selecciona la opción "Notificaciones" en el menú inferior.
2. Se muestra la pantalla de "Notificaciones".
3. Se despliegan las notificaciones recibidas anteriormente.

Fin de trayectoria.

Las historias de usuario, donde se pueden observar otros escenarios relacionados a este caso de uso, se observan en la sección [5.1.7 Notificaciones](#).

4.1.13 Configuración de usuario

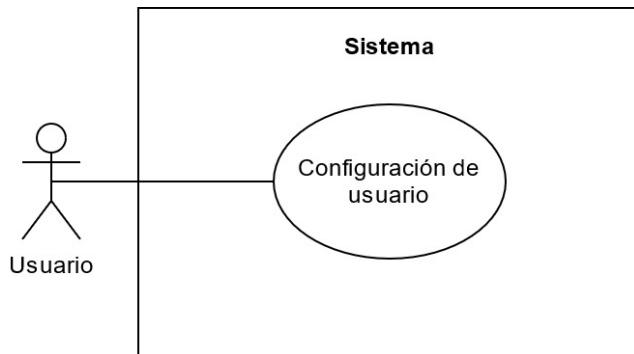


Figura 4.11: Diagrama de caso de uso “Configuración de usuario”.

Caso de uso: CU12: Configuración de usuario.

Versión:	1.0
Actor(es):	Usuario
Propósito:	Permitir al usuario configurar sus datos, preferencias o cerrar sesión.
Resumen:	Configuración de datos y preferencias de usuario.
Entradas:	Seleccionar la opción "Usuario" en el menú inferior.
Salidas:	Pantalla de "Usuario".
Precondiciones:	El usuario ha iniciado sesión.
Postcondiciones:	Se actualizan los registros de los datos modificados por el usuario.
Tipo:	Primario
Módulo:	Configuración de usuario.

Tabla 4.12 : Descripción CU12: Configuración de usuario.

Trayectoria principal:

1. El usuario selecciona la opción "Usuario" en el menú inferior.
2. Se muestra la pantalla de "Usuario".

Fin de trayectoria.

Las historias de usuario, donde se pueden observar otros escenarios relacionados a este caso de uso, se observan en la sección [5.1.12 Usuario](#).

4.2 Diagramas de secuencia

4.2.1 Iniciar sesión

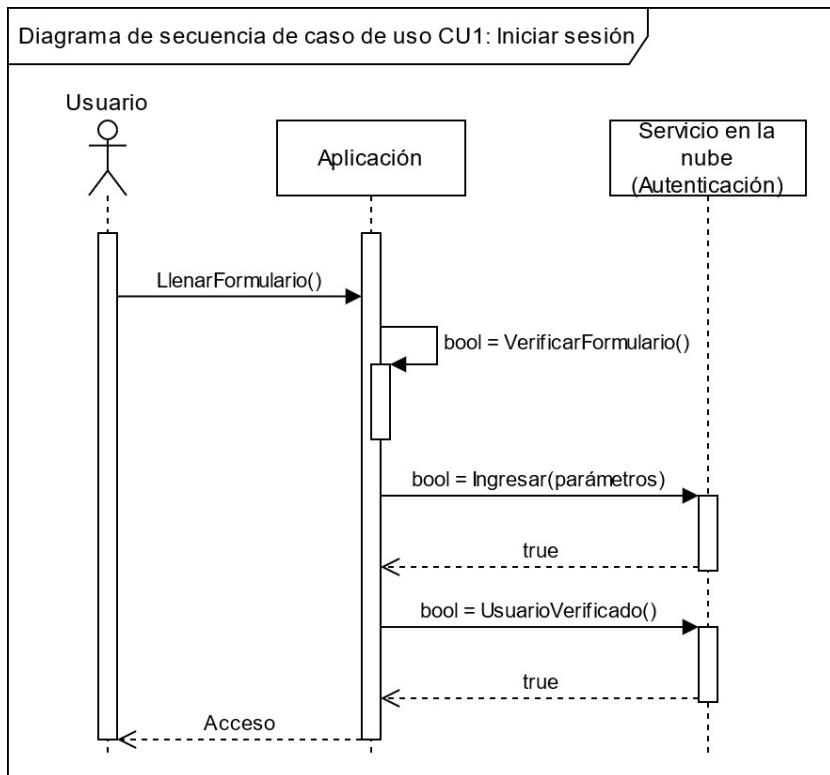


Figura 4.12: Diagrama de secuencia de caso de uso “Iniciar sesión”.

4.2.2 Crear nueva cuenta

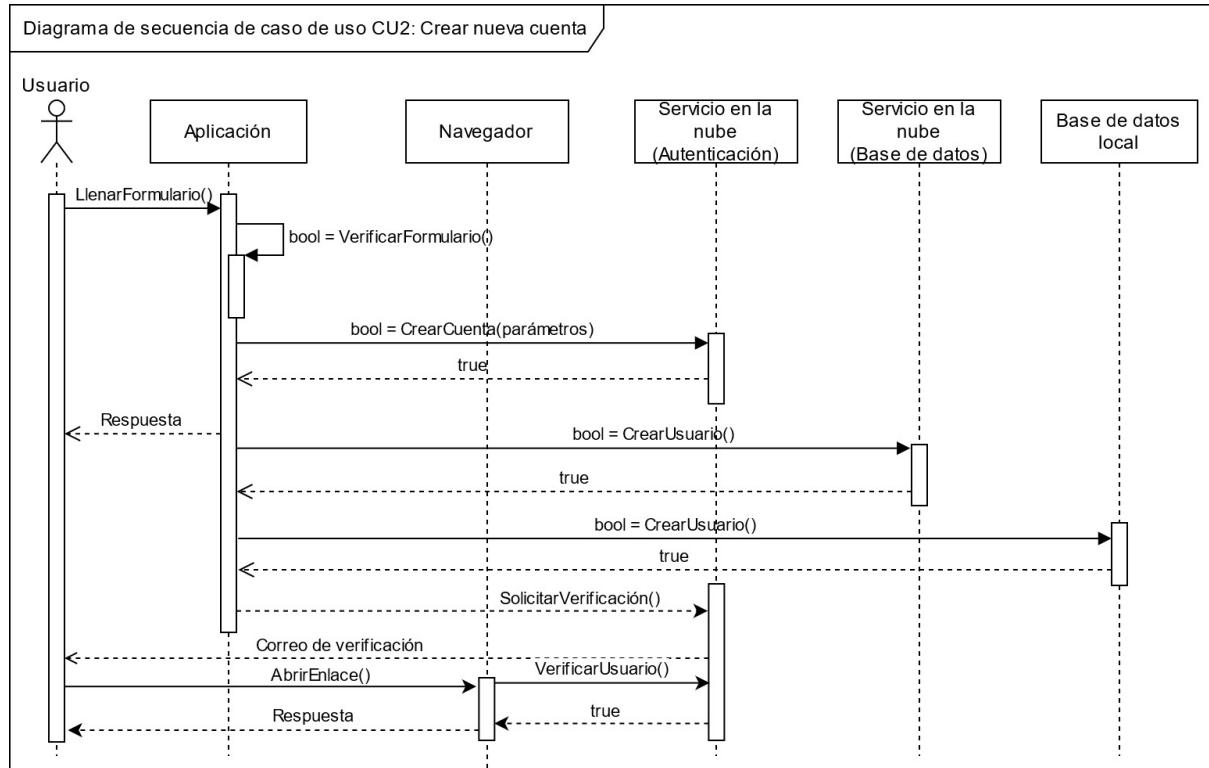


Figura 4.13 : Diagrama de secuencia de caso de uso “Crear nueva cuenta”.

4.2.3 Recuperar contraseña

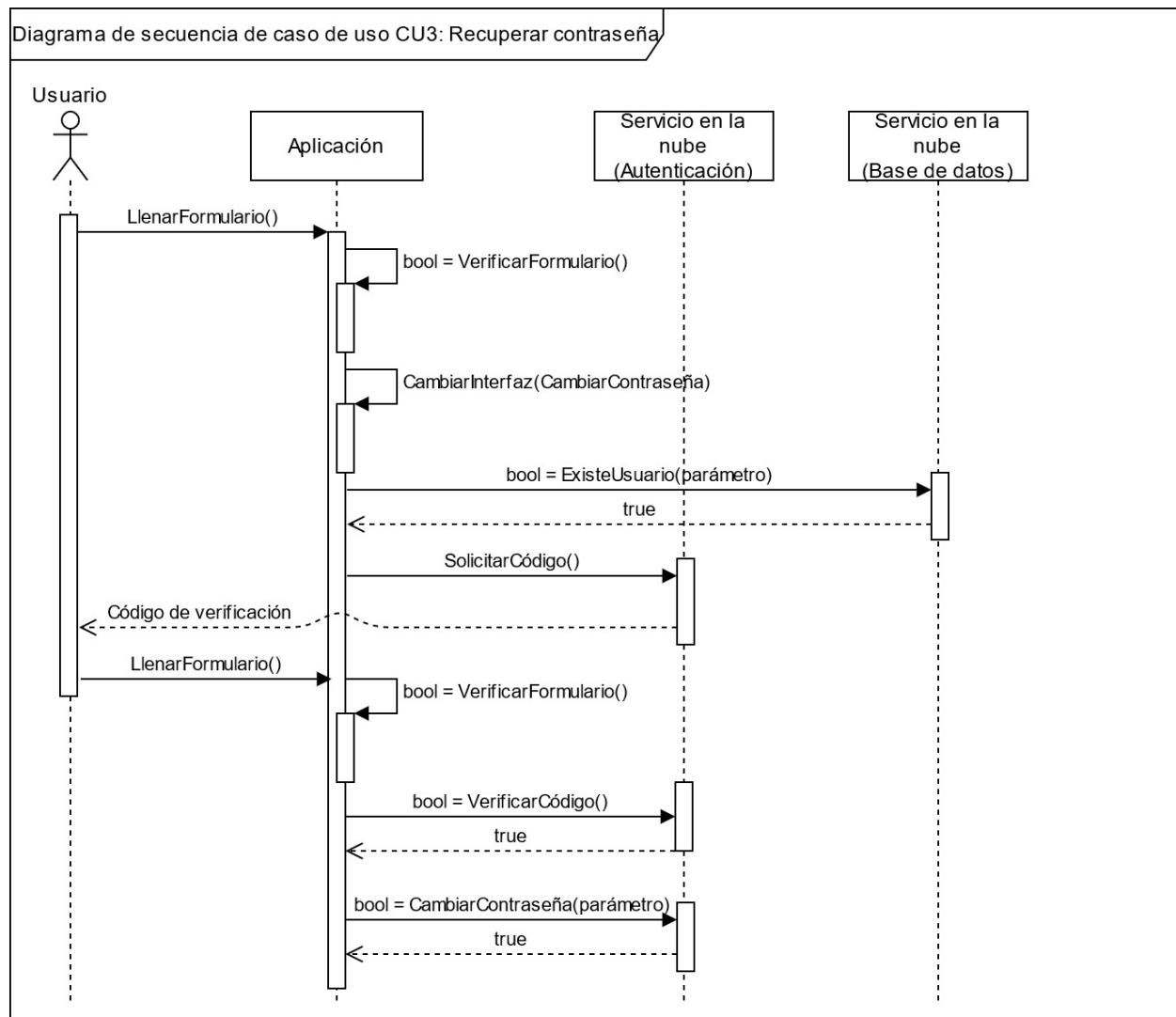


Figura 4.14: Diagrama de secuencia de caso de uso “Recuperar contraseña”.

4.2.4 Ver instructivos

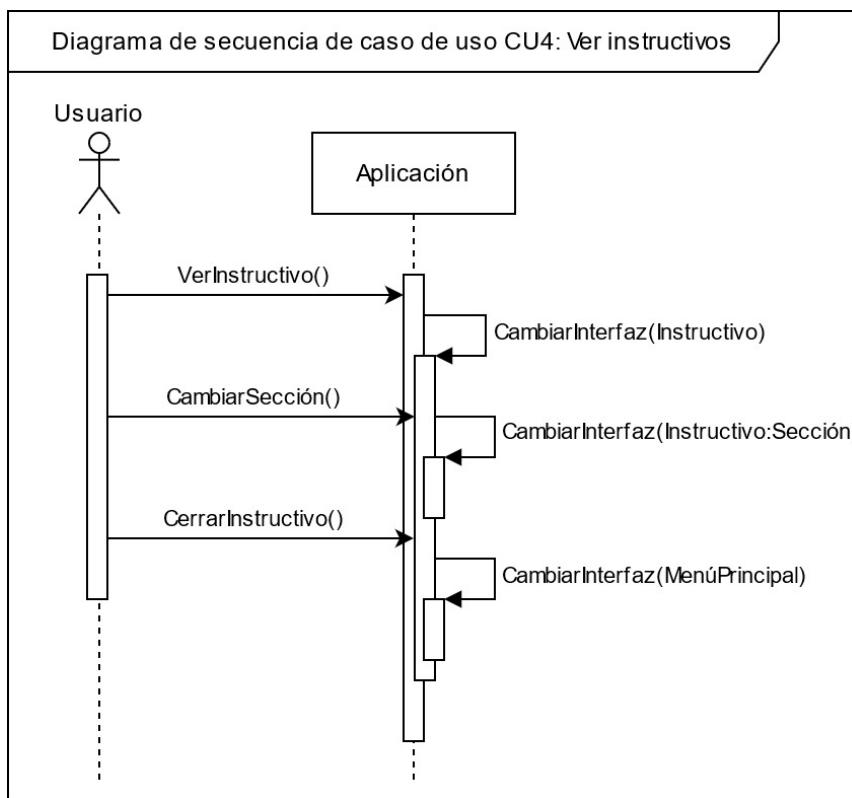


Figura 4.15: Diagrama de secuencia de caso de uso “Ver instructivos”.

4.2.5 Monitorear signos vitales

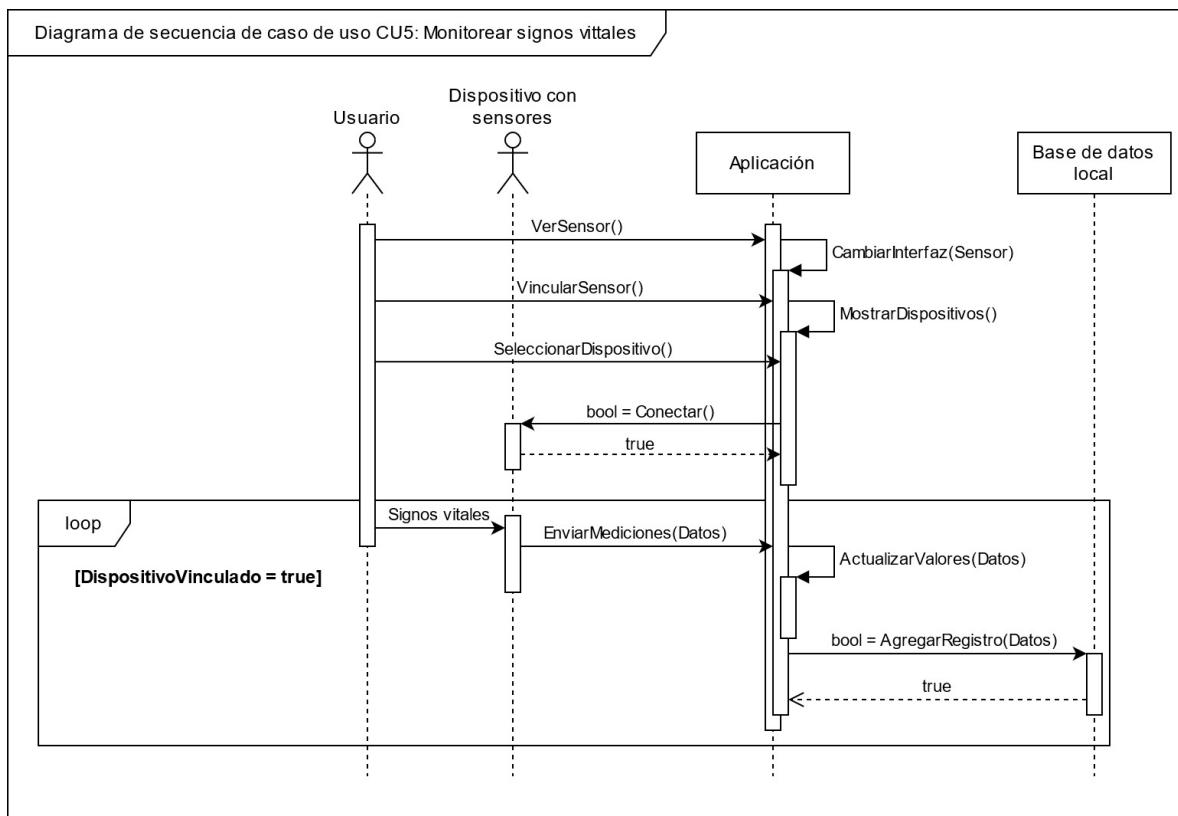


Figura 4.16: Diagrama de secuencia de caso de uso “Monitorear signos vitales”.

4.2.6 Gestionar contactos

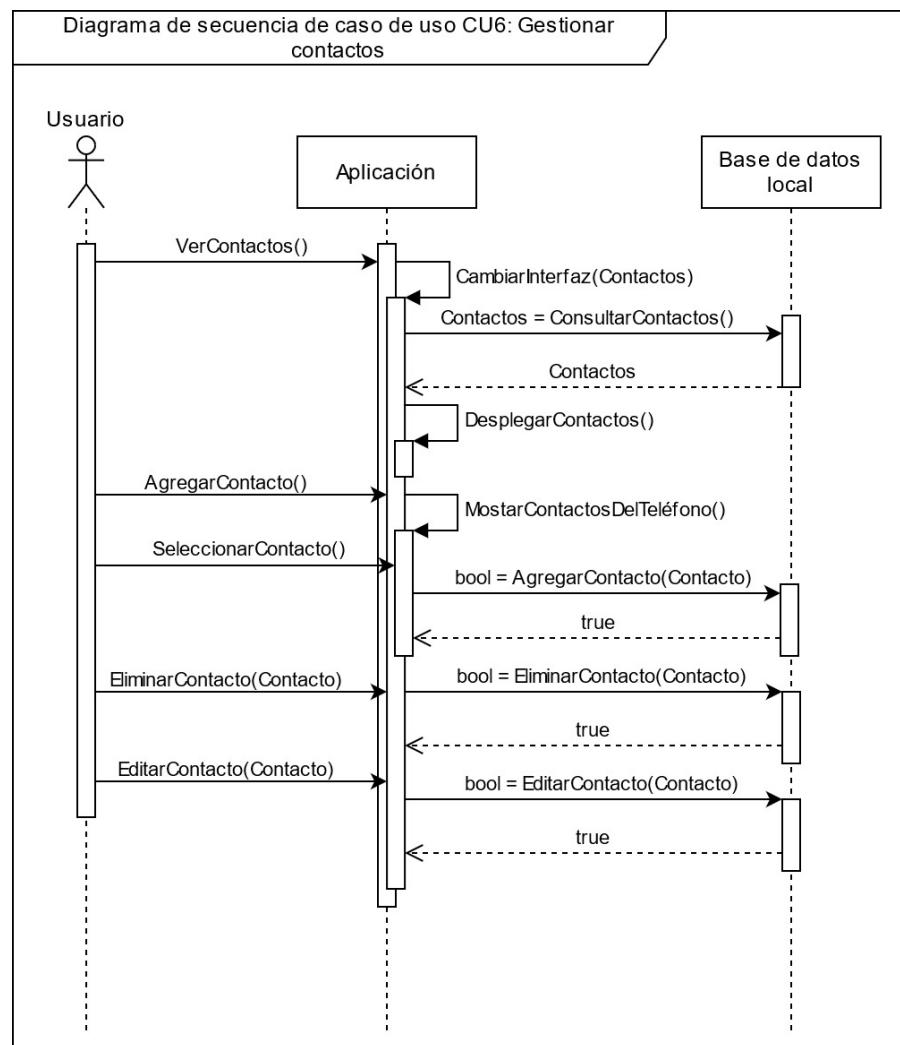


Figura 4.17: Diagrama de secuencia de caso de uso “Gestionar contactos”.

4.2.7 Enviar datos medidos

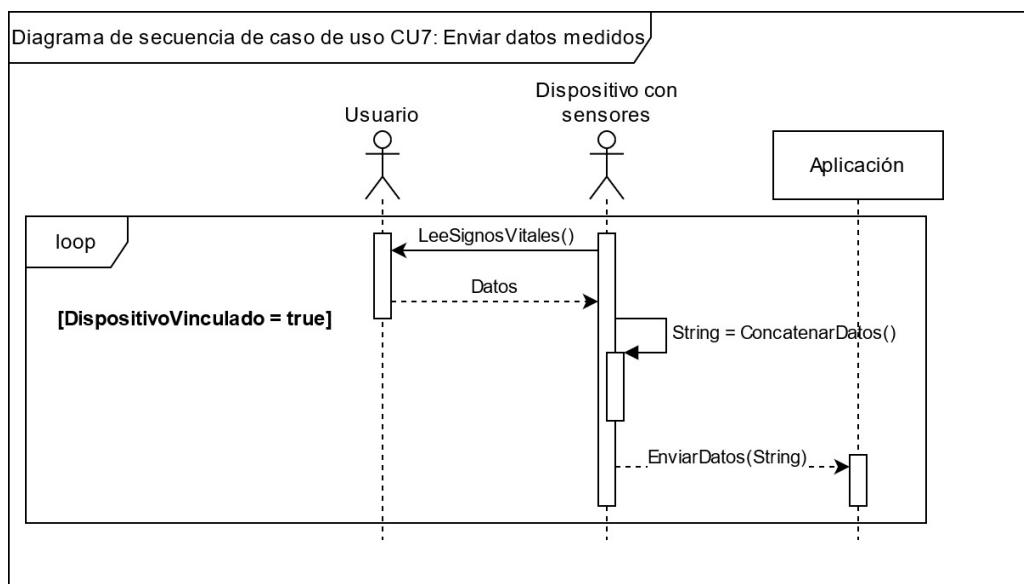


Figura 4.18: Diagrama de secuencia de caso de uso “Enviar datos medidos”.

4.2.8 Seguir alerta mediante aplicación móvil

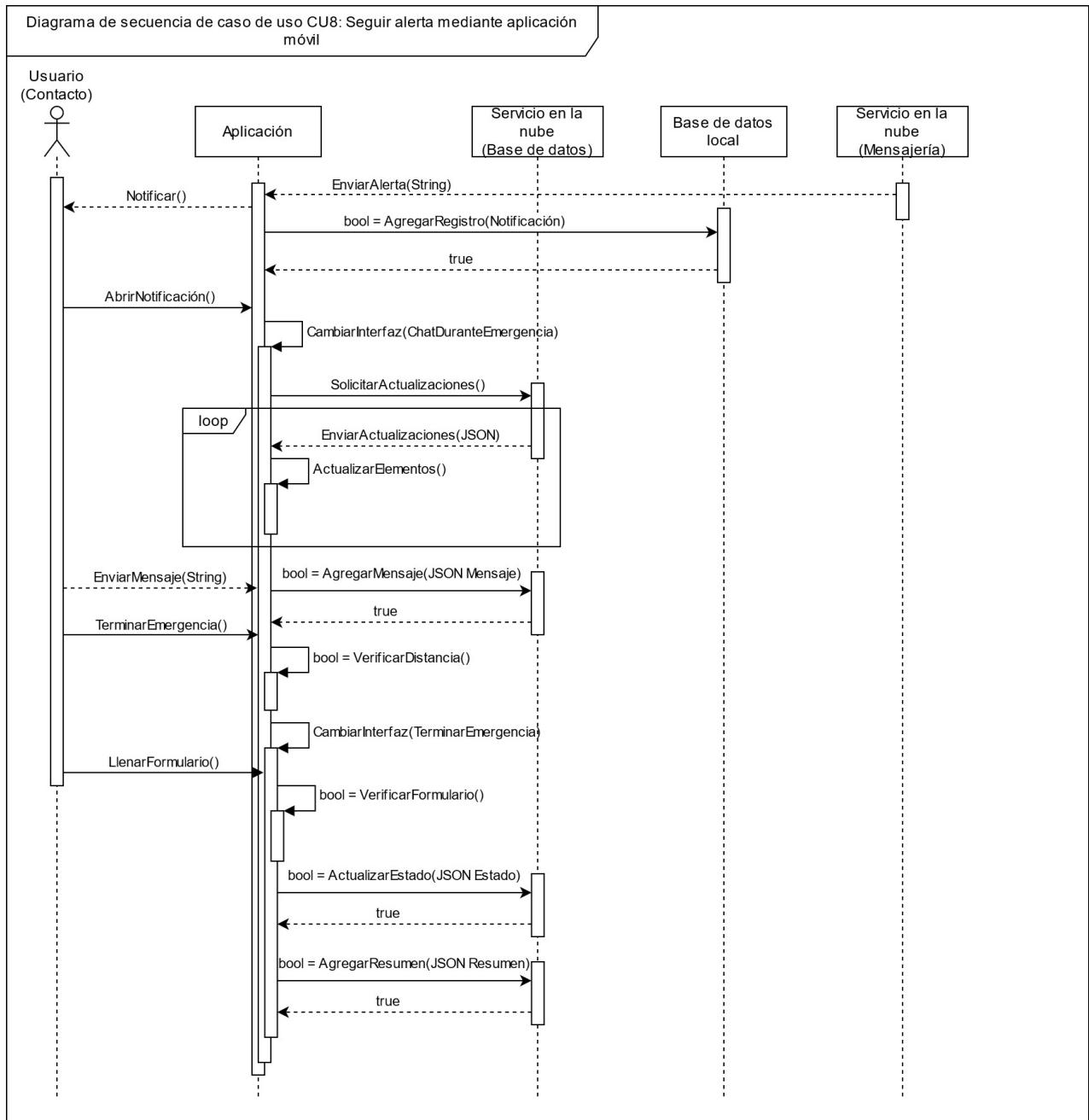


Figura 4.19: Diagrama de secuencia de caso de uso “Seguir alerta mediante aplicación móvil”.

4.2.9 Seguir alerta mediante aplicación web

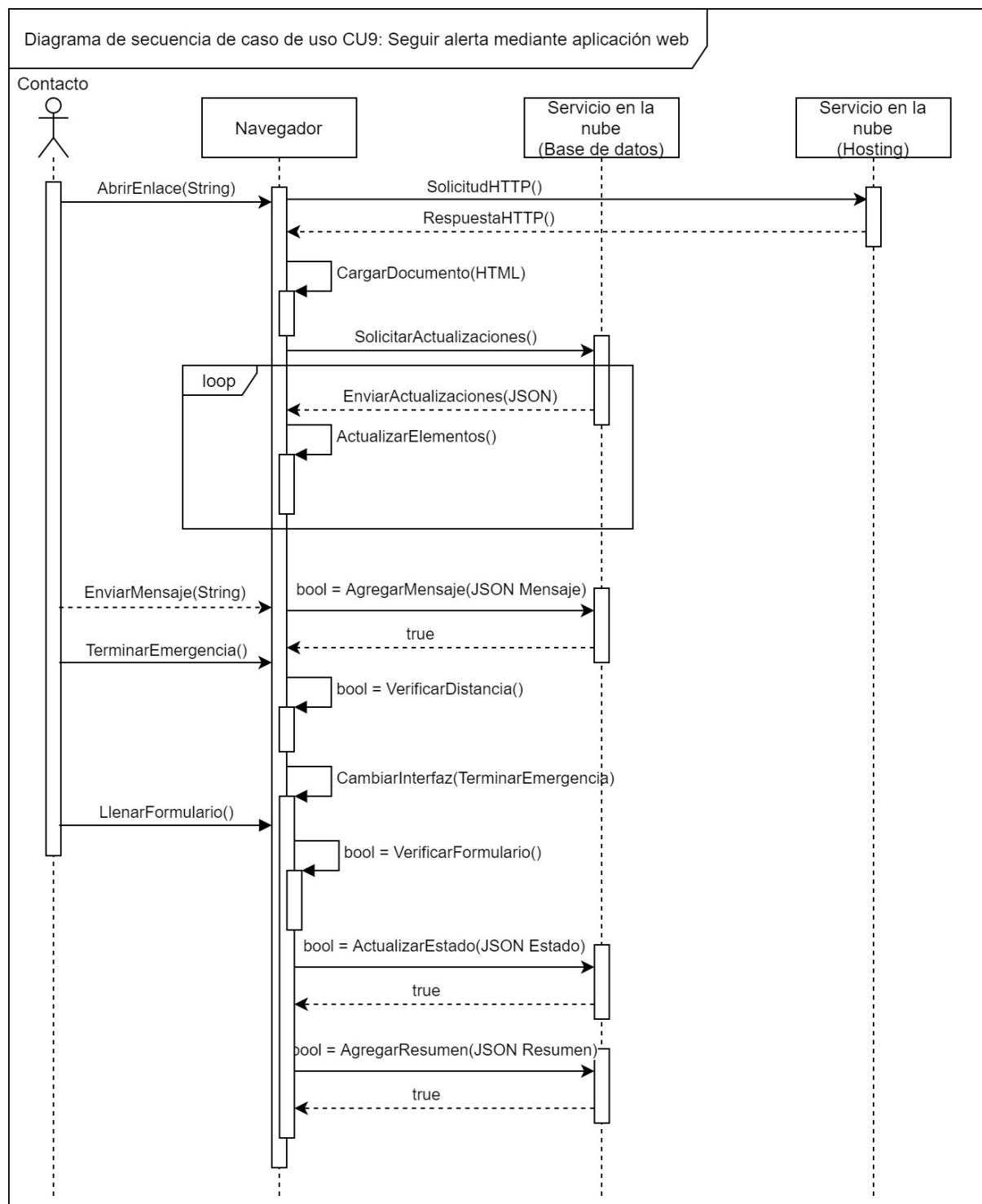


Figura 4.20: Diagrama de secuencia de caso de uso “Seguir alerta mediante aplicación web”.

4.2.10 Generar alerta manual

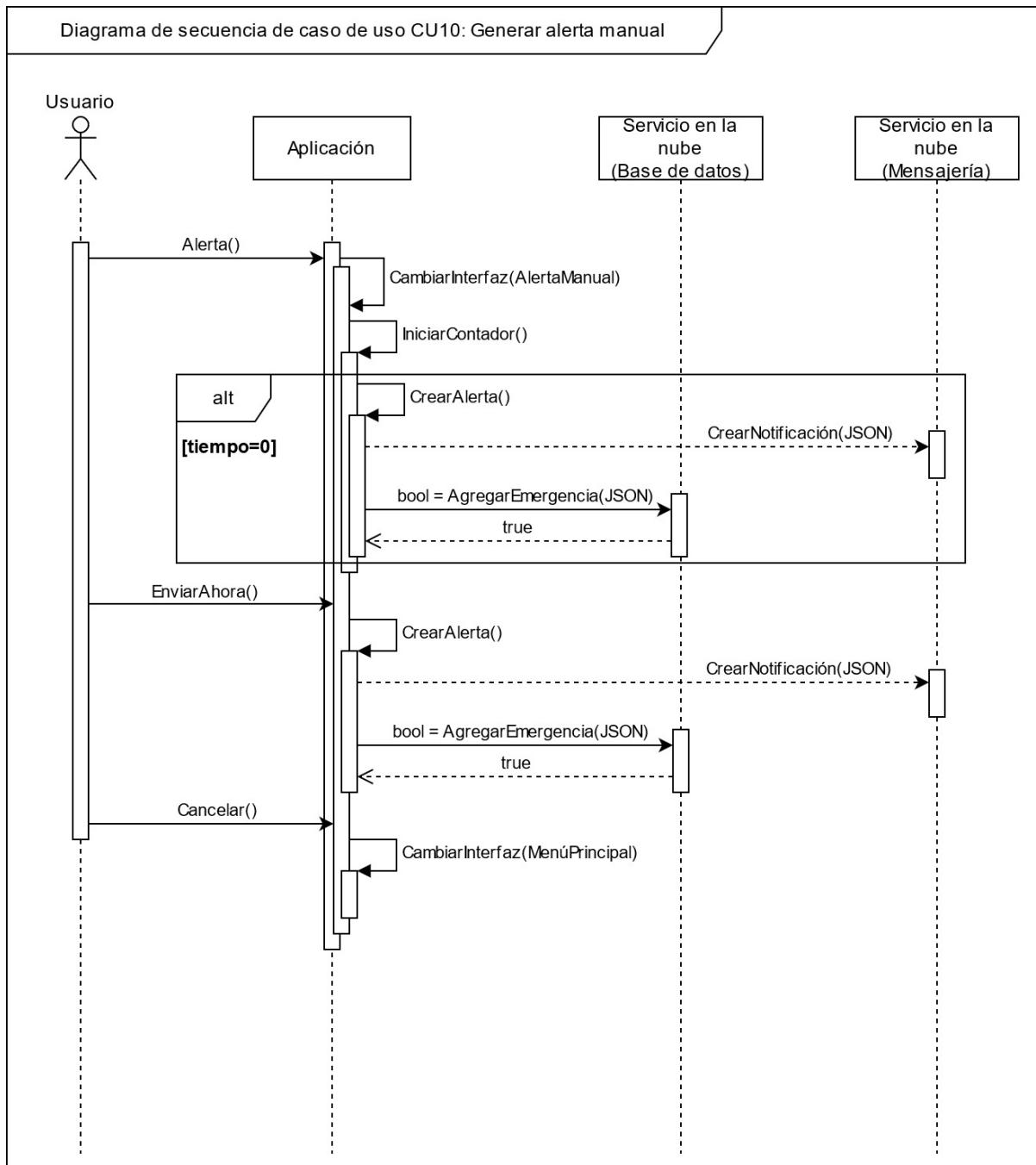


Figura 4.21: Diagrama de secuencia de caso de uso “Generar alerta manual”.

4.2.11 Ver notificaciones

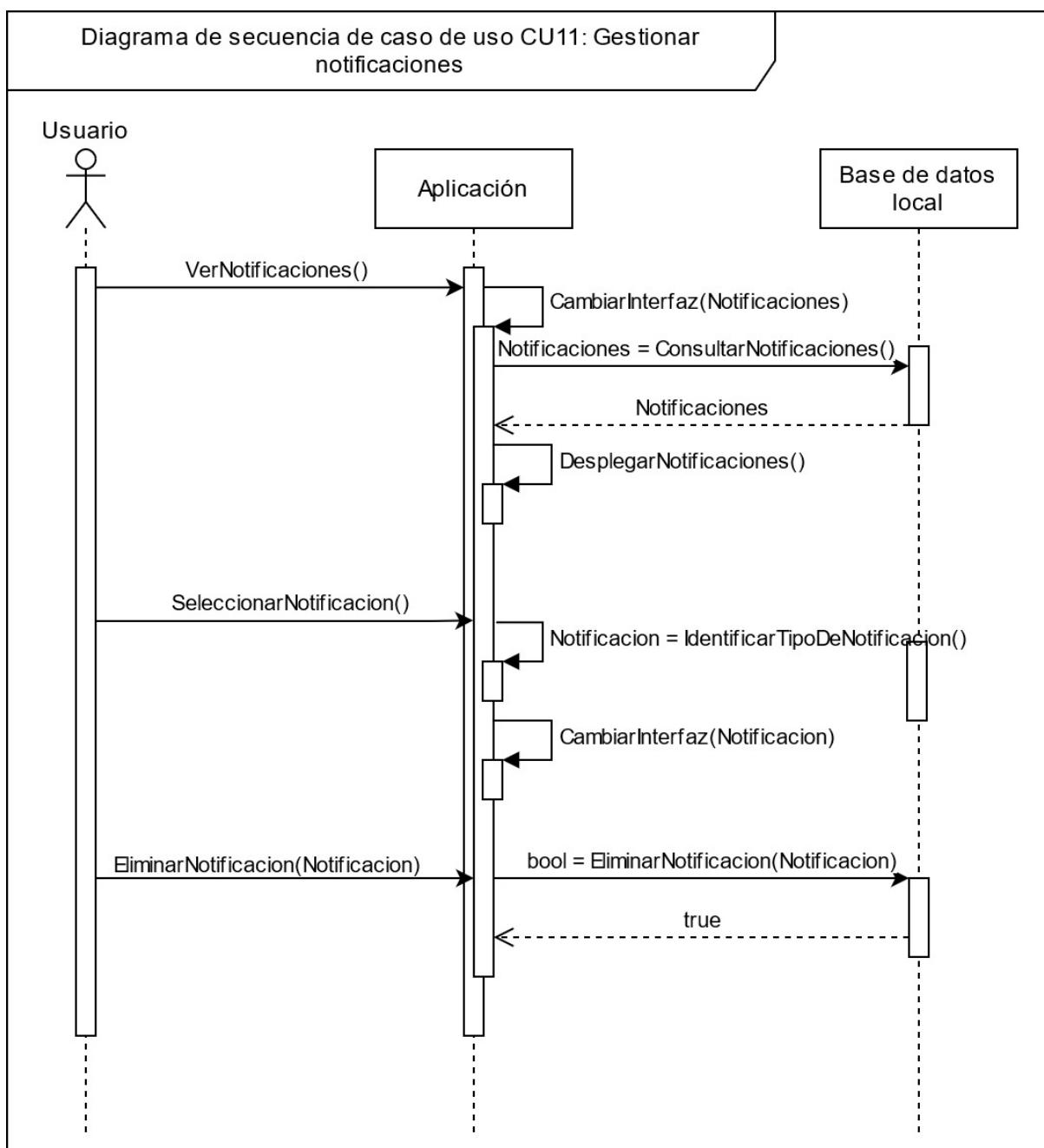


Figura 4.22: Diagrama de secuencia de caso de uso “Ver notificaciones”.

4.2.12 Configuración de usuario

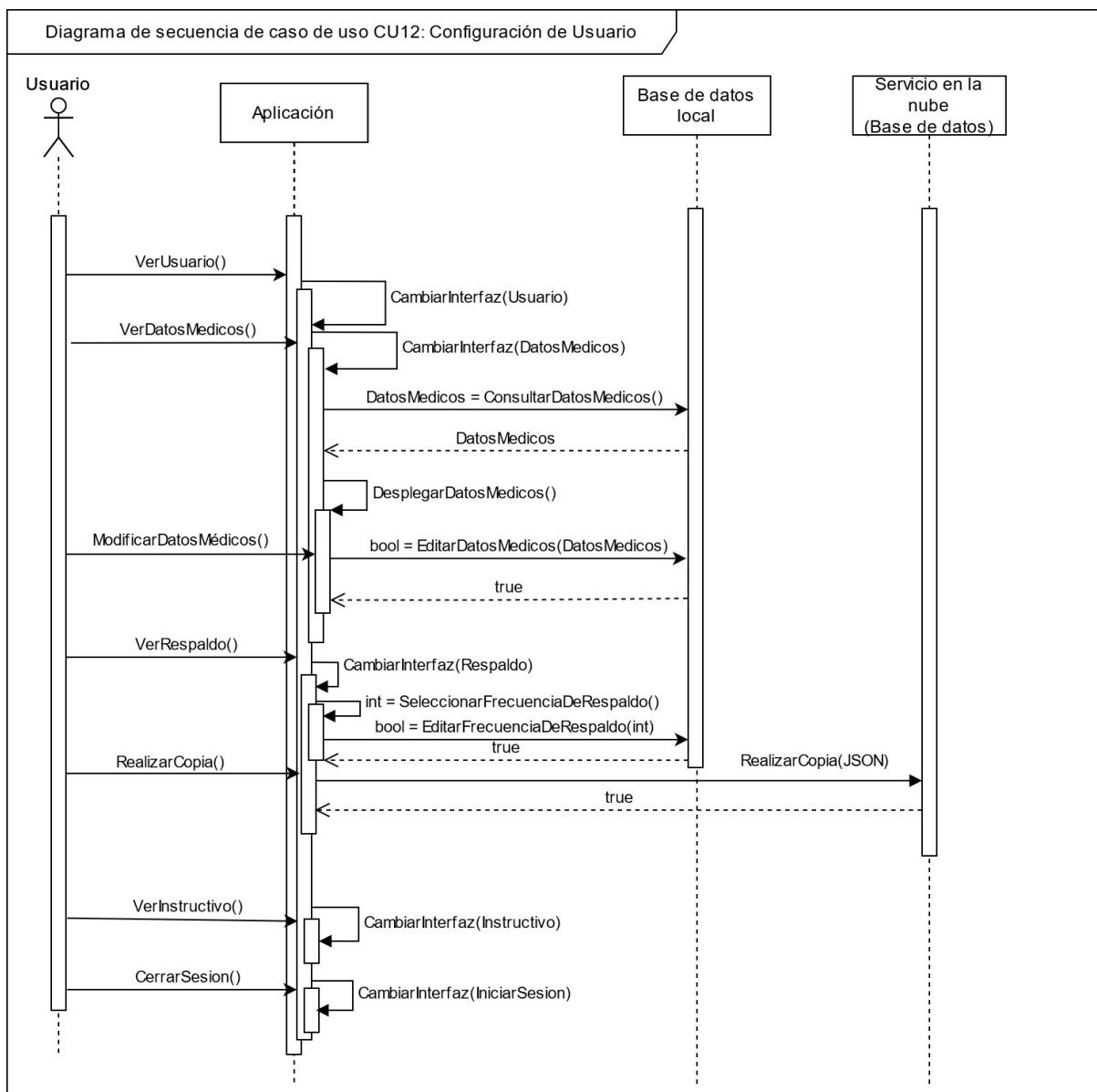


Figura 4.23: Diagrama de secuencia de caso de uso “Configuración de usuario”.

4.3 Diagrama de clases

En la figura 4.3.1 se observa la relación que tienen las clases junto con su cardinalidad. La Aplicación tiene como interfaces: un ManejadorDeMediciones(figura 4.38), encargado de mostrar las mediciones solicitadas por el usuario; ManejadorDeCircuitoElectrico(figura 4.36), encargado de realizar las conexiones y recibir la información del circuito; ManejadorDelInstructivo(figura 4.37), que proporciona el contenido a desplegar sobre las secciones del instructivo; ManejadorDeBaseDeDatosLocal(figura 4.34), cuyo objetivo es guardar y editar la información del usuario dentro de la base de datos del dispositivo android; ManejadorServicioEnLaNube(figura 4.35), el cual realiza las copias de seguridad en nuestro servicio en la nube, gestiona el inicio de sesión y recuperación de contraseña, crea las emergencias, las recibe y las se encarga de las diversas acciones que se pueden hacer durante la emergencia con ayuda del servicio en la nube. Además de los manejadores, Aplicación también contiene: la clase Usuario(figura 4.25), poseedora de la información básica del usuario, esta a su vez, contiene instancias de: la clase Contacto(figura 4.26); la clase Medición(figura 4.28), que representará el conjunto de instancias Dato(figura 4.29) para una misma fecha; la clase Notificación(figura 4.27), encargada de contener su información básica y una instancia de la clase Emergencia(figura 4.30), la cual mantiene un conjunto de instancias de Localización(figura 4.33) y de Mensaje(figura 4.32), así como una única instancia de Resumen(figura 4.31).

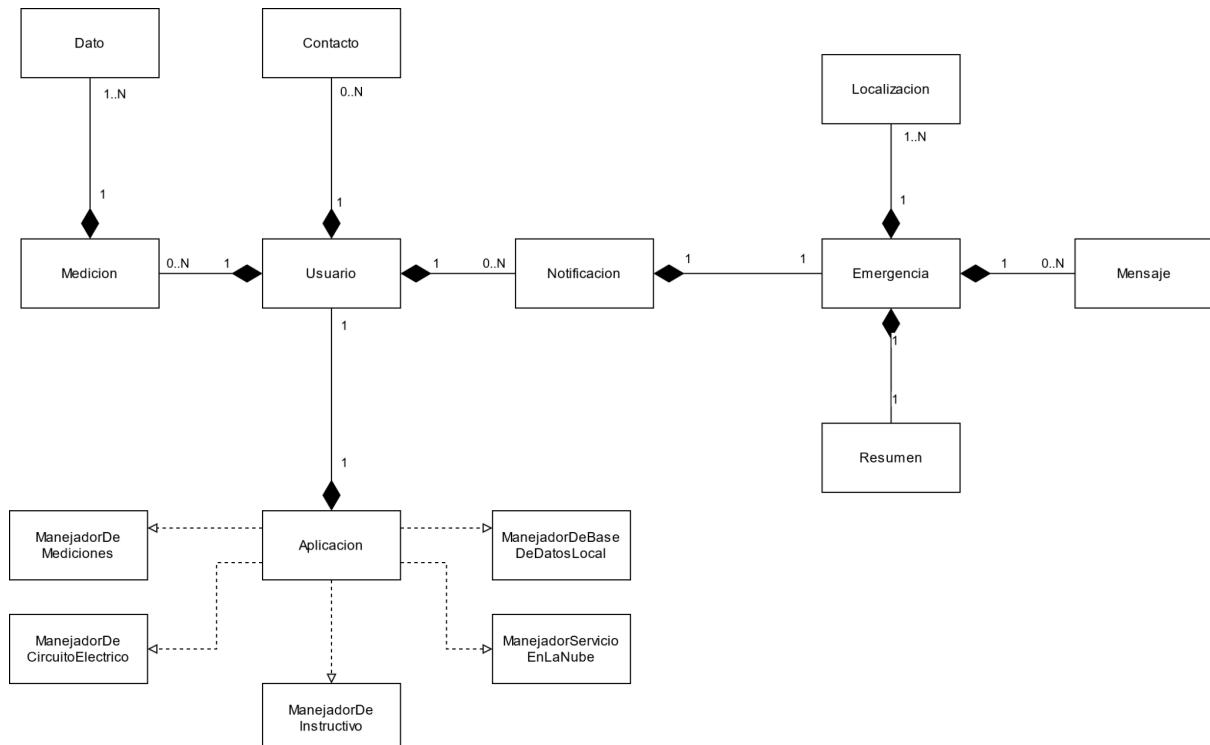


Figura 4.24: Diagrama de clases del sistema

Usuario
<ul style="list-style-type: none"> - idUsuario: String - nombre: String - telefono: int - edad: int - enfermedadesCronicas: String - medicacion: String - numeroDeSeguridadSocial: int - toxicomanias: String - tipoSangre: String - alergias: String - religion: String - enNube: boolean - mediciones: ArrayList<Medicion> - notificaciones: ArrayList<Notificacion> + Usuario(String idUsuario, String nombre, int telefono, String enfermedadesCronicas, String medicacion, int edad, int numeroDeSeguroSocial, String toxicomanias, String tipoSangre, String alergias, String religion, boolean enNube, ArrayList<Medicion>, ArrayList<Notificacion>) + setDatosMedicos(String enfermedadesCronicas, String medicacion, int edad, int numeroDeSeguroSocial, String toxicomanias, String tipoSangre, String alergias, String religion) + setEnNube(boolean enNube) + String getIdUsuario() + String getNombre() + int getTelefono() + int getEdad() + String getEnfermedadesCronicas() + String getMedicacion() + int getNumeroDeSeguridadSocial() + String getToxicomanias() + String getTipoSangre() + String getAlergias() + String getReligion() + boolean getEnNube() + ArrayList<medicion> getMediciones() + ArrayList<Notificacion> getNotificaciones()

Figura 4.25: Clase Usuario

Contacto
<ul style="list-style-type: none"> - idContacto: int - nombre: String - telefono: int - esUsuario: boolean - recibeSMS: boolean - recibeNotificaciones: boolean - enNube: boolean + Contacto(int idContacto, String nombre, int telefono, boolean esUsuario, boolean recibeSMS, boolean recibeNotificaciones, boolean enNube) + setNombre(String nombre) + setEsUsuario(boolean esUsuario) + setRecibeSMS(boolean recibeSMS) + setRecibeNotificaciones(boolean recibeNotificaciones) + setEnNube(boolean enNube) + int getIdContacto() + String getNombre() + int getTelefono() + boolean getEsUsuario() + boolean getRecibeSMS() + boolean getRecibeNotificaciones() + boolean getEnNubeSMS()

Figura 4.26: Clase Contacto

Notificación
<ul style="list-style-type: none"> - idNotificacion: int - emergencia: Emergencia - resumen: Resumen - titulo: String - estado: int - fecha: String - leido: boolean - esPropia: boolean - enNube: boolean + setEnNube(boolean enNube) + setLeido(boolean leeido) + setEstado(int estado) + setResumen(int estado) + Notificacion(int idNotificacion, Emergencia emergencia, Resumen resumen, String titulo, int estado, String fecha, boolean leido, boolean esPropia, boolean EnNube) + int getIdNotificacion() + Emergencia getEmergencia() + Resumen getResumen() + String getTitulo() + int getEstado() + String getFecha() + boolean getLeido() + boolean getEsPropia() + boolean getEnNube()

Figura 4.27 : Clase Notificación

Dato
<ul style="list-style-type: none"> - idDato: int - signosVitales: String - frecuenciaCardiaca: double - actividadElectrica: double - saturacionDeOxigeno: double - Hora: String - EnNube: boolean - separarSignosVitalesEnVariables() + Dato(int idDato, String signosVitales, String hora, String enNube) + setEnNube(boolean enNube) + int getIdDato() + String getSignosVitales() + double getFrecuenciaCardiaca() + double getActividadElectrica() + double getSaturacionDeOxigeno() + String getHora() + boolean getEnNube()

Figura 4.29 : Clase Dato

Emergencia
<ul style="list-style-type: none"> - idEmergencia: String - terminada: boolean - inicio: Timestamp - mensajes: ArrayList<Mensaje> - localizaciones: ArrayList<Localizacion> - signosVitales: Pair<Double, Double> + agregarMensaje(Mensaje) + agregarLocalizacion(Mensaje) + actualizarLocalizacion(Localizacion) + actualizarSignosVitales(Double frecuencia, Double nivelDeOxigeno) + String getIdEmergencia() + boolean getTerminada() + Timestamp getInicio() + ArrayList<Mensaje> getMensajes() + ArrayList<Localizacion> getLocalizaciones() + Pair<Double, Double> getSignosVitales()

Figura 4.30: Clase Emergencia

Medicion
<ul style="list-style-type: none"> - idMedicion: int - Fecha: String - Datos: ArrayList<Dato> - EnNube: boolean + Medicion(int idMedicion, String fecha, ArrayList<Dato> Datos, boolean EnNube) + AgregarDatos(Dato dato) + int getIdMedicion() + String getFecha() + ArrayList<Dato> getDatos() + boolean getEnNube()

Figura 4.28: Clase Medición

Resumen
<ul style="list-style-type: none"> - idResumen: int - comentario: String - desenlace: String - detalles: String - duracion: String - enviadoA: int - seguidores: int - enNube: boolean <p>+ Resumen(int idResumen, String comentario, String desenlace, String detalles, String duracion, int EnviadoA, int seguidores, boolean enNube)</p> <p>+ setEnNube(boolean enNube)</p> <p>+ int getIdResumen()</p> <p>+ String getComentario()</p> <p>+ String getDesenlace()</p> <p>+ String getDetalles()</p> <p>+ String getDuracion()</p> <p>+ int getEnviadoA()</p> <p>+ int getSeguidores()</p> <p>+ boolean enNube()</p>

Figura 4.31: Clase Resumen

Mensaje
<ul style="list-style-type: none"> - idMensaje: String - nombre: String - fecha: Timestamp - texto: String <p>+ Mensaje(String idMensaje, String nombre, Timestamp fecha, String texto)</p> <p>+ int getIdMensaje()</p> <p>+ String getNombre()</p> <p>+ TimeStamp getFecha()</p> <p>+ String getTexto()</p>

Figura 4.32: Clase Mensaje

Localizacion
<ul style="list-style-type: none"> - usuario: String - latitud: double - longitud: double <p>+ Localizacion(String usuario, double latitud, double longitud)</p> <p>+ setLatitud(double latitud)</p> <p>+ setLongitud(double longitud)</p> <p>+ String getUsuario()</p> <p>+ Double getLatitud()</p> <p>+ Double getLongitud()</p>

Figura 4.33 : Clase Localización

ManejadorBaseDeDatosLocal
<ul style="list-style-type: none"> + boolean conectarBaseDeDatosLocal() + boolean desconectarBaseDeDatosLocal() + Usuario obtenerUsuario(String idUsuario) + boolean agregarUsuario(Usuario usuario) + boolean editarDatosMedicos(Usuario usuario) + boolean obtenerContactos(Usuario usuario) + boolean editarContacto(Usuario usuario, idContacto) + boolean eliminarContacto(Usuario usuario, idContacto) + boolean editarNombreContacto(Usuario usuario, contacto Contacto, id nombre) + boolean agregarContacto(Usuario usuario, Contacto contacto) + boolean agregarMedicion(Usuario usuario, Medicion medicion) + boolean agregarDato(Usuario usuario, Dato dato) + boolean agregarEmergencia(Usuario usuario, Emergencia emergencia) + boolean agregarResumen(Usuario usuario, Notificacion notificacion, Resumen resumen) <p>+ ArrayList<Notificaciones> obtenerNotificaciones(Usuario usuario)</p> <p>+ boolean obtenerResumen(Usuario usuario, Notificacion notificacion)</p>

Figura 4.34: Clase ManejadorBaseDeDatosLocal

ManejadorServicioEnLaNube
+ boolean cambiarContraseña(String contraseña)
+ boolean solicitaVerificacionConEmail(String email)
+ boolean solicitaVerificacionConTelefono(int telefono)
+ String iniciarSesionConEmail(String email, String contraseña)
+ String iniciarSesionConTelefono(int telefono, String contraseña)
+ boolean subirCopiaDeSeguridad(Usuario usuario)
+ boolean descargarCopiaDeSeguridad(Usuario usuario)
+ boolean crearEmergencia(Usuario usuario)
+ Emergencia recibirEmergencia()
+ boolean enviarMensaje(Usuario usuario, Mensaje mensaje)
+ Mensaje recibirMensaje()
+ boolean enviarLocalizacion(Usuario usuario, Localizacion localizacion)
+ Localizacion recibirLocalizacion()
+ boolean enviarSignosVitales(Notificacion notificacion, double frecuenciaCardiaca, double saturacionDeOxigeno)
+ SignosVitales recibirSignosVitales(Notificacion notificacion)
+ boolean crearResumen(Notificacion notificacion, Resumen resumen)
+ Resumen recibirResumen(Notificacion notificacion)
+ String obtenerDatosMedicosOtroUsuario(String idUsuario)

Figura 4.35: Clase ManejadorServicioEnLaNube

ManejadorDeCircuitoElectronico
- boolean encenderBluetooth()
+ boolean conectarCircuito()
+ Dato recibirDato()

Figura 4.36: Clase ManejadorDeCircuitoElectrónico

ManejadorDeInstructivo
+ String obtenerTextoInformativo(int numeroDeSeccion)
+ String obtenerNombreImagenIlustrativa(int numeroDeSeccion)

Figura 4.37: Clase ManejadorDeInstructivo

ManejadorDeMediciones
+ void mostrarMedicionesAnteriores(String fechaInicio, String horaInicio, String fechaFin, String horaFin)
+ void mostrarMedicionesActuales()

Figura 4.38: Clase ManejadorDeMediciones

4.4 Diagrama de arquitectura

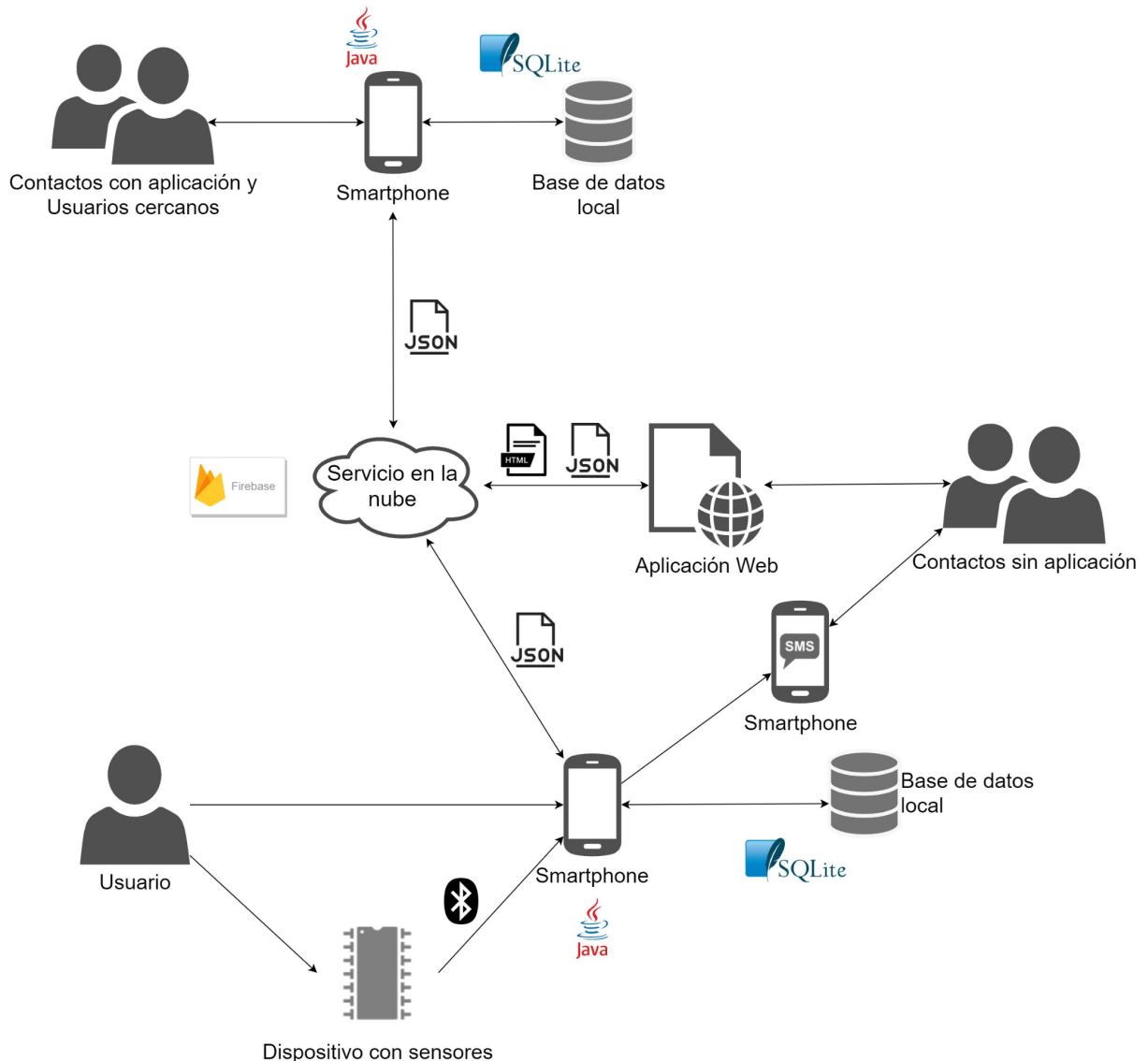


Figura 4.39: Diagrama de arquitectura del sistema

4.5 Diagramas de estado

4.5.1 Usuario

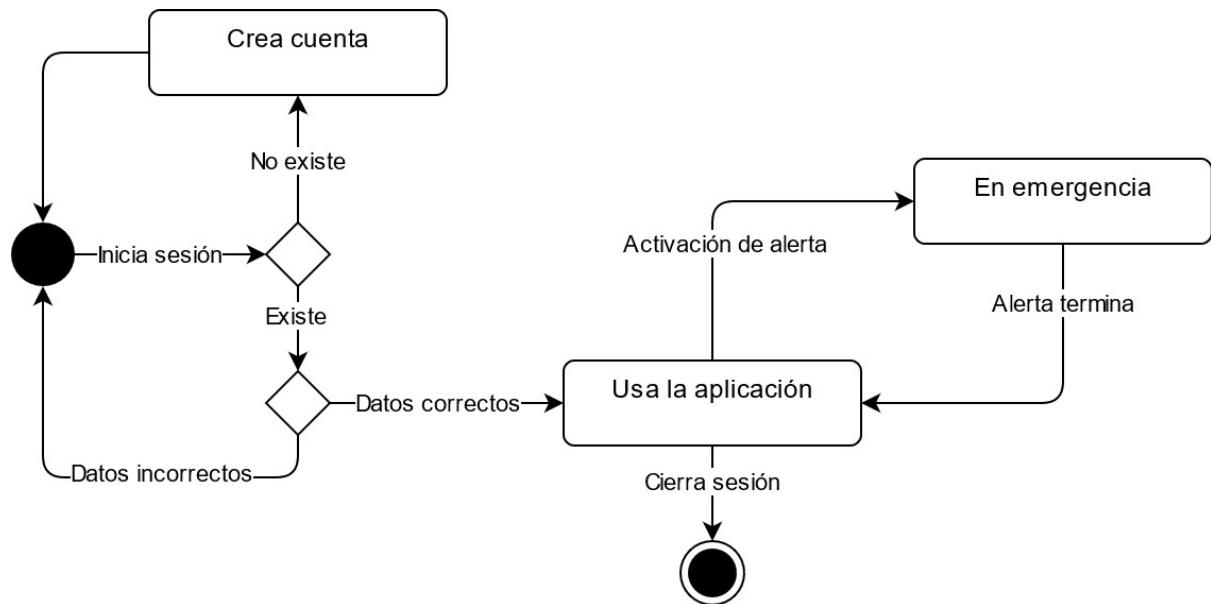


Figura 4.40 : Diagrama de estados de Usuario

4.5.2 Dispositivo con sensores

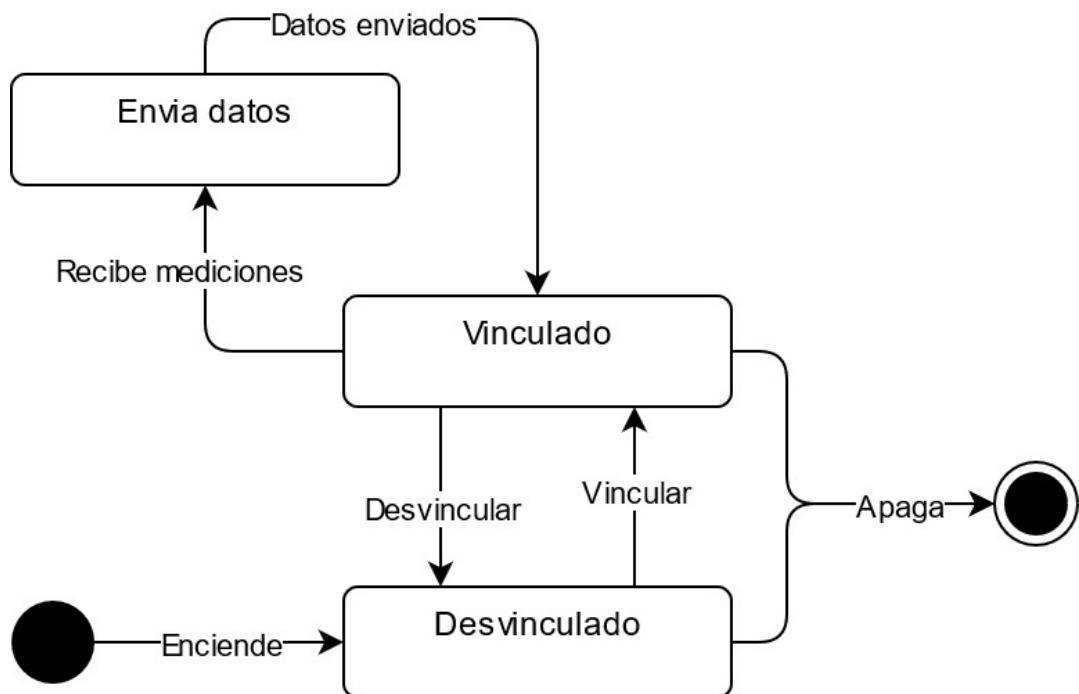


Figura 4.41 : Diagrama de estados de Dispositivo con sensores

4.6 Circuito

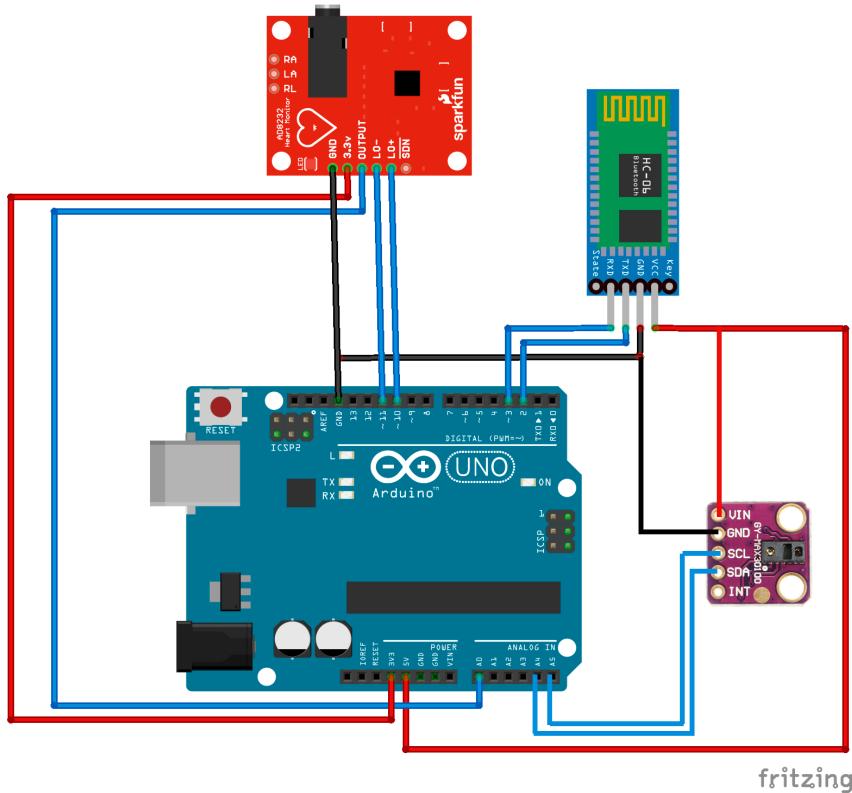


Figura 4.42: Circuito de dispositivo con sensores.

En la figura 4.42 se muestra la conexión entre el sensor de actividad eléctrica del corazón Sparkfun - Ad8232, el módulo bluetooth HC-06 y el pulsioxímetro Max30100 con la placa programable Arduino Uno R3. Información detallada sobre estos componentes se encuentra en la sección [2.6 Herramientas de hardware](#).

4.7 Base de datos local

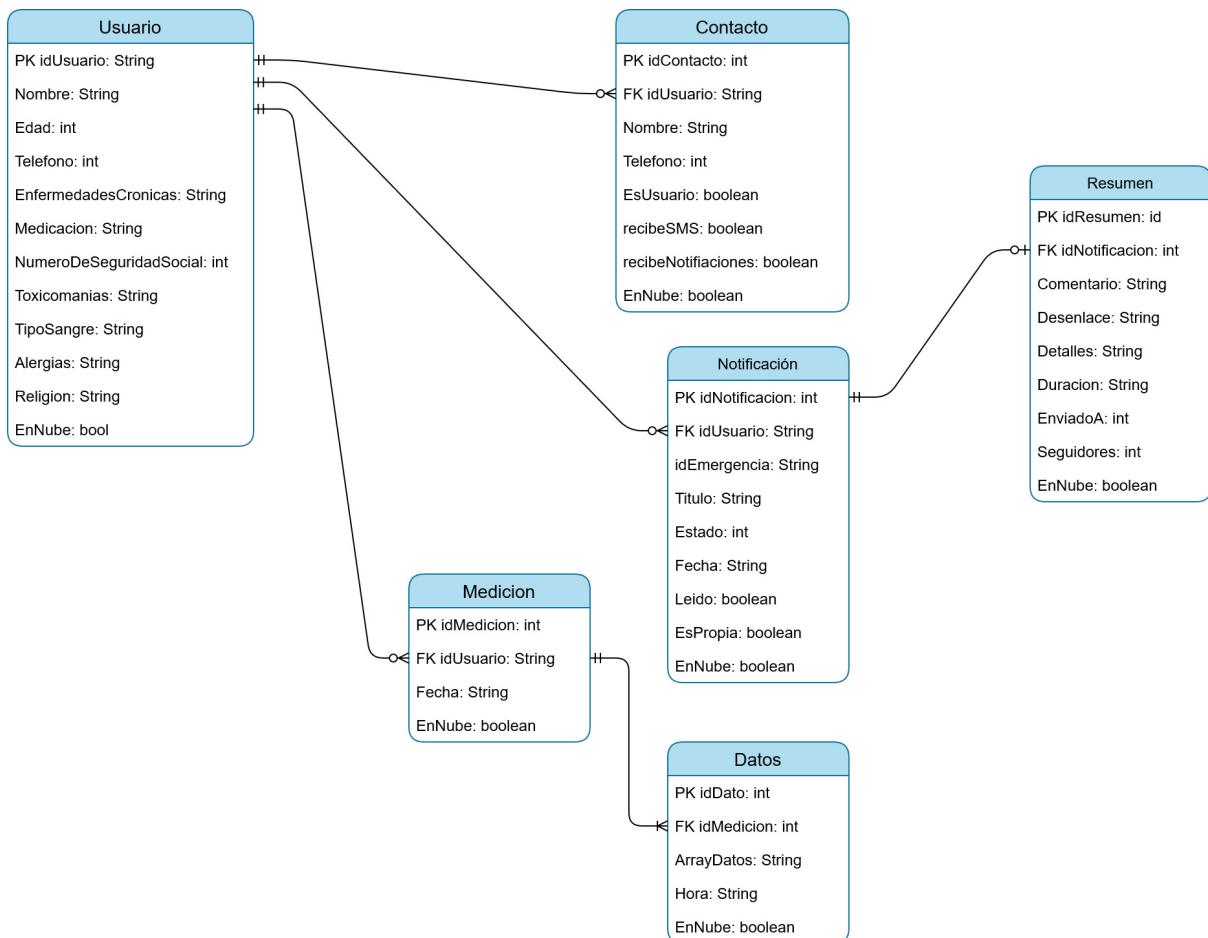


Figura 4.43: Diagrama relacional de la base de datos

En la figura 4.43 se muestra el diagrama correspondiente a la base de datos SQL que se usará en cada dispositivo para almacenar los datos del usuario. A continuación se da una explicación de este:

Inicialmente se necesita una tabla “Usuario” donde se almacenen todos los datos básicos del usuario que crea una cuenta y/o inicia sesión en el teléfono, además de sus datos médicos útiles ante una emergencia, y al cual irán relacionados muchos otros datos almacenados en el teléfono. Se usará una tabla “Contacto” para guardar los contactos que el usuario agregue para que reciban notificaciones o mensajes SMS en caso de alerta. También se tiene una tabla de “Notificaciones” donde se almacenará el historial de notificaciones generadas o recibidas por parte de la aplicación; estas notificaciones además pueden contener un resumen en caso de que haya sido una emergencia, por lo que se hará uso de una tabla “Resumen”. Finalmente, se necesita almacenar los datos medidos por los sensores del dispositivo electrónico y además registrarlos por fecha, para esto se usará una tabla “Medición” para el control de fechas y una tabla “Datos” para guardar los datos medidos por los sensores para poder visualizarlos posteriormente, un registro de “Medición” estará relacionado a muchos registros de “Datos”.

4.8 Base de datos en la nube

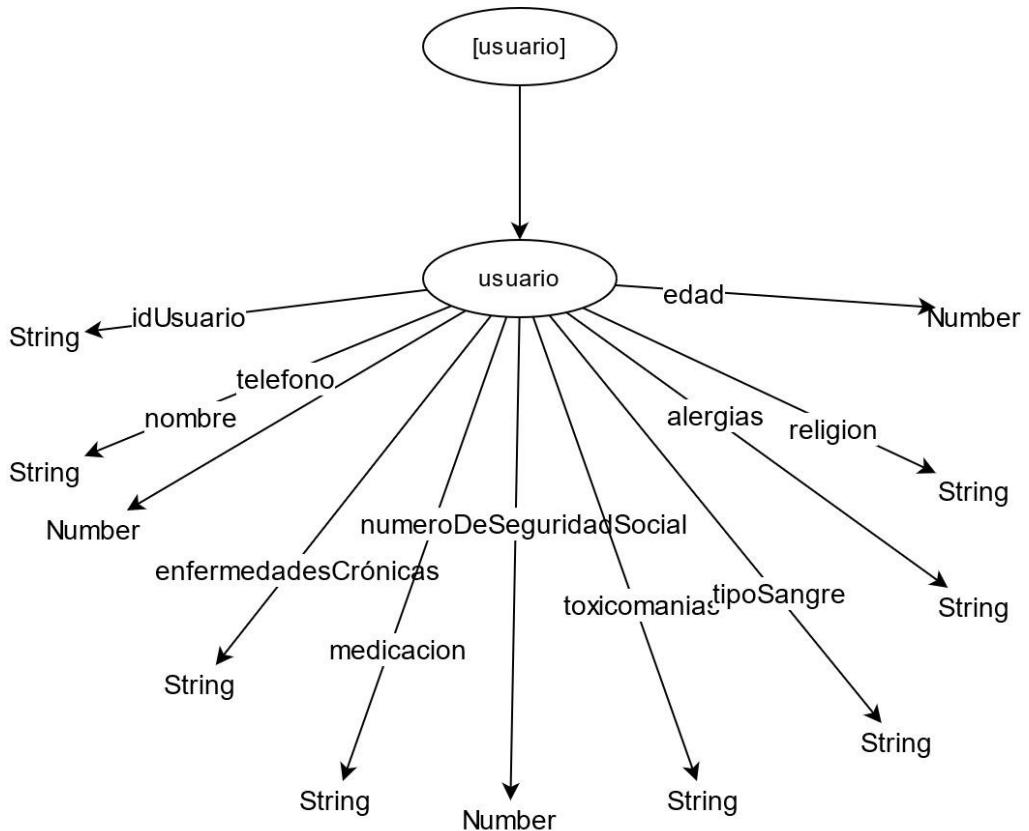


Figura 4.44: Estructura de árbol para la colección de usuarios.

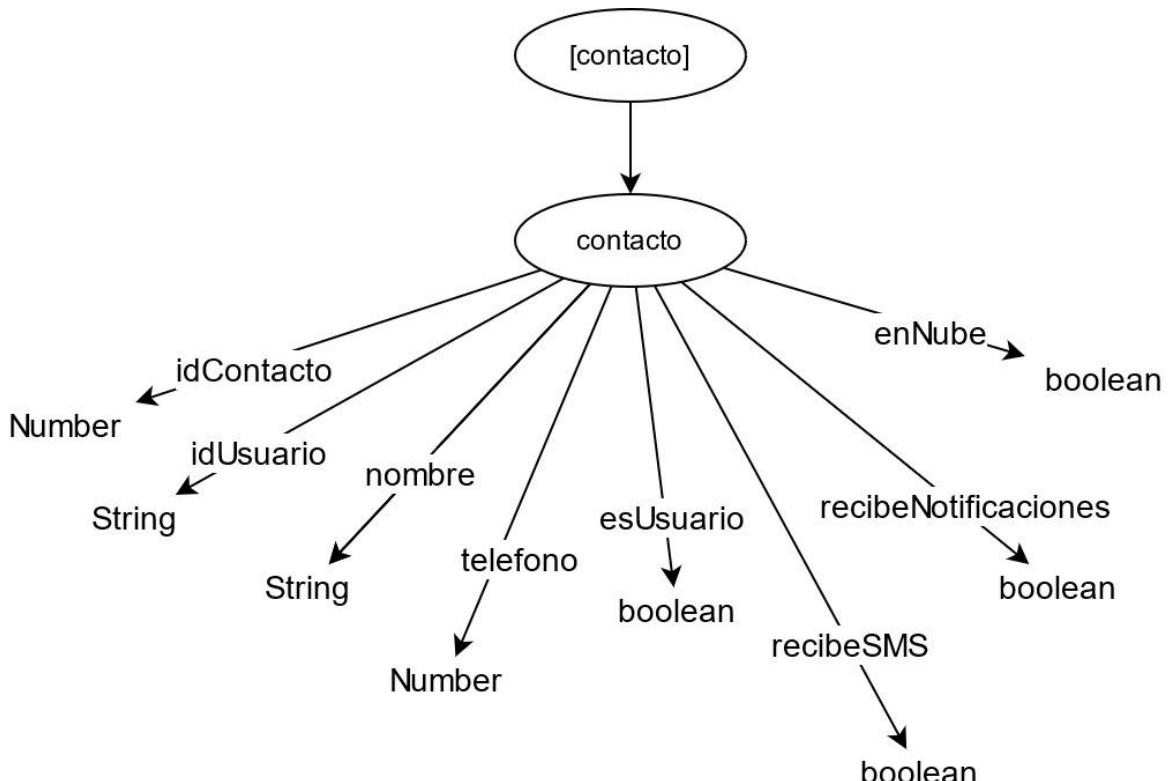


Figura 4.45: Estructura de árbol para la colección de contactos.

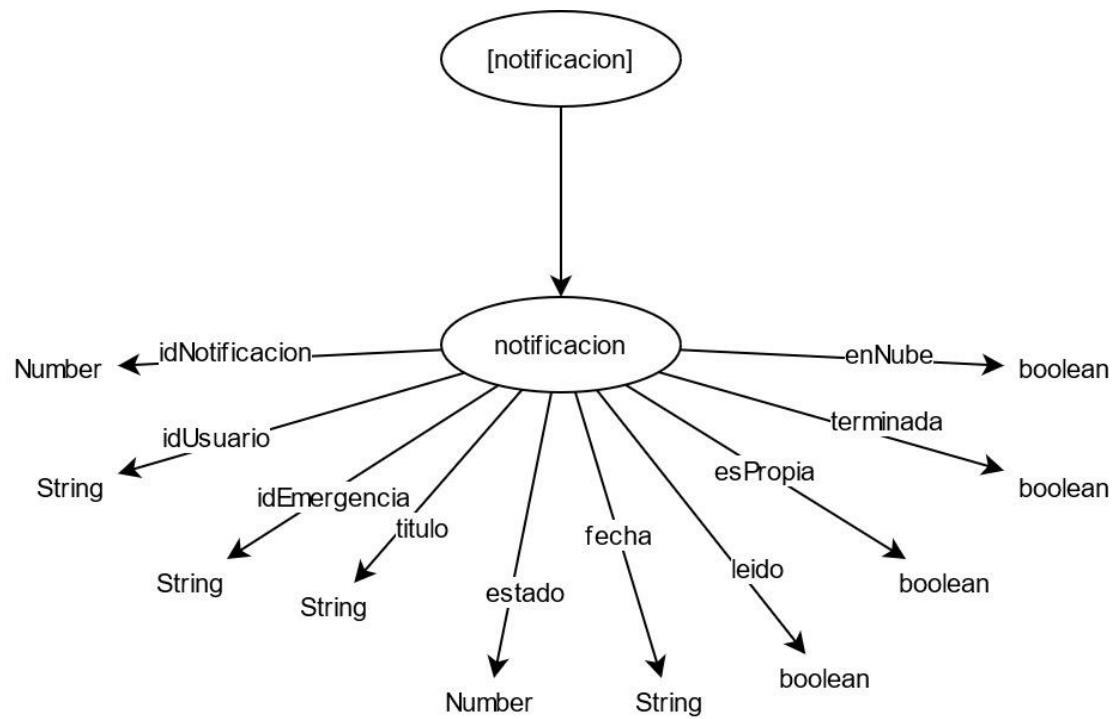


Figura 4.46: Estructura de árbol para la colección de notificaciones.

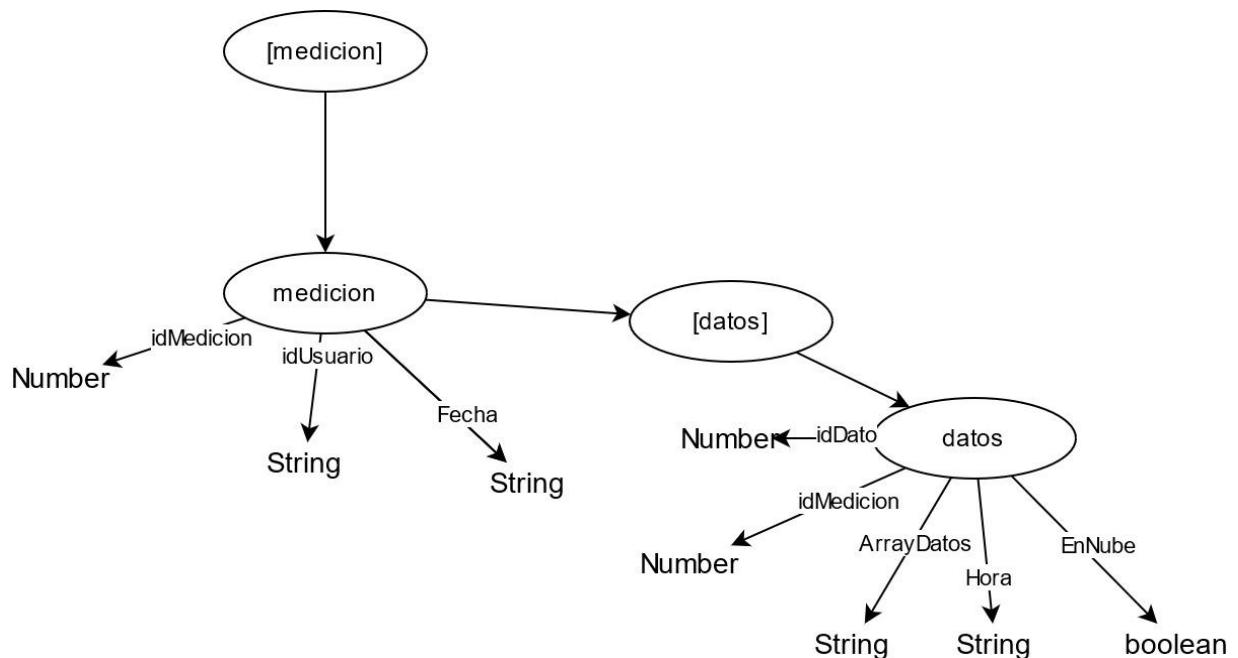


Figura 4.47: Estructura de árbol para la colección de mediciones y datos.

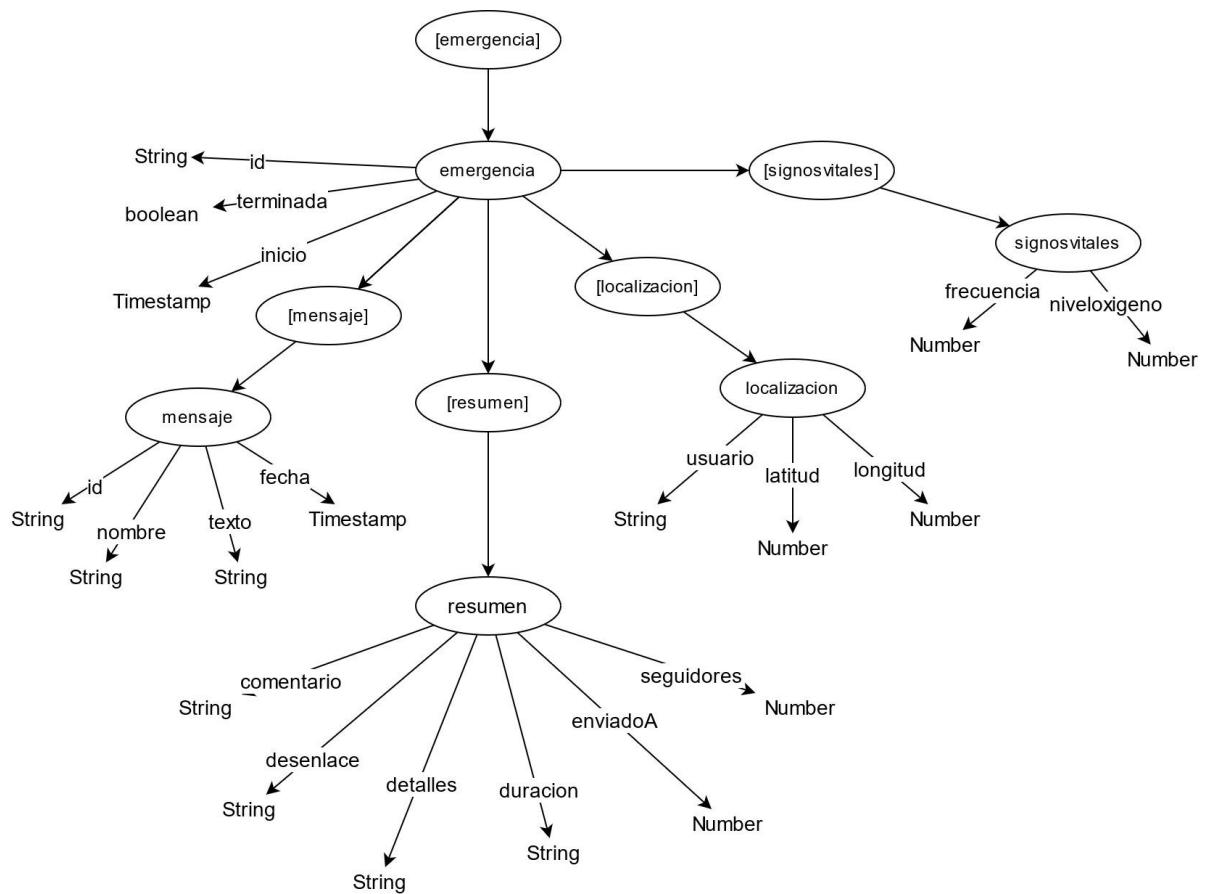


Figura 4.48: Estructura de árbol para la colección de emergencias.

En la figura 4.44 se muestra la estructura que tendrá la tabla de usuarios adaptada a la estructura que debe tener un documento en una base de datos NoSQL en la nube. En la figura 4.45 se muestra el equivalente a la tabla de contactos según la estructura que deben tener los documentos NoSQL en la base de datos en la nube. En la figura 4.46 se muestra la estructura que tendrán los registros de la tabla notificaciones en la base de datos en la nube. En la figura 4.47 se muestra la estructura para la tabla de mediciones ahora en la nube, se puede observar que ésta a su vez contiene una colección para los datos correspondientes a esa medición. Todas las mencionadas anteriormente serán utilizadas principalmente como respaldo de los datos agregados o generados por un usuario.

En la figura 4.48 se muestra la estructura que tendrán los registros para las emergencias generadas. Esta es una colección que se encontrará únicamente en la base de datos en la nube, el usuario no almacenará ésta en su dispositivo móvil, y servirá para llevar a cabo la interacción entre usuarios durante una emergencia y para generar el resumen de la misma.

Capítulo 5. Prototipos

5.1 Aplicación móvil

5.1.1 Pantalla principal de la aplicación móvil

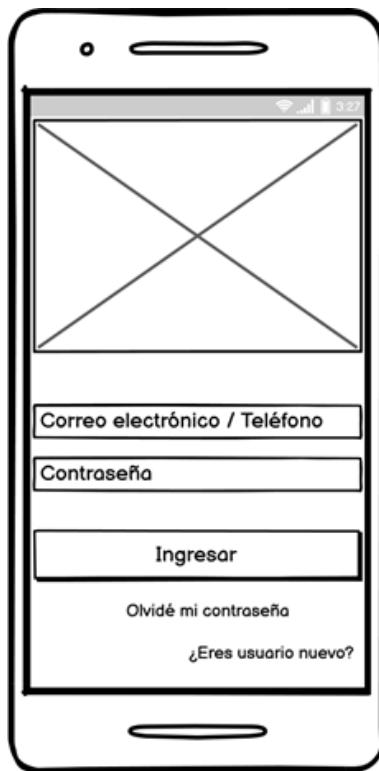


Figura 5.1: Pantalla principal de la aplicación móvil

En la figura 5.1 se observa la pantalla principal de todo el sistema. En esta pantalla el usuario podrá llevar a cabo el inicio de sesión al sistema, así como empezar con un proceso de registro o recuperación de contraseña.

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	<p>Dado que el usuario ha decidido iniciar sesión Cuando ingrese su teléfono/correo electrónico o contraseña de manera correcta Y seleccione la opción “Ingresar” Entonces se iniciará sesión de manera correcta Y se mostrará el instructivo de la aplicación móvil</p>
Escenario 2	<p>Dado que el usuario ha decidido iniciar sesión Cuando ingrese su teléfono/correo o contraseña de manera incorrecta Y seleccione la opción “Ingresar” Entonces se mostrará una alerta indicando que los datos ingresados son incorrectos</p>
Escenario 3	<p>Dado que el usuario ha decidido iniciar sesión</p>

	Cuando no haya ingresado algún dato solicitado Y seleccione la opción “Ingresar” Entonces se mostrará una alerta indicando los campos que falta por llenar
Escenario 4	Dado que el usuario ha decidido iniciar sesión Cuando ingrese un número/correo electrónico que no se encuentre registrado Y seleccione la opción “Ingresar” Entonces se mostrará una alerta indicando que el usuario no se encuentra registrado en el sistema
Escenario 5	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla de inicio de sesión Cuando seleccione la opción “Olvidé mi contraseña” Entonces se mostrará la pantalla “Recuperar contraseña”
Escenario 6	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla de inicio de sesión Cuando seleccione la opción “¿Eres usuario nuevo?” Entonces se mostrará la pantalla “Nuevo usuario”

Tabla 5.1: Historias de usuario para la pantalla principal de la aplicación.

5.1.2 Recuperar contraseña

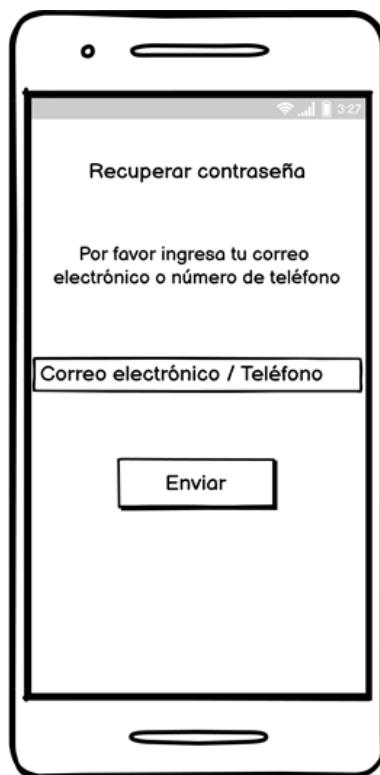


Figura 5.2: Pantalla “Recuperar contraseña” para empezar cambio de contraseña

En la figura 5.2 se observa la pantalla “Recuperar contraseña”. En esta pantalla, dado que el usuario ha olvidado su contraseña, podrá empezar con un proceso de cambio de contraseña para que pueda iniciar sesión en la aplicación móvil.

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	Dado que el usuario ha olvidado su contraseña Cuando ingrese su teléfono/correo electrónico de manera correcta Y seleccione la opción “Enviar” Entonces se mandará un código de verificación al contacto ingresado por el usuario Y se mostrará la pantalla “Cambiar contraseña”
Escenario 2	Dado que el usuario ha olvidado su contraseña Cuando ingrese su teléfono/correo de manera incorrecta Y seleccione la opción “Enviar” Entonces se mostrará una alerta indicando que los datos ingresados son incorrectos
Escenario 3	Dado que el usuario ha olvidado su contraseña Cuando ingrese su teléfono/correo que no se encuentre registrado Y seleccione la opción “Enviar” Entonces se mostrará una alerta indicando que el usuario no se encuentra registrado en el sistema
Escenario 4	Dado que el usuario ha olvidado su contraseña Cuando no haya ingresado su teléfono/correo electrónico Y seleccione la opción “Enviar” Entonces se mostrará una alerta indicando que los datos deben de ser ingresados

Tabla 5.2: Historias de usuario para la pantalla “Recuperar contraseña”.

5.1.3 Cambiar contraseña



Figura 5.3: Pantalla “Cambiar contraseña” para establecer una nueva contraseña de usuario

En la figura 5.3 se observa la pantalla “Cambiar contraseña”. En esta pantalla, dado que el usuario ha olvidado su contraseña, podrá llevar a cabo el cambio de su contraseña por una

nueva elegida por el mismo usuario, requiriendo de un código de verificación que se le será otorgado en la pantalla “Recuperar contraseña”

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	Dado que el usuario ha olvidado su contraseña Cuando ingrese los datos solicitados (Anexo 2) de manera correcta Y seleccione la opción “Cambiar” Entonces se cambiará la contraseña del usuario Y se mostrará el instructivo de la aplicación
Escenario 2	Dado que el usuario ha olvidado su contraseña Cuando no ingrese ninguno de los datos solicitados(Anexo 2) Y seleccione la opción “Cambiar” Entonces se mostrará una alerta indicando los campos que hacen falta por llenar
Escenario 3	Dado que el usuario ha olvidado su contraseña Cuando ingrese el código de verificación de manera incorrecta Y seleccione la opción “Cambiar” Entonces se mostrará una alerta indicando que el código de verificación ingresado es incorrecto
Escenario 4	Dado que el usuario ha olvidado su contraseña Cuando su nueva contraseña y la confirmación de esta no coincidan Y seleccione la opción “Cambiar” Entonces se mostrará una alerta indicando que las contraseñas ingresadas no coinciden
Escenario 5	Dado que el usuario ha olvidado su contraseña Cuando ingrese una nueva contraseña que no cumple con los criterios de seguridad (Anexo 3) Y seleccione la opción “Cambiar” Entonces se mostrará una alerta indicando que la contraseña debe de ser más segura
Escenario 6	Dado que el usuario ha olvidado su contraseña Cuando seleccione la opción “Más información” Entonces se mostrará un modal indicando dónde puede encontrar el código de seguridad para su cambio de contraseña

Tabla 5.3: Historias de usuario para la pantalla “Cambiar contraseña”.

5.1.4 Nuevo usuario

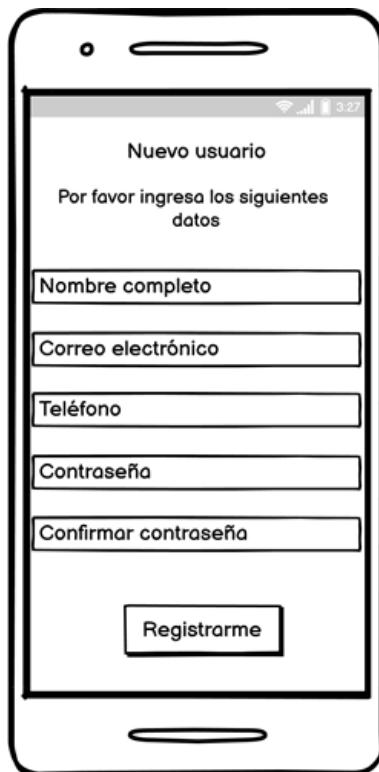


Figura 5.4: Pantalla “Nuevo usuario” para registrar un nuevo usuario al sistema

En la figura 5.4 se observa la pantalla “Nuevo usuario”. En esta pantalla, dado que el usuario no se encuentre registrado en el sistema, podrá llevar a cabo su registro al sistema.

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	<p>Dado que el usuario quiera darse de alta en el sistema Cuando ingrese los datos solicitados (Anexo 4) de manera correcta Y seleccione la opción “Registrarme” Entonces se llevará a cabo el registro del usuario en el sistema Y se mostrará el instructivo de la aplicación</p>
Escenario 2	<p>Dado que el usuario quiera darse de alta en el sistema Cuando ingrese alguno de los datos solicitados (Anexo 4) de manera incorrecta Y seleccione la opción “Registrarme” Entonces se mostrarán alertas indicando qué campos se encuentran incorrectos</p>
Escenario 3	<p>Dado que el usuario quiera darse de alta en el sistema Cuando no haya ingresado alguno de los datos solicitados (Anexo 4) Y seleccione la opción “Registrarme” Entonces se mostrarán alertas indicando qué campos no fueron ingresados</p>
Escenario 4	<p>Dado que el usuario quiera darse de alta en el sistema Cuando su nueva contraseña y la confirmación de esta no coincidan Y seleccione la opción “Registrarme”</p>

	Entonces se mostrará una alerta indicando que las contraseñas ingresadas no coinciden
Escenario 5	Dado que el usuario quiera darse de alta en el sistema Cuando ingrese un teléfono/correo electrónico que ya se encuentre registrado en el sistema Y seleccione la opción “Registrarme” Entonces se mostrará una alerta indicando que ya se encuentra registrado un usuario registrado con ese teléfono/correo electrónico

Tabla 5.4: Historias de usuario para la pantalla “Nuevo usuario”.

5.1.5 Instructivo

5.1.5.1 Recomendaciones generales

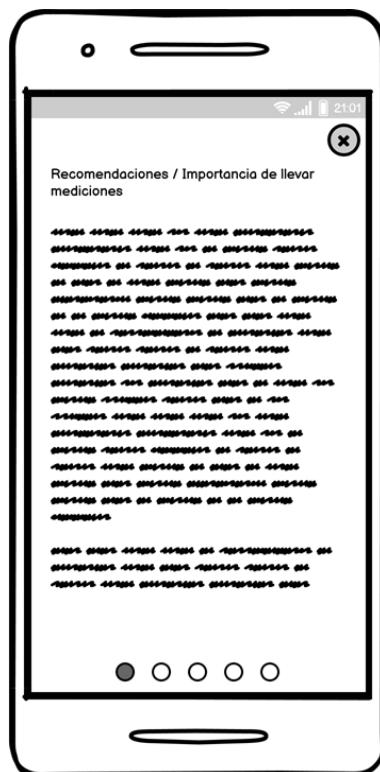


Figura 5.5: Primer pantalla del instructivo de la aplicación móvil “Recomendaciones generales”

En la figura 5.5 se observa la pantalla/modal que se encuentra destinada a ser la primera pantalla que se muestra al momento de que un usuario inicia sesión o decide ingresar al instructivo completo desde la pantalla “Usuario”.

El instructivo “Recomendaciones generales” mostrará al usuario información acerca de la importancia y utilidad de monitorear sus signos vitales y algunas recomendaciones de como hacer este proceso de la mejor manera posible.

Esta es la primera pantalla de la serie de instrucciones disponibles para la aplicación móvil que pretende que el usuario entienda de mejor manera el cómo navegar por la aplicación.

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	Dado que el usuario se encuentre en el instructivo “Recomendaciones generales” Cuando seleccione la opción “Cerrar” Entonces se cerrará el instructivo Y se mostrará la pantalla “Usuario”
Escenario 2	Dado que el usuario se encuentre en el instructivo “Recomendaciones generales” Cuando seleccione el segundo “círculo” en la parte inferior Entonces se mostrará el instructivo de la pantalla “Contactos”
Escenario 3	Dado que el usuario se encuentre en el instructivo “Recomendaciones generales” Cuando seleccione el tercer “círculo” en la parte inferior Entonces se mostrará el instructivo de la pantalla “Notificaciones”
Escenario 4	Dado que el usuario se encuentre en el instructivo “Recomendaciones generales” Cuando seleccione el cuarto “círculo” en la parte inferior Entonces se mostrará el instructivo de la pantalla “Sensor”
Escenario 5	Dado que el usuario se encuentre en el instructivo “Recomendaciones generales” Cuando seleccione el quinto “círculo” en la parte inferior Entonces se mostrará el instructivo de la pantalla “Usuario”

Tabla 5.5: Historias de usuario para el instructivo de la pantalla “Recomendaciones generales”.

5.1.5.2 Instructivo Contactos

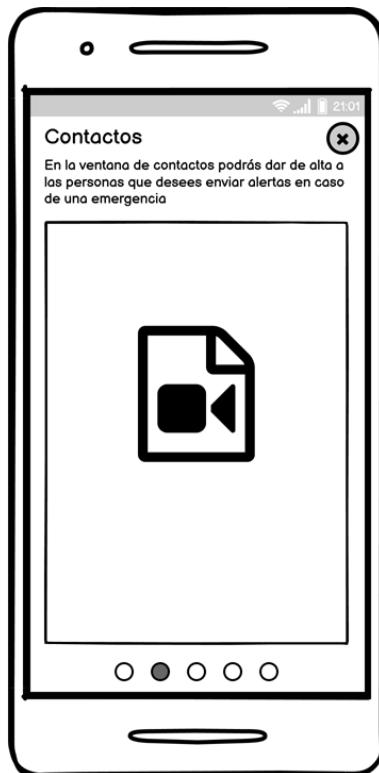


Figura 5.6: Segunda pantalla del instructivo de la aplicación móvil “Contactos”

En la figura 5.6 se observa la pantalla/modal del instructivo para la pantalla “Contactos”. Esta pantalla mostrará un video al usuario con información acerca de las funcionalidades de la pantalla “Contactos” y cómo navegar por ella.

Esta es la segunda pantalla de la serie de instrucciones disponibles para la aplicación móvil que pretende que el usuario entienda de mejor manera el cómo navegar por la aplicación.

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	<p>Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Contactos”</p> <p>Cuando seleccione la opción “Cerrar”</p> <p>Entonces se cerrará el instructivo</p> <p>Y se mostrará la pantalla “Contactos”</p>
Escenario 2	<p>Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Contactos”</p> <p>Cuando seleccione el primer “círculo” en la parte inferior</p> <p>Entonces se mostrará el instructivo “Recomendaciones generales”</p>
Escenario 3	<p>Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Contactos”</p> <p>Cuando seleccione el tercer “círculo” en la parte inferior</p> <p>Entonces se mostrará el instructivo de la pantalla “Notificaciones”</p>

Escenario 4	Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Contactos” Cuando seleccione el cuarto “círculo” en la parte inferior Entonces se mostrará el instructivo de la pantalla “Sensor”
Escenario 5	Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Contactos” Cuando seleccione el quinto “círculo” en la parte inferior Entonces se mostrará el instructivo de la pantalla “Usuario”

Tabla 5.6: Historias de usuario para el instructivo de la pantalla “Contactos”.

5.1.5.3 Instructivo Notificaciones

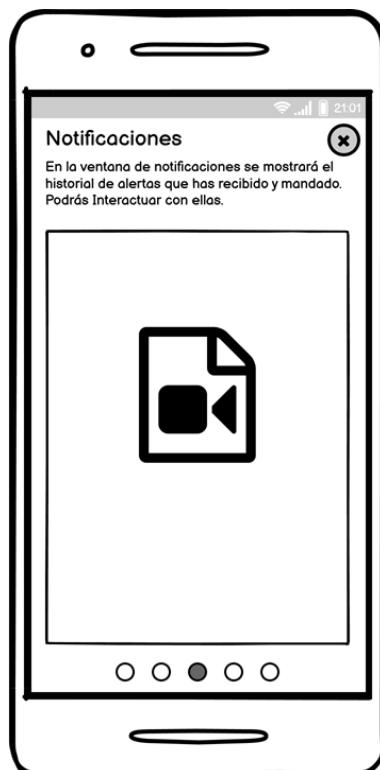


Figura 5.7: Tercer pantalla del instructivo de la aplicación móvil “Notificaciones”

En la figura 5.7 se observa la pantalla/modal del instructivo para la pantalla “Notificaciones”. Esta pantalla mostrará un video al usuario con información acerca de las funcionalidades de la pantalla “Notificaciones” y cómo navegar por ella.

Esta es la tercera pantalla de la serie de instrucciones disponibles para la aplicación móvil que pretende que el usuario entienda de mejor manera el cómo navegar por la aplicación.

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Notificaciones” Cuando seleccione la opción “Cerrar” Entonces se cerrará el instructivo Y se mostrará la pantalla “Notificaciones”
Escenario 2	Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Notificaciones” Cuando seleccione el primer “círculo” en la parte inferior Entonces se mostrará el instructivo “Recomendaciones generales”
Escenario 3	Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Notificaciones” Cuando seleccione el segundo “círculo” en la parte inferior Entonces se mostrará el instructivo de la pantalla “Contactos”
Escenario 4	Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Notificaciones” Cuando seleccione el cuarto “círculo” en la parte inferior Entonces se mostrará el instructivo de la pantalla “Sensor”
Escenario 5	Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Notificaciones” Cuando seleccione el quinto “círculo” en la parte inferior Entonces se mostrará el instructivo de la pantalla “Usuario”

Tabla 5.7: Historias de usuario para el instructivo de la pantalla “Notificaciones”.

5.1.5.4 Instructivo Sensor

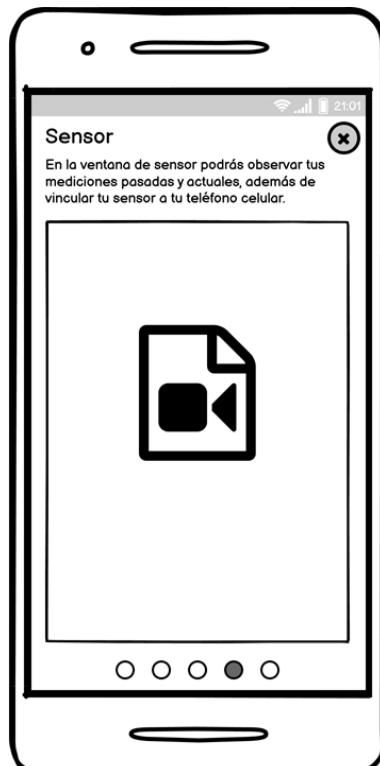


Figura 5.8: Cuarta pantalla del instructivo de la aplicación móvil “Sensor”

En la figura 5.8 se observa la pantalla/modal del instructivo para la pantalla “Sensor”. Esta pantalla mostrará un video al usuario con información acerca de las funcionalidades de la pantalla “Sensor” y cómo navegar por ella.

Esta es la cuarta pantalla de la serie de instrucciones disponibles para la aplicación móvil que pretende que el usuario entienda de mejor manera el cómo navegar por la aplicación.

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Sensor” Cuando seleccione la opción “Cerrar” Entonces se cerrará el instructivo Y se mostrará la pantalla “Sensor”
Escenario 2	Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Sensor” Cuando seleccione el primer “círculo” en la parte inferior Entonces se mostrará el instructivo “Recomendaciones generales”
Escenario 3	Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Sensor” Cuando seleccione el segundo “círculo” en la parte inferior Entonces se mostrará el instructivo de la pantalla “Contactos”
Escenario 4	Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Sensor” Cuando seleccione el tercer “círculo” en la parte inferior Entonces se mostrará el instructivo de la pantalla “Notificaciones”
Escenario 5	Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Sensor” Cuando seleccione el quinto “círculo” en la parte inferior Entonces se mostrará el instructivo de la pantalla “Usuario”

Tabla 5.8: Historias de usuario para el instructivo de la pantalla “Sensor”.

5.1.5.5 Instructivo Usuario

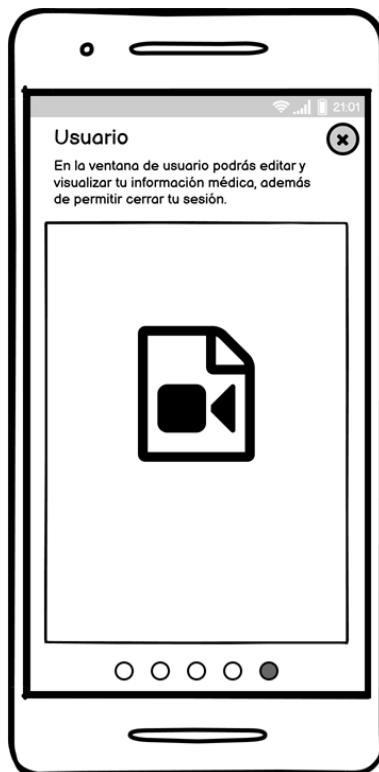


Figura 5.9: Quinta pantalla del instructivo de la aplicación móvil “Usuario”

En la figura 5.9 se observa la pantalla/modal del instructivo para la pantalla “Usuario”. Esta pantalla mostrará un video al usuario con información acerca de las funcionalidades de la pantalla “Usuario” y cómo navegar por ella.

Esta es la quinta pantalla de la serie de instrucciones disponibles para la aplicación móvil que pretende que el usuario entienda de mejor manera el cómo navegar por la aplicación.

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	<p>Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Usuario”</p> <p>Cuando seleccione la opción “Cerrar”</p> <p>Entonces se cerrará el instructivo</p> <p>Y se mostrará la pantalla “Usuario”</p>
Escenario 2	<p>Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Usuario”</p> <p>Cuando seleccione el primer “círculo” en la parte inferior</p> <p>Entonces se mostrará el instructivo “Recomendaciones generales”</p>
Escenario 3	<p>Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Usuario”</p> <p>Cuando seleccione el segundo “círculo” en la parte inferior</p> <p>Entonces se mostrará el instructivo de la pantalla “Contactos”</p>
Escenario 4	<p>Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla</p>

	<p>“Usuario”</p> <p>Cuando seleccione el tercer “círculo” en la parte inferior</p> <p>Entonces se mostrará el instructivo de la pantalla “Notificaciones”</p>
Escenario 5	<p>Dado que el usuario se encuentre en el instructivo de la pantalla “Usuario”</p> <p>Cuando seleccione el cuarto “círculo” en la parte inferior</p> <p>Entonces se mostrará el instructivo de la pantalla “Sensor”</p>

Tabla 5.9: Historias de usuario para el instructivo de la pantalla “Usuario”.

5.1.6 Contactos

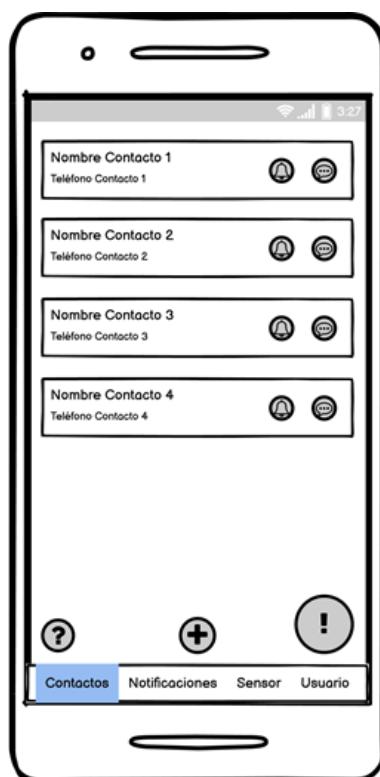


Figura 5.10: Pantalla “Contactos” para registrar contactos a los que se les mandarán alertas

En la figura 5.10 se observa la pantalla “Contactos”. En esta pantalla el usuario podrá seleccionar los contactos a los que el sistema mandará alertas en caso de una emergencia, así también como seleccionar que tipo de alerta quiere que se le envíe (Por medio de notificación en aplicación o por mensaje de texto).

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	<p>Dado que el usuario ha iniciado sesión</p> <p>Cuando seleccione la opción “Contactos” en el menú inferior</p> <p>Entonces se mostrará la pantalla “Contactos”, mostrando la lista de contactos registrados por el usuario (en caso de que ya haya registrado alguno) que recibirán alertas, mostrando cierta información de éstos (Anexo 5)</p>
-------------	---

Escenario 2	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Contactos” Cuando seleccione la opción “Agregar” Y seleccione el contacto al que quiere registrar Entonces se añadirá el contacto en la bd local del sistema Y se mostrará el contacto seleccionado en la lista de contactos
Escenario 3	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Contactos” Cuando seleccione la opción “Saber más” Entonces se mostrará un modal mostrando las instrucciones de uso de la pantalla “Contactos”
Escenario 4	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Contactos” Y ya se encuentren contactos registrados Cuando seleccione la “campana” en alguno de los contactos de la lista Y si la “campana” no se encontraba encendida y el contacto posee una cuenta en el sistema Entonces la “campana” se encenderá, indicando que el contacto seleccionado recibirá alertas por medio de la aplicación en caso de una emergencia
Escenario 5	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Contactos” Y ya se encuentren contactos registrados Cuando seleccione la “campana” en alguno de los contactos de la lista Y si la “campana” se encontraba encendida Entonces la “campana” se apagará, indicando que el contacto seleccionado no recibirá más alertas por medio de la aplicación en caso de una emergencia
Escenario 6	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Contactos” Y ya se encuentren contactos registrados Cuando seleccione el “mensaje” en alguno de los contactos de la lista Y si el “mensaje” no se encontraba encendido Entonces el “mensaje” se encenderá, indicando que el contacto seleccionado recibirá alertas por medio de mensajes de texto en caso de una emergencia
Escenario 7	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Contactos” Y ya se encuentren contactos registrados Cuando seleccione el “mensaje” en alguno de los contactos de la lista Y si el “mensaje” ya se encontraba encendido Entonces el “mensaje” se apagará, indicando que el contacto seleccionado no recibirá más alertas por medio de mensajes de texto en caso de una emergencia
Escenario 8	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Contactos” Y ya se encuentren contactos registrados Cuando seleccione alguno de los contactos de la lista Entonces se mostrará un modal para que el usuario pueda modificar el nombre de contacto
Escenario 9	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Contactos” Y ya se encuentren contactos registrados Cuando deslice un contacto hacia la derecha Entonces se eliminará el contacto de la lista de contactos
Escenario 10	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Contactos” Cuando seleccione la opción “Alerta” Entonces se mostrará la pantalla de envío de alerta manual
Escenario 11	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Contactos”

	Cuando seleccione la opción “Notificaciones” en el menú inferior Entonces se mostrará la pantalla de Notificaciones
Escenario 12	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Contactos” Cuando seleccione la opción “Sensor” en el menú inferior Entonces se mostrará la pantalla de Sensor
Escenario 13	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Contactos” Cuando seleccione la opción “Usuario” en el menú inferior Entonces se mostrará la pantalla de Usuario

Tabla 5.10: Historias de usuario para la pantalla “Contactos”.

5.1.7 Notificaciones

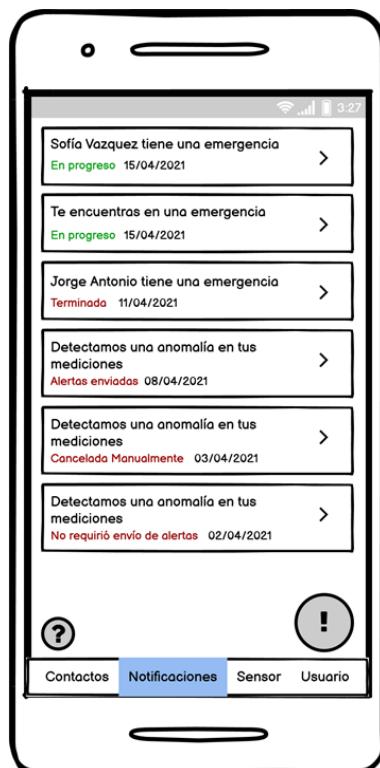


Figura 5.11: Pantalla “Notificaciones” para observar e interactuar con las alertas enviadas y recibidas

En la figura 5.11 se observa la pantalla “Notificaciones”. En esta pantalla el usuario podrá observar un historial de notificaciones recibidas, estas notificaciones pueden ser tanto notificaciones de alertas propias o de alertas de otros usuarios. Con estas alertas el usuario podrá interactuar para observar información de estas dependiendo del tipo de la alerta y de su estado.

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	Dado que el usuario ha iniciado sesión Cuando seleccione la opción “Notificaciones” en el menú inferior Entonces se mostrará la pantalla “Notificaciones”, mostrando el historial de notificaciones recibidas donde todas mostrarán información resumida de la alerta (Anexo 6)
-------------	--

Escenario 2	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Notificaciones” Y se encuentren notificaciones visibles Cuando seleccione una notificación de una alerta que sea propia y que ya haya finalizado (Identificada por estatus en color rojo) Entonces se mostrará el detalle de mediciones suscitadas durante esa alerta
Escenario 3	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Notificaciones” Y se encuentren notificaciones visibles Cuando seleccione una notificación de una alerta de otro usuario y que ya haya finalizado (Identificada por estatus en color rojo) Entonces se mostrará el resumen de la emergencia
Escenario 4	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Notificaciones” Y se encuentren notificaciones visibles Cuando seleccione una notificación de una alerta activa (Identificada por estatus en color verde) Entonces se mostrará el chat grupal de usuarios atendiendo la emergencia
Escenario 5	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Notificaciones” Cuando seleccione la opción “Saber más” Entonces se mostrará un modal mostrando las instrucciones de uso de la pantalla “Notificaciones”
Escenario 6	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Notificaciones” Cuando seleccione la opción “Alerta” Entonces se mostrará la pantalla de envío de alerta manual
Escenario 7	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Notificaciones” Cuando seleccione la opción “Contactos” en el menú inferior Entonces se mostrará la pantalla de Notificaciones
Escenario 8	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Notificaciones” Entonces se mostrará la pantalla de Sensor Cuando seleccione la opción “Sensor” en el menú inferior
Escenario 9	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Notificaciones” Cuando seleccione la opción “Usuario” en el menú inferior Entonces se mostrará la pantalla de Usuario

Tabla 5.11: Historias de usuario para la pantalla “Notificaciones”.

5.1.8 Historial de mediciones tomadas al suscitarse una emergencia



Figura 5.12: Pantalla para mostrar las mediciones del usuario tomadas durante una emergencia ya expirada que no lanzó alertas

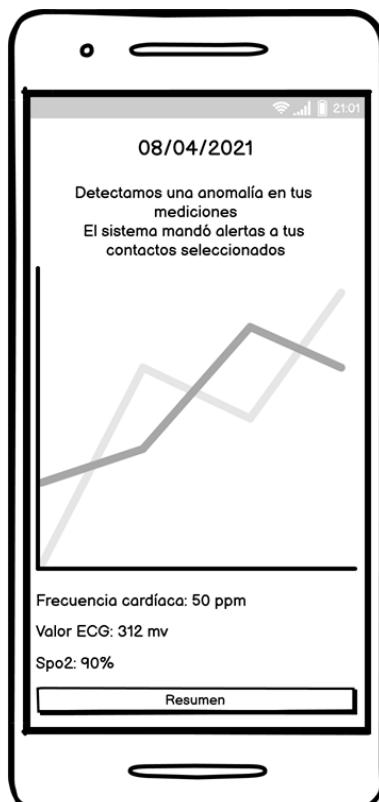


Figura 5.13: Pantalla para mostrar las mediciones del usuario tomadas durante una emergencia ya expirada que lanzó alertas

En la figura 5.12 y la figura 5.13 se observa la pantalla para visualizar las mediciones que se tomaron al momento que el sistema detectó que hubo alguna anomalía en las mediciones del usuario.

La pantalla mostrada en la figura 5.12 abordará los siguientes casos:

- El sistema detectó una anomalía en las mediciones del usuario pero dicha anomalía se reguló y por lo tanto el sistema decidió no mandar alertas
- El sistema detectó una anomalía en las mediciones del usuario y el sistema decidió que el envío de alertas era necesario, pero el usuario canceló este envío de alertas de forma manual.

Por otro lado, la pantalla mostrada en la figura 5.13 será visible cuando el sistema detecte una anomalía en las mediciones del usuario, que la anomalía sea suficientemente grave para que el sistema decida enviar alertas y no se cancele el envío de manera manual

Ambas pantallas mostrarán cierta información acerca de esa emergencia ([Anexo 8](#)) suscitada así también como una gráfica para observar las mediciones tomadas que suscitaron la emergencia.

A continuación, se muestran las historias de usuario para estas pantallas, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla de mediciones del usuario tomadas durante una emergencia ya expirada que no lanzó alertas (Figura 12)</p> <p>Y se encuentre observando la gráfica de mediciones</p> <p>Cuando seleccione un punto de la gráfica</p> <p>Entonces los datos de signos vitales (Anexo 10) mostrarán el valor del signo vital en el punto de la gráfica seleccionado</p>
Escenario 2	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla de mediciones del usuario tomadas durante una emergencia ya expirada que lanzó alertas (Figura 13)</p> <p>Y se encuentre observando la gráfica de mediciones</p> <p>Cuando seleccione un punto de la gráfica</p> <p>Entonces los datos de signos vitales (Anexo 10) mostrarán el valor del signo vital en el punto de la gráfica seleccionado</p>
Escenario 3	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla de mediciones del usuario tomadas durante una emergencia ya expirada que lanzó alertas (Figura 13)</p> <p>Cuando seleccione la opción “Resumen”</p> <p>Entonces se mostrará el resumen de esa emergencia mostrando información de la emergencia (Anexo 9) terminada</p>

Tabla 5.12: Historias de usuario para la pantalla de mediciones del usuario.

5.1.9 Chat durante una emergencia



Figura 5.14: Pantalla con chat para mensajear con usuarios que se encuentren atendiendo una emergencia propia



Figura 5.15: Pantalla con chat para mensajear con usuarios que se encuentren atendiendo una emergencia de otro usuario

En la figura 5.14 y la figura 5.15 se observa la pantalla que servirá para poder “chatear” con usuarios que se encuentren atendiendo una emergencia que se encuentre activa y de igual manera terminar la emergencia.

La pantalla mostrada en la figura 5.14 será visible cuando el usuario se encuentre en una emergencia y esta emergencia aún se encuentre activa.

La pantalla mostrada en la figura 5.15 será visible cuando se reciba una alerta de un usuario que se encuentre en una emergencia, la alerta debe de estar aún activa para poder ingresar al chat.

Ambas pantallas mostrarán las mediciones de signos vitales en tiempo real del usuario que lanzó la alerta y su ubicación en el mapa, así también como la ubicación en tiempo real de todos los usuarios atendiendo la emergencia. En el “chat” las personas que reciban la notificación de alerta y decidan abrirla podrán mensajear entre ellas con el objetivo de poder coordinar mejor la atención a la emergencia. También podrán dar por terminada la emergencia.

A continuación, se muestran las historias de usuario para estas pantallas, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	Dado que el usuario se encuentra en el chat de una emergencia Cuando algún usuario dentro del chat mande un mensaje Entonces el mensaje se verá en el chat
Escenario 2	Dado que el usuario se encuentra en el chat de una emergencia Cuando ingrese algún texto en la casilla “Escribe tu mensaje” Y seleccione la opción “Enviar” Entonces el mensaje ingresado se enviará Y todos los usuarios que se encuentren en el chat de esa emergencia lo podrán ver
Escenario 3	Dado que el usuario se encuentra en el chat de una emergencia de otro usuario Cuando seleccione la opción “Más información” Entonces se mostrará la información médica (Anexo 11) del usuario que mandó las alertas
Escenario 4	Dado que el usuario se encuentra en el chat de su propia emergencia Cuando seleccione la opción “Terminar emergencia” Entonces se mostrará la pantalla “Terminar emergencia”
Escenario 5	Dado que el usuario se encuentra en el chat de una emergencia de otro usuario Cuando seleccione la opción “Terminar emergencia” Y el usuario no se encuentre dentro del rango de 15 metros al usuario afectado Entonces se mostrará una alerta indicando que no se puede terminar la emergencia estando lejos del usuario afectado
Escenario 6	Dado que el usuario se encuentra en el chat de una emergencia de otro usuario Cuando seleccione la opción “Terminar emergencia” Y el usuario se encuentre dentro del rango de 15 metros al usuario

	<p>afectado</p> <p>Entonces se mostrará la pantalla “Terminar emergencia”</p>
--	--

Tabla 5.13: Historias de usuario para la pantalla de chat de una emergencia.

5.1.10 Terminar emergencia

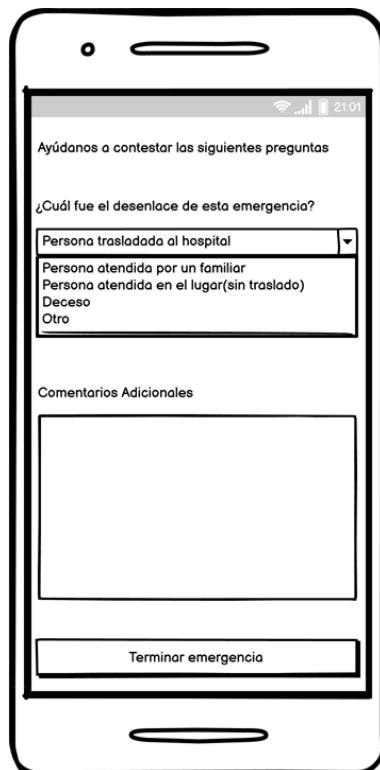


Figura 5.16: Pantalla “Terminar emergencia” con formulario para resumen de la emergencia

En la figura 5.16 se observa la pantalla “Terminar emergencia”. En esta pantalla el usuario deberá de llenar un pequeño resumen con la intención de saber cuál fue el desenlace de la emergencia que atendió para que todos los usuarios que participaron en la emergencia puedan estar informados. Sin haber llenado este formulario el usuario no podrá terminar la emergencia.

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Terminar emergencia”</p> <p>Cuando ingrese toda la información solicitada (Anexo 12) de manera correcta</p> <p>Y seleccione la opción “Terminar emergencia”</p> <p>Entonces la emergencia se dará por terminada</p> <p>Y se mostrará la pantalla “Notificaciones”</p>
Escenario 2	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Terminar emergencia”</p> <p>Cuando no haya ingresado la información solicitada (Anexo 12)</p> <p>Y seleccione la opción “Terminar emergencia”</p> <p>Entonces se mostrará una alerta indicando que es necesario ingresar toda la información (Anexo 12) para terminar la emergencia</p>

Escenario 3	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Terminar emergencia”</p> <p>Cuando ingrese la información solicitada (Anexo 12) de manera incorrecta</p> <p>Y seleccione la opción “Terminar emergencia”</p> <p>Entonces se mostrará una alerta indicando los campos que no se encuentran correctamente ingresados</p>
-------------	--

Tabla 5.14: Historias de usuario para la pantalla “Terminar emergencia”.

5.1.11 Sensor

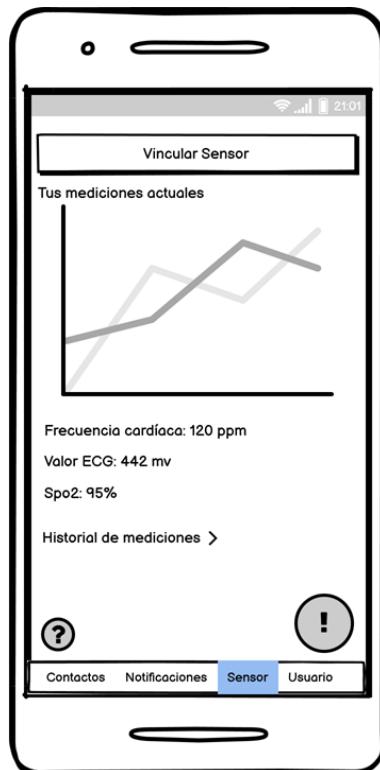


Figura 5.17: Pantalla “Sensor” para vincular el sensor con el dispositivo y observar mediciones

En la figura 5.17 se observa la pantalla “Sensor”. En esta pantalla el usuario podrá vincular su sensor con la aplicación móvil para observar sus mediciones en tiempo real, así también como poder observar el historial de mediciones almacenado.

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	<p>Dado que el usuario ha iniciado sesión</p> <p>Cuando seleccione la opción “Sensor” en el menú inferior</p> <p>Entonces se mostrará la pantalla “Sensor”, mostrando una gráfica con las mediciones actuales del usuario (En caso de que sensor se encuentre vinculado) e información sobre esta (Anexo 10)</p>
Escenario 2	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Sensor”</p> <p>Y el bluetooth del dispositivo se encuentre desactivado</p> <p>Cuando seleccione la opción “Vincular sensor”</p> <p>Entonces se le solicitará al usuario encender el bluetooth de su dispositivo</p>
Escenario 3	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Sensor”</p>

	<p>Y el bluetooth del dispositivo se encuentre activado Cuando seleccione la opción “Vincular sensor” Y seleccione el sensor al que quiere vincularse Entonces se enlazará el sensor al dispositivo del usuario Y podrá comenzar a visualizar sus mediciones en tiempo real</p>
Escenario 3	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Sensor” Y el sensor se encuentre vinculado Y se encuentre observando la gráfica de mediciones en tiempo real Cuando seleccione un punto de la gráfica Entonces los datos de signos vitales (Anexo 10) mostrarán el valor del signo vital en el punto de la gráfica seleccionado</p>
Escenario 4	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Sensor” Y la sección “Historial de mediciones” se encuentre oculta Cuando seleccione la opción “Historial de mediciones” Entonces se desplegará la sección “Historial de mediciones”</p>
Escenario 5	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Sensor” Y la sección “Historial de mediciones” se encuentre visible Cuando seleccione la opción “Historial de mediciones” Entonces se plegará la sección “Historial de mediciones”</p>
Escenario 6	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Sensor” Y la sección “Historial de mediciones” se encuentre visible Cuando seleccione una fecha de inicio y una fecha final Y seleccione la opción “Mostrar” Entonces en la gráfica de mediciones se mostrarán las mediciones del usuario de dentro del rango de fechas seleccionado</p>
Escenario 7	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Sensor” Y se encuentre observando la gráfica de la sección “Historial de mediciones” Cuando seleccione un punto de la gráfica Entonces los datos de signos vitales (Anexo 10) mostrarán el valor del signo vital en el punto de la gráfica seleccionado</p>
Escenario 8	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Sensor” Y la sección “Historial de mediciones” se encuentre visible Cuando seleccione una fecha de inicio y no haya seleccionado una fecha final Y seleccione la opción “Mostrar” Entonces se mostrará una alerta indicando que es necesario indicar ambas fechas</p>
Escenario 9	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Sensor” Y la sección “Historial de mediciones” se encuentre visible Cuando seleccione una fecha final y no haya seleccionado una fecha de inicio Y seleccione la opción “Mostrar” Entonces se mostrará una alerta indicando que es necesario indicar ambas fechas</p>
Escenario 10	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Sensor” Y la sección “Historial de mediciones” se encuentre visible Cuando seleccione una fecha de inicio superior a la fecha final Y seleccione la opción “Mostrar” Entonces se mostrará una alerta debajo del campo indicando que las fechas no son correctas</p>

Escenario 11	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Sensor” Cuando seleccione la opción “Saber más” Entonces se mostrará un modal mostrando las instrucciones de uso de la pantalla “Sensor”
Escenario 12	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Sensor” Cuando seleccione la opción “Alerta” Entonces se mostrará la pantalla de envío de alerta manual
Escenario 13	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Sensor” Cuando seleccione la opción “Contactos” en el menú inferior Entonces se mostrará la pantalla de Contactos
Escenario 14	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Sensor” Cuando seleccione la opción “Notificaciones” en el menú inferior Entonces se mostrará la pantalla de Notificaciones
Escenario 15	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Sensor” Cuando seleccione la opción “Usuario” en el menú inferior Entonces se mostrará la pantalla de Usuario

Tabla 5.15: Historias de usuario para la pantalla “Sensor”.

5.1.12 Usuario



Figura 5.18: Pantalla “Usuario” para editar información de usuario y cerrar sesión

En la figura 5.18 se observa la pantalla “Usuario”. En esta pantalla el usuario podrá dirigirse a su información médica para observar y editarla, a las configuraciones de respaldo de información, así también como abrir el instructivo completo de la aplicación y cerrar sesión.

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	Dado que el usuario ha iniciado sesión Cuando seleccione la opción “Usuario” en el menú inferior Entonces se mostrará la pantalla “Usuario”
Escenario 2	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Usuario” Cuando seleccione la opción “Saber más” Entonces se mostrará un modal mostrando las instrucciones de uso de la pantalla “Usuario”
Escenario 3	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Usuario” Cuando seleccione la opción “Datos médicos” Entonces se mostrará la pantalla “Datos médicos”
Escenario 4	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Usuario” Cuando seleccione la opción “Instructivo” Entonces se abrirá un modal mostrando el instructivo completo de la aplicación
Escenario 5	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Usuario” Cuando seleccione la opción “Respaldo” Entonces se mostrará la pantalla “Respaldo”
Escenario 6	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Usuario” Cuando seleccione la opción “Alerta” Entonces se mostrará la pantalla de envío de alerta manual
Escenario 7	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Usuario” Cuando seleccione la opción “Cerrar Sesión” Entonces se llevará a cabo el cierre de sesión del usuario Y se mostrará la pantalla de inicio de sesión
Escenario 8	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Usuario” Cuando seleccione la opción “Contactos” en el menú inferior Entonces se mostrará la pantalla de Contactos
Escenario 9	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Usuario” Cuando seleccione la opción “Notificaciones” en el menú inferior Entonces se mostrará la pantalla de Notificaciones
Escenario 10	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Usuario” Cuando seleccione la opción “Sensor” en el menú inferior Entonces se mostrará la pantalla de Sensor

Tabla 5.16: Historias de usuario para la pantalla “Usuario”.

5.1.13 Datos Médicos

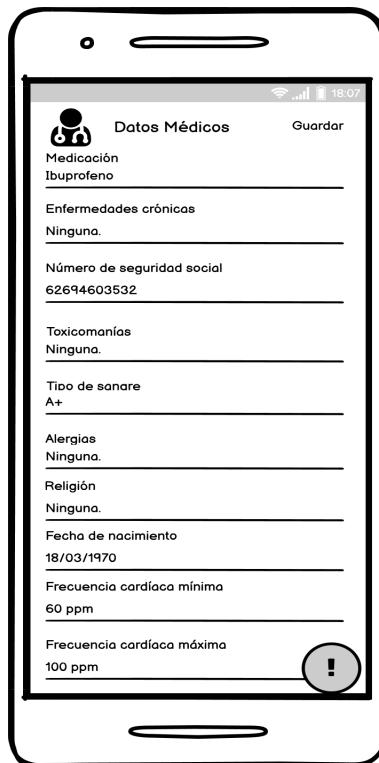


Figura 5.19: Pantalla “Datos Médicos” para observar y editar la información médica del usuario

En la figura 5.19 se observa la pantalla “Datos Médicos”. En esta pantalla el usuario podrá observar y editar su información médica.

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Datos Médicos” Cuando ingrese o modifique su información médica (Anexo 11) de manera correcta Y seleccione la opción “Guardar” Entonces su información médica se actualizará Y se mostrará la pantalla “Usuario”</p>
Escenario 2	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Datos Médicos” Cuando ingrese o modifique su información médica (Anexo 11) de manera incorrecta Y seleccione la opción “Guardar” Entonces se mostrará una alerta indicando los campos que son incorrectos</p>
Escenario 3	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Datos Médicos” Cuando seleccione la opción “Alerta” Entonces se mostrará la pantalla de envío de alerta manual</p>

Tabla 5.17: Historias de usuario para la pantalla “Datos Médicos”.

5.1.14 Respaldo

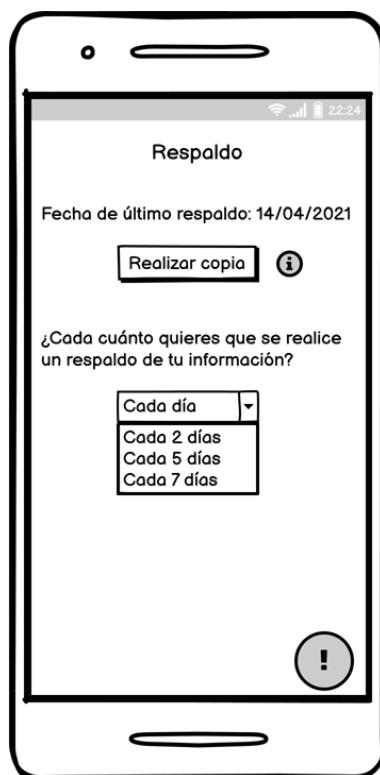


Figura 5.20: Pantalla “Respaldo” para realizar y configurar los respaldos de información de usuario

En la figura 5.20 se observa la pantalla “Respaldo”. En esta pantalla el usuario podrá realizar copias de seguridad en la nube y seleccionar la periodicidad con la que estas copias de seguridad se llevarán a cabo de manera automática.

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Respaldo” Y el dispositivo se encuentre con una conexión a internet Cuando seleccione la opción “Realizar copia” Entonces se llevará a cabo un respaldo de la información del usuario en la nube en ese instante
Escenario 2	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Respaldo” Y el dispositivo no se encuentre con una conexión a internet Cuando seleccione la opción “Realizar copia” Entonces se mostrará una alerta indicando que es necesario contar con internet para llevar a cabo una copia de seguridad
Escenario 3	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Respaldo” Cuando seleccione la opción “Más información” Entonces se mostrará un modal dando información de lo que implica hacer una copia de seguridad
Escenario 4	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Respaldo”

	Cuando seleccione la opción “Cada día” en la sección “¿Cada cuanto quieres que se realice un respaldo de tu información?” Entonces se guardará esa preferencia del usuario Y la copia de seguridad automática se realizará cada día
Escenario 5	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Respaldo” Cuando seleccione la opción “Cada 2 días” en la sección “¿Cada cuanto quieres que se realice un respaldo de tu información?” Entonces se guardará esa preferencia del usuario Y la copia de seguridad automática se realizará cada dos días
Escenario 6	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Respaldo” Cuando seleccione la opción “Cada 5 días” en la sección “¿Cada cuanto quieres que se realice un respaldo de tu información?” Entonces se guardará esa preferencia del usuario Y la copia de seguridad automática se realizará cada cinco días
Escenario 7	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Respaldo” Cuando seleccione la opción “Cada 7 días” en la sección “¿Cada cuanto quieres que se realice un respaldo de tu información?” Entonces se guardará esa preferencia del usuario Y la copia de seguridad automática se realizará cada cinco días
Escenario 8	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Datos Médicos” Cuando seleccione la opción “Alerta” Entonces se mostrará la pantalla de envío de alerta manual

Tabla 5.18: Historias de usuario para la pantalla “Respaldo”.

5.1.15 Alerta manual



Figura 5.21: Pantalla “Alerta Manual” con contador para envío de alertas

En la figura 5.21 se observa la pantalla “Alerta manual”. En esta pantalla el usuario podrá llevar a cabo el envío de alertas de forma manual a sus contactos registrados.

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Alerta manual” Y el contador central llegue a cero Entonces se llevará a cabo el envío de alertas (Anexo 13) Y se mostrará la pantalla “Notificaciones”
Escenario 2	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Alerta manual” Y el contador central aún no llegue a cero Cuando seleccione la opción “Enviar ahora” Entonces llevará a cabo el envío de alertas (Anexo 13) Y se mostrará la pantalla “Notificaciones”
Escenario 3	Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Alerta manual” Y el contador central aún no llegue a cero Cuando seleccione la opción “Cancelar” Entonces el envío de alertas será cancelado Y se mostrará la pantalla “Notificaciones”

Tabla 5.19: Historias de usuario para la pantalla “Alerta Manual”.

5.2 Aplicación web

5.2.1 Seguimiento de alerta



Figura 5.22: Prototipo de vista de aplicación web



Figura 5.23: Prototipo de vista de la aplicación web en un dispositivo móvil

En la figura 5.22 se observa el diseño de la aplicación web, en la cual los usuarios que reciban el link de una emergencia pueden chatear entre ellos e interactuar de manera similar a la aplicación móvil. Esta pantalla será la que se muestre mientras la alerta siga activa.

En la figura 5.23 se puede observar la redistribución de los elementos de la aplicación web vista desde un dispositivo móvil.

Se propone que el mapa sea un mapa incrustado de Google Maps, el cual no tiene costo alguno [22], es interactivo y ofrece la posibilidad de incluir las ubicaciones que se indiquen y generar una ruta para llegar de un punto a otro.

Seguimiento de alerta
<https://seguimiento-de-alerta.firebaseio.com/?id=PSdO2ED0Cd88Dl9zzKSEnombre=Manuello>

Frecuencia cardíaca: 70 ppm Spo2: 90% [Datos médicos](#)

Datos médicos	
Medicación Ibuprofeno, sambutamol, insulina	Tipo de sangre B+
Enfermedades crónicas Diabetes	Alergias Ninguna
Número de seguridad social 62694608040	Religión Católica
Toxicomanías Ninguna	Fecha de nacimiento 28/06/1961

[OK](#) [Emergencia](#)

Figura 5.24: Despliegue de los datos médicos del usuario

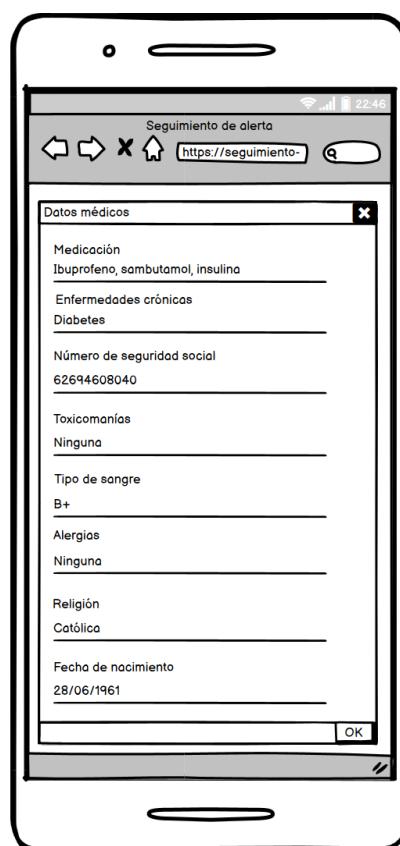


Figura 5.25: Despliegue de los datos médicos del usuario desde un dispositivo móvil

En la figura 5.24 se muestra el cuadro de diálogo con los datos médicos que el usuario proporcionó y que se almacenaron en la base de datos en la nube.

En la figura 5.25 se muestra la distribución de los elementos de esta pantalla vista desde un dispositivo móvil.

A continuación, se muestran las historias de usuario para estas pantallas, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	Dado que el usuario se encuentra en el chat de una emergencia Cuando algún usuario dentro del chat mande un mensaje Entonces el mensaje se verá en el chat
Escenario 2	Dado que el usuario se encuentra en el chat de una emergencia Cuando ingrese algún texto en la casilla “Escribe tu mensaje” Y presione el botón “Enviar” Entonces el mensaje ingresado se enviará Y todos los usuarios que se encuentren en el chat de esa emergencia lo podrán ver
Escenario 3	Dado que el usuario se encuentra en el seguimiento de una emergencia Cuando seleccione la opción “Datos médicos” Entonces se desplegará un cuadro de diálogo con los datos médicos del usuario afectado
Escenario 4	Dado que el usuario se encuentra en el seguimiento de una emergencia Y se muestra el cuadro con los datos médicos del usuario afectado Cuando seleccione la opción “OK” Entonces se cerrará el cuadro de diálogo
Escenario 5	Dado que el usuario se encuentra en el seguimiento de una emergencia Cuando seleccione la opción “Terminar emergencia” Y el usuario no se encuentre dentro del rango de 15 metros al usuario afectado Entonces se mostrará una alerta indicando que no se puede terminar la emergencia estando lejos del usuario afectado
Escenario 6	Dado que el usuario se encuentra en el chat de una emergencia de otro usuario Cuando seleccione la opción “Terminar emergencia” Y el usuario se encuentre dentro del rango de 15 metros al usuario afectado Entonces se mostrará la pantalla “Terminar emergencia”

Tabla 5.20: Historias de usuario para la pantalla de seguimiento de alerta en la aplicación web.

5.2.2 Terminar alerta

The screenshot shows a web browser window with the title 'Terminar alerta'. The URL in the address bar is <https://seguimiento-de-alerta.firebaseio.com/?id=PSdO2ED0Cd88Dl9zzKSEnombre=Manuello>. The page content includes:

- A header asking "Ayúdanos a contestar las siguientes preguntas".
- A question "¿Cuál fue el desenlace de esta emergencia?" with a dropdown menu:
 - Persona trasladada al hospital
 - Persona atendida por un familiar
 - Persona atendida en el lugar(sin traslado)
 - Deceso
 - Otro
- A large empty box labeled "Comentarios Adicionales".
- A button labeled "Terminar emergencia".

Figura 5.26: Vista del formulario para terminar la emergencia.

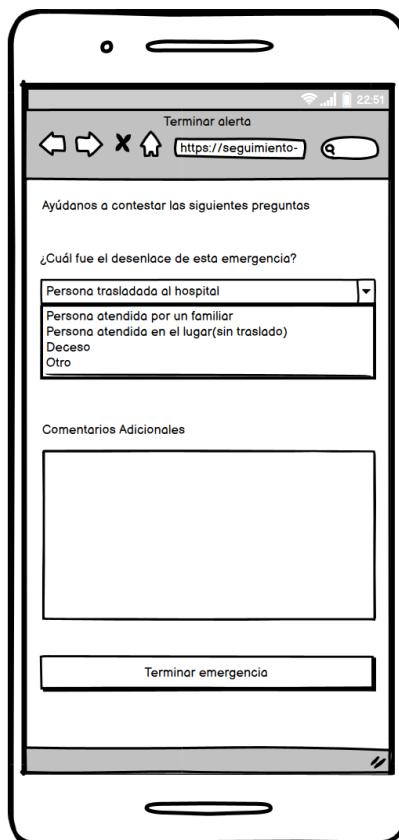


Figura 5.27: Vista del formulario para terminar la emergencia desde un dispositivo móvil.

En la figura 5.26 se muestra el formulario que se despliega para un usuario que decide terminar la alerta.

En la figura 5.27 se muestra la distribución de los elementos de esta pantalla vista desde un dispositivo móvil.

A continuación, se muestran las historias de usuario para esta pantalla, las cuales describen el objetivo que el usuario quiere cumplir, los pasos para llegar a ese objetivo y la respuesta esperada del sistema en diferentes escenarios.

Escenario 1	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Terminar emergencia”</p> <p>Cuando ingrese toda la información solicitada de manera correcta</p> <p>Y seleccione la opción “Terminar emergencia”</p> <p>Entonces la emergencia se dará por terminada</p>
Escenario 2	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Terminar emergencia”</p> <p>Cuando no haya ingresado la información solicitada</p> <p>Y seleccione la opción “Terminar emergencia”</p> <p>Entonces se mostrará una alerta indicando que es necesario ingresar toda la información para terminar la emergencia</p>
Escenario 3	<p>Dado que el usuario se encuentra en la pantalla “Terminar emergencia”</p> <p>Cuando ingrese la información solicitada de manera incorrecta</p> <p>Y seleccione la opción “Terminar emergencia”</p> <p>Entonces se mostrará una alerta indicando los campos que no se encuentran correctamente ingresados</p>

Tabla 5.21: Historias de usuario para la pantalla “Terminar alerta” en la aplicación web.

5.2.3 Resumen de alerta

The screenshot shows a web browser window with the title "Resumen de alerta". The URL in the address bar is <https://seguimiento-de-alerta.firebaseioapp.com/?id=PSdO2ED0Cd88Dl9zzKSEnombree=1>. The main content area is titled "Resumen de la emergencia". It contains the following information:

- Nombre: Jorge Antonio
- Se envió la alerta a: 6 personas.
- Intentaron atender la alerta: 4 personas.
- Tiempo activo de la emergencia:
8 minutos 12 segundos.
- Desenlace de la emergencia:
Persona atendido por familiar.
- Nombre del familiar:
Alan René Salinas.
- Comentarios adicionales:
Estando en la ubicación llegó el familiar de Jorge por lo que él nos mencionó que se encargaría de la situación llevándolo a su hogar.

Figura 5.28: Vista del resumen de una emergencia ya terminada.

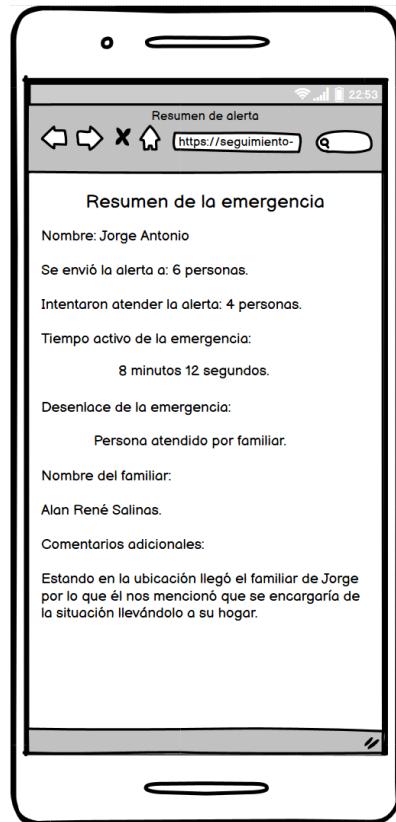


Figura 5.29: Resumen de una emergencia ya terminada visto desde un dispositivo móvil.

En la figura 5.28 se muestra la vista que obtendría un usuario que entra al link asignado para una emergencia que ya finalizó. En esta vista se muestra el resumen de la emergencia con los datos que ingresó en el formulario el usuario que terminó la emergencia.

En la figura 5.29 se muestra la redistribución de los elementos de esta pantalla vista desde un dispositivo móvil.

Conclusiones

La realización de este proyecto ha sido una prueba para todos los conocimientos y experiencias adquiridas hasta este punto de nuestra carrera. Hemos aprendido sobre desarrollo de aplicaciones tanto móviles como web, así como la implementación de servicios web o APIs para dichas aplicaciones, además de diseñar un circuito para el monitoreo de signos vitales. Nos entusiasma la idea de desarrollar este proyecto para el trabajo terminal II y con ello ofrecer una solución para una problemática que tristemente es bastante común en nuestro país.

Bibliografía y referencias

- [1] Sistema de Información de la Secretaría de Salud. "Principales causas de defunción por año". [Último acceso: Noviembre 2020] Disponible en: <http://sinaiscap.salud.gob.mx:8080/DGIS/>
- [2] Reanimación cardiopulmonar en adultos. Guía de Evidencias y Recomendaciones: Guía de Práctica Clínica. México, CENETEC; 2017. [Último acceso: Noviembre 2020] Disponible en: <http://www.imss.gob.mx/profesionales-salud/gpchttp://www.cenetec.salud.gob.mx/contenidos/gpc/catalogoMaestroGPC.html>
- [3] National Library of Medicine. "Cerebral Hypoxia". 2018. [Último acceso: Noviembre 2020] Disponible en: <https://medlineplus.gov/ency/article/001435.htm>
- [4] Statcounter "Mobile Operating System Market Share Worldwide". [Último acceso: Noviembre 2020] Disponible en: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide>
- [5] Firebase pricing. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://firebase.google.com/pricing?authuser=0>
- [6] Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. "Pulso". 2019. [Último acceso: Marzo 2021] Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003399.htm>
- [7] Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. "Arritmias". 2020. [Último acceso: Marzo 2021] Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001101.htm>
- [8] Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. "Fibriloaleteo auricular". 2020. [Último acceso: Marzo 2021] Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000184.htm>
- [9] Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. "Fibrilación ventricular". 2020. [Último acceso: Marzo 2021] Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007200.htm>
- [10] Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. "Ataque cardíaco". 2020. [Último acceso: Marzo 2021] Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000195.htm>
- [11] Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. "Paro cardíaco". 2020. [Último acceso: Marzo 2021] Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/cardiacarrest.html>
- [12] National Center for Biotechnology Information. "Oxygen Saturation". 2020. [Último acceso: Marzo 2021] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK525974/>
- [13] Mayo Clinic. "Hypoxemia". 2018. [Último acceso: Marzo 2021] Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/symptoms/hypoxemia/basics/definition/sym-20050930>
- [14] National Institute of Neurological Disorders and Stroke. "Hipoxia cerebral". 2016. [Último acceso: Marzo 2021] Disponible en: <https://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/anoxia.htm>
- [15] <https://es.wikipedia.org/wiki/Electrocardiograma>
- [16] SparkFun. AD8232 Heart Rate Monitor Hookup Guide. [Último acceso: Mayo 2021]. Disponible en: https://learn.sparkfun.com/tutorials/ad8232-heart-rate-monitor-hookup-guide?_ga=2.174817191.421130763.1622181909-1968183465.1622181909
- [17] <https://en.wikipedia.org/wiki/Electrocardiography#>
- [18] Firebase Realtime Database. 2020. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://firebase.google.com/docs/database?hl=es>
- [19] Cloud Firestore. 2021. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://firebase.google.com/docs/firestore>
- [20] Firebase Authentication. 2020. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://firebase.google.com/docs/auth>
- [21] Sqlite. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://www.sqlite.org/index.html>

- [22] Maps Embed API. 2021. [Último acceso: Mayo 2021] <https://developers.google.com/maps/documentation/embed/get-started?hl=es>
- [23] Maps SDK For Android. 2021. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://developers.google.com/maps/documentation/android-sdk/overview?hl=es>
- [24] Android Studio. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://developer.android.com/studio?hl=es-419>
- [25] Electronics Weekly .”Arduino announces FPGA board, ATmega4809 in Uno Wi-Fi mk2, cloud-based IDE and IoT hardware”. 2018. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://www.electronicsweekly.com/news/products/bus-systems-sbcs/arduino-announced-fpga-board-new-atmega-uno-wi-fi-2018-05/>
- [26] Balsamiq Wireframes. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://balsamiq.com/wireframes/>
- [27] Fritzing. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://fritzing.org/>
- [28] Arduino. SoftwareSerial Library. 2019. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Reference/SoftwareSerial>
- [29] OXullo Intersecans. Arduino-MAX30100. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://github.com/oxullo/Arduino-MAX30100>
- [30] PhilJay. MPAndroidChart. 2020. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://github.com/PhilJay/MPAndroidChart>
- [31] Bootstrap. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://getbootstrap.com/>
- [32] Digital Learning. Curso Java para Android y Programación Orientada a Objetos. [Último acceso: Mayo 2021]. Disponible en: <https://www.digitallearning.es/curso-java-para-android.html>
- [33] MDN Web Docs. Javascript. 2021. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript>
- [34] Arduino. Guía de Referencia de Arduino. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://www.arduino.cc/reference/es/>
- [35] Polaridad. Victor Ventura. Principio de funcionamiento del oxímetro para monitorización del pulso. 2015. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <http://polaridad.es/monitorizacion-sensor-pulso-oximetro-frecuencia-cardiaca/>
- [36] Maxim Integrated. Max30100. 2014. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30100.pdf>
- [37] Naylampmechatronics. Heart Rate Click MAX30100 modules Sensor for Arduino”. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <http://www.naylampmechatronics.com/img/cms/Heart-Rate-Click-MAX30100-modules-Sensor-for-Arduino.jpg>
- [38] SparkFun. SparkFun Single Lead Heart Rate Monitor - AD8232. [Último acceso: Mayo 2021]. Disponible en: <https://www.sparkfun.com/products/12650>
- [39] Components101. AD8232 ECG Module. 2020. [Último acceso: Mayo 2021]. Disponible en: <https://components101.com/modules/ad8232-ecg-module>
- [40] SparkFun. AD8232 Heart Rate Monitor Hookup Guide. [Último acceso: Mayo 2021]. Disponible en: https://learn.sparkfun.com/tutorials/ad8232-heart-rate-monitor-hookup-guide?_ga=2.174817191.421130763.1622181909-1968183465.1622181909
- [41] Aprendiendo Arduino. Bluetooth En Arduino. 2016.[Último acceso: Mayo 2021].Disponible en: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/11/13/bluetooth-en-arduino/>
- [42] Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd. Product Data Sheet. [Último acceso: Mayo 2021] Disponible en: <https://www.olimex.com/Products/Components/RF/BLUETOOTH-SERIAL-HC-06/resources/hc06.pdf>
- [43] Arduino. Arduino UNO. [Último acceso: Mayo 2021]. Disponible en: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>

Glosario

ECG	Electrocardiograma. Es el registro de las señales eléctricas del corazón.
Aplicación móvil	Es un tipo de aplicación diseñada para ejecutarse en un dispositivo móvil, que puede ser un teléfono inteligente o una tableta.
Aplicación web	Es una herramienta que un usuario puede utilizar accediendo a un servidor web a través de internet mediante un navegador.
Modal	Cuadro de diálogo o ventana emergente que se muestra por encima de la pantalla principal.
RCP	Reanimación cardiopulmonar. Es un procedimiento que combina respiración boca a boca y compresiones torácicas y se realiza cuando alguien ha dejado de respirar o el corazón ha cesado de palpituar.
JSON	Acrónimo de JavaScript Object Notation (notación de objeto de JavaScript) Es un formato de texto sencillo para el intercambio de datos.
Framework	Entorno de trabajo, en español. Es un conjunto estandarizado de conceptos y prácticas que sirven como referencia para resolver problemas similares.
API	Acrónimo de Application Programming Interface (interfaz de programación de aplicaciones). Es un conjunto de código de programación que permite la comunicación entre un programa o servicio y otro.
NoSQL	Modelo de base de datos que difiere del modelo clásico Relacional, teniendo estructuras no fijas.
SDK	Kit de desarrollo de software. Es un conjunto de herramientas para crear aplicaciones web, móviles o para escritorio
IDE	Entorno de desarrollo integrado

	Aplicación que facilita al desarrollador el desarrollar software
SMS	Mensaje corto de texto que es enviado entre teléfonos.
Smartwatch	Reloj inteligente que cuenta con la posibilidad de conectarse a internet.
Smartphone	Teléfono celular que permite conectarse a internet así como instalar diferentes aplicaciones y recursos como lo podría ser un pequeño computador.
Hosting	Servicio de alojamiento para sitios web que permite almacenar los contenidos de una página web para que puedan ser accedidos en todo momento.
IU	Interfaz de usuario. Es el medio por el cual el usuario puede comunicarse con un dispositivo.
Back-End	Parte de un sistema que se encarga del correcto funcionamiento de este, siendo invisible para el usuario pero indispensable para el sistema.
Front-End	Es la parte de la aplicación que es visible para el usuario y con la cual se puede interactuar.
Hardware	Conjunto de elementos físicos que constituyen un sistema informático.
Software	Conjunto de componentes lógicos o intangibles que realizan tareas específicas dentro de un sistema.

Anexos

Anexo 1: Recopilación de requerimientos y fundamentos médicos: Entrevista

Entrevista a: M.C.P Laura Estefany Salinas

1. En una gráfica de frecuencia cardiaca, ¿Podemos predecir que habrá un problema cardíaco antes de que esto suceda?

En general cualquier monitor que se encuentre midiendo estos signos, es ese momento, es “en vivo”. Realmente es totalmente en ese momento.

2. Entonces, ¿no existe como tal un indicador que podamos

observar en la gráfica de que algo vaya a pasar?

Así es, es imprevisto

3. ¿Qué tan útil es para un doctor llevar un registro de las mediciones de saturación de oxígeno de un paciente?

Es muy muy necesario y es de los registros más comunes que tenemos en los hospitales, porque nos habla precisamente de qué tanto oxígeno se está logrando llevar a cada parte del cuerpo, específicamente depende de cómo se mida pero los que tenemos en los hospitales que van en los dedos, te habla de que tanto se está oxigenando la sangre que está llegando, pues, hasta la última parte de cuerpo, que sería tu dedo y es importante porque al momento en que está por debajo del límite, pues, tenemos que ya hacer alguna intervención.

4. ¿Les sirve de algo tener un historial de registro de este parámetro (saturación de oxígeno en la sangre)?

¡Si!, si y va depender mucho en ciertas patologías, en ciertas enfermedades, por ejemplo, solo poniendo un ejemplo, los niños, si hay un niño que sabemos que de repente en su casa se pone azul, no saben los papás que pasó y no lo estuvieron midiendo pues no tenemos idea de cuánto desaturó o bajó la saturación de oxígeno en ese momento, solamente los papás lo vieron pero no hay una medición real, concreta, un número. También claro en los pacientes que ya tienen problemas cardíacos ya diagnosticados también podría llegar a ser útil y ahorita por ejemplo con todos los pacientes que quedan con una patología después del COVID, hay muchos que quedan con secuelas pulmonares de modo que cuando suben una escalera se desaturan o cuando caminan una cuadra también bajan, entonces en ellos podría ser muy útil ver que tanto bajó y por cuánto tiempo.

5. ¿Guardar estas mediciones de saturación de oxígeno por, digamos una semana o un mes sigue teniendo utilidad para ustedes?

Yo creo que sí, si podría seguir sirviendo, como son eventos que a veces no sabes cuando van a pasar, así como decías tú, son inesperados, entonces, muy probablemente nos serviría un rango amplio para valorar todo ese tiempo y ver cuántas veces pasó en cierto tiempo.

6. ¿Existe como tal un rango bien definido de lo que es una frecuencia cardíaca normal o depende totalmente de la persona que se está monitoreando?

Si hay un rango, pero si va a variar. En adultos cualquier persona mayor de 18 años ya, entre 60 y 100 es lo normal, debajo de 60 se considera bradicardia y arriba de 100 taquicardia, esto no aplica para los niños, cada niño tiene su frecuencia cardíaca normal para la edad y si es cierto, hay personas ya específicamente que manejan otros valores, por ejemplo los deportistas pueden estar todo el tiempo con frecuencias cardíacas de 50 y eso es lo normal para ellos, entonces va a variar dependiendo de las condiciones de cada paciente.

7. ¿Esto anterior pasa también para la saturación de oxígeno en la sangre o este rango es más estricto?

También va a variar con algunas personas, personas muy específicas, por ejemplo, los adultos que ya tienen patologías del corazón o pulmonares, se les pone digamos que un rango menos estricto o los niños que tienen o nacen con problemas del corazón, ellos también ya tienen rangos pues específicos para ellos, sin embargo la mayoría de la población el rango sería del 94% pero usualmente cualquier persona joven sin ninguna patología usualmente satura al

99%, aunque aquí en la Ciudad de México podría estar más abajo, tal vez en 97% y sería normal, porque eso también depende de la altura respecto al nivel del mar en la que estemos.

8. ¿Qué puede llegar a ser factor de que se tenga una frecuencia cardiaca baja?

Puede ser sobre todo en adultos con patologías cardíacas por ejemplo, que tengan lo que se llaman bloqueos, que su corazón que tiene un ritmo de repente lo pierde y esas personas por ejemplo si tienen marcapasos luego pueden llegar a bajar la frecuencia cardíaca, de ahí como lo mencioné pueden ser los deportistas o también los niños con enfermedades pulmonares sobre todo cuando duermen.

9. ¿Qué puede llegar a ser factor de que se tenga una frecuencia cardiaca alta?

Pueden ser todos los pacientes que tienen problemas del corazón y pulmonares, en general puede ser cualquier enfermedad de este tipo.

10. ¿Es más grave tener una frecuencia alta o una baja?

Las dos son igual de graves.

11. ¿Qué enfermedades pueden estar ligadas a una saturación de oxígeno baja?

Malformaciones congénitas del corazón, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma, secuelas del covid o en ese momento una neumonía o cualquier enfermedad que afecta al pulmón y claro, arritmias.

12. ¿Existe el concepto de un nivel de saturación de oxígeno en la sangre "Alto"?

No, realmente un nivel de oxígeno en la sangre no tiene nada de malo.

13. ¿Cuál es el dato más importante que podemos obtener de un electrocardiograma?

El D2, sería como un corte de electrocardiograma que nos podría servir bastante, hay algunos aparatos que ya miden esta secuencia, todo este D2 y de hecho hay pacientes con problemas del corazón que se los llevan 24 horas y le están monitorizando 24 horas y cuando regresan a consulta se imprime todo el trazo y eso sirve para ver si hay alguna alteración del corazón en algún momento del día.

14. ¿Este monitoreo del trazo del D2 es solo con 24 horas?

Si, usualmente lo manejan durante 24 horas, aunque a veces no hay nada en esas 24 horas

15. ¿Sería bueno que si fuera más amplia la venta de tiempo de esa monitorización?

Si, totalmente.

16. Para ti, ¿qué tan bueno ves que alguien que no es profesional de la salud llegará a apoyar a una persona que se encuentra teniendo un emergencia cardíaca?

Estaría genial si la persona que llegara y no fuera médico, supiera por lo menos lo básico de primeros auxilios, porque si no es así no se que tanto ayudaría una persona que no sepa qué hacer.

17. Si una persona que no tiene conocimientos de estos primeros auxilios intentara intervenir, ¿Podría llegar a agravar la situación?

Lo ideal es que todos supiéramos qué hacer en esas situaciones, pero si no, tal vez no pueda llegar a agravar la situación pero probablemente no vaya a hacer mucho. Lo único que si va a hacer y sería de mucha ayuda sería pedir ayuda a alguien que si sepa.

18. ¿Qué tan complicado sería enseñarle a una persona lo básico de cómo ayudar a una persona en una situación así?

Es nada complicado, yo creo que todos podríamos aprender.

19. ¿Si se tiene un infarto, este se ve reflejado al momento en una gráfica de frecuencia cardiaca o de ECG?

Si, el infarto sí puede verse en el electrocardiograma pero si tarda unos minutos, porque cuando hablamos del infarto, estamos hablando de que una parte del corazón está dejando de recibir sangre y se está muriendo y tardan un momento esas células en morirse, se llama en necrosarse, entonces en lo que el corazón hace esa necrosis pues pasan unos minutos y es ahí donde empezamos a ver los cambios en el electrocardiograma y ahí sería un registro mucho más amplio, de minutos probablemente hasta horas.

20. ¿Esto anterior sucede de igual manera para un paro cardiaco?

En un paro cardio respiratorio, si yo estoy comiendo algo ahorita, me ahogo, dejó de respirar y mi corazón por lo tanto también se para, ese es inmediato, en ese momento.

21. En el caso de la saturación de oxígeno en la sangre, ¿Pasaría el mismo fenómeno?

No, el nivel de saturación de oxígeno en la sangre si se podría ver diferencia en ambos casos, al momento, en el infarto probablemente no se vaya por los suelos la oxigenación pero sí se verá disminuido, los pacientes suelen tener dificultad para respirar.

22. Entonces, ¿la saturación de oxígeno en la sangre podría ser un buen indicador de una anomalía?

Por ejemplo, pensando en un paciente con un paro cardiaco, lo primero que empezarías a ver sería una disminución en la frecuencia cardiaca, porque el corazón ya no está latiendo, entonces ves el corte rápido y a la par empieza a disminuir la oxigenación. En realidad para ese caso irían de la mano y sería a la par.

23. ¿Si alguien sufre alguno de estos percances, se verá reflejado permanentemente en sus mediciones?

Si, después de un infarto por ejemplo, ya podrías ver cambios en el ECG que ya se van a quedar ahí porque hay una parte del corazón que ya está necrótica, que ya no sirve y eso se verá reflejado.

Anexo 2: Datos solicitados para cambio de contraseña	<ul style="list-style-type: none"> ● Código de verificación (Enviado al usuario) ● Nueva Contraseña ● Confirmación de la nueva contraseña
Anexo 3: Criterios de seguridad para contraseña de usuario	<ul style="list-style-type: none"> ● Longitud mínima de 6 caracteres ● Al menos un carácter en mayúsculas ● Al menos un carácter en minúscula ● Al menos un número
Anexo 4: Datos solicitados para registro de un nuevo usuario	<ul style="list-style-type: none"> ● Nombre completo ● Correo electrónico ● Teléfono ● Contraseña ● Confirmación de la contraseña
Anexo 5: Información de un contacto registrado en la pantalla “Contactos”	<ul style="list-style-type: none"> ● Nombre del contacto ● Teléfono del contacto
Anexo 6: Información resumida de una notificación en la pantalla “Notificaciones”	<ul style="list-style-type: none"> ● Título de la emergencia (Anexo 7) ● Estatus de la emergencia ● Fecha en la que se suscitó la emergencia
Anexo 7: Posibles títulos para una notificación	<ul style="list-style-type: none"> ● Detectamos una anomalía en tus mediciones ● Te encuentras en una emergencia ● <Nombre de usuario> tiene una emergencia.
Anexo 8: Información en el detalle de una emergencia terminada	<ul style="list-style-type: none"> ● Fecha en que se suscitó la emergencia ● Título de la emergencia ● Estado de la emergencia ● Gráfica de signos vitales medidos durante la emergencia
Anexo 9: Información mostrada en el resumen de una alerta	<ul style="list-style-type: none"> ● Nombre del usuario en emergencia ● Cantidad de personas a las que se les fue notificada la emergencia ● Cantidad de personas que intentaron atender la alerta ● Tiempo que duró activa la emergencia ● Desenlace de la emergencia ● Información adicional del desenlace de la emergencia ● Comentarios adicionales
Anexo 10: Información de signos vitales en punto específico de la gráfica de mediciones	<ul style="list-style-type: none"> ● Valor de frecuencia cardíaca (ppm) ● Valor ECG (mV) ● Valor de oxigenación de la sangre (%)
Anexo 11: Información médica de un usuario	<ul style="list-style-type: none"> ● Medicación ● Enfermedades crónicas ● Número de seguridad social ● Toxicomanías ● Tipo de sangre

	<ul style="list-style-type: none"> ● Alergias ● Religión ● Fecha de nacimiento ● Frecuencia cardíaca mínima ● Frecuencia cardíaca máxima
Anexo 12: Información solicitada para dar por terminada una emergencia	<ul style="list-style-type: none"> ● Desenlace de la emergencia ● Información adicional del desenlace de la emergencia ● Comentarios adicionales
Anexo 13: Consideraciones para el envío de alertas	<p>Con conexión a internet:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● La aplicación envía una solicitud al servicio de mensajería de Firebase para enviar una notificación a los contactos y usuarios cercanos. ● Se envían constantemente a la nube los datos de localización y signos vitales del usuario. ● Desde la pantalla de seguimiento de alerta el usuario puede comunicarse con sus contactos. <p>Con saldo para servicio de telefonía:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● La aplicación obtiene los datos de localización y signos vitales del usuario. ● La aplicación genera el texto del SMS que será enviado a los contactos seleccionados, conteniendo el enlace para el seguimiento mediante la aplicación web. ● La aplicación envía el mensaje generado. <p>Si ninguna de las condiciones anteriores se cumple, el envío de alertas no será posible.</p>