

Universidad Técnica Federico Santa María

Viña del Mar – Chile



**“PROPUESTA DE UNA APLICACIÓN MÓVIL
INTEGRADA, PARA LA RESPUESTA EFICIENTE
ANTE EMERGENCIAS”**

FRANCISCA VALENTINA PRADO MARÍN

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA
EN INFORMÁTICA**

Profesor guía: Dagoberto Cabrera Tapia.

Profesor correferente: Oscar Carrasco Vera.

2024

Dedicatoria

A mis padres, cuya dedicación y sacrificio fueron fundamentales para que pudiera estudiar y completar mi carrera, siempre apoyándome incondicionalmente y siendo mi pilar esencial. A mi familia y amigos, quienes me proporcionaron la fuerza necesaria para enfrentar los desafíos de vivir lejos de casa durante mis años de estudio.

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento a mi profesor guía por todo el apoyo que me ha brindado durante este proceso. Sus ideas, orientaciones y correcciones han sido fundamentales para lograr un mejor resultado. También quiero agradecer a todos mis profesores, quienes, a través de su enseñanza, me han proporcionado el conocimiento necesario para llevar a cabo este proyecto. Agradezco de igual manera a mi familia y amigos por sus perspectivas y aportes, que han enriquecido este trabajo, y, de manera especial, a mi madre, cuya inspiración fue clave al darme la idea para este proyecto de título.

Resumen

Resumen - En este trabajo de investigación, se plantea la creación y diseño de una aplicación móvil innovadora, denominada CrisisConnect, con el objetivo de optimizar la respuesta en situaciones críticas. El propósito es agilizar la interacción y cooperación entre habitantes y entidades de ayuda, empleando herramientas tecnológicas avanzadas como drones, sismógrafos y dispositivos de seguimiento geográfico.

Para crear esta solución, se llevó a cabo un profundo estudio de las tecnologías de comunicación para garantizar la conexión instantánea, incluso en zonas sin señal. También se ideó un modelo de pantalla que destaca por ser fácil de usar y por ofrecer acceso veloz a datos vitales.

La estructura de la aplicación fusiona múltiples fuentes de información, como cámaras térmicas, dispositivos para medir terremotos y sistemas espaciales, al mismo tiempo que las tecnologías de ubicación permiten mostrar mapas interactivos con senderos de evacuación y puntos de asistencia. Este estudio propone un software que reúne datos al instante, simplificando la coordinación eficaz en situaciones de crisis.

Además, incorpora comunicación basada en radio AM, asegurando funcionalidad incluso en situaciones sin acceso a redes móviles o de Internet. Estas soluciones tecnológicas garantizan la transmisión de información crucial, mejorando la coordinación entre equipos de rescate y fortaleciendo la respuesta ante emergencias en contextos desafiantes.

Palabras clave -Emergencias; Geolocalización; Comunicación; Tecnologías móviles; Coordinación.

Abstract

Abstract - This research proposes the creation and design of an innovative mobile application, called CrisisConnect, with the aim of optimising the response in critical situations. The purpose is to streamline the interaction and cooperation between inhabitants and aid agencies, using advanced technological tools such as drones, seismographs and geographic tracking devices.

To create this solution, an in-depth study of communication technologies was carried out to ensure instant connection, even in areas without signal. A screen model was also devised that stands out for being easy to use and for offering fast access to vital data.

The structure of the application merges multiple sources of information, such as thermal cameras, devices for measuring earthquakes and spatial systems, while location technologies allow the display of interactive maps with evacuation routes and assistance points. This study proposes a software that gathers data instantly, simplifying effective coordination in crisis situations.

In addition, it incorporates AM radio-based communication, ensuring functionality even in situations without access to mobile or Internet networks. These technological solutions ensure the transmission of crucial information, improving coordination between rescue teams and strengthening emergency response in challenging contexts.

Keywords -Emergencies; Geolocation; Communication; Mobile technologies; Coordination

Glosario

Tecnologías innovadoras: Herramientas y metodologías avanzadas que ofrecen soluciones novedosas y efectivas para resolver problemas específicos, como las utilizadas en este proyecto para gestionar emergencias.

Interfaz de usuario (UI): Parte visible de una aplicación que permite la interacción entre el usuario y el sistema. Está diseñada para ser intuitiva, accesible y eficiente en situaciones críticas.

Arquitectura de integración de fuentes de datos: Estructura diseñada para consolidar información de diferentes fuentes (como sensores, drones y bases de datos) en un único sistema que permite su procesamiento y análisis.

Gestión de desastres: Proceso de planificación, coordinación y respuesta a emergencias para mitigar daños y salvar vidas.

Dashboard: Panel de control visual que muestra datos clave mediante gráficos, mapas y métricas, facilitando la toma de decisiones en tiempo real.

Dataset: Conjunto estructurado de datos que sirve como fuente de información para análisis y visualizaciones.

Geolocalización: Tecnología que permite identificar la ubicación exacta de un usuario o dispositivo en un mapa.

Mapas interactivos: Representaciones digitales de áreas geográficas que permiten al usuario explorar datos en tiempo real, como rutas de evacuación y zonas afectadas.

Modelo de seguridad: Estrategia que define cómo proteger la información y los sistemas frente a amenazas, mediante herramientas como cifrado y autenticación.

S!E (Sistema de Información de Emergencia): Proyecto desarrollado por Barbarita Lara para enviar mensajes a través de ondas de radio en emergencias, garantizando comunicación incluso sin conexión a Internet.

Sismógrafo de banda ancha: Instrumento que registra la actividad sísmica en un rango amplio de frecuencias, útil para analizar terremotos.

Acelerógrafo: Dispositivo que mide aceleraciones del suelo, utilizado para evaluar la intensidad de sismos.

GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite): Tecnología que permite determinar posiciones geográficas con alta precisión.

SAE (Sistema de Alerta de Emergencias): Sistema que emite alertas oficiales a través de teléfonos móviles para informar sobre emergencias en tiempo real.

RSN (Red Sismológica Nacional): Red de estaciones sísmicas en Chile que monitorea y registra actividad sísmica para alertar a la población.

SHOA (Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada): Entidad chilena encargada de monitorear eventos como tsunamis y marejadas.

SENAPRED (Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres): Organización chilena responsable de coordinar las acciones de prevención y respuesta en desastres.

Flutter: Framework para desarrollar aplicaciones móviles multiplataforma, permitiendo crear interfaces nativas desde un único código base.

Firebase: Plataforma que proporciona servicios como bases de datos en tiempo real, notificaciones push y análisis de datos para aplicaciones móviles.

Google Maps Platform: Conjunto de herramientas que permite integrar mapas, geolocalización y rutas en aplicaciones móviles.

Amazon S3: Servicio de almacenamiento en la nube que permite guardar y acceder a grandes volúmenes de datos.

Amazon DynamoDB: Base de datos NoSQL de alta velocidad que gestiona datos de manera eficiente en tiempo real.

Nube: Espacio virtual donde se almacenan y procesan datos, accesible desde cualquier lugar con conexión a Internet.

APIs (Interfaz de Programación de Aplicaciones): Conjunto de definiciones y protocolos que permiten a diferentes aplicaciones comunicarse entre sí.

AES (Advanced Encryption Standard): Método de cifrado de datos altamente seguro, utilizado para proteger información sensible.

MFA (Autenticación Multifactor): Método de seguridad que requiere múltiples pruebas de identidad para acceder a un sistema.

4G/5G: Generaciones de redes móviles que ofrecen conectividad rápida y estable, fundamentales para comunicación en emergencias.

Estación base móvil: Infraestructura portátil que proporciona conectividad en áreas afectadas por desastres.

Enlace backhaul: Canal de comunicación que conecta estaciones base móviles con redes principales, asegurando la transmisión de datos.

Baseband Unit (BBU): Componente de estaciones base que procesa las señales enviadas y recibidas.

Radiofrecuencia: Frecuencia dentro del espectro electromagnético utilizada para transmitir datos y comunicación inalámbrica.

IoT (Internet de las Cosas): Red de dispositivos conectados que interactúan entre sí para recopilar y compartir datos automáticamente.

Estimación de costos: Análisis financiero que calcula los recursos económicos necesarios para implementar el proyecto.

Diagrama de componentes: Representación visual de los módulos principales de un sistema y cómo interactúan entre sí.

Diagrama de casos de uso: Representación gráfica que muestra cómo los usuarios interactúan con el sistema para cumplir objetivos específicos.

Diagrama de secuencia: Gráfico que detalla el flujo de mensajes e interacciones entre los componentes de un sistema a lo largo del tiempo.

OWASP (Proyecto de Seguridad en Aplicaciones Web): Organización que establece prácticas seguras para desarrollar software y protegerlo de ataques.

XSS (Cross-Site Scripting): Ataque informático que permite a un atacante ejecutar código malicioso en un sitio web.

CSRF (Cross-Site Request Forgery): Tipo de ataque que engaña a un usuario para que ejecute acciones no deseadas en una aplicación web autenticada.

Pop-up: Ventana emergente en una aplicación o página web que muestra información o solicita una acción al usuario.

Dropdown: Menú desplegable que permite al usuario seleccionar una opción de una lista.

Validación basada en usuarios: Proceso de evaluación de una aplicación con personas reales para garantizar que sea útil y fácil de usar.

Tabla de riesgos: Herramienta que identifica, evalúa y clasifica los posibles riesgos que pueden afectar un proyecto o sistema

Tabla de contenidos

Introducción	1
Capítulo 1: Definición del problema	2
1.1 Contexto	2
1.2 Dashboard	4
1.3 Problemática y Oportunidad	7
1.4 Objetivos de este trabajo de titulación	8
1.4.1 Objetivo general	8
1.4.2 Objetivos específicos	8
Capítulo 2: Marco conceptual	10
2.1 Metodología y plan de trabajo	10
2.2 Gestión de emergencias	11
2.2.1 Coordinación en situaciones de emergencia	11
2.2.2 Comunicación en emergencias	12
2.2 Tecnologías de comunicación y monitoreo	13
2.3.1 Drones con cámara térmica	13
2.3.2 Sismógrafos	14
2.3.3 Ondas de radio	15
2.3.4 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	15
2.4 Herramientas de desarrollo a utilizar	16
2.4.1 Flutter	16
2.4.2 Google Maps Platform	17
2.4.3 Firebase	19
2.4.4 Amazon S3	19
2.4.5 Amazon DynamoDB	20
2.5 Sistemas de información en tiempo real	20

2.5.1 Procesamiento de datos en tiempo real.....	20
2.5.2 Visualización de datos	21
2.6 Seguridad y privacidad de datos	22
2.6.1 Cifrado de datos.....	22
2.6.2 Autenticación y acceso controlado	22
2.7 Experiencia de usuario (UX).....	23
2.7.1 Diseño centrado en el usuario.....	23
Capítulo 3: Propuesta de solución	24
3.1 Estudio preliminar de tecnologías de comunicación	24
3.1.1 Redes celulares de emergencia	24
3.1.2 Tecnologías satelitales	26
3.1.3 Radiofrecuencia y comunicaciones locales	27
3.1.4 Internet de las cosas (IOT).....	28
3.2 Estimación de costos.....	29
3.3 Prototipo de la interfaz de usuario	30
3.3.1 Guía de diseño.....	30
3.3.1.1 Paleta de colores y logotipo	30
3.3.1.2 Tipografía y estilo.....	31
3.3.1.3 Diseño centrado en el usuario	32
3.3.2 Vistas.....	32
3.4 Arquitectura para la integración de fuentes de datos.....	35
3.4.1 Diagrama de componentes.....	35
3.4.2 Diagrama de secuencia.....	37
3.4.3 Diagrama de casos de uso	39
3.5 Requerimientos de geolocalización y mapeo	41
3.6 Modelo de seguridad y privacidad de datos.....	42
3.6.1 Auditoria y monitoreo de seguridad.....	42
3.6.2 Protección contra amenazas comunes (OWASP)	42

Capítulo 4: Validación de la solución	43
4.1 Prototipo funcional parcial	43
4.2 Validación basada en usuarios	47
4.3 Análisis de riesgos	50
4.4 Justificación del impacto social	52
Capítulo 5: Conclusiones	53
Referencias bibliográficas	55
Anexos	59

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Catástrofe en Chile	1
Ilustración 2: Índice mundial de riesgo según posición geográfica, 2019	2
Ilustración 3: Mega incendio Valparaíso 2024	3
Ilustración 4: Dashboard de incendios en Chile (1984 - 2022)	5
Ilustración 5: Dashboard datos sismográficos en Chile 2002 – 2016	6
Ilustración 6: Atascos durante mega incendio Viña del Mar – Valparaíso	7
Ilustración 7: Metodología Kanban	10
Ilustración 8: Alerta de evacuación Senapred	11
Ilustración 9: Barbarita Lara	12
Ilustración 10: Dron con vista de cámara normal y térmica	13
Ilustración 11: Componentes de estación sismológica	14
Ilustración 12: Flutter	16
Ilustración 13: Paleta de colores inicial para la aplicación	23
Ilustración 14: Simulación de dron como estación base móvil	25
Ilustración 15: Paleta final de colores	30
Ilustración 16: Logotipo aplicación	31
Ilustración 17: Tipografías aplicación	31
Ilustración 18: Vistas usuario aplicación	33
Ilustración 19: Notificaciones y editar usuario app	33
Ilustración 20: Vista autoridades app	34
Ilustración 21: Diagrama de componentes	35
Ilustración 22: Diagrama de secuencia usuario	37
Ilustración 23: Diagrama de casos de uso	39
Ilustración 24: Firestore Database usuario	43
Ilustración 25: Firestore Database catastrofes	43
Ilustración 26: APIs y Servicios Google Maps Platform	44
Ilustración 27: Vistas crear usuario - prototipo	45
Ilustración 28: Vistas menu principal, notificación y detalles catástrofes - prototipo	46

Índice de tablas

Tabla 1: Definición de APIs o Servicios y su aporte a la aplicación	17
Tabla 2: Estimación de costos.....	29
Tabla 3: Tabla de riesgos	50

Introducción

En Chile, las emergencias y desastres naturales son eventos que ocurren con frecuencia y que tienen graves repercusiones para la población y la infraestructura. A lo largo del tiempo, se han evidenciado diversas fallas en los sistemas de comunicación y coordinación, especialmente en momentos críticos donde las infraestructuras tradicionales, como las redes de telecomunicaciones, tienden a colapsar.

Frente a esta situación, se hace necesario adoptar tecnologías innovadoras que mejoren la eficiencia y efectividad en la gestión de emergencias. Este proyecto propone el desarrollo de una aplicación móvil integrada que utilice tecnologías de comunicación avanzadas, con el fin de asegurar una respuesta rápida y efectiva en situaciones de emergencia. La propuesta se enfocará en establecer los fundamentos tecnológicos y estructurales de la aplicación, prestando especial atención al diseño de la interfaz de usuario y a la arquitectura necesaria para la futura integración de diversas fuentes de datos. Aunque el alcance total del proyecto no se podrá implementar completamente debido a limitaciones de tiempo, el trabajo presentado sentará las bases para un sistema de respuesta integral que podrá ser desarrollado y ampliado en el futuro.



Ilustración 1: Catástrofe en Chile

Fuente: <https://revistauniversitaria.uc.cl/dossier/desastres-naturales-una-nacion-que-resiste/2407/>

Capítulo 1: Definición del problema

1.1 Contexto

Chile se encuentra en una posición geográfica que lo hace especialmente vulnerable a los desastres naturales (ver ilustración 2). Esto ha llevado a la aparición de varios desafíos significativos en cuanto a la prevención, reducción y gestión de emergencias. Estas situaciones recurrentes afectan a personas, infraestructura, economía y medio ambiente, demandando planificación continua y políticas públicas sólidas.

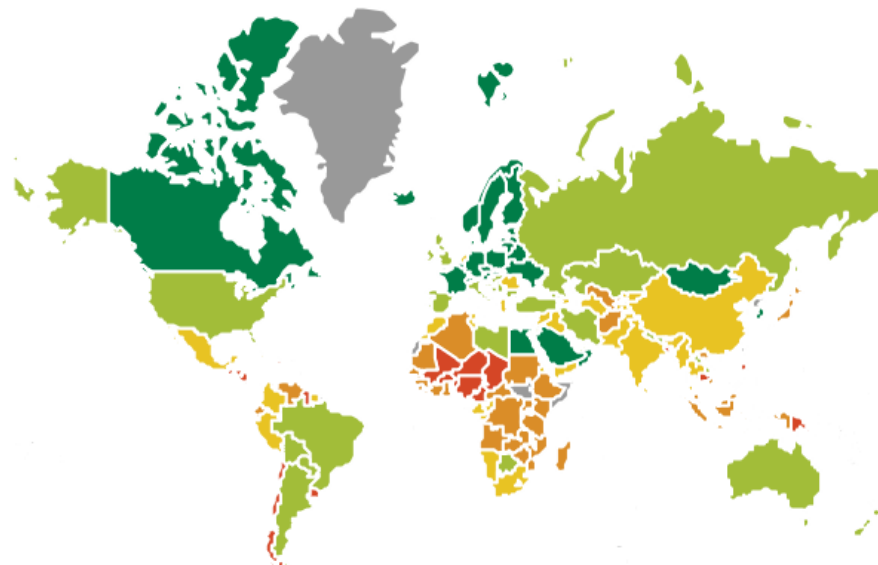


Ilustración 2: Índice mundial de riesgo según posición geográfica, 2019

Fuente: <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/04/17-eventos-extremos-y-desastres.pdf>

A pesar de que los desastres han sido un fenómeno constante en el país a lo largo de la historia, recientemente se ha detectado un incremento en la frecuencia y magnitud de algunos eventos, especialmente en el caso de los incendios forestales.

En 2024, Chile vivió una de las peores temporadas de incendios forestales de su historia, con miles de hectáreas afectadas por el fuego, especialmente en la región centro-sur del país. Estos incendios, impulsados por condiciones climáticas extremas como altas temperaturas, sequías prolongadas y vientos fuertes, impactaron no solo zonas rurales, sino también áreas urbanas, resultando en el fallecimiento de cientos de personas, la devastación de residencias, cultivos y ecosistemas completos.

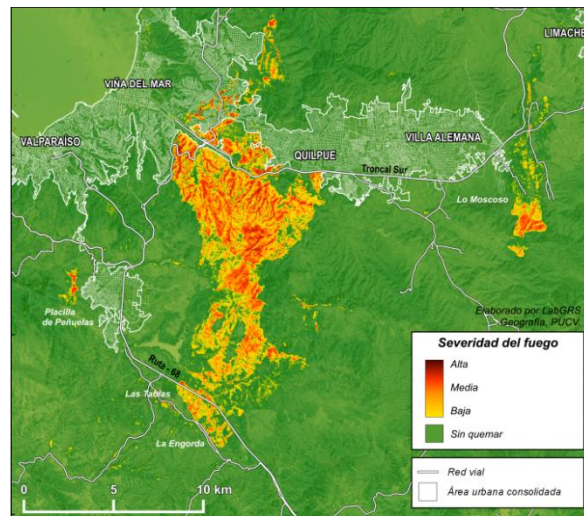


Ilustración 3: Mega incendio Valparaíso 2024

Fuente:

https://www.pucv.cl/uuaa/site/docs/20240209/20240209151003/incendio_valpo_2024_v01.pdf

Uno de los principales desafíos en la gestión de emergencias es la falta de organización y coordinación entre los diferentes responsables de la respuesta. A pesar de los avances tecnológicos y la experiencia acumulada en la gestión de desastres, los incendios de este año han puesto de manifiesto varias deficiencias críticas.

La capacidad de respuesta ante emergencias sigue siendo insuficiente, por lo que no solo es necesario mejorar la infraestructura y los recursos destinados a combatir el fuego, sino también reformular las políticas públicas relacionadas con la gestión de riesgos y el cambio climático. Sin una estrategia coherente y coordinada que abarque desde la prevención hasta la respuesta y la recuperación, el país seguirá siendo vulnerable a eventos de esta magnitud.

1.2 Dashboard

Los *dashboards* presentados abordan dos problemáticas naturales significativas en Chile: los incendios forestales y los sismos, ambos fenómenos con impactos importantes en la sociedad, la economía y el medio ambiente del país. Cada *dashboard* utiliza datos históricos para proporcionar un análisis visual que permite comprender patrones, identificar tendencias y evaluar los impactos de estos eventos.

Estos dashboards permiten resaltar la importancia de un enfoque basado en datos para la gestión de desastres naturales. Proporcionan una base sólida para entender los desafíos asociados con incendios y sismos, y permiten desarrollar planes de mitigación, prevención y respuesta ante estas amenazas.

Para realizar los siguientes *dashboards* se han utilizados *datasets* (revisar Anexo A) de años anteriores, ninguno contiene datos actuales, sin embargo, permiten mostrar el contexto del aumento de estos a lo largo de los años.

Dashboard de incendios en Chile:

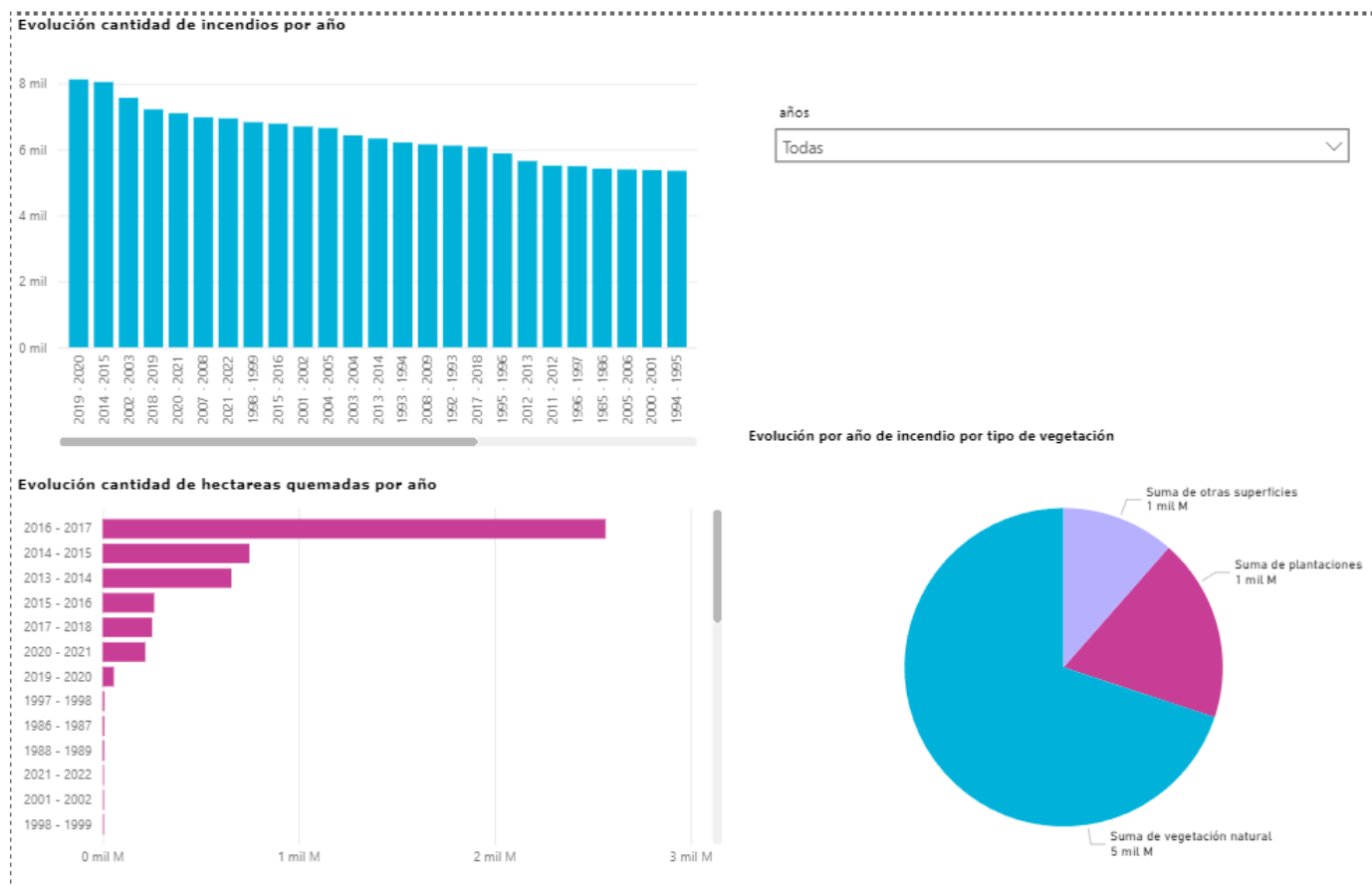


Ilustración 4: Dashboard de incendios en Chile (1984 - 2022)
Fuente: Elaboración propia, usando Power BI

El objetivo de este *dashboard* es mostrar la evolución de los incendios forestales en Chile, evaluando tanto la cantidad de incidentes como el impacto en términos de hectáreas afectadas. También permite identificar qué tipos de vegetación han sido más vulnerables a lo largo del tiempo. Este análisis general busca resaltar patrones críticos en la ocurrencia de incendios, con el propósito de apoyar estrategias de prevención, mitigación y respuesta ante estos eventos, especialmente en años de mayor impacto.

Dashboard de sismos en Chile:

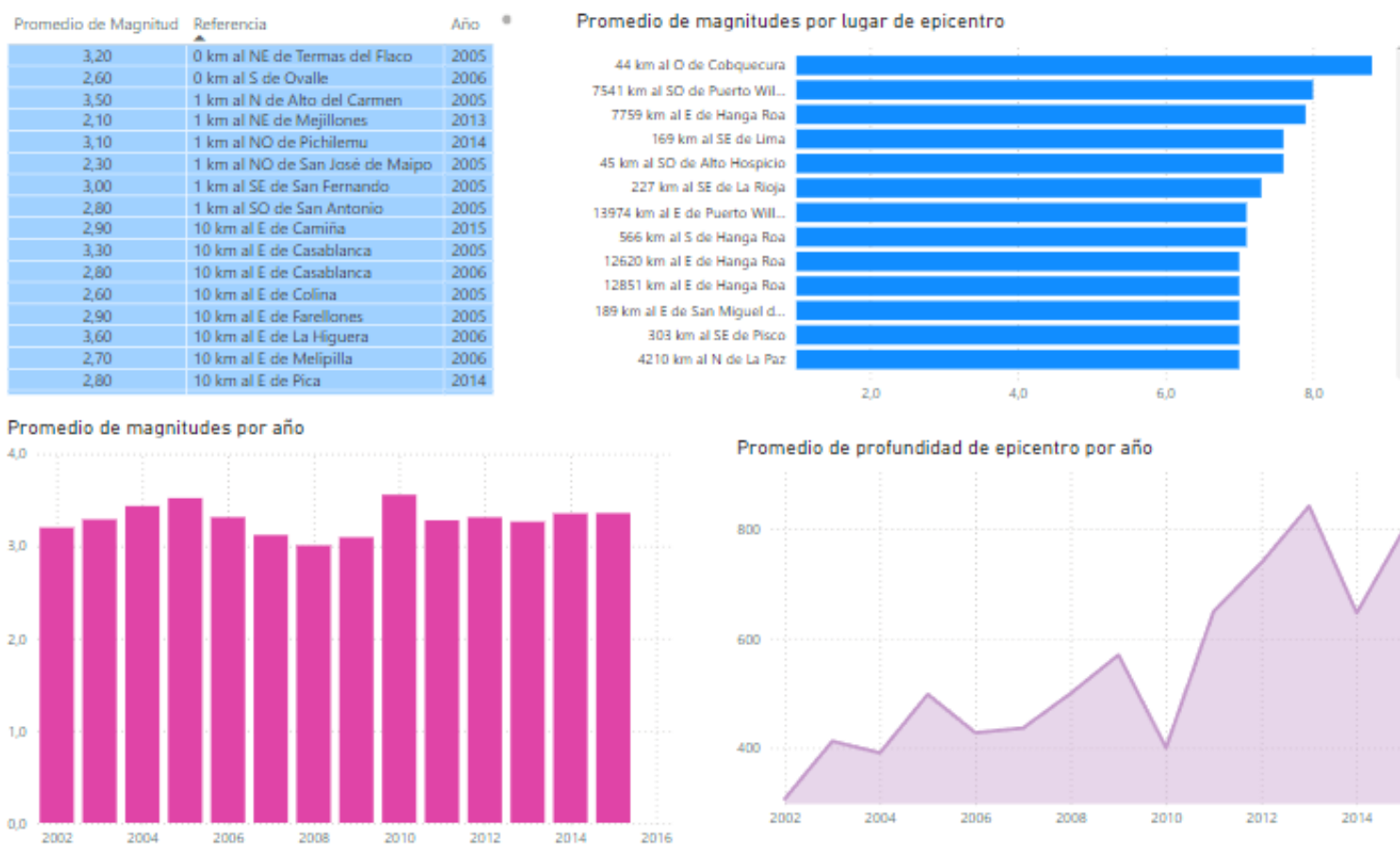


Ilustración 5: Dashboard datos sismográficos en Chile 2002 – 2016
Fuente: Elaboración propia, usando Power BI

Este *dashboard* tiene como objetivo principal analizar y visualizar la actividad sísmica en Chile a lo largo del tiempo. Proporciona una visión integral sobre las magnitudes y profundidades promedio de los sismos en diferentes ubicaciones y años, permitiendo identificar tendencias en la ocurrencia y características de los eventos sísmicos. Además, busca destacar las zonas más propensas a sismos significativos y cómo han variado estas condiciones en el tiempo.

1.3 Problemática y Oportunidad

Una gran problemática en la capacidad de respuesta ante emergencias en Chile es la falta de coordinación efectiva entre las autoridades. Esta desarticulación provoca retrasos significativos en la toma de decisiones, como la movilización de recursos, la evacuación de comunidades y la implementación de medidas de control.

A pesar de contar con personal capacitado y equipos especializados, la ausencia de un liderazgo claro en momentos críticos dificulta que la respuesta sea rápida y eficiente. Esto resulta en una mayor exposición al riesgo para las comunidades afectadas, así como en un aumento de las pérdidas humanas y materiales.



Ilustración 6: Atascos durante mega incendio Viña del Mar – Valparaíso
Fuente: https://www.e-mergencia.com/threads/gigantesco-incendio-en-valparaiso.32090/#google_vignette

La falta de coordinación es el principal obstáculo, pero también representa la mayor oportunidad de mejora. Si se implementa un sistema más integrado y centralizado que permita una rápida toma de decisiones y una asignación eficiente de recursos, la capacidad de respuesta se vería significativamente mejorada. Esto implicaría mejorar la coordinación, logrando una comunicación más efectiva con las comunidades, asegurando que la población reciba información clara y oportuna sobre cómo actuar ante una catástrofe.

1.4 Objetivos de este trabajo de titulación

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta para una aplicación móvil integrada que haga uso de diversas tecnologías de comunicación y coordinación para mejorar la eficiencia y efectividad de la respuesta a emergencias, proporcionando información en tiempo real y facilitando la coordinación entre equipos de rescate, autoridades y residentes.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Realizar un estudio preliminar de tecnologías de comunicación para emergencias: Investigar y analizar las tecnologías de comunicación más adecuadas para garantizar la transmisión de datos en tiempo real, incluso en zonas sin cobertura de red.
2. Prototipar una interfaz de usuario básica: Diseñar un prototipo de la interfaz de usuario (UI) con las funciones esenciales, priorizando la usabilidad y accesibilidad para que los usuarios puedan acceder a la información crítica de manera rápida y eficiente.
3. Definir la arquitectura para la integración de fuentes de datos: Establecer una estructura conceptual para la futura integración de sensores sísmicos y sistemas de detección de incendios, asegurando que sea escalable para futuras implementaciones.

4. Especificar los requerimientos de geolocalización y mapeo: Definir cómo se utilizarán tecnologías de geolocalización para futuras implementaciones, diseñando un esquema para la visualización de mapas interactivos que muestren rutas de evacuación y centros de ayuda.
5. Desarrollar un modelo de seguridad y privacidad de datos: Elaborar un plan teórico de cómo se manejará la seguridad de los datos dentro de la aplicación, considerando la implementación de cifrado de datos simétrico y las mejores prácticas de protección de datos en la fase final del proyecto.

Capítulo 2: Marco conceptual

2.1 Metodología y plan de trabajo

Las metodologías son necesarias para mantener un trabajo ordenado y eficiente, llevar un control de las tareas que se están haciendo y del tiempo que estas deben llevar, esto es fundamental para terminar el proyecto en el tiempo requerido y cumplir con todas las tareas necesarias.

Se hará uso de la metodología ágil de Kanban, que consta de llevar tableros de avance de tareas clasificados por el estado de la tarea, “por hacer”, “en progreso” y “finalizado”. La plataforma de Notion cuenta con una plantilla de tablero de avance, por lo cual se estará haciendo uso de esta.



Ilustración 7: Metodología Kanban
Fuente: Elaboración propia, usando Notion

2.2 Gestión de emergencias

2.2.1 Coordinación en situaciones de emergencia

En situaciones de emergencia la coordinación entre la comunidad y las autoridades es fundamental para garantizar una respuesta eficiente ante las emergencias, para ello la gestión de la información cumple un rol importantísimo debido a que esta debe de llegar de manera clara y concisa a todos los involucrados.

Tomemos como ejemplo el denominado mega incendio de Valparaíso ocurrido en febrero 2024, si bien el servicio nacional de prevención y respuesta ante desastres (Senapred) cuenta con la herramienta SAE, sistema de alerta a emergencias, mediante el cual comunican a la población los avisos de evacuación en situaciones de riesgo, pero este sistema cuenta con una disfuncionalidad muy grande, **la coordinación entre entidades**.

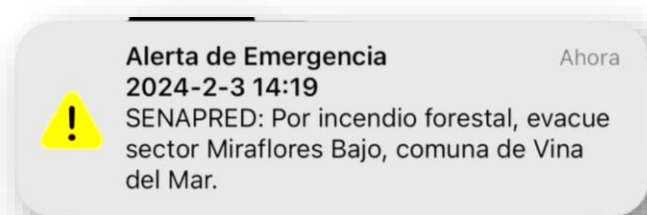


Ilustración 8: Alerta de evacuación Senapred

Fuente: <https://www.latercera.com/servicios/noticia/que-es-el-sae-asi-funciona-el-sistema-de-alerta-de-emergencias-de-senapred/SRSPJGP47BDONAU5CFCOKJN5E4/#>

Podemos apreciar en la ilustración 8 que la información que se da es muy vaga e incompleta, esto porque a pesar de que indica que se debe evacuar jamás indica la ruta por la cual la comunidad debe ir, esto causa el entorpecimiento a las autoridades, debido a que al no indicar una ruta fija a seguir cada persona va a evacuar hacia donde crea que es el mejor lugar, esto deja paso a que las autoridades no posean una ruta propia establecida para poder movilizarse de manera rápida y eficiente a la emergencia y de igual manera complica la evacuación de las personas al no saber hacia dónde ir y los pone en riesgo en caso de que vayan hacia un lugar que también se encuentra afectado.

2.2.2 Comunicación en emergencias

Durante los siniestros las redes de telecomunicaciones, como el internet y la telefonía móvil, suelen colapsar, lo que afecta gravemente la comunicación entre autoridades, equipos de rescate y ciudadanos. Mantener una comunicación estable y sin demoras en estos momentos críticos es esencial para coordinar esfuerzos y minimizar riesgos. En este contexto, se vuelve crucial la investigación de la profesional de la USM, Barbarita Lara, quien desarrolló el Sistema de Información de Emergencia (S!E), una aplicación innovadora que utiliza ondas de radio AM/FM para conectar dispositivos móviles, permitiendo la comunicación mediante mensajes sin interrupciones, incluso cuando otros medios de comunicación fallan.

A partir de su investigación, se ha demostrado la posibilidad de conectar dispositivos celulares a ondas de radio, lo que amplía significativamente las alternativas de comunicación en situaciones de emergencia. Aunque la aplicación S!E no está disponible para uso público, sus principios tecnológicos ofrecen una base esencial para la viabilidad de nuevas aplicaciones, brindando una ruta para desarrollar soluciones de comunicación efectivas y de bajo costo que funcionen incluso en los momentos de mayor vulnerabilidad de las redes convencionales.



Ilustración 9: Barbarita Lara

Fuente: <https://mujeresbacanas.com/barbarita-lara-1986/>

2.2 Tecnologías de comunicación y monitoreo

2.3.1 Drones con cámara térmica

En Chile el mayor uso de drones recae en las áreas de minería, agricultura, seguridad y construcción. En el enfoque de seguridad es de conocimiento que se han implementado drones para monitorear las poblaciones, esto para evitar la delincuencia dando así mayor seguridad a la comunidad. Sin embargo, el uso de drones se puede llevar más allá, en el contexto de la gran cantidad de incendios que hay en el país, se pueden implementar en ellos las cámaras térmicas, las cuales permiten ver la temperatura a través de la imagen.



Ilustración 10: Dron con vista de cámara normal y térmica

Fuente: <https://tecnologiahdv.com/producto/dron-dji-matrice-30t-enterprise-dron-con-camara-termica/>

Seguridad ante delincuencia e identificación temprana de incendios son las características que este dron ofrecería, un sistema más completo que brindaría apoyo a las autoridades al identificar focos tempranos siendo así más fáciles de controlar.

2.3.2 Sismógrafos

Chile es un país sísmico debido a su ubicación geográfica es por ello que existe la red sismológica nacional (RSN), corresponde a un conjunto de estaciones sismológicas multiparamétricas que transportan las señales hacia los servidores centrales de distribución de datos e información sísmica.

Las estaciones sismológicas cuentan con un sismógrafo de banda ancha, acelerógrafo y un GNSS. Las lecturas llegan a la unidad de análisis y procesamiento, en donde estiman la magnitud del sismo, así como su localización geográfica y tiempo de ocurrencia, en base a eso es que el SAE manda los avisos de sismos en la zona.

Sin embargo, a pesar de su existencia no siempre llegan estas alertas o no llegan a todos los que deberían, además de que igualmente la gente se preocupa cuando siente un sismo y se comunica con sus cercanos para preguntar si en la ciudad en la que se encuentran también hubo algún sismo. Para evitar estos casos es que la aplicación contará con la conexión directa desde la unidad de análisis y procesamiento de datos, de esta forma todas las personas tendrán conocimiento del lugar del sismo, la magnitud y las áreas de alcance de este, de esta manera la gente tendrá el conocimiento de donde exactamente se sintió el sismo y de la magnitud exacta que fue.



Ilustración 11: Componentes de estación sismológica

Fuente: [http://www.csn.uchile.cl/red-sismologica-nacional/introduccion/#:~:text=La%20Red%20Sismol%C3%B3gica%20Nacional%20\(RSN,de%20datos%20e%20informaci%C3%B3n%20s%C3%ADsmica](http://www.csn.uchile.cl/red-sismologica-nacional/introduccion/#:~:text=La%20Red%20Sismol%C3%B3gica%20Nacional%20(RSN,de%20datos%20e%20informaci%C3%B3n%20s%C3%ADsmica)

2.3.3 Ondas de radio

La tecnología de ondas de radio investigada por Barbarita Lara permite transmitir mensajes de emergencia a través de ondas AM/FM, sin necesidad de contar con internet o señal telefónica. Los dispositivos móviles, utilizando esta tecnología, pueden recibir información crucial en tiempo real, incluso cuando las redes de telecomunicación están fuera de servicio. Este avance tecnológico es clave para asegurar la comunicación continua entre las autoridades y la población afectada.

2.3.4 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

Para poder dar la información relevante y coordinar a los involucrados en momentos de crisis es de vital importancia que se tenga acceso a su ubicación exacta.

Todos los celulares cuentan con su receptor GPS, esto permite que en los casos de emergencia lleguen las alertas del Senapred de evacuación, como también los avisos de sismo. Por ello es necesario que se implemente en la aplicación para poder dar los avisos de forma eficiente y precisa.

2.4 Herramientas de desarrollo a utilizar

2.4.1 Flutter

Es un framework de código abierto desarrollado por Google, que es muy eficiente y ofrece un rendimiento comparable al de aplicaciones nativas, algo especialmente importante en situaciones de emergencia donde la velocidad y la fiabilidad son fundamentales.

Flutter es muy versátil y permite la integración de diversas tecnologías de hardware externo, como lo son los drones y sensores, lo que lo convierte en una herramienta ideal.

Su capacidad multiplataforma asegura que los usuarios puedan acceder a la aplicación desde cualquier dispositivo móvil. Además, Flutter facilita la integración de APIs, lo que permite la conexión y garantiza un flujo constante de datos entre las diferentes plataformas tecnológicas.



Ilustración 12: Flutter

Fuente: <https://cink.es/blog/desarrollo-de-apps-con-flutter/>

2.4.2 Google Maps Platform

El uso de Google Maps Platform brinda numerosos beneficios tanto para la funcionalidad como para la experiencia del usuario. Estas herramientas permiten integrar capacidades avanzadas de geolocalización, mapeo y navegación en tiempo real, lo cual es fundamental para satisfacer las necesidades de la aplicación y mejorar la eficiencia en la respuesta a emergencias.

Tabla 1: Definición de APIs o Servicios y su aporte a la aplicación

APIs y Servicios	Funcionalidad que cumple en la aplicación
Maps SDK for android	Permite mostrar mapas interactivos para que los usuarios visualicen su posición, zonas afectadas y rutas hacia áreas seguras.
Places API	Identifica ubicaciones importantes, como centros de ayuda, hospitales, puntos de evacuación y recursos cercanos.
Geocoding API	Convierte direcciones en coordenadas geográficas y viceversa, útil para localizar zonas afectadas o reportadas.
Distance matrix API	Calcula tiempos de viaje y distancias entre múltiples ubicaciones, ayudando a priorizar rutas y recursos
Maps elevation API	Proporciona información sobre la altitud del terreno, útil para identificar áreas en riesgo de inundación.
Street view static API	Muestra imágenes de vistas panorámicas de calles cercanas, ayudando a los usuarios a identificar visualmente sus ubicaciones.
Geolocation API	Rastrea la ubicación exacta de los usuarios en tiempo real, incluso en áreas con conectividad limitada.
Directions API	Genera rutas detalladas entre dos o más puntos, con opciones personalizables para diferentes medios de transporte.
Route optimization API	Calcula rutas eficientes hacia destinos, teniendo en cuenta condiciones de tráfico, bloqueos y tiempos estimados.

Navigation SDK	Proporciona navegación paso a paso, actualizando en tiempo real las rutas según cambios en las condiciones.
Roads API	Determina con precisión la carretera en la que se encuentra el usuario, mejorando la navegación en tiempo real.

2.4.3 Firebase

Firebase es una plataforma diseñada para el desarrollo de aplicaciones web y móviles, que ofrece herramientas completas para manejar la autenticación de usuarios, bases de datos en tiempo real y notificaciones push.

En el caso de esta aplicación, Firebase facilitaría el registro y la autenticación de los usuarios. La base de datos sería esencial para almacenar y sincronizar la información de los usuarios, como sus ubicaciones en tiempo real, lo que permite una interacción más fluida.

2.4.4 Amazon S3

Es un servicio de almacenamiento de objetos altamente escalable y duradero, permite guardar grandes volúmenes de datos, como archivos multimedia, copias de seguridad y registros. En el caso de la aplicación, S3 se utilizaría para almacenar de manera segura y eficiente archivos relacionados con las catástrofes, como imágenes de los incidentes, videos y reportes detallados. Además, S3 facilitaría la distribución rápida de estos archivos a los usuarios, optimizando la carga de imágenes o mapas interactivos. También permite una seguridad avanzada mediante el cifrado automático de los datos, tanto en reposo como en tránsito, lo que garantiza que los datos sensibles estén protegidos frente a accesos no autorizados.

2.4.5 Amazon DynamoDB

Es una base de datos NoSQL gestionada, de alto rendimiento y baja latencia, ideal para aplicaciones que requieren respuestas rápidas a grandes volúmenes de datos. En esta aplicación, DynamoDB se utilizaría para gestionar la información relacionada con las catástrofes, como la ubicación de los incidentes, el tipo de evento, la gravedad y los recursos disponibles. Su capacidad para escalar de manera automática sin intervención manual es crucial durante situaciones de emergencia, cuando el tráfico de usuarios puede aumentar considerablemente.

Se podrían realizar consultas rápidas y eficientes sobre grandes conjuntos de datos, lo que es esencial para que los usuarios puedan obtener información relevante, como las rutas de evacuación más cercanas o las zonas de riesgo en tiempo real. Además, es resistente a fallos, ya que distribuye los datos en varias zonas de disponibilidad, lo que asegura que la aplicación siga funcionando incluso si una de las zonas experimenta problemas técnicos.

2.5 Sistemas de información en tiempo real

2.5.1 Procesamiento de datos en tiempo real

El procesamiento de datos en tiempo real se lleva a cabo a través de una arquitectura que combina diversas fuentes de información, como drones con cámaras térmicas, junto con plataformas digitales como Firebase, AWS DynamoDB y Google Maps Platform. En caso de una catástrofe, la base de datos y los elementos de monitoreo envían esta información a los servidores en la nube. Estos datos se procesan automáticamente para generar notificaciones, actualizar mapas interactivos y ofrecer rutas de evacuación optimizadas a los usuarios. El flujo de procesamiento también incluye la recolección de datos de la ubicación de los usuarios y su comparación con las áreas de riesgo, lo que permite enviar alertas personalizadas según la proximidad a la emergencia. Este enfoque garantiza que las personas afectadas reciban información relevante y adecuada para tomar decisiones rápidas y salvar vidas.

2.5.2 Visualización de datos

La aplicación integra mapas dinámicos utilizando las capacidades de Google Maps Platform, las APIs de Maps SDK, Directions y Elevation, para mostrar visualmente las zonas afectadas, las rutas de evacuación y los centros de ayuda cercanos. Estos mapas interactivos están diseñados para actualizarse en tiempo real, incorporando datos provenientes de las fuentes de monitoreo que reportan emergencias. Por ejemplo, si ocurre un incendio, el usuario puede visualizar en el mapa las áreas afectadas, las rutas seguras y las condiciones actuales del entorno.

Además, las notificaciones emergentes y alertas personalizadas están basadas en la ubicación del usuario, gracias al uso de la herramienta Geolocation API. Esto permite que los usuarios vean información contextual en sus dispositivos móviles, como la distancia a la catástrofe, su intensidad o el nivel de riesgo, todo presentado de forma clara y comprensible.

El sistema también utiliza gráficos y reportes para los gestores de emergencia, mostrando análisis como patrones de propagación de una catástrofe (por ejemplo, un incendio forestal) o el impacto en las infraestructuras cercanas. Estas visualizaciones son esenciales para la coordinación entre equipos de rescate, ya que consolidan datos dispersos en un solo lugar.

2.6 Seguridad y privacidad de datos

2.6.1 Cifrado de datos

Es necesario que los datos sean cifrados, esto debido a la gran cantidad de datos sensibles que se van a manejar en la aplicación, de esta forma aseguramos los datos y nos aseguramos de que solo las personas que posean la clave de autorización puedan acceder a ellos y manipularlos.

Se hará uso de un cifrado de datos simétrico, por lo cual la buena gestión de la clave será imprescindible. Este método es eficiente en términos de rendimiento y es ideal en momentos de emergencia donde la velocidad del procesamiento de datos es de vital importancia.

Para el encriptado se hará uso de AES (Advanced Encryption Standard)-256, que da una longitud de clave de 256 bits, esto significa que son 14 series de cifrado y contiene 1.077 combinaciones potenciales diferentes.

2.6.2 Autenticación y acceso controlado

Se hará uso de un sistema de autenticación robusto como **Firestore Authentication** o **OAuth 2.0** con autenticación multifactor (MFA) para agregar una capa adicional de seguridad. Con la MFA, además de la contraseña, se solicitará un código de verificación enviado a través de SMS o correo electrónico.

Para el acceso controlado lo ideal es hacer uso del principio de menor privilegio, asegurando que cada usuario o sistema solo tenga acceso a los recursos y datos estrictamente necesarios para realizar sus funciones. Esto es especialmente importante ya que la aplicación cuenta con diferentes actores.

- **Control de Acceso a Nivel de Aplicación:** Se implementan controles de acceso dentro de la aplicación, de modo que los usuarios solo puedan acceder a datos relevantes para su rol. Por ejemplo, las autoridades podrían tener acceso a información sobre todas las catástrofes, mientras que los usuarios solo verían su ubicación y eventos cercanos.
- **Acceso Basado en Roles:** Se pueden usar roles y grupos para gestionar quién tiene acceso a qué datos. Por ejemplo, los datos de ubicación solo deberían estar accesibles por los equipos de rescate y autoridades autorizadas.

2.7 Experiencia de usuario (UX)

2.7.1 Diseño centrado en el usuario

Dado que la aplicación está dirigida a público diverso su diseño centrado en el usuario será fundamental para garantizar que cualquier persona pueda utilizarla de manera rápida y eficiente.

La aplicación tendrá un diseño simple e intuitivo, debido a que los usuarios van a variar en los rangos etarios. También se hará uso de una paleta de colores inclusiva, refiriéndome a que sea visible también para gente que sufra de daltonismo. De igual manera se contará con notificaciones y alarmas con sonido para un mayor entendimiento de la gente con poca audición.



Ilustración 13: Paleta de colores inicial para la aplicación

Fuente: Elaboración propia, usando Figma.

Capítulo 3: Propuesta de solución

3.1 Estudio preliminar de tecnologías de comunicación

3.1.1 Redes celulares de emergencia

Hoy en día, los teléfonos móviles utilizan dos tipos de redes: 4G y 5G, que ofrecen una comunicación rápida, estable y confiable. La red 4G es la tecnología celular más común en el mundo, especialmente en áreas rurales o menos pobladas. Por otro lado, la red 5G está comenzando a desempeñar un papel importante en las zonas urbanas, gracias a sus capacidades avanzadas, alta velocidad y baja latencia. La cobertura de la red 4G es más amplia, ya que ha estado en uso durante más tiempo, lo que permite una conexión rápida con dispositivos de rescate y autoridades.

Aunque estas redes permiten mantener una buena conexión en situaciones críticas, dependen completamente de la infraestructura física, como torres celulares y estaciones base, que pueden dañarse o volverse inaccesibles en esos momentos. Además, en situaciones de crisis, es posible que las redes se saturen debido a que muchos usuarios intentan conectarse al mismo tiempo.

Una posible solución para mantener una buena conexión, incluso con daños en la infraestructura, sería la implementación de drones con estaciones base móviles, que podrían restablecer la conectividad de manera temporal en las áreas afectadas. En el caso de las redes 4G, se podrían establecer redes privadas de emergencia para los equipos de rescate y las autoridades.

Las estaciones base móviles corresponden a dispositivos transportables que actúan como nodos de red temporales para proporcionar conectividad inalámbrica en áreas donde la infraestructura de telecomunicaciones se encuentre dañada. Estas estaciones están diseñadas para ser desplegadas de manera inmediata ante una catástrofe.

Para este caso que se sugiere implementarlo a drones, este podría contener los siguientes elementos, mini antenas de comunicación, unidad de procesamiento compacto (Baseband Unit, BBU), enlace backhaul inalámbrico, batería de alta capacidad, sistema de posicionamiento y estabilización, sensores ambientales, software de gestión remota.



Ilustración 14: Simulación de dron como estación base móvil

Fuente: Generado por IA

3.1.2 Tecnologías satelitales

La tecnología satelital corresponde a un elemento crucial para esta propuesta, de esta tecnología dependerán las funcionalidades de la aplicación, la recepción y transmisión de datos provenientes de los centros de información (RSN, drones, sensores, GPS, etc) de la manera más rápida y eficiente sin verse afectada por las interferencias locales.

Durante los siniestros los satélites permiten mantener la comunicación constante entre dispositivos distribuidos en áreas de riesgo, así se asegura que la información crítica llegue a los centros de control y a la aplicación sin mayores problemas.

Los satélites de órbita baja (LEO) son los más efectivos para la transmisión de datos en tiempo real, esto debido a su cercanía con la tierra, permiten que los datos de monitoreo se transmitan de manera rápida y precisa, permitiendo anticipar una respuesta.

El sistema GPS vinculado a los satélites permite asegurar la actualización continua de la ubicación de los usuarios y de las catástrofes, mejorando la coordinación de rescate y la planificación de rutas.

Esta tecnología también permite el envío y recepción de imágenes, lo cual es crucial debido al uso de drones con cámaras tanto térmicas como normales, permitiendo localizar zonas de riesgo, personas en riesgo y problemas con las rutas designadas. La transmisión de estas imágenes garantiza a los equipos de rescate y a las autoridades involucradas ofrecer una rápida respuesta ante cambios inoportunos.

En conjunto, la tecnología satelital respalda la capacidad de la aplicación para proporcionar información confiable y en tiempo real en escenarios de emergencia, contribuyendo a una infraestructura de comunicación robusta y efectiva.

3.1.3 Radiofrecuencia y comunicaciones locales

En el proyecto la comunicación durante emergencias es el punto esencial de la aplicación, la radiofrecuencia se vuelve una opción de uso viable después de conocer la investigación de Barbarita Lara, se permite la transmisión de información a través de las ondas de radio en un amplio espectro de frecuencias. Debido a las restricciones legales en Chile, el proyecto debe operar exclusivamente en la banda AM (amplitud modulada) y no en FM, ya que el uso de frecuencias FM en aplicaciones de emergencia no comerciales requeriría permisos adicionales.

Las ondas AM pueden transportar la información al variar la amplitud de la señal, manteniendo una frecuencia constante. Para este proyecto la transmisión se debe de realizar a través de un transmisor que codifica los mensajes de manera que los patrones de cambio en la amplitud de la onda representen instrucciones específicas o alertas para los usuarios.

Los dispositivos móviles con la aplicación podrían captar estas señales mediante una antena externa sintonizada en la frecuencia asignada para emergencias, y con un módulo de decodificación integrado que interpreta las variaciones en la amplitud, los mensajes se convertirían en información comprensible y útil, como advertencias sobre la situación o instrucciones de evacuación. Esto eliminaría el ruido de fondo y otras interferencias, mejorando la precisión y claridad del mensaje recibido.

Este enfoque de utilizar radiofrecuencia AM en la aplicación ofrece una solución asequible, eficiente y legal para transmitir información en tiempo real durante emergencias. La arquitectura de la aplicación está diseñada para recibir señales en frecuencias AM, lo cual es viable y, gracias a su amplio alcance y penetración, contribuye a una comunicación más confiable. En última instancia, este proyecto busca establecer un sistema de comunicación que maximice la disponibilidad de la información en situaciones críticas.

3.1.4 Internet de las cosas (IOT)

La tecnología IOT juega un papel esencial en este proyecto, brindando conectividad y automatización a través de una red de sensores y dispositivos inteligentes. Mediante el uso de sensores, cámaras térmicas y GPS integrados, el sistema monitorea continuamente las condiciones del entorno, permitiendo detectar eventos críticos en tiempo real.

La integración de IOT no solo permite la recolección y transmisión de datos en tiempo real, sino que garantiza la disponibilidad de información crítica, a través de un sistema coordinado con tecnología satelital, estos datos fluyen hacia la aplicación, asegurando que tanto los equipos de rescate como las autoridades y los ciudadanos reciban la información necesaria sin demoras ni interferencias incluso en situaciones de crisis.

3.2 Estimación de costos

Tabla 2: Estimación de costos.

Componente	Costo Estimado
Drones con cámara y cámaras térmicas	\$13,000 - \$21,000 USD por unidad
Mini antenas de comunicación	\$100 - \$500 USD por unidad
Unidad de procesamiento compacto (BBU)	\$5,000 - \$10,000 USD por unidad
Enlace backhaul inalámbrico	\$2,000 - \$5,000 USD por unidad
Batería de alta capacidad	\$1,000 - \$3,000 USD por unidad
Sistema de posicionamiento y estabilización	\$2,000 - \$5,000 USD por unidad
Sensores ambientales	\$200 - \$1,000 USD por unidad
Software de gestión remota	\$1,000 - \$50,000 USD
Drones sin cámaras	\$1,000 - \$5,000 USD por unidad
Servicios de Google Maps Platform	\$50 - \$500 USD al mes
Servicios de AWS (S3, DynamoDB)	\$100 - \$1,000 USD al mes
Firebase (Autenticación, Firestore)	\$50 - \$300 USD al mes
Servidor Base (Cloud)	\$100 - \$500 USD al mes

Costos mensuales:

- Estimación mínima: USD 250 (aproximadamente CLP 225,000).
- Estimación máxima: USD 2000 (aproximadamente CLP 1,800,000).

Costos anuales (12 meses):

- Estimación mínima: USD 3,000 (aproximadamente CLP 2,700,000).
- Estimación máxima: USD 24,000 (aproximadamente CLP 21,600,000).

3.3 Prototipo de la interfaz de usuario

3.3.1 Guía de diseño

Aquí definiremos el conjunto de normativas que describe los principios, reglas y elementos visuales a seguir para crear una experiencia de usuario atractiva y coherente. Se asegurará de que todos los componentes de la interfaz mantengan su estilo y funcionalidad consistentes.

Antes de continuar con los elementos de la guía se dará a conocer el nombre de la aplicación.

La aplicación se llama "*CrisisConnect*", ¿en qué se basó para llegar a este nombre? La solución se basa en la comunicación entre los involucrados, por lo que la aplicación permite que se realice la conexión entre ellos en los momentos de crisis.

3.3.1.1 Paleta de colores y logotipo

Para la paleta de colores final de la aplicación se modificó levemente la indicada anteriormente (Ilustración 13), esto para que los colores fueran más cohesivos entre sí. La paleta sigue siendo perceptible para todos los usuarios y amigable a la vista.

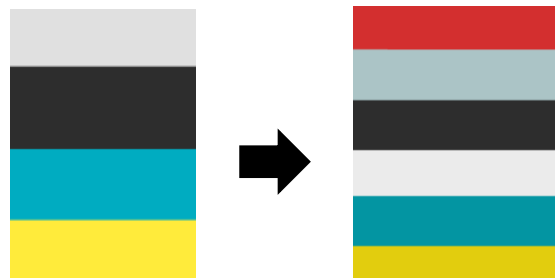


Ilustración 15: Paleta final de colores.

Fuente: Elaboración propia, usando Figma.

Con respecto al logotipo se hará uso de un camaleón, este representa la adaptación al entorno, alineado con una respuesta ágil y alerta, que es el objetivo que busca esta aplicación, por lo cual queda perfectamente.



Ilustración 16: Logotipo aplicación

Fuente: Generado por una IA

3.3.1.2 Tipografía y estilo

Para la tipografía de la aplicación se hará uso de dos tipos, uno para los títulos y otro para el texto general. La tipografía para los títulos es "Calistoga" y para el texto general es "Cantarell". Se buscó cohesionar los títulos con las curvas del camaleón en el logotipo y con una vista más salvaje y bruta que elegante, por eso se llegó a esa tipografía. Con respecto al texto general se buscó algo más simple, que permita una fácil lectura y más minimalista.



Ilustración 17: Tipografías aplicación

Fuente: Elaboración propia, usando Figma

3.3.1.3 Diseño centrado en el usuario

La aplicación cuenta con un diseño minimalista, remarcando la visión intuitiva del usuario sobre el uso de esta. Las opciones para interactuar con la aplicación son las justas y necesarias, debido a que cuenta con una vista de la información exacta, disminuyendo el estrés del usuario de tener que interactuar de más para ver toda la información.

3.3.2 Vistas

La aplicación consta de dos vistas, la vista del usuario general y la vista para las autoridades. La vista del usuario general contiene una creación de perfil y las vistas de información sobre las diversas catástrofes ocurrientes, además de contar con sus respectivas alertas de emergencia. Los usuarios contarán con una vista que se abre exclusivamente en caso de evacuación del usuario y le indica las rutas por las cuales puede evacuar en tiempo real. La vista de las autoridades es más compleja, cuenta con un acceso a las cámaras térmicas de los drones, la cual envía una notificación cuando se recibe una lectura anómala de temperatura, avisando que podría estar ocurriendo un incendio, de igual manera ellos también reciben notificaciones de sismos o posibles tsunamis. También tendrán una vista para seleccionar la ruta que usarán para acudir a dicha emergencia, emitiendo así los avisos de los usuarios de usar otras rutas. Las autoridades deberán iniciar sesión con una credencial designada, para que sea de acceso exclusivo de ciertas entidades. Ambas aplicaciones cuentan con la opción desconectarse a las ondas de radio am.

Visitar Anexo B para ver más detalles sobre el diseño preliminar de la aplicación



Ilustración 18: Vistas usuario aplicación.

Fuente: Elaboración propia, usando Figma.



Ilustración 19: Notificaciones y editar usuario app

Fuente: Elaboración propia, usando Figma.

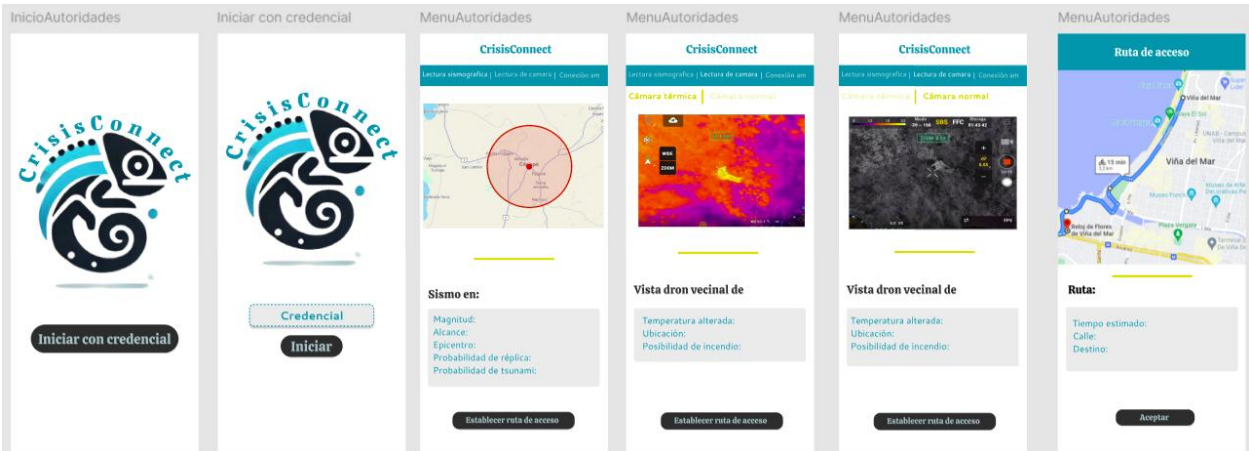


Ilustración 20: Vista autoridades app
Fuente: Elaboración propia, usando Figma.

3.4 Arquitectura para la integración de fuentes de datos

3.4.1 Diagrama de componentes

Un diagrama de componentes permite modelar los componentes de un sistema y las relaciones de dependencia entre ellos.

Los componentes pueden ser de Software como; base de datos o interfaz de usuario o un componente de Hardware como; un circuito, un microchip, un dispositivo, etc.

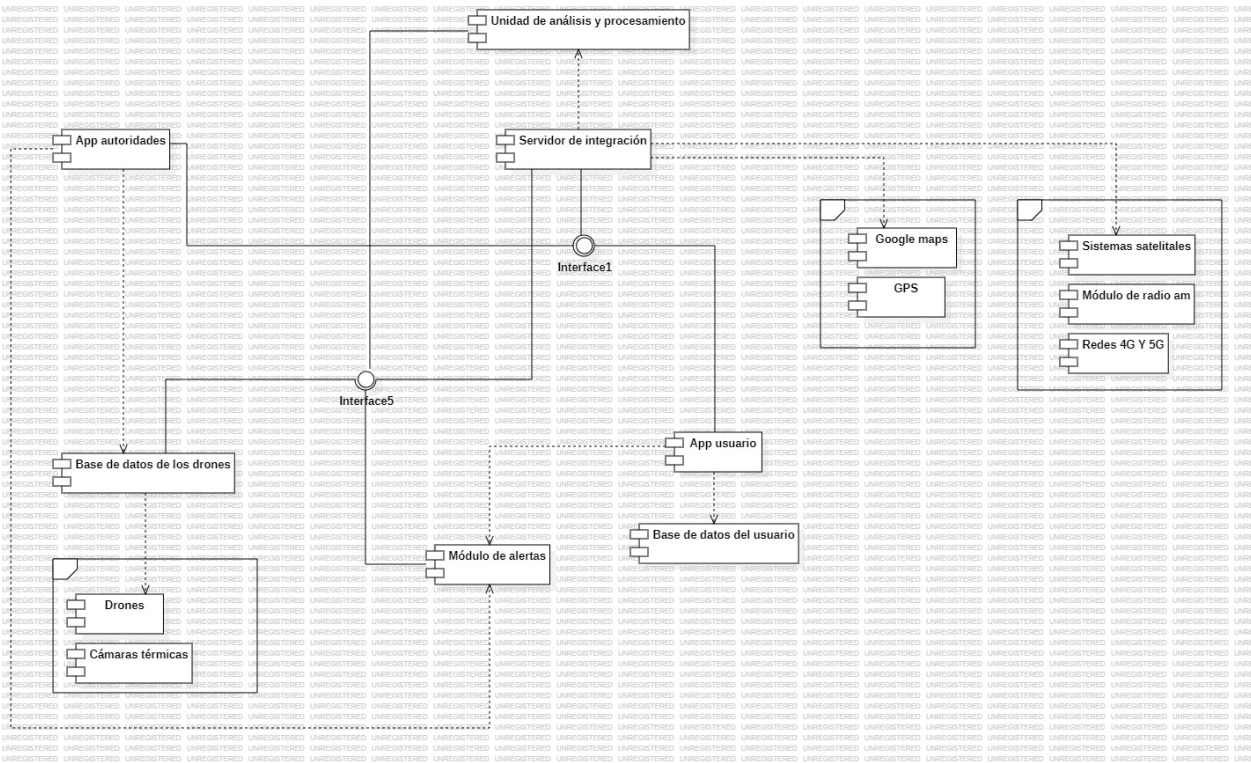


Ilustración 21: Diagrama de componentes
Fuente: Elaboración propia mediante Staruml.

En el diagrama tenemos representados todos los componentes que conformarían el proyecto, los componentes principales son App usuario, App autoridades, servidor de integración y módulo de alertas.

El servidor de integración es en donde se reciben las lecturas de la unidad de análisis y procesamiento (corresponde a la base de datos del centro sismológico de Chile), también integra las funcionalidades de Google Maps y GPS, los sistemas satelitales, la red 4g/5g y los módulos de las ondas de radio am, todo eso se integra en dicho componente y este se conecta con las aplicaciones, las cuales dependen de esta información.

La app del usuario depende de su base de datos para ser funcional, esto debido a que se almacenaran los datos del usuario para dar las notificaciones personalizadas, también depende del componente de las alertas, que corresponden a las notificaciones que llegan al momento de que se reciba una lectura de catástrofe.

La app de las autoridades tiene acceso a la base de datos de los drones de seguridad vecinal, que también poseen las cámaras térmicas.

El módulo de alertas se conecta con las bases de datos principales que son, unidad de análisis y procesamiento, base de datos de los drones y finalmente con el servidor de integración. De esta forma integramos todos los componentes demostrando las dependencias que existen entre ellas y de los componentes principales.

3.4.2 Diagrama de secuencia

Permite representar la interacción dinámica entre los diferentes componentes, actores y objetos en un sistema a lo largo del tiempo. Sirve para visualizar y documentar cómo fluye la información y cómo se coordinan las acciones entre los elementos del sistema en un escenario específico.

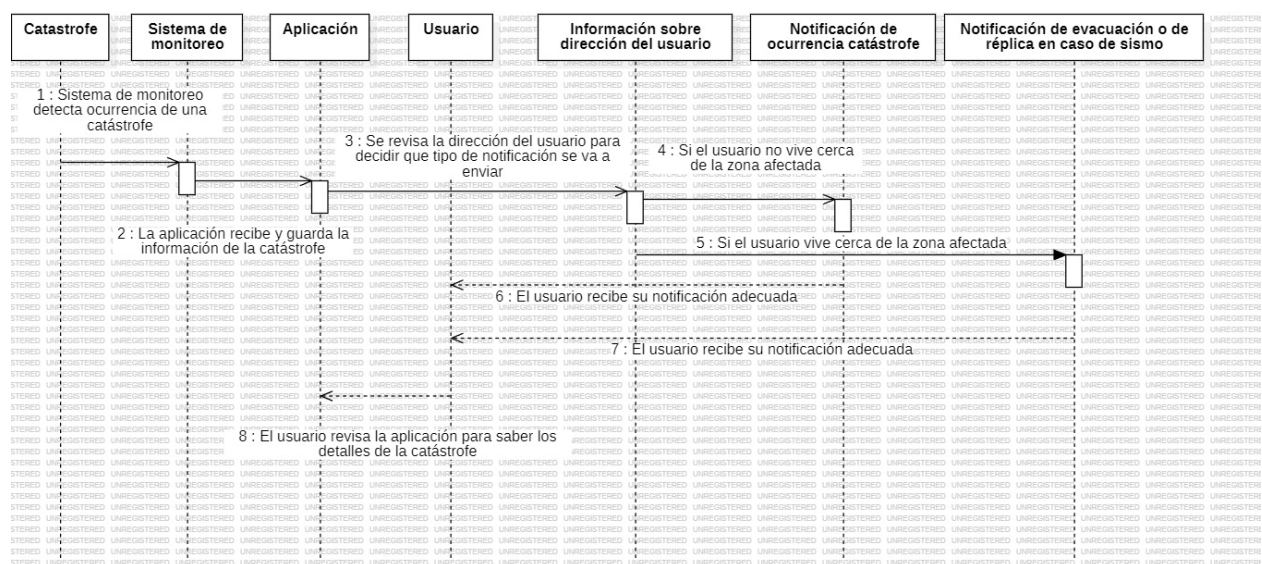


Ilustración 22: Diagrama de secuencia usuario.

Fuente: Elaboración propia mediante Staruml

Comienza con la detección de un evento catastrófico por parte del sistema de monitoreo, el cual actúa como el punto de partida para desencadenar todo el proceso. Una vez identificado el evento, el sistema de monitoreo recopila y transmite los datos relevantes a la aplicación.

La aplicación, al recibir y almacenar la información del evento, evalúa la ubicación del usuario en relación con la zona afectada. Esto se realiza consultando los datos de la dirección del usuario para determinar si se encuentra cerca del área de riesgo. Según esta evaluación, se personaliza la notificación que recibirá el usuario: si la ubicación del usuario está lejos de la zona afectada, se genera una notificación general sobre la ocurrencia de la catástrofe; en cambio, si la ubicación está dentro de la zona de impacto, se envía una notificación crítica que puede incluir indicaciones de evacuación o alertas específicas, como la posibilidad de réplicas en caso de un sismo.

El usuario, una vez que recibe la notificación adecuada a su contexto, puede acceder a la aplicación para obtener detalles adicionales sobre el evento, como su naturaleza, ubicación precisa y posibles recomendaciones de acción. Esta interacción final cierra el ciclo, ya que permite que el usuario esté informado y pueda tomar decisiones basadas en información oportuna y relevante.

3.4.3 Diagrama de casos de uso

El diagrama de casos de uso permite explicar las funcionalidades clave desde la perspectiva del usuario, en nuestro caso tenemos dos usuarios conocidos, las autoridades y el usuario global.

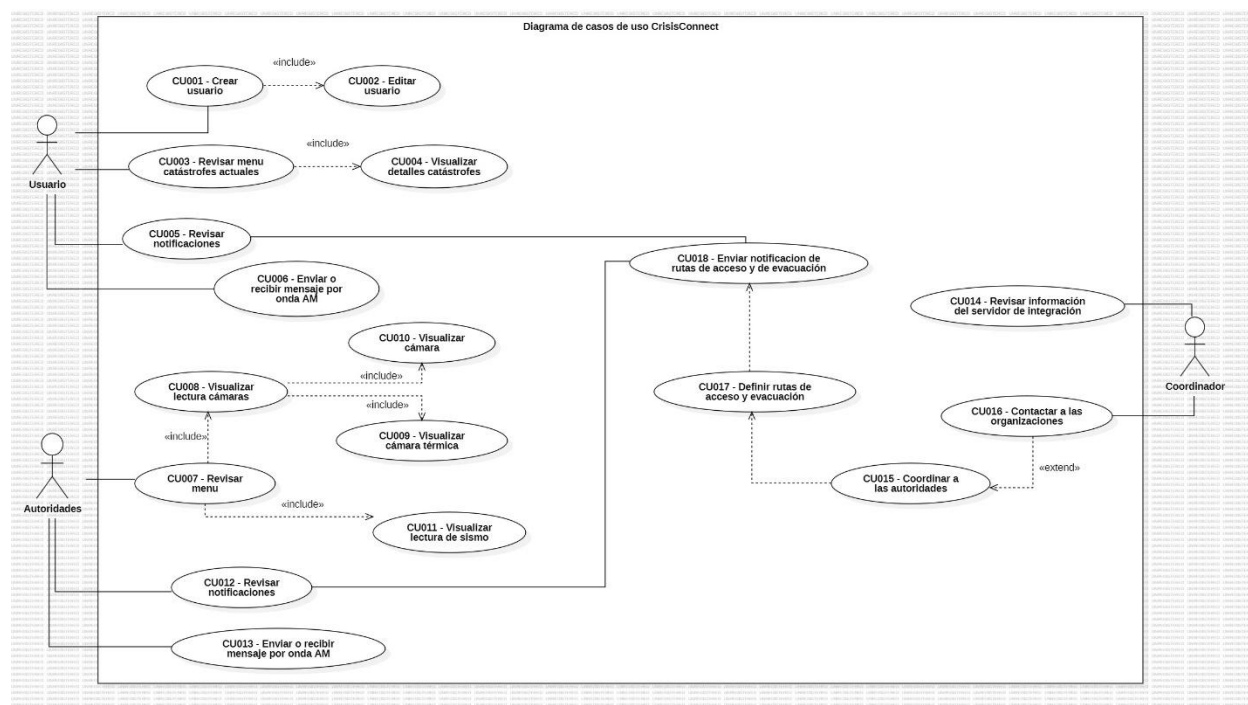


Ilustración 23: Diagrama de casos de uso
Fuente: Elaboración propia mediante Staruml

En el diagrama identificamos que el usuario debe crear su usuario y por consecuencia también puede editarlo, el usuario puede acceder al menú catástrofes actuales y puede visualizar los detalles de cada catástrofe que esté ocurriendo. El usuario puede revisar sus notificaciones y puede enviar o recibir mensajes mediante las ondas AM.

Las autoridades por otro lado no deben de crearse un usuario, debido a que al momento de iniciar sesión solo deben de ingresar su credencial, ingresan al menú principal y pueden acceder a las cámaras (cámara normal y térmica) y a las lecturas de sismo, también revisan sus notificaciones y pueden enviar y recibir mensajes mediante las ondas AM.

Finalmente, el coordinador accede a la información que se encuentra en el servidor de integración, se contacta con las organizaciones necesarias y coordina con las autoridades los movimientos que se realizarán, una vez establecido eso se definen las rutas de acceso y de evacuación a la catástrofe, por consecuente se envía una notificación tanto a los usuarios como a las autoridades indicando las rutas establecidas.

3.5 Requerimientos de geolocalización y mapeo

La esencia de la aplicación radica en que los usuarios al acceder puedan visualizar la información sobre las catástrofes al instante, con un enfoque geográfico especialmente útil. La geolocalización busca mostrar las zonas afectadas, mostrar la distancia del usuario a la zona afectada, mostrar refugios o centros de ayuda, visualizar rutas de acceso y de escape.

Para un óptimo funcionamiento de la aplicación se necesita mantener al día la dirección del usuario y su ubicación actual en todo momento, esto influye en la toma de decisiones y en la información que se le daría al usuario.

El mapeo implica visualizar mapas interactivos con los datos geográficos, ayudando a las personas a tener una mayor comprensión de las áreas afectadas, la exhibición de estos componentes resulta esencial para que los ciudadanos se mantengan en zonas seguras.

Adicionalmente, la representación en vivo facilita la combinación de capas en constante cambio, como la actualización de caminos o la detección de zonas peligrosas emergentes, lo que hace que los usuarios vayan verificando las nuevas zonas seguras o afectadas y sigan en tiempo real el avance de los siniestros. Esta capacidad se ve enriquecida al permitir la creación de rutas variables, brindando alternativas de recorrido desde el lugar actual hacia un refugio o un centro de atención.

3.6 Modelo de seguridad y privacidad de datos

3.6.1 Auditoria y monitoreo de seguridad

Es necesario auditar el acceso a los datos y a las acciones realizadas en la aplicación, así como monitorear cualquier actividad sospechosa. Para los registros de auditoria se puede implementar un sistema de logs de acceso que registre todas las acciones relevantes, como los inicios de sesión, cambios en los datos y accesos a la ubicación de los usuarios. Estos registros pueden ayudar a detectar accesos no autorizados o actividades inusuales.

Con respecto al monitoreo continuo se pueden utilizar servicios como AWS CloudWatch o Firebase Monitoring para detectar anomalías y posibles brechas de seguridad.

3.6.2 Protección contra amenazas comunes (OWASP)

El uso de las prácticas de seguridad recomendadas por OWASP puede contribuir a la protección de datos de la aplicación contra amenazas comunes, como inyecciones SQL, ataques de Cross-Site Scripting (XSS) y Cross-Site Request Forgery (CSRF).

1. Prevención de Inyecciones: Es importante utilizar consultas parametrizadas al interactuar con la base de datos para evitar que los atacantes inyecten código malicioso.
2. Prevención de XSS: Asegúrate de escapar cualquier entrada del usuario que pueda contener scripts antes de mostrarla en la interfaz de usuario.
3. Autenticación Segura: Emplea tokens JWT (JSON Web Tokens) y asegúrate de almacenar las sesiones de usuario de manera segura.

Capítulo 4: Validación de la solución

4.1 Prototipo funcional parcial

El prototipo se realizó mediante Flutter, se utilizó *Firestore Database* de Firebase como base de datos del usuario y para almacenar la API creada de las catástrofes.

+ Iniciar colección	+ Agregar documento	+ Iniciar colección
catastrofes	0FHDC5qSrQizgFEcMTgv	+ Agregar campo
users >	UKBiNoSsrAh0bC0MejUQ	address: "pasajae los flamenco 429,vallenar"
	hWJWMRw1L8t700QQ1lra >	city: "Vallenar"
		created_at: 28 de noviembre de 2024, 7:27:21 p.m. UTC-3
		latitude: -28.584739799999998
		longitude: -70.7622974
		phone: "+56955698021"
		region: "Atacama"
		username: "fran"

Ilustración 24: Firestore Database usuario
Fuente: Elaboración propia en Firebase

catastrofes >	B7P0dYnUqAR6p5DnSrmb	+ Agregar campo
users	GHPsP1N10Ec9Evv0j3a1 >	LatLng: [28.570743° S, 70.772161° W]
	Nhh1Wha381jnTx15fZYV	areas_afectadas: "1/2 hectarea"
		direccion: "Callejon Martinez, Vallenar"
		foco: "Sector norte"
		lugar: "Vallenar"
		nivel_emergencia: "Alto"
		tipo: "incendio"
		tipo_incendio: "Forestal"

Ilustración 25: Firestore Database catastrofes
Fuente: Elaboración propia en Firebase

De Google Maps Platform se utilizaron las siguientes APIs y servicios; Maps SDK for Android, Geocoding API y Places API



Maps SDK for Android

DISABLE

Maps for your native Android app.

Maps

 [Keys](#)  [Metrics](#)  [Guides](#) 



Geocoding API

DISABLE

Convert between addresses and geographic coordinates.

Places

 [Keys](#)  [Metrics](#)  [Guides](#) 



Places API

DISABLE

Get detailed information about 100 million places

Places

 [Keys](#)  [Metrics](#)  [Guides](#) 

Ilustración 26: APIs y Servicios Google Maps Platform

Fuente: Google Maps Platform

El prototipo creado cuenta con la vista inicial, la creación de usuario, inicio con usuario, menú principal, detalles de catástrofes y notificaciones estilo *pop up*.

En la creación de usuario se utilizó un *dropdown* para seleccionar la región y la ciudad, para la ubicación se implementó un mapa y haciendo uso de Places API, al momento de escribir una dirección en el formato “calle número, ciudad” el mapa se mueve mostrando la ubicación de la dirección escrita.

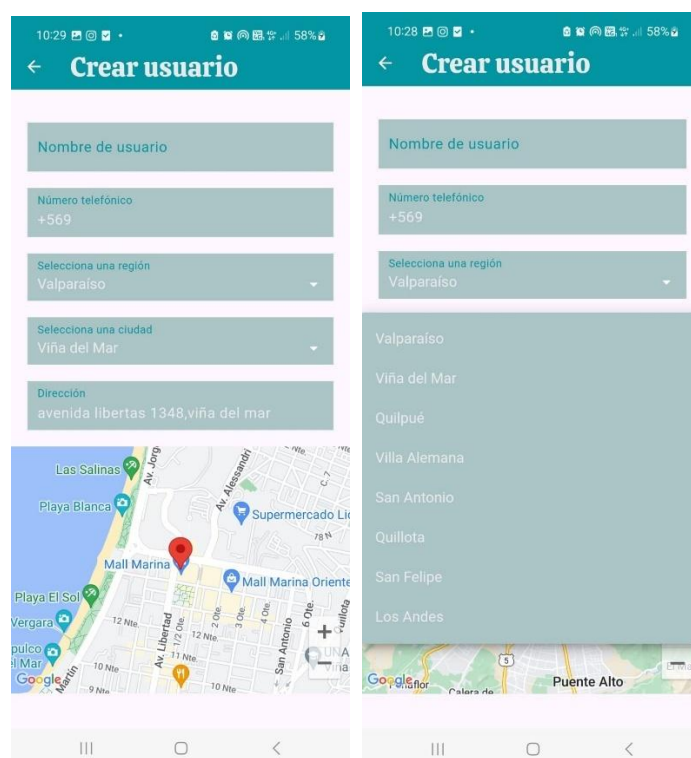


Ilustración 27: Vistas crear usuario - prototipo

Fuente: Elaboración propia en Firebase

Al momento de iniciar sesión y entrar a la vista del menú principal se muestra un *pop up*, avisando si hay alguna catástrofe nueva o si el usuario debe evacuar por proximidad a una catástrofe. Para los detalles de catástrofes también se implementó un mapa interactivo (Los mapas se pueden visualizar gracias a Maps SDK for Android) este contiene un marcador rojo que indica el lugar donde ocurre la catástrofe. Visitar el Anexo C para ver a más detalle el código del prototipo.

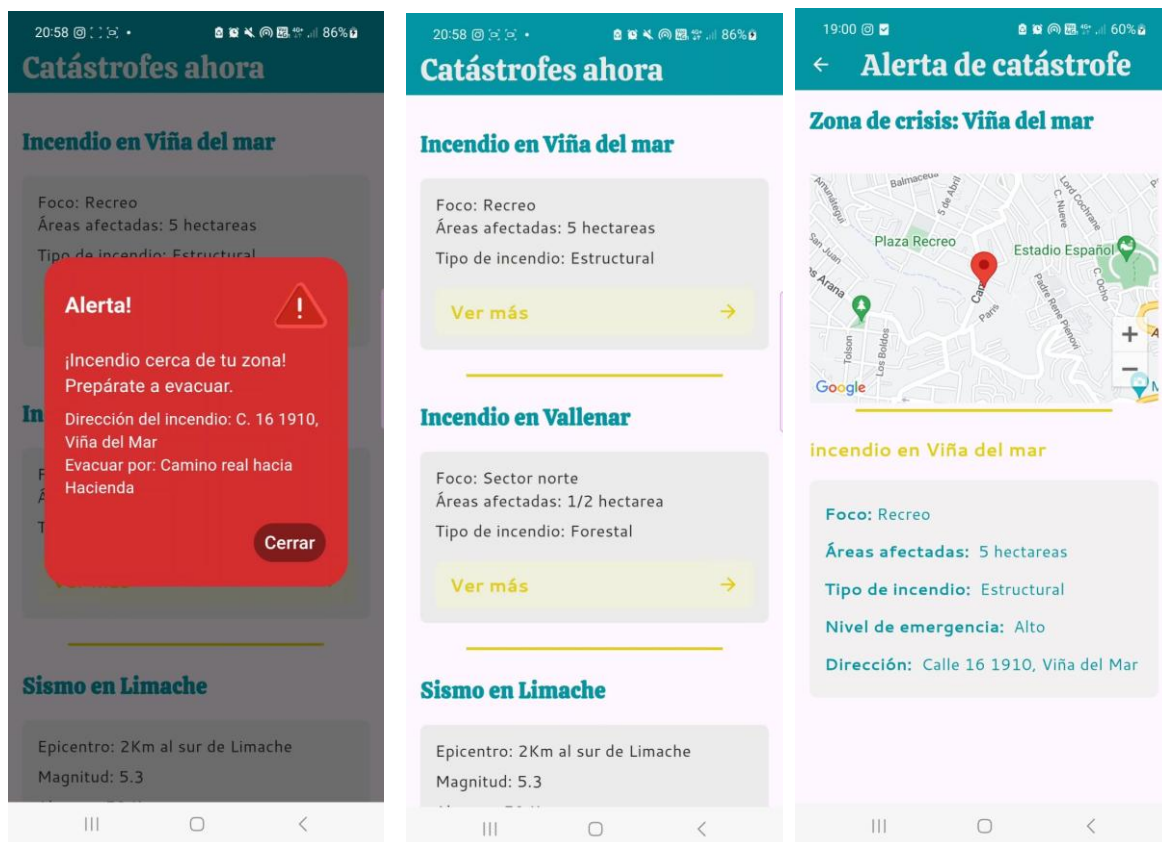


Ilustración 28: Vistas menu principal, notificación y detalles catástrofes - prototipo

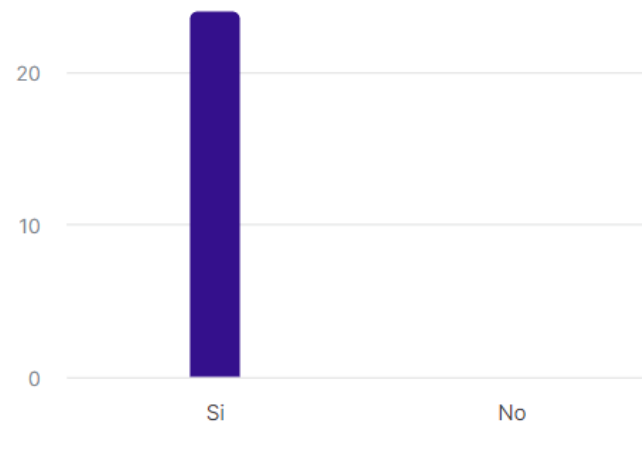
4.2 Validación basada en usuarios

Para esta validación proporcione a varios usuarios de distintas edades un video del prototipo explicando el objetivo que tiene la aplicación y su funcionamiento, luego de eso realizaron una encuesta dejando sus opiniones tanto sobre la propuesta como sobre la aplicación.

Total de encuestados: 24

Encuesta:

1. ¿Considera que Chile es un país vulnerable ante catástrofes?



2. ¿Cree que Chile responde de manera eficiente ante los momentos de crisis?

Todos los entrevistados argumentaron que a pesar de los increíbles avances tecnológicos que existen Chile está muy atrás en lo que corresponde a la respuesta ante cualquier emergencia que no se trate de un sismo. El punto que más se repitió era el hecho de las fallas de comunicación y coordinación a la hora de enfrentarse a una emergencia.

“A pesar de todas las catástrofes que han ocurrido en la historia de Chile aún no se logra tomar todas las medidas preventivas y de seguridad para evitar mayores problemas a la población, se cortan los suministros básicos, y la red de celulares”

“No, como ejemplo tenemos los incendios que han ocurrido en Viña del Mar últimamente, específicamente el del año 2023 donde la población quedó incomunicada y vulnerable al avance del incendio.”

3. ¿Qué opina de *CrisisConnect*? ¿Lo usaría?

Los usuarios afirmaron que utilizarían la aplicación, consideran que es de gran utilidad y practicidad. Varios usuarios argumentaron que sentirían una mayor tranquilidad si tuvieran la aplicación.

“Encuentro que sería un programa de mucha ayuda para detectar catástrofes y saber si corro riesgo yo o mi familia, tendría muy claro los lugares por donde debería transitar y por donde debería evacuar, por supuesto que lo usaría por mi seguridad y la de mi familia”

4. ¿Considera que es una aplicación fácil para el uso de todos?

El 100% de los usuarios entrevistados concuerda con la simplicidad, versatilidad y facilidad de uso de la aplicación, afirmando la usabilidad para todos los usuarios de distintas edades. Destacan lo intuitivo que es la aplicación y lo amigable que luce.

“Es muy intuitiva y al punto, no tiene mayores distracciones del objetivo principal que es tener información sobre las catástrofes”

5. Escriba alguna observación para la aplicación

Los usuarios comentaron varias funcionalidades que se podrían implementar para hacer la aplicación mucho más completa.

“Podría considerar en el momento de crear usuario poder ingresar más de una dirección considerando que hay personas que pueden tener más de una vivienda”

“Podrían agregarle la distancia de la ubicación del usuario a la catástrofe, quizás que la ubicación del usuario fuera móvil, activando la ubicación en el teléfono, por ejemplo, alguna sección de catástrofes cercanas (un listado) rutas de evacuación, comunicados de las autoridades, etc. hay una aplicación que es solo para terremotos se llama earthquake quizás les sirve para sacar ideas”

“Agregaría una especie de información momentánea como tipo waze que la gente va anunciando cosas que van pasando en el momento para alertar a los demás por ejemplo por tal catástrofe cerraron tal avenida o algo parecido”

“Agregaría fecha y hora e iría ordenado los episodios según el más reciente.”

“Se podría agregar notificaciones sin la necesidad de que el usuario entre a la app.”

4.3 Análisis de riesgos

Estructura de la matriz de riesgo:

- Probabilidad (P): Qué tan probable es que ocurra el riesgo
- Impacto (I): Qué tan grave es el impacto si ocurre

Ambos casos se clasifican en Bajo (1), Medio (2) y Alto (3).

El nivel de riesgo (NR) se calcula como:

$$\text{Nivel de Riesgo} = \text{Probabilidad} * \text{Impacto}$$

Los valores se clasifican como:

- Bajo: 1-2 
- Medio: 3-4 
- Alto: 6-9 

Tabla 3: Tabla de riesgos

Riesgo	Descripción	P	I	NR	Mitigación
Falta de conexión a internet en emergencias	Los usuarios no pueden acceder a los mapas interactivos ni recibir actualizaciones en tiempo real	3	3	9	Se pueden implementar mapas offline con datos descargables y sistemas de comunicación mediante las ondas de radio am
Imprecisión en datos de ubicación	Los datos de geolocalización no son lo suficientemente precisos	2	2	4	Se podría utilizar el GPS en conjunto con GNSS
Fallos en el servidor de integración	El servidor que centraliza la información (drones, alertas, sensores, etc.) puede fallar, dejando a los usuarios sin información crítica.	2	3	6	Diseñar una arquitectura escalable con servidores redundantes y balanceo de carga.
Acceso no autorizado a datos sensibles	Explotación de vulnerabilidades que permiten a terceros acceder a información personal de usuarios o	2	3	6	Implementar cifrado de extremo a extremo, autenticación multifactor y

	datos críticos de emergencias.				auditorías periódicas de seguridad.
Errores en la planificación de rutas	El sistema sugiere rutas de evacuación inseguras debido a datos incorrectos.	2	2	4	Validar rutas con múltiples fuentes de datos y realizar pruebas exhaustivas de escenarios críticos.
Incompatibilidad con dispositivos antiguos.	La aplicación no funciona correctamente en dispositivos con hardware/software más antiguos.	2	2	4	Garantizar soporte mínimo a versiones de hardware/software específicos y probar la app en dispositivos de gama baja.
Dependencia de proveedores externos (APIs)	Fallos en APIs como Google Maps, que interrumpen el acceso a mapas y funcionalidades de geolocalización	1	3	3	Tener alternativas de respaldo, como OpenStreetMap, en caso de fallas en Google Maps u otros servicios.
Desinformación por lecturas erróneas (cámara térmica o centro sísmico)	Se capturan datos incorrectos, lo que podría desinformar a los usuarios o autoridades en una situación de emergencia.	1	2	2	Integrar procesos de validación y verificación de datos antes de presentarlos al usuario o autoridades.

4.4 Justificación del impacto social

La propuesta de la aplicación genera un gran impacto en la sociedad, esto al tratarse de una forma de respuesta ante las situaciones de crisis, cambiaría totalmente la percepción de seguridad que sienten las personas en los momentos difíciles. CrisisConnect otorga una forma de respuesta ágil, generando una reacción rápida de las autoridades reduciendo los efectos negativos de la catástrofe.

Este método innovador busca mejorar la coordinación e interacción existente entre las autoridades, equipos de rescate y ciudadanos, esto mediante diversos métodos para mantener la comunicación en todo momento incluso en zonas sin señal de red, como lo son las ondas de radio y las estaciones base móviles.

Así mismo CrisisConnect impulsa fortalecer a las comunidades, esto al darles información relevante sobre los siniestros, impulsando a una toma de decisión más correcta y eficiente. Esto no solo permite salvar vidas, sino que también eleva la sensación de seguridad y protección.

En un sentido más amplio, este proyecto propone el uso de tecnologías diversas como solución para las distintas emergencias que puedan ocurrir. CrisisConnect actúa como un enlace entre la tecnología y el bienestar de la comunidad, la iniciativa tiene la capacidad de causar un impacto significativo en la habilidad de las comunidades para enfrentar desastres y adaptarse a situaciones adversas.

Capítulo 5: Conclusiones

Este proyecto busca ser una solución integral para enfrentar los diversos desafíos que se generan en el país durante los momentos de crisis y emergencias. La aplicación que se propone integra diversas tecnologías en busca de una solución más completa, cuenta con un diseño centrado en la usabilidad, atendiendo las necesidades de los usuarios de la manera más simple y efectiva posible.

La propuesta nació a causa del mega incendio ocurrido en viña del mar - Valparaíso, de ahí la idea creció buscando aumentar la eficiencia y la efectividad frente a las situaciones de emergencia. La aplicación sugiere una respuesta más rápida y una mayor comunicación entre los pares para coordinarse de una mejor manera. Se sugiere el uso de la geolocalización como un foco principal para asegurar la información sobre lo que está ocurriendo a los usuarios, esto mediante mapas interactivos con rutas de evacuación, rutas de acceso, centros de ayuda y por supuesto el lugar en donde está ocurriendo el siniestro.

La investigación inicial se centró en su mayoría a las tecnologías de comunicación, una parte esencial del proyecto ya que busca que todos los actores involucrados puedan estar comunicados entre sí, se busca garantizar la comunicación en todo momento, incluso en zonas con acceso limitado a la red.

Se ha dedicado un gran esfuerzo en crear una apariencia de la aplicación simple, intuitiva y amigable, se enfoca principalmente en la facilidad y accesibilidad del usuario, para que incluso quienes tengan un nulo conocimiento de las tecnologías puedan utilizarla sin mayores problemas. También se pensó bastante en que los colores fueran visibles y diferenciables por todas las personas. La investigación en torno al logo también fue de vital importancia para poder generar una mayor conexión con el usuario y fortalecer el objetivo de la aplicación.

La creación de una arquitectura de integración para poder combinar diversas fuentes de información como lo son los datos sísmicos y las lecturas de los drones han sido el punto clave de este proyecto. Esta infraestructura permite una futura implementación de nuevas tecnologías más avanzadas e innovadoras.

La protección y confidencialidad de la información es esencial para esta aplicación debido a que se manipularan muchísimos datos privados y personales. Esto se consiguió haciendo uso de técnicas de codificación, el enfoque teórico proporciona una base sólida para garantizar la seguridad de los datos.

En el futuro sería valioso investigar tecnologías nuevas más avanzadas que complementen más la funcionalidad de la aplicación. En la investigación se nombran las estaciones base móviles que corresponden a tecnologías relativamente más avanzadas y muy poco vistas, por lo cual la implementación de estas sería un plus enorme para mantener la conectividad, asimismo se podría enriquecer aún más a la aplicación haciendo uso de sensores que evalúen la calidad del aire, la temperatura y diversos factores ambientales, cámaras de alta definición que otorguen una mayor perspectiva de las áreas afectadas.

Trabajar en conjunto con entidades gubernamentales, equipos de rescate y organizaciones no gubernamentales dedicadas a la gestión de desastres resultará vital para garantizar que la plataforma se ajuste con éxito a las necesidades reales sobre el terreno y se aplique de manera eficiente en diversas circunstancias. Incorporar CrisisConnect en los protocolos de reacción vigentes optimizaría la cooperación entre los diferentes participantes y potenciaría la efectividad de la herramienta.

El progreso de la investigación ha conseguido satisfacer los objetivos declarados para este proyecto, sin embargo, aún falta mucho para poder llevarlo a una implementación real. Busco cambiar el país, ayudar a las personas y evitar más tragedias como las que han sucedido, por ello la investigación no quedará hasta aquí, esta será la base para llevar a cabo el proyecto más grande que he imaginado. Las tecnologías seguirán avanzando y llegará un punto en que la aplicación se hará realidad.

Referencias bibliográficas

Ministerio del Medio Ambiente. (2021). Eventos extremos y desastres. Recuperado de <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/04/17-eventos-extremos-y-desastres.pdf>

UNHCR. (s.f.). Coordinación de la gestión de la información en emergencias. Recuperado de <https://emergency.unhcr.org/es/coordination-and-communication/gestión-de-la-información/coordinación-de-la-gestión-de-la-información-en-emergencias>

Infogram. (2021). Informe sobre desastres y catástrofes en la región. Recuperado de <https://infogram.com/1pplrn5ngv2kw7irne6lq3jj9vazd0yj51w?live>

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. (2024). Incendio en Valparaíso 2024. Recuperado de https://www.pucv.cl/uuaa/site/docs/20240209/20240209151003/incendio_valpo_2024_v01.pdf

La Tercera. (2024). ¿Qué es el SAE? Así funciona el Sistema de Alerta de Emergencias de Senapred. Recuperado de <https://www.latercera.com/servicios/noticia/que-es-el-sae-asi-functiona-el-sistema-de-alerta-de-emergencias-de-senapred/SRSPJGP47BDONAU5CFCOKJN5E4/#>

Technology Review. (2017). Barbarita Lara, Chile: Innovadora menor de 35. Recuperado de <https://www.technologyreview.es/listas/35-innovadores-con-menos-de-35/2017/inventores/barbarita-lara-chile>

Wikipedia. (s.f.). Propagación de ondas de radio. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Propagación_de_ondas_de_radio

Diario Financiero. (2024). Informe sobre datos sísmicos en Chile. Recuperado de https://www.df.cl/noticias/site/docs/20240524/20240524134616/suplemento_20240526.pdf

Panda Security. (2024). Guía de cifrado AES. Recuperado de <https://www.pandasecurity.com/es/mediacenter/cifrado-aes-guia/>

Digimodes. (2024). Evolución de las redes de emergencias hacia el 5G. Recuperado de <https://digimodes.wordpress.com/2024/04/29/evolucion-de-las-redes-de-emergencias-hacia-el-5g/>

Orange. (2024). Comunicar con las ondas de radio. Recuperado de <https://radio-waves.orange.com/es/comunicar-con-las-ondas/>

Quora. (2024). ¿Es posible convertir un teléfono inteligente en un walkie talkie o un radio scanner? Recuperado de <https://es.quora.com/Es-posible-convertir-un-teléfono-inteligente-en-un-walkie-talkie-o-un-radio-scanner>

Quora. (2024). ¿Cómo se interceptan las señales de radio mediante un walkie talkie? Recuperado de <https://es.quora.com/Cómo-se-interceptan-las-señales-de-radio-mediante-un-walkie-talkie>

EOS. (2024). Teledetección: Tecnología aplicada en emergencias. Recuperado de <https://eos.com/es/blog/teledeteccion/>

Universidad de Chile. (2024). Tecnología satelital en emergencias. Recuperado de <https://ingenieria.uchile.cl/noticias/148718/tecnologia-satelital>

Amazon Web Services. (2024). ¿Qué es IoT? Recuperado de <https://aws.amazon.com/es/what-is/iot/#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20IoT%2C%20o%20Internet,como%20entre%20los%20propios%20dispositivos>

Creately. (2024). Tutorial de diagrama de componentes. Recuperado de <https://creately.com/blog/es/diagramas/tutorial-de-diagrama-de-componentes/>

Wikipedia. (2024). Ciudades de Chile - Región de Arica y Parinacota. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Ciudades_de_Chile#Región_de_Arica_y_Parinacota

Universidad de Chile. (2024). Red Sismológica Nacional (RSN). Recuperado de [http://www.csn.uchile.cl/red-sismologica-nacional/introduccion/#:~:text=La%20Red%20Sismol%C3%B3gica%20Nacional%20\(RSN,de%20datos%20e%20informaci%C3%B3n%20s%C3%ADsmica](http://www.csn.uchile.cl/red-sismologica-nacional/introduccion/#:~:text=La%20Red%20Sismol%C3%B3gica%20Nacional%20(RSN,de%20datos%20e%20informaci%C3%B3n%20s%C3%ADsmica)

UML Diagramas. (2024). Componentes del diagrama UML. Recuperado de <https://diagramasuml.com/componentes/>

Creately. (2024). Tutorial de diagrama de caso de uso. Recuperado de <https://creately.com/blog/es/diagramas/tutorial-diagrama-caso-de-uso/>

Seguridad Profesional Hoy. (2024). Las estaciones base aéreas permiten salvar vidas. Recuperado de <https://www.seguridadprofesionalhoy.com/las-estaciones-base-aereas-permiten-salvar-vidas/>

Remcom. (2024). Diseño de una estación base móvil usando síntesis de antenas. Recuperado de <https://es.remcom.com/resources/examples/design-of-a-mobile-base-station-using-antenna-synthesis>

UNDRR. (2024). Global Assessment Report (GAR) 2023: Informe especial. Recuperado de <https://www.undrr.org/media/49267/download?startDownload=20241130>

UNDRR. (2024). Informe sobre el riesgo global. Recuperado de <https://www.undrr.org/media/16098/download?startDownload=20241130>

UNDRR. (2024). Informe especial del GAR 2023. Recuperado de <https://www.undrr.org/gar/gar2023-special-report>

Anexos

Anexo A: Datasets utilizados

Este anexo incluye información complementaria relacionada con los datasets utilizados durante el desarrollo y la creación de los dashboards.

1.Dataset datos de sismos en Chile

<https://benjad.github.io/2015/08/21/base-de-datos-sismos-chile/>

2.Dataset datos de incendios en Chile

<https://infogram.com/1pplrn5ngv2kw7irne6lq3jj9vazd0yj51w?live>

Anexo B: Herramientas de diseño

Este anexo incluye información complementaria relacionada con el desarrollo del diseño de la aplicación

1.Figma con el diseño elaborado

<https://www.figma.com/design/zOptUfwSgQGn1XifrvXsFg/francisca.prado's-team-library?node-id=0-1&t=tVG4cPfrb2SqFJ8p-1>

Anexo C: Prototipo

Este anexo incluye el código correspondiente al prototipo de la aplicación

1.Github personal con el código del prototipo

<https://github.com/FranciscaPrado/PrototipoTesis>