

Diseño de una Aplicación Móvil para la Visualización de Datos Provenientes de la Red Sísmica

REDNE del Nororiente Colombiano

John Jairo García Jaimes y Adriana patricia Rodriguez Velandia

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Electrónico.

Director

Sergio Alberto Abreo Carrillo

Doctor en Ingeniería Electrónica

Codirector

Ana Beatriz Ramírez Silvia

Ph.D en Ingeniería Eléctrica e Informática

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Físico Mecánicas

Escuela de Ingeniera Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Ingeniería Electrónica

Bucaramanga

2025

### **Dedicatoria**

Primero, agradecer a Dios, quien me ha dado la sabiduría y el apoyo espiritual para iluminar mi mente y no dejarme rendir en las noches en claro.

A mis padres, Stella Jaimes Rodríguez y Fermín García gracias por los valores y las enseñanzas necesarias para enfrentar la vida. Dos frases que cada uno me dijo a su tiempo: Mamá, “mijo, estudie para llegar lejos” palabras con símbolo de constancia y sacrificio que trasciende el tiempo y el espacio. Cada esfuerzo, trasnocho que te agotaba y cada regaño convertido en consejo, son ahora el anhelado título. Donde mis noches de estudio y mis pestañas cansadas eran un eco de tus manos trabajadoras. Tú, la madre que ha dado todo por sus tres hijos, mereces que tu nombre esté presente en esta tesis, trascienda en la historia resaltando tu amor por tus hijos. Papá, tu frase “inicio el kínder mijo” es una metáfora que me enseñó que la vida está llena de etapas y aprendizajes, y que a veces es necesario empezar desde cero para enfrentar nuevos retos y construir los sueños. Tu amor por la música y tu espíritu autodidacta me inspiraron a ser curioso, a querer entender cómo funciona el universo y la tecnología. Mi elección implicó exaltar la sabiduría de tu frase, dejando una huella en dos familias y para muchas generaciones de nuestros pueblos.

En memoria de Brayan Yesid Hernández Rodríguez, toda tu infancia me admiraste como un gran primo. Tus sueños de ser profesional estaban entre tus metas, así que esta tesis es un homenaje para ti en el cielo, para tu familia y hermanas sean una luz de fortaleza para seguir sus sueños profesionales. A Johan Andrey Ramírez Lizcano por su lucha por vivir y sé que allá en cielo ilumina tus papás, Además, nos diste la enseñanza que la vida es solo un paso, pero exaltaste tus sueños de ser un profesional en la robótica y programación era inmensos. Me diste ánimos gracias para seguir por mi sueño ¡Nunca te olvidare!

John Jairo García Jaimes.

Dedico este trabajo primero a Dios, por ser mi faro en mis noches más oscuras, por sostener mis pasos cuando flaqueaban las fuerzas. Sin su luz, este camino habría sido solo sombra.

A mis padres Patricia y Omar, gracias no solo por darme la vida, sino por enseñarme a vivirla con valentía, humildad y amor. Este logro es tan mío como suyo, porque detrás de cada paso que di, estuvieron ustedes con su fuerza silenciosos, sus sacrificios invisibles, sus palabras sabias y su amor que nunca dudó. Por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por levantarme en cada caída y celebrar conmigo cada pequeño triunfo. Ustedes son mi mayor orgullo y mi mayor inspiración. A ustedes les debo más que palabras, porque me dieron raíces firmes y alas libres. Gracias por ser abrigo en la tormenta, por enseñarme que el amor verdadero se escribe en actos diarios, en desvelos silenciosos, en sonrisas de fe y en miradas que dicen “sigue”. Ustedes han sido mi tierra firme y mi cielo abierto, mi razón para avanzar cuando el cansancio pesaba más que el sueño. Esta tesis lleva su nombre en cada página, porque está hecha también de su entrega y de cada sacrificio que hicieron sin esperar aplausos. Los honro con este logro, como se honra a quienes son cimiento y horizonte.

A mis hermanos, Jose Omar y Fabio Leonardo, por estar presentes a su manera en este camino. Aunque somos distintos en muchas cosas, compartimos la raíz, y en medio de nuestras diferencias, también encontré aprendizajes. Gracias por formar parte de esta historia.

A mis amigos y a todos aquellos que, con un gesto, una palabra o una presencia oportuna, dejaron una huella luminosa en este camino.

Adriana Patricia Rodriguez Velandia

### **Agradecimientos**

A la Universidad Industrial de Santander, mi alma mater, por ser el escenario donde me forjo como profesional. Aquí aprendí a soñar en grande y a luchar por cada meta, rodeado de conocimiento, desafíos y oportunidades junto el apoyo de grandes colegas que marcaron mi vida para siempre.

A mis directores de tesis, Sergio Alberto Abreo y Ana Beatriz Ramírez, mi profunda gratitud por creer en mí, guiarme incansablemente, enriquecer este trabajo con su exigencia, dedicación y confianza, enseñándome el valor del compromiso y la excelencia; este logro lleva su huella, y siempre agradeceré su acompañamiento para mi vida profesional.

A mis hermanos Roger, Calor y su hija Victoria reflejo su apoyo y perseverancia como profesionales. Además, para recordarles que de dónde venimos pocos llegan. Por lo cual esta tesis sea de motivación para sus hijos y nietos, para que trascienda en la historia que los tres chiflados Roger, Carlos y John han transformado tres generaciones para un futuro mejor. Exaltando a nuestros padres Stella Y Fermín oriundos de Soto Norte, donde su infancia y juventud se reflejada en nosotros los chilmoltrulfios que crecieron en las montañas frías de Vetas Santander.

Al Ing. Rodolfo Contreras por el apoyo y sus consejos para así afrontar la etapa final de mi carrera, el cual refleja que persistir por un sueño hacen llegar cosas increíbles en la vida.

Al Ing. Alex Rodríguez por darme ánimo y apoyo moral, junto a Lusbin Hernández, Fabiola Rodríguez e hijas por creer en mí y cada apoyo para culminar. Mi tía Esperanza y su esposo Jairo Hernández e hijos por el apoyo constante. Leidi Esteban por ser alguien especial y una mujer luchadora. Leidy y Lidian Cabanzo por ser parte de mi vida y estar presente en la buenas y las malas. Carolina y Yaneira Cabeza junto con sus papás por el apoyo emocional, resaltando cada consejo. Leonardo Esteban y Aura Arias e hijos por darme apoyo. Nancy Cabeza y Ricardo

Rodríguez por ser parte de mi proceso profesional y voces de aliento. Ángel, Mónica, Jorge y Jhon Toloza junto con sus padres por acobijarme en su familia y darme fortaleza en mi camino difícil. Las enseñanzas de Anyelo Arias el cual me encamino para seguir sin desfallecer y así lograr algo que pocos logran y más si se viene de pueblo. Por último, Ing. Oriolson Rodríguez quien me asesoro en todo y sus sabios consejo se vieron reflejados en la meta final de mi tesis. ¡Gracias!

A mi Prof. magister Efrén Acevedo, por enseñarme a integrar mi carrera con diversas soluciones para afrontar la vida y sus grandes consejos para aprender de las dificultades y así lograr estrategias para la culminación de mis estudios.

A PD.h Rodolfo Villamizar por enseñarme la integridad del conocimiento y los valores para exaltarme como profesional para destacar en las decisiones como ingeniero en jefe.

A mi Prof. María Hakspiel con su dedicación me enseñó a como ser mejor, exaltando mis habilidades para ser un gran ingeniero y persona.

A mi Prof. Lizeth Dayané Cortés por hacer creer que podía comprender la línea más difícil de la carrera, dándome todo su apoyo para afrontarla y así combinarla con la creatividad.

A mi Prof. Jaime Barrero, su enseñanza me dejo para la vida que a veces las soluciones rápidas y sencillas a problemas grandes son las que cambian al mundo.

A mi compañera de tesis Adriana Rodriguez, agradecimiento por el compromiso, paciencia, consejos, esfuerzo y dedicación hicieron de esta tesis un hito que transformo nuestras vidas, dónde cada discusión fue una enseñanza para así dar una solución creativa. Además, actuar como Ingenieros nos llevó al éxito de este gran trabajo de grado casi laureado.

A Katerine, Andrea Gamboa Osorio junto a sus padres por ser parte de mi vida el cual me ofrecieron una opción de apoyo y estuvieron en la buenas y las malas.

A Isabel, Ángela y María Gamboa gracias por ser un puente de apoyo en mis inicios y espero que este homenaje les otorgue fortaleza a sus hijos y nietos para luchar por los sueños. Además, Magali Arias, Emilce Bautista resalto su apoyo incondicional para darme ánimos de no rendirme. ¡Gracias!

A Mercedes Bautista, William Delgado y sus hijos Angie, Nicolf, Brayan. Cada mensaje de aliento para seguir luchando por el sacrificio de seguir por un sueño. Donde ustedes me otorgaron ánimos en tiempos difíciles. ¡Mil bendiciones!

A los ingenieros del grupo ERA; Diego Calderón, Felipe Perdomo, Nicolás Borja, Johan Vanegas, Edson Rey, Camilo Bohórquez, Karen Rangel, Aurelio por enseñarme a sobrevivir en el final de la carrera y sus consejos de apoyo para no desanimarme y seguir luchando ser egresado UIS.

A la Geóloga Natalia Gómez Chamorro exaltar su frase “hay que estudiar” palabras que me motivaron para seguir mi sueño, lo que me enseñaste no fue en vano, hoy te digo colega ¡Gracias! Para los geólogos Alexandra Correa, Carlos López Ching, Sonia González, Yohani Sarmiento, Rebeca Kazes de ustedes aprendí; se debe aprender de cada cosa un poquito, al final se verán los resultados. Y En honor a ustedes exalto sus nombres para que sus hijos e hijas por medio de este homenaje sienta fortaleza para luchar por sus sueños.

A los Ingenieros. Jonathan Murcia, Juan Carvadillo, Felipe Guevara, Karen Valencia Correa, Luis Pedreros, David Flórez, Leonardo Marín, Demian Morales, Steven Forero, Juan Camilo Hernández, Ziara de la Osa, Aim Miguel Villamizar, Carlos Zafra, Jorge Duarte, Sebastián Campos, Carlos Díaz, Dayana Cortés, Brayan Galvis, Laura Salcedo, Katherine Parra, Camila Pimiento, Miguel Arias, Néstor Garcia, Melissa Álvarez, Sebastián Hernández Campos, Leo Garcia. Muchachos cada uno de ustedes me enseñaron a no rendirme, cada momento me permite

llevar lindos recuerdos que vivimos en la etapa universitaria y siempre luchando por nuestro sueño de ser ingenieros egresados UIS. A los que pusieron su confianza en mí: Lusbin Hernández, Juan Garcia, Orlando Ramírez, Alexander Rodríguez. Esta tesis sea un motivo para dar fortaleza a sus hijas, hijos y nietos, con estas palabras sean un apoyo en el futuro en sus sueños.

A Paola Moreno Díaz, exalto su dedicación y su perseverancia. No hay palabras para agradecerte, me quedo corto. Solo que me enseñaste a vivir una etapa linda y lo que implica luchar y esforzarse por un sueño. Además, aprender de ti para mejorar.

A Tatiana chaparro Lizarazo, aprendí de ti, que la amistad, luchar por un ideal, ayudar sin recibir, los secretos más la vida de universidad se logran momentos que nos enseñan a reír, llorar, luchar creando lindos recuerdos que solo tú y yo podremos revivir. Además, nuestra amistad será por siempre así lo caminos nos separen. Por último, a todas las personas que con su apoyo me impulsaron a seguir adelante. Dedico la tesis a quienes han sido mi fuerza, mi inspiración y mi razón para nunca rendirme.

John Jairo García Jaimes.

En primer lugar, a mi alma mater, la Universidad Industrial de Santander, por abrirme las puertas del conocimiento, por ser el espacio donde crecí no solo como profesional, sino también como persona. Gracias por brindarme las herramientas, los retos y las oportunidades que hicieron posible esta etapa de mi vida.

A mis directores de tesis, Sergio Alberto Abreo y Ana Beatriz Ramírez, por su guía, su paciencia y compromiso. Gracias por compartir su experiencia con generosidad, por orientarnos con firmeza y por acompañarnos con respecto en este proceso académico que hoy culmina.

A mis padres, Patricia y Omar, por ser el pilar de mi vida. Por su amor incondicional, su apoyo constante y su fe en mí incluso en los momentos más difíciles. Este logro es tan suyo como mío.

A mis hermanos, por formar parte de este camino, aunque sus aportes no hayan sido directos. Agradezco, desde la honestidad, el papel que cada uno tuvo en esta etapa de mi vida.

A mi compañero de tesis John García, gracias por compartir este reto con compromiso y perseverancia. Fueron muchas horas de trabajo, discusiones, soluciones y aprendizajes compartidos. Tu dedicación y colaboración hicieron que este proceso fuera más llevadero y enriquecedor. Me alegra haber recorrido este camino.

Adriana Patricia Rodriguez Velandia

**Tabla de Contenido**

Introducción .....	14
1. Objetivos.....	16
1.1 Objetivo General.....	16
1.2 Objetivos Específicos.....	16
2. Marco Teórico.....	17
2.1 Sismos en Colombia .....	17
2.2 Ondas Sísmicas .....	18
2.2.1 Ondas Sísmicas P.....	19
2.2.2 Ondas Sísmicas S.....	20
2.2.3 Magnitud de un Sismo.....	20
2.3 Representaciones Gráficas de los Patrones de Ondas.....	21
2.3.1 Sismograma.....	21
2.3.2 Helicorder .....	22
2.4 Redes Mundiales de Monitoreo Sísmico .....	23
2.4.1 Red Sísmica REDNE .....	25
2.5 Herramienta de Diseño para el Boceto de la Aplicación .....	28
2.5.1 Mookitt .....	28
2.6 Diseño y Desarrollo de Aplicaciones Móviles con Flutter .....	28
2.6.1 IDX de Google .....	29
2.6.2 Visual Studio Code.....	29
2.6.3 Android Studio .....	30
2.7 Web Service .....	30

2.7.1 <i>Render</i> .....	31
3. Desarrollo Metodológico .....	32
3.1 Flujograma de la Aplicación.....	32
3.2 Boceto de la Aplicación en Mookit .....	34
3.2.1 <i>Boceto Final de la Aplicación Móvil</i> .....	35
3.2.2 <i>Restricciones en la Interfaz de Mookit a Flutter</i> .....	36
3.3 Instalación, Configuración de Flutter en Visual Studio, Android Studio e IDX .....	37
4. Resultados.....	39
4.1 Creación del Proyecto REDNE.....	40
4.2 Front-End y Back-End de la Aplicación REDNE.....	42
4.2.1 <i>Menú Principal y las Pantallas de Navegación de la Aplicación</i> .....	43
4.2.2 <i>Construcción de la Solicitud Web Service para Consultas de Sismogramas y Helicorders</i>	44
4.3 Pruebas y Validación .....	47
5. Conclusiones.....	49
6. Recomendaciones .....	50
Referencias Bibliográficas .....	51
Apéndices.....	54

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1 <i>Representación de hipocentro, epicentro y propagación de ondas sísmicas.</i> .....	18
Figura 2 <i>Sismograma mostrado desde Raspberry Shape, Date View.</i> .....	22
Figura 3 <i>Helicorder mostrado desde Raspberry Shape, Date View.</i> .....	23
Figura 4 <i>Red Sismológica del Nororiente Colombiano (REDNE)</i> .....	26
Figura 5 <i>Constructor URL de OSSO</i> .....	27
Figura 6 <i>Flujograma para Establecer la Ruta de los Bocetos y lógica de programación.</i> .....	33
Figura 7 <i>Boceto de la Pantalla Inicial y del Menú en Mookit</i> .....	34
Figura 8 <i>Vista General del boceto: Pantallas Completas en Mookit</i> .....	36
Figura 9 <i>Flutter doctor, primeros pasos al lenguaje Dart.</i> .....	37
Figura 10 <i>Emulador de Android para de integrar emuladores con pantallas de 5", 7" y 12" ..</i>	38
Figura 11 <i>Entorno Inicial del Emulador en IDX y Visual Studio Code</i> .....	39
Figura 12 <i>Código Base del Front-end, Entorno IDX y Visual Studio Code</i> .....	41
Figura 13 <i>Diagrama UML</i> .....	42
Figura 14 <i>Front-End asociado a la interfaz real del Proyecto</i> .....	44
Figura 15 <i>Selectores Visuales de Consulta</i> .....	45
Figura 16 <i>Funcionamiento del Web Service de la aplicación móvil</i> .....	46
Figura 17 <i>Resultado Final</i> .....	47

## Resumen

**Título:** Diseño de una aplicación móvil para la visualización de datos provenientes de la red sísmica REDNE del nororiente colombiano. [OBJ]

**Autor:** John Jairo Garcia Jaimes, Adriana patricia Rodriguez Velandia.\*\*

**Palabras Clave:** REDNE, Datos sísmicos, Sismograma, Nido sísmico de Bucaramanga, Flutter, Aplicación Móvil.

### Descripción:

REDNE, es la red de monitoreo sísmico destinada al estudio del "Nido Sísmico de Bucaramanga", zona de mayor actividad sísmica en el nororiente de Colombia. La red registra una gran cantidad de datos sísmicos, pero el acceso a la información es limitado y en constante mejora. El proyecto presenta el diseño de una aplicación móvil que facilita el acceso remoto de los datos registrados por la red, permitiendo la visualización de representaciones gráficas como el sismograma y el helicorder asociados a las ondas sísmicas, ofreciendo una herramienta práctica para la comunidad en general, así como para el grupo CPS, quienes realizan investigación, análisis y monitoreo de estos eventos.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Físico Mecánicas. Escuela de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Programa académico. Director: Sergio Alberto Abreo Carrillo. Doctor en Ingeniería Electrónica. Codirector: Ana Beatriz Ramírez Silvia. Ph. D en Ingeniería Eléctrica e Informática

### **Abstract**

**Title:** Design of a Mobile Application for the Visualization of Data from the REDNE Seismic Network in Eastern Colombia \*

**Author(s):** John Jairo Garcia Jaimes, Adriana Patricia Rodriguez Velandia\*\*

**Key Words:** REDNE, Seismic Data, Seismogram, Bucaramanga Seismic Nest, Flutter.

### **Description:**

REDNE is the seismic monitoring network dedicated to studying the "Bucaramanga Seismic Nest," the area with the highest seismic activity in northeastern Colombia. The network records a large amount of seismic data, but access to the information is limited and continuously improving. This project presents the design of a mobile application that facilitates remote access to the data recorded by the network, allowing the visualization of graphical representations such as the seismogram and the helicorder associated with seismic waves. It offers a practical tool for the general community as well as for the CPS group, who work on the analysis and monitoring of these events.

---

\* Degree Work

\*\*Faculty of Mechanical Physics. Scholl of Electrical, Electronic and Telecommunicaiontios Engineering. Academic Program. Director: Sergio Alberto Abreo Carrillo. In electronic Engineering. Codirector: Ana Beatriz Ramirez Silvia. Ph.D in Electronic Engieneering

## Introducción

El “Nido Sísmico de Bucaramanga”, ubicado en el nororiente colombiano, es una de las zonas más activas para el territorio. Según datos del Servicio Geológico Colombiano (SGC), en el año 2023 se registraron 5624 sismos en todo el territorio nacional ([El Tiempo, 2023](#)). De los cuales, la mayoría tuvo su epicentro en los municipios cercanos al área metropolitana de Bucaramanga. Esto evidencia que la región está catalogada de alta sismicidad a pesar de contar con observatorios sismológicos avanzados e infraestructura tecnológica para monitorear estos fenómenos naturales, el acceso a los datos es una limitante para la población general e incluso para la interpretación y comprensión de la información asociada.

En este contexto, el grupo de investigación en Conectividad y Procesamiento de Señales (CPS) implementó la Red Sísmica del Nororiente colombiano REDNE del cual cuenta con ocho estaciones distribuidas estratégicamente en los departamentos de Santander y Norte de Santander con el propósito de captar, registrar y almacenar los datos sísmicos. La red realiza un monitoreo sísmico eficiente, pero el acceso a los datos generados por las estaciones está limitado a un servidor central, este guarda la información y a su vez se restringe su disponibilidad inmediata desde un entorno externo al centro de mando central.

Con la adopción de tecnologías modernas y accesibles, como las aplicaciones móviles, servicio de monitoreo a través de la web y softwares especializados para sísmica. Se plantean soluciones viables para dar a conocer e interpretar los diferentes tipos de información alojada en los archivos históricos almacenados por la red. Sin embargo, algunas variables no son de fácil acceso para el grupo CPS. Por lo tanto, este proyecto presenta la aplicación móvil REDNE, integrando la

tecnología Android con el propósito de facilitar al grupo la consulta de los datos sísmicos registrados por la red desde cualquier lugar con acceso a internet.

Con el propósito de contribuir a los ejes misionales de CPS, la aplicación móvil permite la consulta de los eventos históricos de la región a través de una red global y visualizar las representaciones gráficas como el sismograma y helicorder asociados a las señales sísmicas captadas por REDNE.

El presente documento está estructurado en cuatro capítulos: el primero contiene los objetivos generales y específicos, el segundo presenta la revisión literaria y existente para el desarrollo de aplicaciones, el tercero describe el desarrollo metodológico efectuado para dar solución al problema y el cuarto presenta los resultados de la aplicación para sistema Android y finalmente desafíos a futuro.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Diseño de una aplicación móvil para la visualización de datos provenientes de la red sísmica REDNE del nororiente colombiano.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Diseñar una interfaz (UX) enfocado en la visualización de datos provenientes de la REDNE, asegurando una experiencia intuitiva.
- Diseñar el back-end para la visualización de ondas sísmicas en la aplicación
- Integrar la aplicación móvil con el servidor de datos sísmicos de la REDNE

## **2. Marco Teórico**

En esta sección se definen los conceptos fundamentales necesarios para el diseño de una aplicación móvil, integrando conceptos básicos de sismología, redes de monitoreo sísmico, bocetos para la interfaz en aplicaciones móviles, lenguaje de programación Dart asociado a Flutter y la importancia de las solicitudes a servidores usando los webs service para obtener información de interés.

### **2.1 Sismos en Colombia**

En Colombia, la actividad sísmica está influenciada por varios factores, entre ellos las fallas geológicas, volcanes activos e inactivos, la interacción entre la placa Sudamericana, la placa Nazca y la placa del Caribe. Estas condiciones generan un entorno tectónico complejo en Santander y Norte de Santander, catalogada como zonas de alta sismicidad.

Dentro del contexto global, los nidos sísmicos son áreas de la corteza terrestre donde se concentra una gran cantidad de eventos sísmicos a profundidades intermedias o profundas, y son el resultado del choque y procesos tectónicos, como la subducción de placas. De los cuales se destacan a nivel mundial; Vrancea en Rumania, Hindu-Kush en Asia Central y para el caso de Colombia el “Nido Sísmico de Bucaramanga”, uno de los tres nidos sísmicos más importante del mundo y el segundo más activo después de Vrancea.

El historial sísmico de Colombia ha marcado una profunda huella en todo el territorio, particularmente en el nororiente del país. Destacando los terremotos más significativos como los ocurridos en 1967 en Betulia (magnitud Mw 6.8) y el de 1973 en Convención (magnitud MW 6.3).

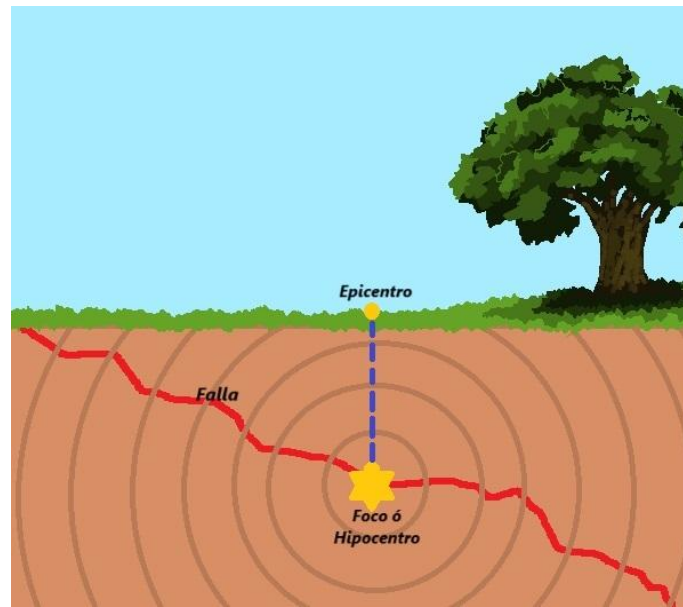
Desde 1993, el Servicio Geológico Colombiano (SGC) ha registrado y monitoreado la actividad constante en esta región, clasificándola como una de alta amenaza sísmica ([Lozano, Gómez & Barajas, 2017](#)). Un evento notable tuvo lugar el 10 de marzo de 2015 en el municipio de Los Santos, evidenciando una vez más la vulnerabilidad de las poblaciones cercanas ([Poli et al., 2016](#)). Con lo anterior, es necesario la importancia de continuar con estudios e iniciativas que refuercen la preparación y educación sísmica.

## 2.2 Ondas Sísmicas

Son vibraciones generadas durante un evento sísmico que se propagan a través de la Tierra desde el hipocentro, el punto donde se libera la energía acumulada (Figura 1). La Figura 1. Se ilustra los conceptos de hipocentro y epicentro, así como la propagación de las ondas sísmicas desde su origen. Estas ondas son fundamentales para el estudio sismológico, ya que permiten identificar las características internas de la Tierra, localizar el epicentro de los sismos y determinar su magnitud.

### **Figura 1**

*Representación de hipocentro, epicentro y propagación de ondas sísmicas.*



*Nota.* Ilustración para el concepto del hipocentro

Entre las ondas sísmicas existen diferentes tipos, pero las más relevantes para la representación y visualización en el análisis sismológico son las ondas P (primarias) y las ondas S (secundarias). Estas ondas viajan a través del interior de la Tierra con diferentes velocidades y con características distintivas: Las ondas P son longitudinales, mientras las ondas S transversales. Lo que permite interpretar las señales captadas por los instrumentos de monitoreo, como sismógrafos, geófonos y acelerómetros. Su análisis es clave para la representación gráfica de los datos, como lo son los sismogramas y helicorder, que facilitan la comprensión de los patrones de actividad sísmica de una región.

### **2.2.1 Ondas Sísmicas P**

Las ondas P (Primarias) son las primeras en ser detectadas por los instrumentos de monitoreo debido a su mayor velocidad de propagación. Estas ondas son longitudinales, lo que

significa que la estructura en el interior de la Tierra las comprime y las expanden en la misma dirección al desplazamiento de la onda, un efecto similar como lo hacen los resortes.

Una característica fundamental de las ondas P, es su capacidad de propagarse a través de sólidos, líquidos y gases. Además, se usan para analizar las diferentes capas del interior de la Tierra, su rápida llegada a los sismógrafos ayuda a calcular el hipocentro (Figura 1). Del sismo proporcionando información de la profundidad el cual ocurrió.

### ***2.2.2 Ondas Sísmicas S***

Las ondas S (Secundarias) se detectan después de la llegada de las ondas P (Primarias), ya que su velocidad de propagación es menor. Estas ondas son transversales, lo que significa que viajan perpendicularmente al avance de la onda. A diferencia de las ondas P, las ondas S solo pueden propagarse a través de sólidos y su comportamiento es clave para analizar la corteza y el manto Terrestre. Además, la diferencia en los tiempos de llegada entre las ondas P y S en los sismógrafos permite calcular la distancia al epicentro del sismo (punto en la superficie relacionado directamente con el hipocentro Figura 1).

### ***2.2.3 Magnitud de un Sismo***

La magnitud es una medida cuantitativa de la energía liberada durante un evento sísmico y se calcula a partir de la amplitud de las ondas registradas por los sismógrafos. Este valor permite clasificar el sismo como temblor o terremoto, evaluar su tamaño y su potencial destructivo. Actualmente, la magnitud se mide de manera estandarizada utilizando la escala de momento sísmico ( $M_w$ ), que categoriza la energía liberada de los eventos sísmicos en diferentes regiones y

profundidades de nuestro planeta. Esta estandarización permite analizar los patrones de la actividad sísmica a nivel regional o global, así como su clasificación y el estudio de su impacto.

### **2.3 Representaciones Gráficas de los Patrones de Ondas**

Los datos sísmicos no solo requieren un monitoreo constante, sino también herramientas tecnológicas que permitan procesar la información de manera clara y comprensible para un público general. Este proceso involucra la combinación de software, hardware y personal calificado, lo que hace posible el análisis de los datos captados por los instrumentos de las redes de monitoreo. Facilitando la identificación de patrones sísmicos, características específicas con el propósito de catalogarla en una representación visual, para así tener un registro constante de la actividad sísmica de las regiones.

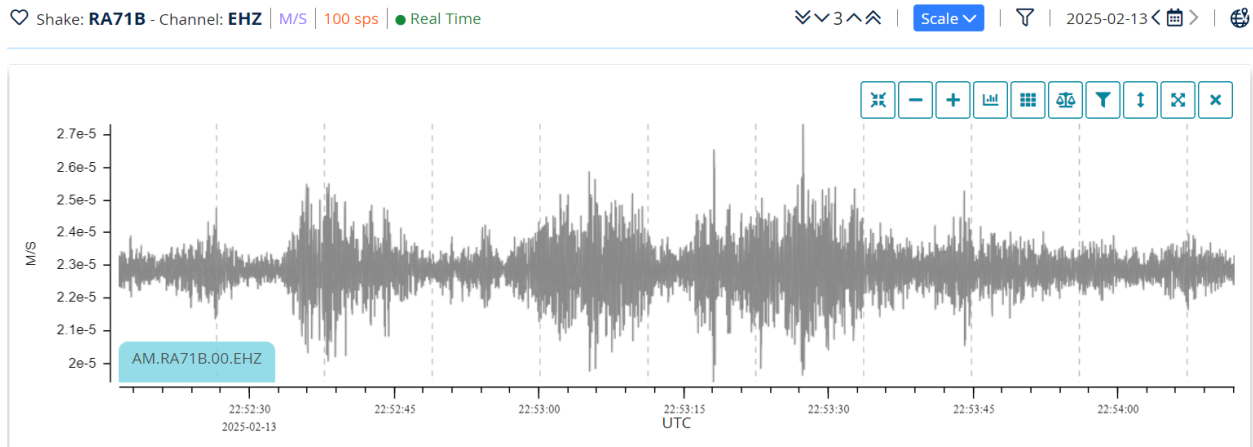
#### **2.3.1 Sismograma**

El sismograma es una representación gráfica en un plano bidimensional, que tiene dos dimensiones el ancho y el alto. Este formato facilita graficar la amplitud en función del tiempo (Figura 2). Este formato es el más utilizados en la sismología, con el propósito de registrar de las ondas sísmicas, como las ondas P y ondas S destacando sus intervalos de velocidad.

Los sismogramas relacionan la información capta por los instrumentos en tiempos prolongados, pero la hora del inicio y fin del evento, pero a su vez permiten registrar intervalos prolongado de ondas captadas, el cual facilita ver su topología para interpretar las ondas con el tiempo de propagación. Además, su capacidad de registrar los datos sísmicos de manera constante los convierte en una herramienta visual para el análisis científico.

**Figura 2**

*Sismograma mostrado desde Raspberry Shake, Date View.*



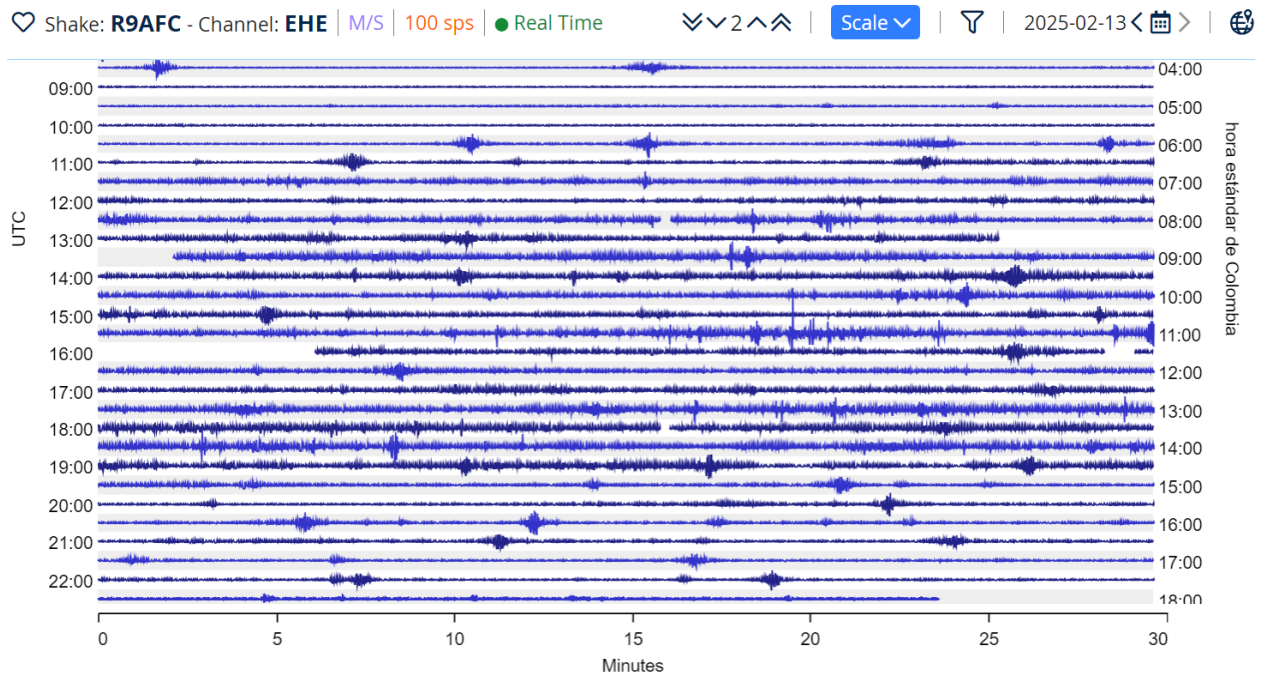
*Nota.* Adaptado de la estación RA71B, canal EHZ [gráfica], por Raspberry Shake, 2025, Raspberry Shake (<https://dataview.raspberrypishake.org/#/AM/RA71B/00/EHZ>). Sismograma, que registra la amplitud de las ondas sísmicas en función del tiempo. En el eje vertical se representa la velocidad del movimiento del suelo (en M/s), mientras que el eje horizontal indica el tiempo UTC. Este gráfico muestra un registro continuo de la actividad sísmica en la región monitoreada.

**2.3.2 Helicorder**

Es una representación gráfica que muestra la evolución continua de las ondas sísmicas a lo largo del tiempo (Figura 3). Organizada de forma secuencial con su forma visual, es especialmente útil para identificar eventos repetitivos y analizar patrones de actividad sísmica en períodos prolongados. El helicorder suele presentar los datos en un formato continuo donde el eje horizontal representa el tiempo y el eje vertical la amplitud de las vibraciones. Esto lo hace ideal para el análisis a mediano y largo plazo, permitiendo identificar variaciones de amplitud y por su practicidad es ampliamente utilizado en los centros de monitoreo sísmico.

**Figura 3**

*Helicorder mostrado desde Raspberry Shake, Date View.*



*Nota.* Adaptado de la estación R9AFC, canal EHE [gráfica], por Raspberry Shake, 2025, Raspberry Shake (<https://dataview.raspberrysshake.org/#/AM/R9AFC/00/EHE>) Helicorder, con registro de la actividad sísmica en un periodo prolongado. El eje vertical indica la hora en formato UTC hora estándar Colombia, mientras que el eje horizontal muestra los minutos transcurridos en un intervalo de 30 minutos. Este tipo de gráfico permite identificar eventos sísmicos y su evolución a lo largo del día monitoreado.

## 2.4 Redes Mundiales de Monitoreo Sísmico

El monitoreo sísmico a nivel global se apoya en una infraestructura compuesta por estaciones dispersas en lugares estratégicos, con redes de comunicación global y tecnologías diseñadas para recopilar, procesar y analizar datos relacionados con la actividad sísmicas del planeta. Estas son gestionadas por instituciones públicas y privadas con el propósito de estudiar la

dinámica tectónica global, ofrecer servicios de mitigación de riesgos y fomentar la educación e investigación sísmica en distintas regiones del mundo.

Entre las redes y centros sismológicos más destacados se encuentra el Northern California Earthquake Data Center (NCEDC), gestionado por el instituto de Berkeley, que ofrece acceso a datos sísmicos del norte de California en los Estados Unidos (EEUU). Su objetivo es el estudio de la falla de San Andrés y otras zonas tectónica activas de la región. Además, el instituto de Berkeley ha desarrollado la aplicación móvil “MyShake” ([Kong, Patel, Inbal & Allen, 2019](#)), que permite a las personas recibir, consultar alertas de terremotos y participar en la recolección de datos de forma colaborativa.

Otra red relevante es la Global Seismographic Network (GSN) ([Global Albuquerque Seismological Laboratory/USGS, 1988](#)), reconocida como una de las más importantes del mundo. Administrada por Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS) y en colaboración con el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), esta red proporciona una gran variedad de servicios que destacan; datos en tiempo real, estudio y comprensión del evento tectónico globales, alta precisión en la detección de terremotos y pertenece al programa de red global de sismógrafos.

Las instituciones especializadas entre ellas se destacan EarthScope, US Geological Survey (USGS), IRIS y la National Science Foundation (NSF). Estas cuentan con una red combinada de estaciones sísmicas, GPS, sensores, geófonos y acelerómetros conformando una red global extensa de monitoreo sísmico para la Tierra. Sus programas de investigación y desarrollo se enfocan en el avance de la comprensión de los fenómenos en la sismología ([Wilson, Hutt, Gee, Ringles & Anthony, 2024](#)).

En particular, IRIS y NSF han desarrollado herramientas útiles para el análisis de sismos, como el Seismic Analysis Code “SAC”, software que permite procesar sismogramas. Además, han

impulsado proyectos como el Sistema de Alerta Temprana de Terremotos ShakeAlert ([Hellweg, Dreger, Lomax, McPherson & Dengles, 2024](#)), diseñado para emitir advertencias rápidas ante eventos sísmicos. Finalmente, IRIS desarrollo la aplicación móvil StationMonitor, permitiendo a los usuarios consultar sismos, visualizar los sismogramas y helicorder asociados ([Incorporated Research Institutions for Seismology \[IRIS\], s.f.](#)).

#### **2.4.1 Red Sísmica REDNE**

REDNE es la red de monitoreo sismológico del nororiente colombiano, diseñada para estudiar y registrar la actividad sísmica de esta región caracterizada por su alta sismicidad asociada al “Nido Sísmico de Bucaramanga”. Esta red es el resultado de la colaboración entre el MIN CIENCIA, las universidades de Pamplona, del Valle y la Universidad Industrial de Santander UIS, junto con las escuelas de Física, Geología y Electrónica. La red cuenta con ocho estaciones sismológicas distribuidas estratégicamente en municipios de Santander; Los Santos/UIS01, Málaga/UIS03, Macaravita/UIS10, Zapatoca/UIS09, San Alberto/UIS06 y Bucaramanga/UIS05, así como en Chitagá/UIS11 y Pamplona/UIS04 en Norte de Santander. Las estaciones están equipadas con sensores avanzados, entre los que se incluyen geófonos de baja frecuencia, acelerómetros y dispositivos infrasonoros. Estos sensores relacionan los canales HNE/ EHE miden la velocidad del movimiento horizontal del suelo en dirección este-oeste para determinar información del evento sísmico, HNN/ EHN miden la velocidad del movimiento horizontal del suelo en la dirección norte-sur, esencial para determinar la dirección de propagación de las ondas sísmicas, HNZ/ EHZ miden la velocidad del movimiento vertical del suelo, muy útil para detectar las ondas sísmicas primarias y secundarias. La REDNE utilizan una infraestructura basada en dispositivos Raspberry Pi (modelos RSD3, RSD4, RSBOOM), que conforman mini estaciones

sismológicas (Figura 4). Cada estación está diseñada con su propio sistema de potencia autónomos y su propia red de comunicación remota, lo que permite transmitir los datos captados desde cualquier lugar del nororiente colombiano.

A través de tecnología IoT (internet de las cosas) las señales sísmicas se transmiten y almacenan en el servidor, REDNE emplea el software especializado como Seiscomp desarrollado para la visualización, adquisición, intercambio y el procesamiento de datos, estos permiten alternativas para definir la información para su respectiva lectura e interpretación a través de archivos descargables. La información generada se almacena en formatos estandarizados como miniSEED y QuakeML, el cual puede ser consultados en los servidores definidos (Figura 5).

#### Figura 4

*Red Sismológica del Nororiente Colombiano (REDNE)*



*Nota.* Estructuras de las estaciones de la Red sísmica REDNE, Autoría Grupo CPS

**Figura 5**

Constructor URL de OSSO

[Parent Directory](#)

## SeisComP FDSNWS DataSelect - URL Builder

<b>Time constraints</b>	
Start Time	<input type="text" value="2024-10-28T00:00"/>
End Time	<input type="text" value="2024-10-28T00:00"/>
<b>Channel constraints</b>	
Network	<input type="text" value="UX"/>
Station	<input type="text" value="UIS01"/>
Location	<input type="text" value="00"/>
Channel	<input type="text" value="HNE"/>
<b>Service specific constraints</b>	
Quality	<input type="text" value="B"/>
Minimum Length (s)	<input type="text" value="0.0"/>
Longest Only	<input type="checkbox"/>
Authentication	<input type="checkbox"/>
<b>Output control</b>	
Format	<input type="text" value="miniseed"/>
No Data 404	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>URL</b>	
<a href="http://osso.univalle.edu.co/fdsnws/dataselect/1/query?starttime=2024-10-28T00%3A00%3A00&amp;endtime=2024-10-28T00%3A00%3A00&amp;network=UX&amp;station=UIS01&amp;location=00&amp;channel=HNE&amp;nodata=404">http://osso.univalle.edu.co/fdsnws/dataselect/1/query?starttime=2024-10-28T00%3A00%3A00&amp;endtime=2024-10-28T00%3A00%3A00&amp;network=UX&amp;station=UIS01&amp;location=00&amp;channel=HNE&amp;nodata=404</a>	

*Nota.* El constructor permite definir los parámetros de consulta de los datos recolectados por REDNE, el URL generado da la facilidad de descargar en formato miniSEED. Con programas especializados se puede extraer la información relevante necesaria.

## **2.5 Herramienta de Diseño para el Boceto de la Aplicación**

El diseño de los bocetos para aplicaciones móviles requiere de herramientas especializadas que permitan estructurar, visualizar y validar la interfaz antes de su desarrollo final. Generalmente se utilizan para definir la experiencia de usuario (UX) y la interfaz de usuario (UI), asegurando un producto funcional, atractivo y acorde a las necesidades del proyecto.

### **2.5.1 Mookitt**

Mokitt es una herramienta versátil para el diseño de los bocetos de interfaces tipo aplicación web y aplicación móvil. Se caracteriza por su facilidad de uso y funcionalidad, permitiendo crear bocetos interactivos que simulan la navegación y el comportamiento de entre pantallas de aplicaciones para sistemas Web, iOS y Android, ofreciendo una experiencia cercana a la realidad. Además, su enfoque en el diseño visual y en la experiencia del usuario la convierte en una opción ideal para proyectos que requieren un desarrollo iterativo y colaborativo.

Esta plataforma a través de su página web oficial, facilita la creación de esquemas con interfaces amigables sin la necesidad de otros softwares.

## **2.6 Diseño y Desarrollo de Aplicaciones Móviles con Flutter**

El desarrollo de aplicaciones móviles requiere un enfoque integral que combine el diseño, la estructura lógica y la implementación eficiente del código. Flutter, un framework de código abierto creado por Google, del cual facilita el desarrollo de aplicaciones multiplataforma funcionales y visualmente atractivas con un solo código base asegurando la adaptabilidad con diferentes rutas de codificación según la más opcional. Además, permite crear aplicaciones móviles eficientes y escalables, integrando el lenguaje nativo o la combinación de otros lenguajes

de programación. Para así, exportarlos a otras plataformas para el uso en aplicaciones tipo; Android, iOS, Windows, MacOs y Linux. Flutter usa el lenguaje Dart, conocido por su sintaxis sencilla, fácil de aprender, posee una amplia variedad de paquetes, herramientas diseñadas para facilitar la creación interfaces gráficas y funcionalidades avanzadas. Su arquitectura programable es con la lógica de “widgets” con una flexibilidad personalizable enfocado en el diseño para adaptarlo a cualquier tipo de necesidad de un proyecto.

### ***2.6.1 IDX de Google***

El Project IDX desarrollado por Google, es un innovador software para el propósito de Experiencia de Desarrollo Integrada (IDX). Su entorno permite simplificar y agilizar procesos de creación de aplicaciones web y multiplataforma. Su uso es basado en la nube facilitando la integración de herramientas relacionadas con Web app, Backend, Mobil, Artificial Intelligence and Machine Learning (AI&ML) y DataBases. Estos relacionan la mayoría de los lenguajes de programación y asocia a Dart (lenguaje de Flutter). IDX permite usar “Gemini Api” una inteligencia artificial vincula en todos los productos de Google, facilitando interacción humano-maquina como asistencia, orientación y ruta de aprendizaje. Además, es de gran utilidad para la revisión del código, identificar errores de estructura lógica y simplifican la realización de pruebas, con estas características hacen de IDX una opción complementaria y eficiente para el desarrollo de aplicaciones Flutter.

### ***2.6.2 Visual Studio Code***

Visual Studio Code, es un editor de código fuente, diseñado y desarrollado por Microsoft para Windows, Linux, macOS, y plataformas web. Esta herramienta posee soporte nativo para

todos los lenguajes de programación que incluye depuración, integración de control de versiones y asistencia inteligente de código. Para el uso de Dart el lenguaje de Flutter, este ofrece extensiones Flutter-Dart que poseen la capacidad de asistencia y orientación en los proyectos, mejorando la productividad a través del Android Emulador API que permite depurar aplicaciones móviles.

### **2.6.3 Android Studio**

Es el entorno de desarrollo oficial para aplicaciones Android, desarrollado por Google. Esta herramienta está basada en IntelliJ IDEA (entorno de desarrollo integrado) e incluye características robustas diseñadas para las aplicaciones móviles. Facilita simular dispositivos reales, probar diferentes resoluciones de pantalla y realizar análisis detallados del comportamiento de las aplicaciones, asegurando que los proyectos sean funcionales y eficientes.

Flutter en Android Studio ofrece una integración fluida con el lenguaje Dart y su entorno da la opción de compilar y ejecutar proyectos directamente desde el entorno. Además, incluye herramientas avanzadas como un editor de código con autocompletado por medio de la asistencia de plugin (extensiones adicionales de código) integrados. El cual posee variedad de emuladores integrados para pruebas, depuración y facilitan identificar alternativas para solucionar problemas durante el desarrollo de un proyecto tipo aplicación para cualquier plataforma.

## **2.7 Web Service**

Las aplicaciones modernas requieren los Web Service para la comunicación, servicios en la nube, escalabilidad y seguridad en la transmisión de datos entre sistemas distribuidos a través de la web y entorno remotos bajo protocolo IoT (internet de las cosas). Existen dos enfoques principales: el SOAP (Simple Object Acces Protocol) el cual permite usar XML un conjunto de

reglas estrictas para el intercambio de mensajes-datos estructurados utilizando HTTP (Hypertext Transfer Protocol) usado en las comunicaciones entre servidores y cliente, SMTP (Protocolo Simple de transferencia de correo) o TCP (Protocolo de Control de Transmisión) y REST (Representational State Transfer) permite que los sistemas se comuniquen entre si usando el protocolo HTTP. REST con su protocolo principal permite la comunicación mediante peticiones como GET, POST, PUT y DELETE asociados a los métodos para enviar y recuperar datos cliente-servidor web. Su flexibilidad y menor carga de procesamiento lo hacen una opción eficiente facilitando intercambio de datos en formatos como JSON, XML o texto plano.

Por otro lado, los servicios se orientan a tareas específicas con el uso de recursos de alto cómputo y servidores en la nube. Entre las plataformas más usadas tenemos Google Cloud, que ofrece servicios de multiplataforma, almacenamiento, procesamiento, inteligencia artificial y escalar aplicaciones destacando su infraestructura con soluciones escalables con soporte para API. Render, permite el despliegue de contenedores con tareas definidas y bases de datos. Microsoft Azure, brinda infraestructura robusta para la implementación de Web Service en distintos lenguajes de programación. N-Grok, facilita la exposición de servidores locales en la web mediante túneles(caminos) seguros. IBM Cloud que proporciona soluciones avanzadas para el desarrollo de aplicaciones en la nube con inteligencia artificial. Railway ofrece productos y servicios en la nube de alto cómputo para las aplicaciones web.

### **2.7.1 Render**

Es una plataforma que integra servicios de computación en la nube para la ejecución de aplicaciones y servicios en la web-nube. Su integración permite contenedores de procesos que facilita el desarrollo escalable de sistemas web, aplicaciones móviles para Android e IOS y

servicios integrados con múltiples lenguajes de programación. Además, el despliegue de servidores en la nube sin la necesidad de preocuparse por la administración manualmente de estos.

Una de las principales ventajas de Render es su versatilidad para tener un control en la demanda del tráfico de datos, con el propósito de manejar el incremento e intercambio de flujo de información sin la intervención manual. Esto permite soportar la variedad de plataformas e integración de repositorios de código como GitHub, GitLab y Bitbucket. Generalmente los despliegues son automáticos dependiendo de las instrucciones establecidas en los algoritmos utilizando los protocolos HTTP GET Y HTTP POST, para ejecutar las funciones definidas en las aplicaciones de web service.

### **3. Desarrollo Metodológico**

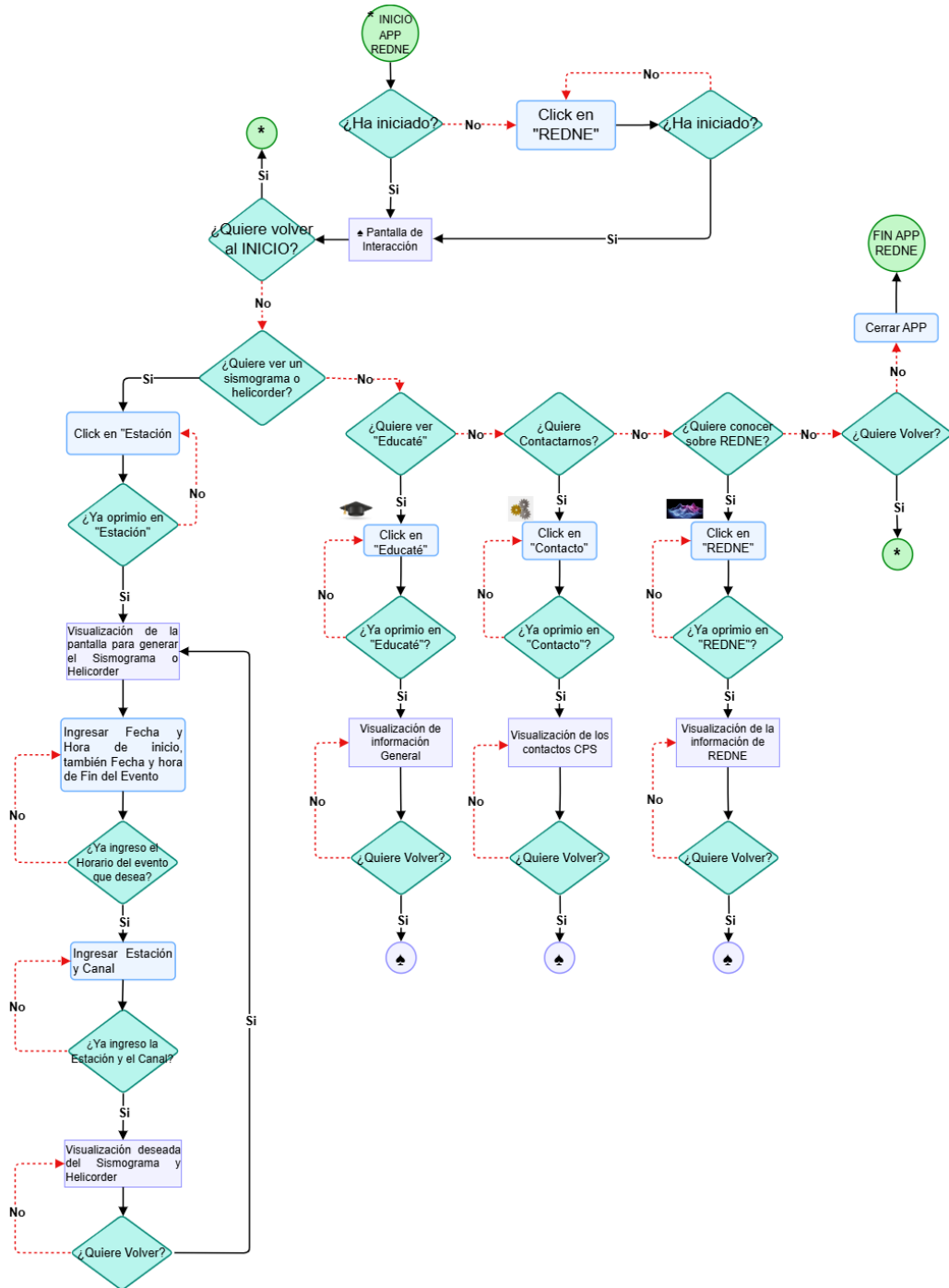
Con el propósito aplicar metodologías adecuadas para el diseño del ejecutable tipo Android, este capítulo detalla la ruta del proceso de la aplicación REDNE, abordando desde los bocetos base hasta la interfaz real, la configuración del lenguaje Dart y el uso del protocolo de comunicación HTTP GET para consultar al servidor OSSO a través del web service

#### **3.1 Flujograma de la Aplicación**

Se diseñó el flujograma de la aplicación destacando la navegación intuitiva para acceder a funcionalidades definidas para cada pantalla. En la Figura 6 representa la ruta lógica, destacando los eventos de interacción y los resultados esperados. Además, permite establecer una ruta para el diseño del boceto de las interfaces de las pantallas, la ruta para lógica de la programación del front-end y funcionalidades necesarias de la aplicación. Una vez defino el flujograma, se procedió a diseñar el boceto de las pantallas utilizando la herramienta Mockitt.

**Figura 6**

*Flujograma para Establecer la Ruta de los Bocetos y lógica de programación.*



*Nota.* Ruta de las funcionalidades de las pantallas en draw.io

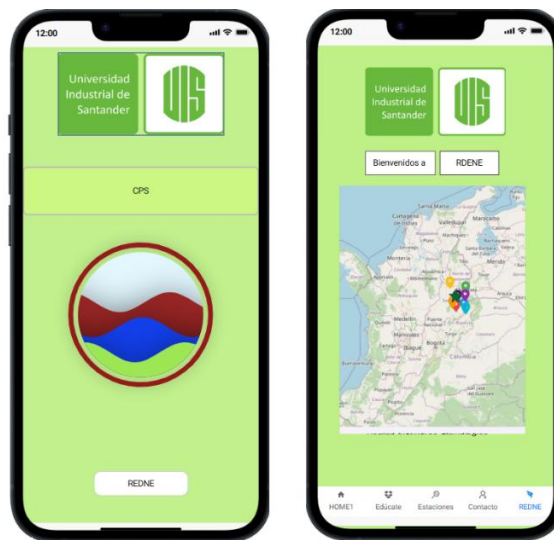
### 3.2 Boceto de la Aplicación en Mookit

Para el diseño de la aplicación móvil, los bocetos se realizaron mediante la herramienta “mockitt” para establecer la experiencia de usuario (UX) y la interfaz de usuario (UI). Esto permitió generar los diferentes bocetos interactivos en su primera versión. Cada página compuesta facilitaba visualizar los cambios necesarios y así aplicar antes de realizar en código Dart las interfaces, está relacionada con el Front-end de la aplicación.

Las diferentes mejoras se enfocaron para el grupo CPS y un público en general, con el propósito identificar los comportamientos de la aplicación en los bocetos. Por lo tanto, este familiarizaba una versión real de la interfaz de la aplicación móvil y así fomentar los cambios necesarios para cumplir el requerimiento de la aplicación intuitiva (Figura 7).

#### Figura 7

*Boceto de la Pantalla Inicial y del Menú en Mookit*



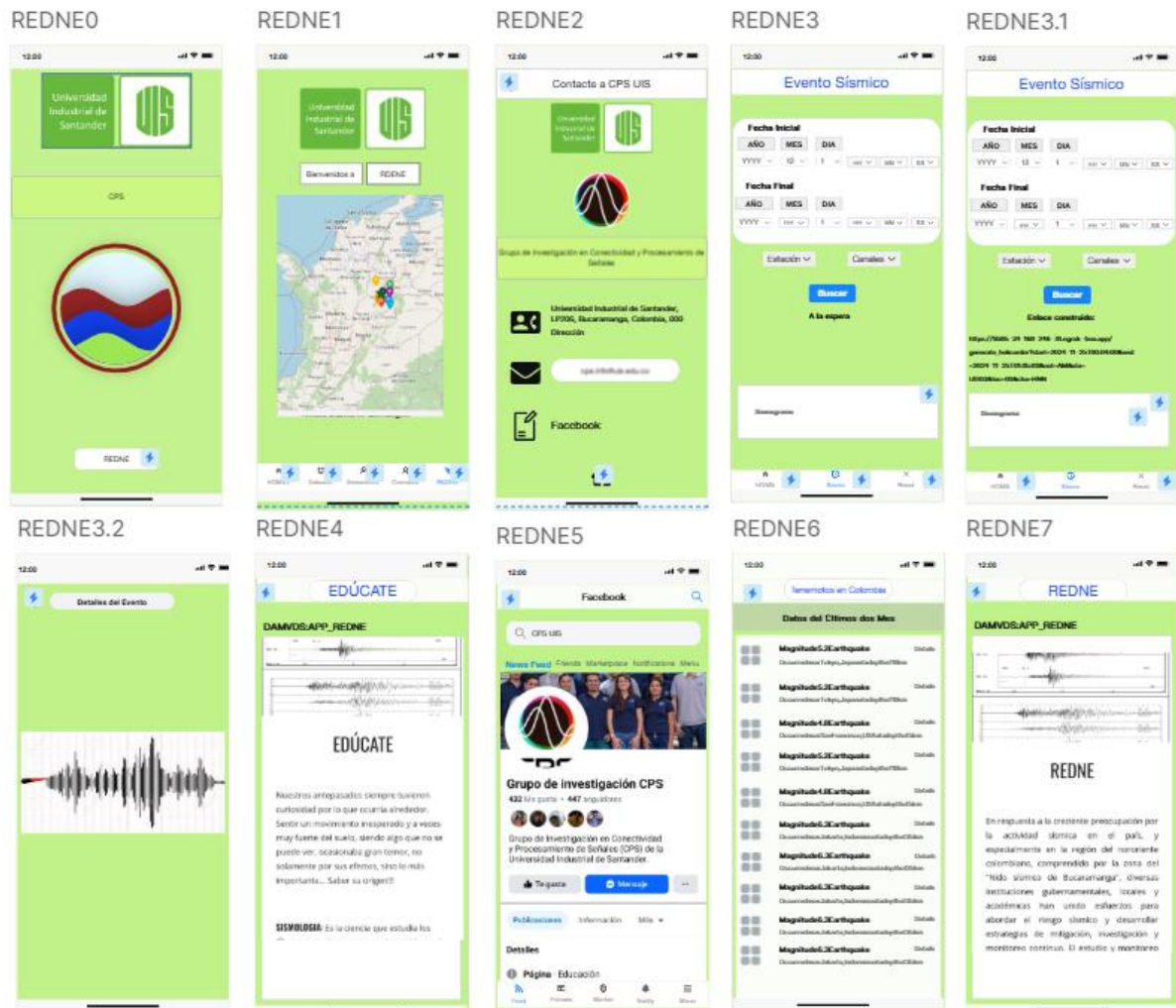
### **3.2.1 Boceto Final de la Aplicación Móvil**

El boceto final de la aplicación está compuesto por un total de siete pantallas, cada una diseñada para cubrir una funcionalidad específica. Estas pantallas están interconectadas a través del menú de navegación establecido en la segunda pantalla (Figura 7), y su diseño de interfaz facilita la interacción del usuario-pantalla permitiendo acceder de forma directa a secciones clave como; inicio, educación, estación, contacto y REDNE.

A continuación, se presenta un resumen visual de todas las pantallas relacionando el boceto final (Figura 8). Esta vista destaca el diseño unificado y la consistencia estética del proyecto, que busca garantizar una experiencia de usuario eficiente y agradable.

**Figura 8**

*Vista General del boceto: Pantallas Completas en Mookit*



### 3.2.2 Restricciones en la Interfaz de Mookit a Flutter

En los bocetos iniciales de la app REDNE, se definieron estructuras de pantallas estandarizadas utilizando los bocetos predeterminados de Mookit. Sin embargo, al trasladar el diseño a lenguajes Dart en Flutter, surgieron modificaciones significativas debido a la variedad de diseños y complementos disponibles en el framework de IDX y visual Studio. Esto generó ajustes con las

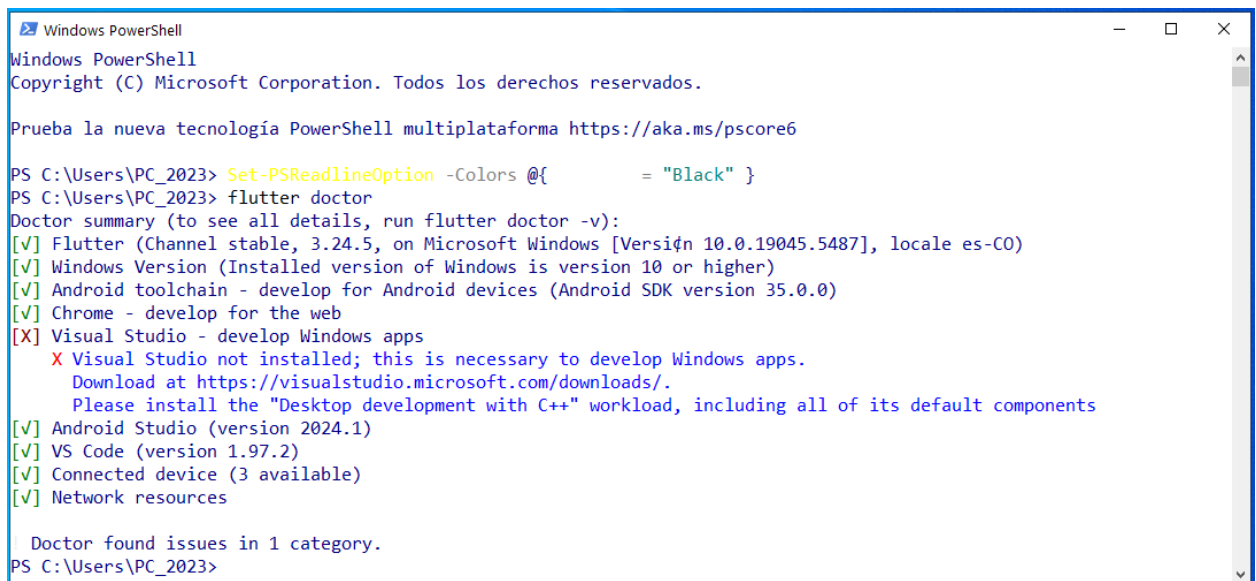
extensiones adicionales de editor de código (plugins) anexados, implicando cambios en las pantallas o restringir el boceto final de la Figura 8.

### 3.3 Instalación, Configuración de Flutter en Visual Studio, Android Studio e IDX

Para instalar y configurar el entorno de Flutter, se siguen las indicaciones establecidas en la documentación oficial de IDX de Google y VS Code de Microsoft. El proceso incluye descargar e instalar el SDK (ejecutable) de Flutter y la configuración de las variables en el sistema operativo Windows 10 o Windows 11. Posteriormente, se ejecuta el comando “Flutter doctor” en POWERSHELL relacionado con los comandos de sistema (Figura 9). El cual permite ver los programas necesarios para el uso del lenguaje Dart.

#### Figura 9

*Flutter doctor, primeros pasos al lenguaje Dart.*



```
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

Prueba la nueva tecnología PowerShell multiplataforma https://aka.ms/pscore6

PS C:\Users\PC_2023> Set-PSReadlineOption -Colors @{          = "Black" }
PS C:\Users\PC_2023> flutter doctor
Doctor summary (to see all details, run flutter doctor -v):
[✓] Flutter (Channel stable, 3.24.5, on Microsoft Windows [Version 10.0.19045.5487], locale es-CO)
[✓] Windows Version (Installed version of Windows is version 10 or higher)
[✓] Android toolchain - develop for Android devices (Android SDK version 35.0.0)
[✓] Chrome - develop for the web
[X] Visual Studio - develop Windows apps
    X Visual Studio not installed; this is necessary to develop Windows apps.
      Download at https://visualstudio.microsoft.com/downloads/.
      Please install the "Desktop development with C++" workload, including all of its default components
[✓] Android Studio (version 2024.1)
[✓] VS Code (version 1.97.2)
[✓] Connected device (3 available)
[✓] Network resources

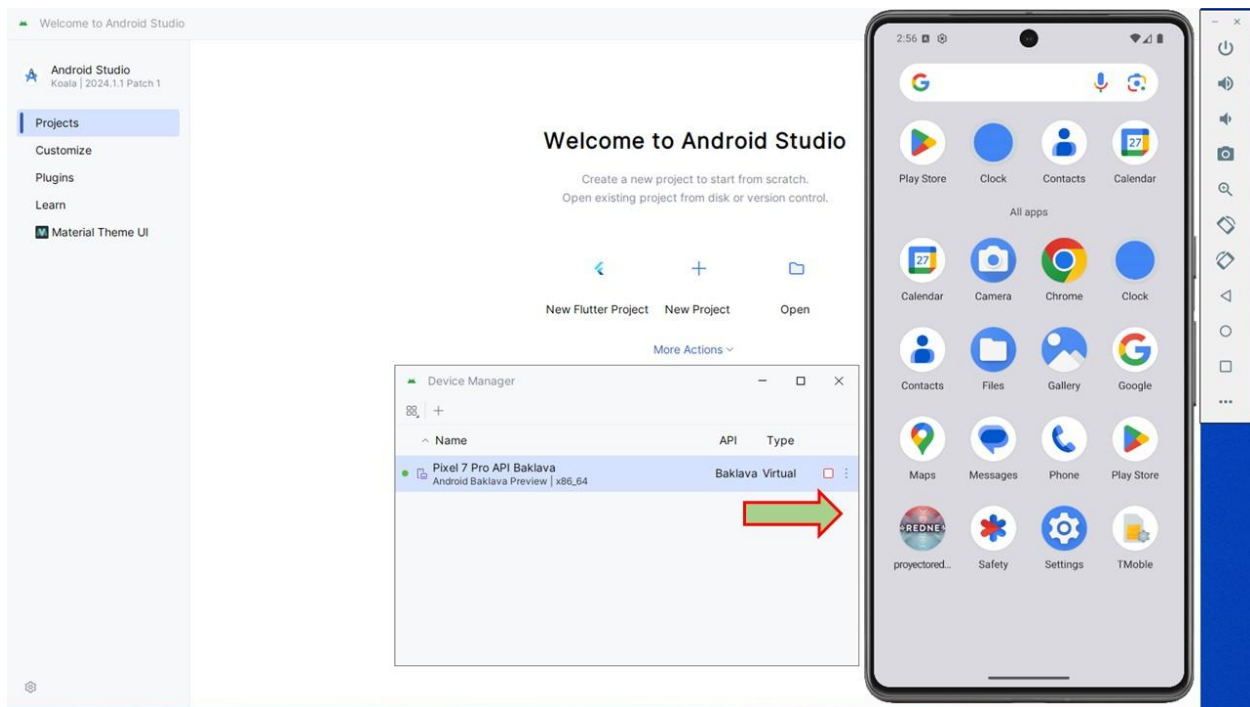
Doctor found issues in 1 category.
PS C:\Users\PC_2023>
```

*Nota.* El comando “Flutter doctor” otorga información de los requisitos para usar Flutter

Además, es esencial complementar esta instalación con herramientas como Visual Studio, Android Studio para el lenguaje Dart, las cuales facilitan el desarrollo de aplicaciones. En particular, Android Studio permite ejecutar emuladores que simulan dispositivos Android, una función crucial para realizar pruebas de la aplicación en diferentes tamaños de pantalla y sistemas operativos Figura 10.

### Figura 10

*Emulador de Android para de integrar emuladores con pantallas de 5”, 7” y 12”*

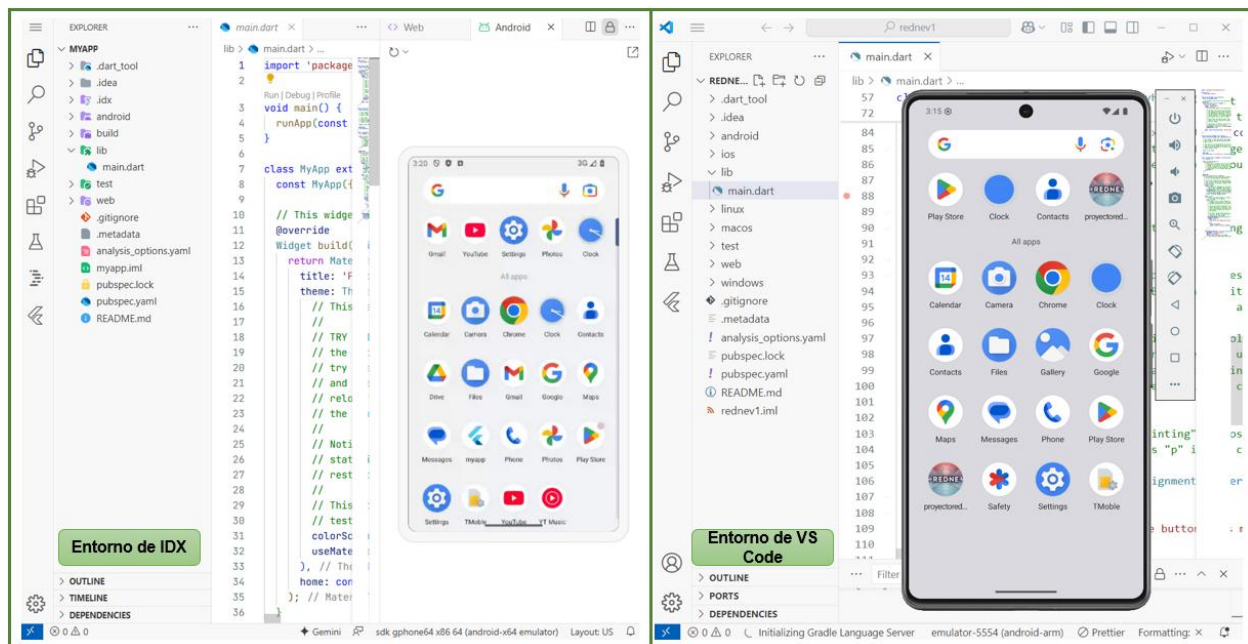


Los emuladores de Project IDX y Visual Studio (Figura 11). dan la opción de ver el comportamiento de la aplicación durante el proceso de compilación y depuración del código base. Estas herramientas facilitan la interacción, modificación en tiempo real de las pantallas y ver su

comportamiento a los cambios realizados en las funcionalidades de la aplicación, errores de compilación.

**Figura 11**

*Entorno Inicial del Emulador en IDX y Visual Studio Code*



*Nota.* Reflejan la estructura inicial del proyecto REDNE. El “pubspec.yaml”. es un archivo que permite instalar paquetes necesarios para el uso de librerías asociado a las funcionalidades de Android. Es clave para la actualización del ejecutable para el sistema Android.

## 4. Resultados

Se diseñó una aplicación móvil para sistemas Android y compatibles, destacando la visualización de datos sísmicos recolectados por la red REDNE, este capítulo resalta el uso de IDX y visual estudio para estructurar la interfaz de las pantallas de la aplicación. La adopción de GitHub (Repositorio de códigos) junto con Render (Servicios en la nube) para el despliegue del

procesamiento de datos sísmicos con el web service. Además, la aplicación facilita futuras actualizaciones e integración de más funcionalidades.

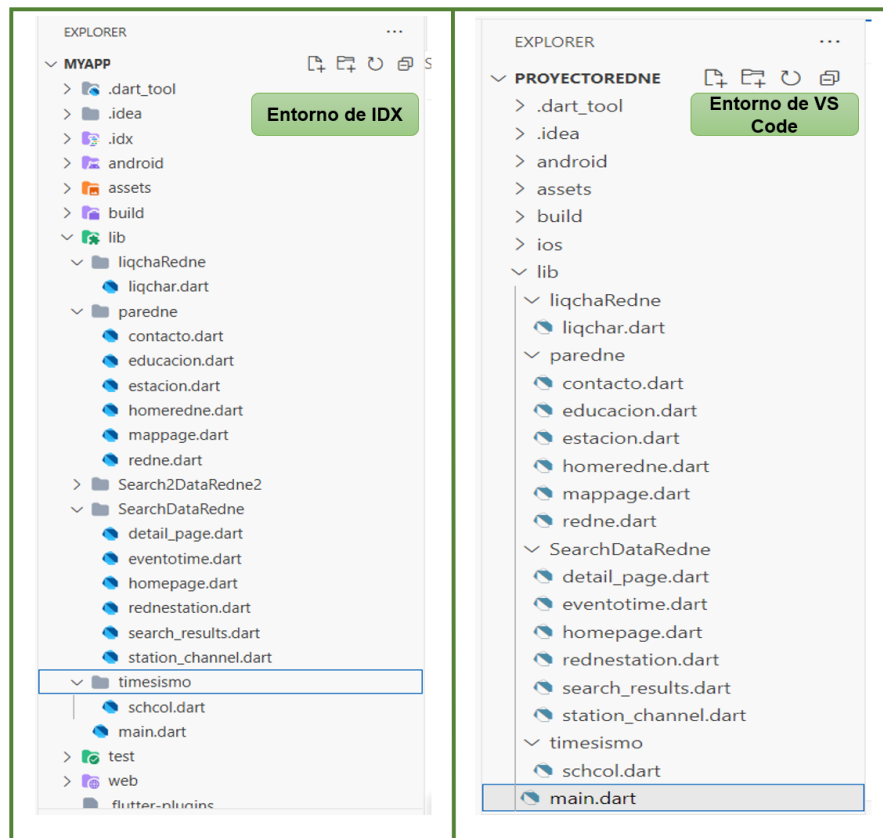
#### **4.1 Creación del Proyecto REDNE**

El proyecto en Flutter requiere la configuración básica en los entornos de IDX y Visual Studio para el formato Android. Una vez estructurado el proyecto, el código principal se aloja en la carpeta “lib”, en esta se organiza las subcarpetas asociadas al frente-end (interfaces de la aplicación) en nuestro caso conformadas por siete pantallas. Dentro de las subcarpetas se contiene los archivos Dart, estos vinculan la lógica de la interfaz, funcionalidades, clases y funciones de la aplicación móvil. Además, automáticamente se crea el archivo main.dart, este es el punto de entrada principal de la aplicación (Figura 12).

En el proceso de las interfaces en lenguaje Dart para la aplicación se utilizaron ambos entornos de desarrollo de manera complementaria. IDX se utilizó principalmente para correr la aplicación de forma rápida, probar cambios inmediatos y con la asistencia de Gemi (Inteligencia Artificial de Google) para sugerencias y corrección de errores. Para el caso de Visual Studio Code nos permitió un control más avanzado del código fuente, integración de versiones, depuración de código, corrección y construcción del ejecutable para Android.

**Figura 12**

*Código Base del Front-end, Entorno IDX y Visual Studio Code*



*Nota.* Presenta la organización del código fuente de cada mini proyecto. Las subcarpetas relacionan las clases y funcionalidades de las pantallas.

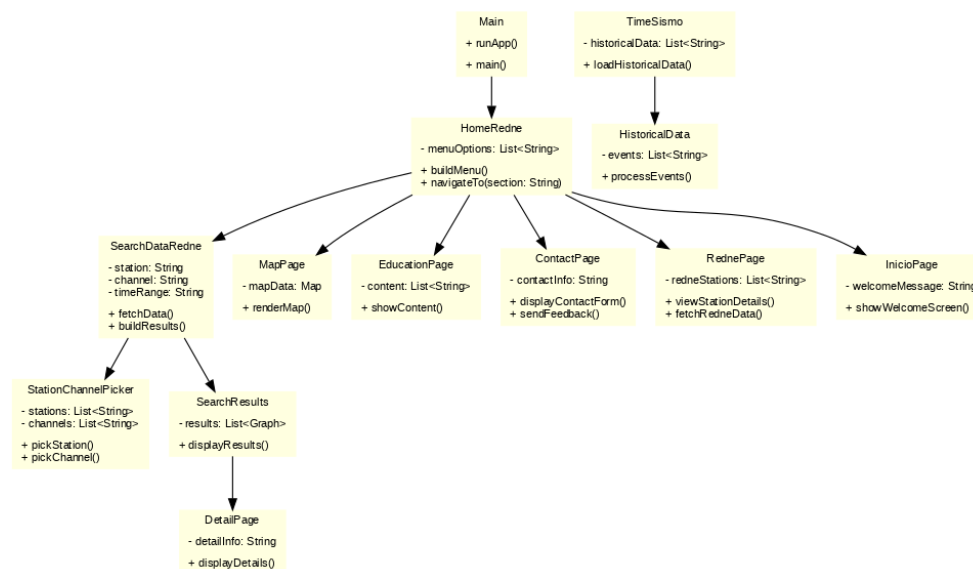
#### 4.1.1 Diagrama Lenguaje Unificado de Modelo (UML) de la Aplicación

El UML representa la estructura de la lógica asociada a los módulos de la aplicación móvil. Este encapsula las clases y funcionalidades de las pantallas en la interfaz de usuario (UI). Para tener una secuencia es necesario relacionar los archivos dart de la aplicación en el diagrama (UML), el cual facilita comprender los caminos que toma la barra de menú principal hacia las otras pantallas. El diagrama destaca el punto de partida `main.dart`, encargado de la pantalla de inicio de

la aplicación, que a su vez por medio del botón REDNE permite ingresar a la segunda pantalla. Del cual, contiene el menú de navegación que coordina toda la fluidez entre las pantallas Figura 13.

**Figura 13**

*Diagrama UML*



*Nota.* Presenta la organización del código fuente de cada mini proyecto. Relacionando las funciones y la interfaz con respecto a las pantallas de la aplicación. esto va relacionando con el flujograma del capítulo 3.1. Figura 6.

## 4.2 Front-End y Back-End de la Aplicación REDNE

Este capítulo describe la arquitectura de la aplicación compuesta por el front-end, el cual define la interfaz de usuario-pantalla e internamente la funcionalidad de construir el URLs necesario para realizar solicitudes al web service. El back-end asocia la lógica para el procesamiento de datos miniSEED y los protocolos de comunicación entre los servidores a través

de la plataforma Render. Esto garantiza el correcto procesamiento de los datos sísmicos y su posterior visualización en la aplicación.

#### ***4.2.1 Menú Principal y las Pantallas de Navegación de la Aplicación***

Para el caso de la segunda pantalla facilita observar la geolocalización de las estaciones de la red REDNE y la barra de navegación principal a otras pantallas, esta gestiona el menú conformado por los iconos: Inicio, Edúcate, Estación, Contacto y REDNE (Figura 14. Pantalla 2). De manera intuitiva facilitan la navegación para acceder a sus respectivas pantallas. Para el caso de Edúcate y REDNE fueron diseñadas para proporcionar información de contenido educativo sobre la sismología, detalles de la red y pensado para personas naturales. Su navegabilidad permite la redirección al sitio web del proyecto. Además, Contacto ofrece una interfaz con iconos que facilitan los canales de información para contactar al grupo CPS (Figura 14. Contacto). Estación tiene las funcionalidades principales de la aplicación, destacando la interacción usuario-pantalla. Su lógica permite construir el enlace URL necesario para realizar la solicitud al servicio de FDSN (Federation of Digital Seismograph Networks), el cual posee una interfaz de programación de aplicaciones (API) que facilita realizar solicitudes al servidor OSSO (Figura 5).

Por otra parte, en estación contiene el icono de “sismos” permitiendo realizar la consulta de los últimos eventos sísmicos de la región del nororiente colombiano por medio de la API externa asociada al Servicio Geológico de los Estados Unidos, para facilitar al usuario el inicio y fin de un evento histórico (Figura 14. Terremotos en Colombia).

**Figura 14***Front-End asociado a la interfaz real del Proyecto*

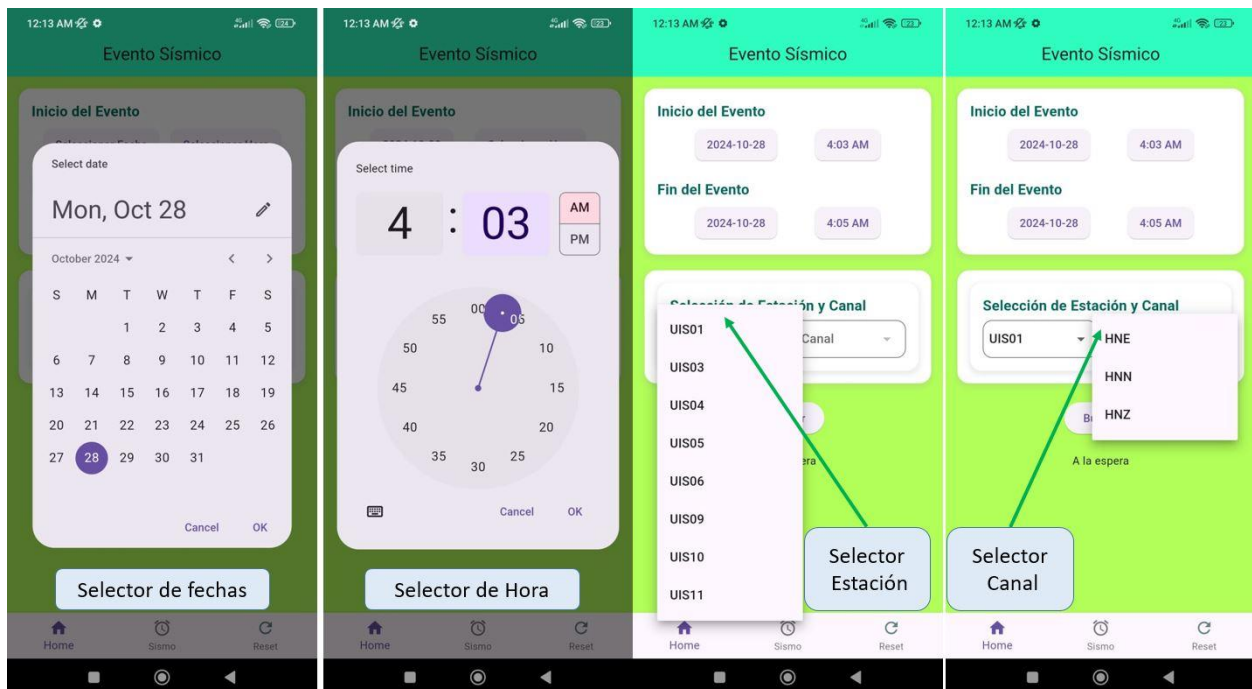
#### 4.2.2 Construcción de la Solicitud Web Service para Consultas de Sismogramas y Helicorders

El web service es la funcionalidad principal de la aplicación móvil, el cual ejecuta los protocolos de comunicación al servidor OSSO, validar la descargar de los datos y efectuar el procesamiento para obtener la información relevante asociado al sismograma y helicorder. La activación del web service depende de la construcción del enlace, este proceso se ejecuta cuando el usuario establece los parámetros de consulta por medio de la iteración usuario-pantalla (Figura

15). Definiendo el rango de fecha de inicio-fin del evento por medio de selectores visuales-iterativos calendario y reloj. Además, se establece el tiempo máximo de quince minutos para consulta del sismograma y de siete a nueve horas para el helicorder. Por otro lado, se debe tener en cuenta la selección de la estación y el canal por medio de menú desplegable. Lo anterior construye dinámicamente el enlace URL necesario para solicitar el servicio de la FDSN asociado al servidor de OSSO (Figura 5).

**Figura 15**

*Selectores Visuales de Consulta*



*Nota.* Se observa la interfaz de usuario para la selección de parámetros de consulta, incluyendo el rango de tiempo y la estación de monitoreo.

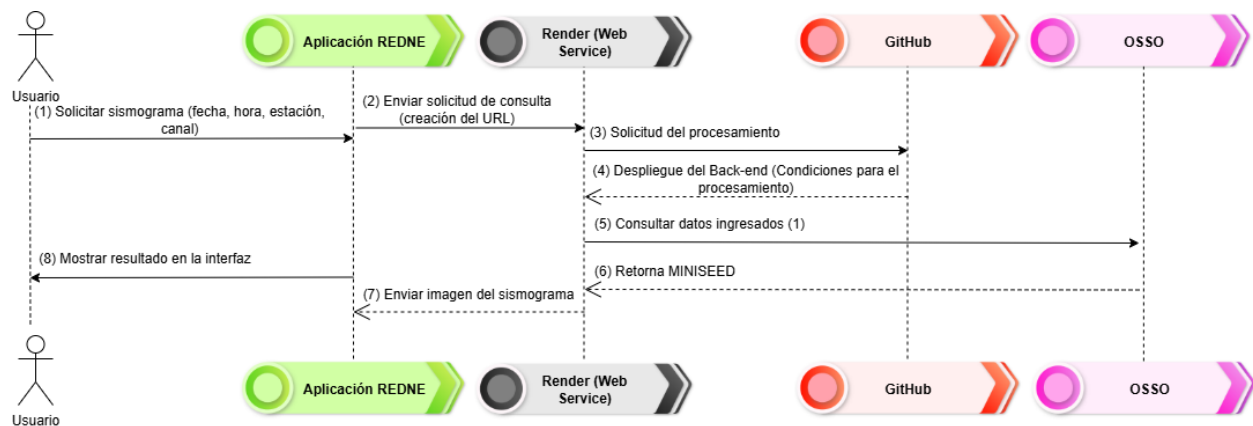
Una vez el URL esté construido por el usuario y enviado a través del botón buscar (Figura 16). Pasos 1 y 2). Se activa el web service por parte de Render, este recibe la solicitud desplegando

el algoritmo de procesamiento a través de los protocolos de comunicación entre los servidores de Render, GitHub y OSSO. La funcionalidad del back-end es gestionar las solicitudes donde Render actúa como intermediario principal para activar el web service, este involucra el algoritmo de procesamiento de los archivos miniSEED, a través de código Python alojado en GitHub.

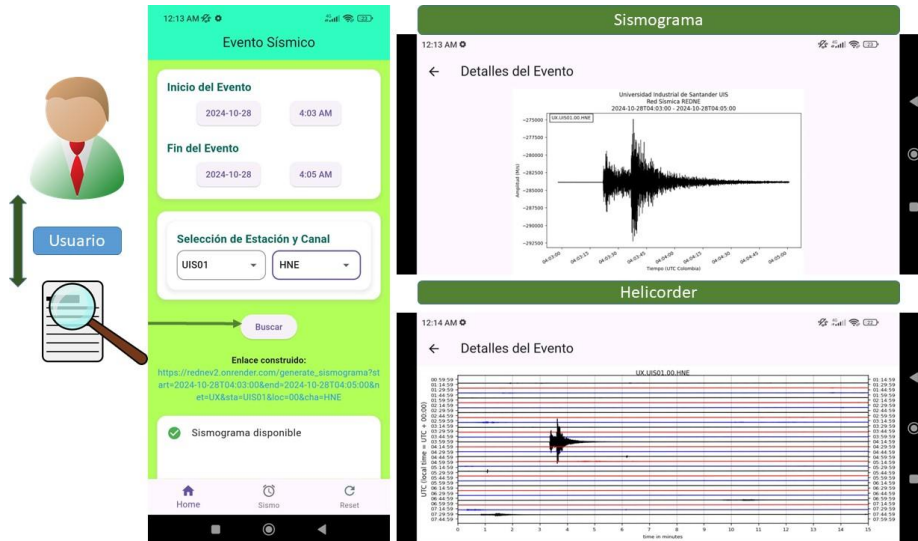
Por último, se ejecuta las solicitudes HTTP GET al servido OSSO en base a los parámetros establecidos por el usuario, verificando si el URL es correcto para efectuar la descarga de los datos (Figura 16 Pasos 3, 4, 5 y 6). Si cumple, Render posee respuesta de confirmación a través del web service, este procede a la construcción de la imagen y la envía a la aplicación móvil para su visualización como sismograma o el helicorder (Figura 16. Pasos 7 y 8). Según la consulta realizada por el usuario desde la aplicación, este lograra observar la imagen Figura 17.

**Figura 16**

*Funcionamiento del Web Service de la aplicación móvil*



*Nota.* Se observa la ruta para la ejecución del web service para mostrar datos del servidor OSSO.

**Figura 17***Resultado Final*

*Nota.* Se observa el resultado del sismograma y helicorder para la fecha del 28 de octubre del 2024, datos captados y almacenado por la red REDNE.

### 4.3 Pruebas y Validación

Para la verificación de funcionamiento de la aplicación se realizaron pruebas de instalación en diferentes dispositivos de alta y media gama con Android 9, HarmonyOS 3. El ejecutable generado en visual estudio o IDX al instalar en los dispositivos móviles, su instalación permitió la fluidez de la interfaz de la aplicación sin problemas de rendimiento en el mismo.

Para el caso del ejecutable instalado con errores, la aplicación no se ejecutará en los dispositivos, esto se debe a que relaciona errores de configuración para Android desde el código base o error de compilación. La notificación del sistema Android por defecto es un mensaje de mal funcionamiento, instalación errónea.

Para los tiempos de respuestas en las consultas, el web service maneja tiempo muy reducidos en segundos. Para el caso de errores en el proceso de consulta, la plataforma de Render facilita ver en consola de los errores relacionados con los servidores de OSSO, Render, Github y la aplicación. El historial se puede consultar en los logs (Informacion de la actividad del sistema en Render) da detalles del despliegue del back-end en el web service y las consultas desde la aplicación. Estos se relacionan en modo para la confirmación y falla del web service.

## 5. Conclusiones

- La aplicación móvil REDNE representa un avance significativo para la accesibilidad y visualización de datos sísmicos de la red del nororiente colombiano. Al integrar la tecnología móvil con servicios de la nube se logró superar las limitaciones de acceso a los datos almacenados por la red REDNE. Facilitando su consulta desde cualquier lugar con acceso a internet. Además, la aplicación evidencia el potencial de las tecnologías móviles para la divulgación de datos sísmicos, esta aplicación contribuye al fortalecimiento de la infraestructura del monitoreo sísmico de la red.
- La aplicación demostró un rendimiento estable en dispositivos con versiones de Android desde 8.0 hasta 14.0 y HarmonyOS 3.0.0.216, garantizando una experiencia de usuario fluida y sin interrupciones. Sin embargo, se identificó la necesidad de realizar actualizaciones periódicas para mejorar la compatibilidad para las nuevas versiones del sistema Android y sistemas alternativos, asegurando su funcionalidad a largo plazo.
- Además de facilitar el acceso a datos sísmicos, REDNE incorpora una sección Edúcate, destinada a la difusión de conocimientos sobre sismología para distintos públicos, incluyendo estudiantes, investigadores y ciudadanos interesados en la actividad sísmica de la región. De esta manera, la aplicación no solo actúa como herramienta de consulta, sino también fortalece el aprendizaje y creación de conciencia sobre el fenómeno sísmico.

## 6. Recomendaciones

- Para mejorar la eficiencia y disponibilidad de la aplicación REDNE, se recomienda implementar un web service implementando plataformas como Google Cloud Run, Realway o Microsoft Azure. Estas ofrecen escalabilidad, alto rendimiento y mayor capacidad de procesamiento, reduciendo posibles interrupciones en el servicio.
- Se recomienda modificar el algoritmo de procesamiento del back-end para proporcionar datos sísmicos más detallados, como magnitud, profundidad, ubicación exacta de los eventos, marcador de ondas P y S. Esto dará valor científico a la aplicación
- Es fundamental realizar actualizaciones cada 3 a 6 meses para asegurar la compatibilidad con nuevas versiones de Android y otros sistemas operativo-compatibles. Estas actualizaciones deben incluir librerías de la interfaz de usuario, mejoras en la eficiencia del código back-end y corrección de errores, asegurando la estabilidad y evolución continua de la aplicación.

### Referencias Bibliográficas

- Alanazi, A., & Alfayez, R. (2024). What is discussed about Flutter on Stack Overflow (SO) question-and-answer (Q&A) website: An empirical study. *Journal of Systems and Software*, 215. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2024.112089>
- El Tiempo. (2023, agosto 26). *Temblores en Colombia: ¿Cuántos sismos se registran diariamente en territorio nacional?* <https://www.eltiempo.com/vida/ciencia/temblores-en-colombia-cuantos-sismos-se-registran-diariamente-en-territorio-nacional-799863>
- Global Albuquerque Seismological Laboratory/USGS. (1988). *Global Seismograph Network (GSN - IRIS/USGS)* [Data set]. *International Federation of Digital Seismograph Networks*. <https://doi.org/10.7914/SN/IU>
- Hellweg, M., Dreger, D. S, Lomax, A., McPherson, R. C., & Dengles, L. (2024, octubre 22). The 2021 and 2022 North Coast California Earthquake Sequences and Fault Complexity in the Vicinity of the Mendocino Triple Junction. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 115(1), 140-162. <https://doi.org/10.1785/0120240023>
- Incorporated Research Institutions for Sismology (IRIS). (s.f). *ShakeAlert: Earthquake early warning system*. [https://www.iris.edu/hq/inclass/animation/shakealert\\_earthquake\\_early\\_warning\\_system](https://www.iris.edu/hq/inclass/animation/shakealert_earthquake_early_warning_system)

- Kong, Q., Patel, S., Inbal, A., & Allen, R. M. (2019). Assessing the Sensitivity and Accuracy of the MyShake Smartphone Seismic Network to Detect and Characterize Earthquakes. *Sismological Research Letters*, 90(5), 1937-1949. <https://doi.org/10.1785/0220190097>
- Lozano, C., Gomez, A., & Barajas, A. (2017, mayo). Respuesta del suelo durante el evento del nido sísmico de Bucaramanga del 10 de marzo de 2015 Mw 6.4. *Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, 1-8  
[https://www.researchgate.net/publication/328926915\\_Respuesta\\_del\\_suelo\\_durante\\_el\\_evento\\_del\\_nido\\_sismico\\_de\\_Bucaramanga\\_del\\_10\\_de\\_marzo\\_de\\_2015\\_Mw\\_64](https://www.researchgate.net/publication/328926915_Respuesta_del_suelo_durante_el_evento_del_nido_sismico_de_Bucaramanga_del_10_de_marzo_de_2015_Mw_64)
- Poli, P., Prieto, G. A., Yu, C. Q., Florez, M., Agurto-Detzel, H., Mikesell, T. D., ... & Pedraza, P. (2016). Complex rupture of the M 6.3 2015 March 10 Bucaramanga earthquake: Evidence of strong weakening process. *Geophysical Journal International*, 205(2), 988-994.  
<https://doi.org/10.1093/gji/ggw065>
- Sharma, N., Tripathi, R., & Tripathi, V. (2025). FreeFlow: A framework for server-driven mobile apps. *Science Talks*, 14. <https://doi.org/10.1016/j.sctalk.2025.100445>
- Souha, A., Benaddi, L., Ouaddi, C., & Jakimi, A. (2024). Comparative analysis of mobile application Frameworks: A developer's guide for choosing the right tool. *Procedia Computer Science*, 236, 597-604. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.05.071>

Houliston, D., Waugh, G., & Laughlin, J. (1984). Automatic real-time event detection for seismic networks. *Computers & Geosciences*, *10*, 431-436. [https://doi.org/10.1016/0098-3004\(84\)90043-8](https://doi.org/10.1016/0098-3004(84)90043-8)

Wilson, D. C., Hutt, C. R., Gee, L. S., Ringler, A. T., & Anthony, R. E. (2024). Global Seismic Networks Operated by the U.S. Geological Survey. *Seismological Research Letters*, *95*(3), 1578-1590. <https://doi.org/10.1785/0220230178>

## Apéndices

### Apéndice A. Recursos Tecnológicos del Proyecto

**Repositorio GitHub:** El proyecto posee un repositorio en GitHub con el propósito de fomentar la colaboración. Este incluye el código del algoritmo de procesamiento utilizado para la consulta y visualización de datos sísmicos en la aplicación. Al alojar el código en GitHub, se promueve la investigación a estudiantes a contribuir al desarrollo de nuevas versiones para dar a conocer información sísmica. [Clic aquí](#)

### Apéndice B. Project IDX

El proyecto cuenta con un Gmail asociado con IDX de Google, el cual contiene el código base de la aplicación móvil en lenguajes Dart. Con el propósito de mantener el respaldo de la versión básica de la aplicación, hasta la versión 2 actualizada. [Clic aquí](#).

### Apéndice C. Manual de Usuario

Para facilitar cambios a futuros relacionado con el web service, anexo de servicios, modificaciones de protocolo de comunicación y cambio de dominios correspondiente a las API de OSSO, USGS, Realway se estructuró un manual detallando los cambios necesarios en el Código base. [Clic aquí](#).

### Apéndice D. Entregables y Site del Proyecto

Para dar acceso todo usuario que dese consultar sobre el proyecto, ingresando a todo los entregables del proyecto. Con el propósito de facilitar la iteración y experiencia de la aplicación. Además, tendrá acceso para instalar la app desde un archivo apk o playa Store. [Descargar apk](#).

Play Store, [Site Proyecto](#), [Site APP](#)