

**Diseño y Desarrollo de la Interfaz Gráfica de Usuario para la guía de senderismo en el
geoparque cañón del Chicamocha por medio de dispositivos móviles**

Andres Julian Castañeda Patiño

Trabajo de Grado para Optar al título de Diseñador Industrial

Director

Luis Eduardo Bautista Rojas

Codirector

Clara Isabel López Guadrón

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Diseño Industrial

Programa académico de Diseño Industrial

Bucaramanga 2025

Dedicatoria

Este logro en mi vida es para mis padres, José Andres Castañeda Rueda y Erika Milena Patiño Jerez, gracias a su esfuerzo y apoyo puede culminar esta etapa de mi vida.

A mi abuela Graciela Jerez de Patiño, por ser mi mas grande tutora, por todo ese apoyo que mi brindo durante toda mi etapa de formación académica.

Agradecimientos

Extiendo un agradecimiento a la universidad industrial de Santander por ser un lugar muy especial para mí, pues pase agradables momentos.

A todos esos amigos que hice durante el transcurso de mi formación universitaria, a esas personas que se fueron volviendo casi una familia.

A los profesores Luis Eduardo Bautista Rojas y la profesora Clara Isabel López Guadrón por apoyarme durante el desarrollo de este proyecto, y a su vez a todos esos profesores que alguna vez me brindaron de su tiempo y sabiduría para ayudar también a culminar esta etapa de mi vida.

Tabla de Contenido

1. Planteamiento del Problema	15
1.1 Descripción del Problema.....	15
1.2 Contextos que originan la situación de estudio	17
1.2.1 Contexto Geográfico:	17
1.2.2 Contexto Social:	18
2. Justificación.....	18
3. Objetivos.....	20
3.1 Objetivo General	20
3.2 Objetivos específicos.....	20
4. Marco teórico.....	21
4.1 Diccionario	21
4.2 Antecedentes de la situación de estudio	22
4.3 Bases Legales	25
4.4 estado del arte.....	26
5. Metodología.....	33
5.1 Definir.....	33
5.1.1 Perfil usuario arquetipo	34
5.1.2 Empatizar.....	37
5.1.3 Modelo de Calidad FURPS	40
5.1.2 Requerimientos de diseño.....	42
5.2 Idear.....	45
5.2.1 Card storming híbrido.....	46
5.2.2 Workflow.....	46

5.3 Prototipar	47
5.3.1 prototipo en papel	48
5.3.2 Mockup.....	50
5.3.3 Prototipo funcional	53
6. Testear	65
6.1 Prueba de conocimiento	66
6.2 Prueba de usabilidad.....	71
7. Resultados.....	76
7.1 Análisis de resultados	76
7.1.1 Prueba en entorno pertinente, georuta desvio a Cepita a Puente se Cepita.....	77
7.1.2 Resultados prueba diagnóstica y comparativa de conocimiento.	79
7.1.3 resultados Prueba de usabilidad.....	82
8. Discusión y conclusiones	90
Referencias bibliográficas.	94
Apéndices	96

Lista de Tablas

Tabla 1. Georutas, (autoría propia).....	22
Tabla 2. Estado del arte, (autoría propia)	26
Tabla 3. Funcionalidad (F), (autoría propia)	40
Tabla 4. Usabilidad (U), (autoría propia)	40
Tabla 5. Confiabilidad (R), (autoría propia).....	41
Tabla 6. Rendimiento (P), (autoría propia)	42
Tabla 7. Soporte (S), (autoría propia).....	42
Tabla 8. Requerimientos de diseño, (autoría propia).....	42
Tabla 9. Preguntas prueba de conocimiento patrimonio biológico y geológico (autoría propia).....	68
Tabla 10. Afirmaciones cuestionario de satisfacción, (autoría propia)	73
Tabla 11. UEQ Escalas.....	86
Tabla 12. Valor medio por Ítems con su correspondiente escala.	87

Lista de figuras

Figura 1. Fases metodológicas para el diseño de la interfaz gráfica de usuario.....	33
Figura 2. Perfil de usuario 1.	35
Figura 3. Perfil de usuario 2.	36
Figura 4. Perfil de usuario 3.	37
Figura 5. Mapa empatía 1.....	38
Figura 6. Mapa empatía 2.	39
Figura 7. Mapa empatía 3.....	39
Figura 8. Card storming híbrido	46
Figura 9. Prototipo en papel	48
Figura 10. Tarjetas de información.....	50
Figura 11. Paleta de colores.....	51
Figura 12. Tipografía.....	52
Figura 13. Iconos y botones.....	53
Figura 14. pantalla de inicio	55
Figura 16. Pantalla de inicio del recorrido de una georuta.....	59
Figura 17. pantalla de información de punto de interés	60
Figura 18. pantalla de información de flora	61
Figura 19. pantalla de información de fauna	62
Figura 20. Pantalla SOS	63
Figura 21. Pantalla de mapa de acceso a la georuta	64
Figura 22. Pantalla de transición entre la información de la georuta y el inicio del recorrido	65
Figura 23. NIVEL SENDERIMOS PARTICIPANTES	77

Figura 24. Fotos Prueba en entorno pertinente 1.....	78
Figura 25. Fotos Prueba en entorno pertinente 2.....	78
Figura 26. Fotos Prueba en entorno pertinente 3.....	79
Figura 27. Resultados prueba diagnóstica	80
Figura 28. Resultados prueba comparativa de conocimiento.....	81
Figura 29. Comparación de conocimiento antes y después del uso de la IGU.....	82
Figura 30. Niveles de éxito o fracaso en la ejecución de las tareas.....	83
Figura 31. Resultados del cuestionario de satisfacción	84
Figura 32. Resultados UEQ en escala media por persona.....	85
Figura 34. Gráfica valor medio escalas	89
Figura 35. Distribución de respuesta por ítem.....	89

Lista de Apéndices

Apéndice A Enlace a Prototipo de la interfaz gráfica del usuario Geoparque Cañón del Chicamocha 96

Apéndice B Eficiencia Tiempo y número de errores por tarea 96

Apéndice C Diagrama Workflow 96

Resumen

Título: Diseño y Desarrollo de la Interfaz Gráfica de Usuario para la guía de senderismo en el geoparque cañón del Chicamocha por medio de dispositivos móviles. *

Autor: Andres Julián Castañeda Patiño **

Palabras clave: geología, diseño de interfaz, geoparque, georuta, interfaz, senderismo, caminata, aplicación, app, patrimonio, cultura, aprendizaje, geoturismo.

Descripción:

El proyecto se enfocó en diseñar y validar una interfaz gráfica de usuario para una aplicación móvil orientada a mejorar la experiencia de los senderistas en el Geoparque Cañón del Chicamocha. Se identificó como problema central la ausencia de información precisa y accesible sobre las georutas —su longitud, dificultad, clima y patrimonio geocultural—, lo que afecta la comprensión del territorio, limita la accesibilidad y aumenta riesgos de seguridad. La propuesta buscó responder a esta necesidad mediante una aplicación funcional sin conexión, capaz de integrar datos geológicos, biológicos y culturales de tres rutas previamente seleccionadas.

La metodología combinó herramientas de design thinking y lineamientos de diseño de interfaces. A partir de una revisión bibliográfica se definieron requerimientos bajo el modelo FURPS, que luego se tradujeron en funcionalidades mediante flow work, storyboards y diagramas de tareas. Esto permitió construir prototipos en papel y un prototipo funcional en Figma con módulos de rutas, mapas interactivos, información patrimonial y un sistema SOS de emergencias.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela Diseño Industrial. Director Luis Eduardo Bautista Rojas. Codirector Clara Isabel López Guadrón.

La validación se desarrolló con 16 participantes en contextos controlados y pertinentes. Se aplicaron pruebas de conocimiento, usabilidad y cuestionarios de experiencia de usuario (UEQ). Los usuarios mostraron un incremento del 43 % en las respuestas correctas entre la evaluación inicial y posterior al uso del prototipo, evidenciando su pertinencia educativa. En usabilidad, la mayoría de tareas fueron completadas exitosamente, aunque se identificaron retrasos derivados del entorno de prototipado. Las encuestas de satisfacción registraron promedios superiores a 4,8/5, superando ampliamente el valor de referencia de 3,7, mientras que las escalas de atracción, claridad y estimulación del UEQ obtuvieron valoraciones muy positivas. Estos resultados demuestran que la interfaz diseñada contribuye significativamente a la orientación, aprendizaje y seguridad de los senderistas.

Abstract

Title: Design and Development of the Graphical User Interface for a Hiking Guide in the Chicamocha Canyon Geopark through Mobile Devices*

Author: Andres Julián Castañeda Patiño**

Keywords: geology, interface design, geopark, georoute, interface, hiking, trekking, application, app, heritage, culture, learning, geotourism.

Description:

The project focused on the design and validation of a graphical user interface for a mobile application aimed at enhancing the experience of hikers in the Chicamocha Canyon Geopark. The central problem identified was the lack of precise and accessible information about the georoutes—such as their length, difficulty, weather conditions, and geocultural heritage—which limits territorial understanding, reduces accessibility, and increases safety risks. The proposal sought to address this need through an offline-capable application integrating geological, biological, and cultural data from three selected routes.

The methodology combined design thinking tools with interface design guidelines. Based on a literature review, requirements were defined following the FURPS quality model and later translated into concrete functionalities through flowwork diagrams, storyboards, and task analyses. This process enabled the construction of paper prototypes and a functional Figma prototype featuring route modules, interactive maps, heritage information, and an SOS emergency system.

* Undergraduate Thesis

** Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Industrial Design. Advisor: Luis Eduardo Bautista Rojas. Co-advisor: Clara Isabel López Guadrón.

Validation was conducted with 16 participants in both controlled and relevant environments. Knowledge tests, usability assessments, and user experience questionnaires (UEQ) were applied. Results revealed a 43% increase in correct answers between the initial assessment and the post-interaction test, demonstrating the interface's educational value. Regarding usability, most tasks were completed successfully, with minor delays attributed to the prototyping environment rather than the intended native application performance. Satisfaction surveys reported averages above 4.8/5—well above the 3.7 reference value—while the UEQ scales for attractiveness, clarity, and stimulation showed highly positive evaluations. These findings indicate that the designed interface significantly contributes to hikers' orientation, learning, and safety.

Introducción

El Geoparque Cañón del Chicamocha constituye uno de los territorios más representativos del patrimonio natural y cultural de Colombia. Su riqueza geológica, biológica y paisajística lo convierte en un escenario de alto valor científico, educativo y turístico; sin embargo, gran parte de su potencial aún permanecen invisibilizadas por la ausencia de herramientas que faciliten la orientación y la divulgación de su contenido geológico y biológico. Las georutas, que deberían funcionar como ejes de conocimiento y disfrute del territorio, carecen de información centralizada, clara y accesible, lo que dificulta el recorrido de los senderistas y limita el desarrollo sostenible de las comunidades locales.

En este contexto surge la necesidad de diseñar una interfaz gráfica de usuario para una aplicación móvil que permita guiar a los visitantes a través de las georutas del geoparque, integrando datos geológicos, biológicos y culturales, y ofreciendo funcionalidades que fortalezcan la seguridad y la experiencia educativa. La propuesta responde a los desafíos derivados de la falta de conectividad en la zona, las condiciones climáticas variables y la creciente demanda de soluciones digitales que promuevan un turismo responsable.

El presente libro recopila el proceso completo de investigación, diseño, prototipado y validación de dicha interfaz. A través de un enfoque metodológico basado en el design thinking, se definieron los requerimientos funcionales, estéticos y simbólicos del sistema, se desarrollaron prototipos iterativos en papel y en plataforma digital, y se realizaron pruebas de usabilidad y de impacto educativo con usuarios en contextos controlados y pertinentes.

Los resultados obtenidos evidencian que la herramienta no solo facilita la orientación de los senderistas, sino que también contribuye a la apropiación del patrimonio geocultural del Cañón del Chicamocha, al fortalecimiento de la seguridad durante las caminatas y al impulso del turismo sostenible en la región. De esta manera, el proyecto se ubica como una contribución significativa a la integración entre diseño, tecnología y conservación, y como un referente para futuras iniciativas que busquen potenciar los valores naturales y culturales de los geoparques en Colombia y el mundo.

1. Planteamiento del Problema

1.1 Descripción del Problema

El Geoparque Cañón del Chicamocha, ubicado en la región nororiental de Colombia, es un destino de gran importancia cultural y potencial turístico, considerando la asimetría en el desarrollo de la actividad de turismo en Zapatoca, Los Santos, Barichara y Curití, mientras Cepitá, Aratoca y San Andrés, a pesar del patrimonio geológico que tienen, aún no han desarrollado la actividad turística en comparación con los demás municipios desarrollados. Sin embargo, enfrenta desafíos significativos que dificultan su disfrute por parte de los senderistas, debido a la falta de información sobre las georutas del Cañón del Chicamocha, constituyéndose en una barrera importante para la accesibilidad. Se requiere generar datos precisos sobre estas, bien sea su longitud, dificultad, puntos de interés y condiciones de las rutas. Esta carencia de información contribuye a la vulnerabilidad de los senderistas, aumentando el riesgo de accidentes y situaciones de emergencia (Geoconservación En Colombia, 2022).

Los problemas a tener en cuenta son los factores climáticos, la ubicación y la falta de información centralizada que facilite la orientación en tiempo real y la entrega de la información oportuna para facilitar el recorrido en el territorio. Se requiere guiar de manera segura a los senderistas por las diferentes georutas, facilitando información referente a los posibles climas de la georutas, ya que la mayoría de las georutas son descampadas. De hecho, las georutas de los diferentes municipios tienen un entorno climático diferente, con temperaturas de entre 20 °C y 30 °C en el mismo Cañón del Chicamocha, y temperaturas de 15 °C a 33 °C en algunos municipios, lo que hace que cada una sea un motivo de estudio. Así mismo, sumado a la ausencia de cobertura telefónica en grandes áreas que hacen parte del geoparque, y en consecuencia una ausencia de señal en los dispositivos móviles, se hace necesario el desarrollo de un aplicativo móvil que pueda usarse sin necesidad de datos móviles o cobertura telefónica. A su vez, es imperativo que la interfaz gráfica de usuario supla la necesidad de la falta de información inherente a la geocultural que brinda nuestro hermoso geoparque (Clima - Cañón del Chicamocha, 2021).

En el mercado actual se pueden encontrar varias aplicaciones de senderismo, sin embargo, son muy pocas las aplicaciones que cuentan con registro de “georutas”. En estos pocos casos, únicamente se menciona lo básico con respecto al punto de inicio, recorrido y finalización del trayecto. Estos aplicativos no cuentan con ningún tipo de información sobre el patrimonio geológico que ofrece la ruta. Un ejemplo de esto es la georuta del desvío hacia Cepitá - Puente Principal Cepitá, la cual está catalogada en la app All Trails como una de las pocas rutas del Geoparque Cañón del Chicamocha, y no cuenta con información que aporte sobre la riqueza geológica de la zona (Cantera-Chicamocha-Vía-Pescadero-Cepitá, s. f., 2024).

En resumen, la creación de una aplicación móvil que realce el valor geológico y funcione como guía, y que sea inherente a los factores climáticos, es crucial para abordar los desafíos del Geoparque Cañón del Chicamocha, mejorando la experiencia de los visitantes, promoviendo su seguridad y apoyando el desarrollo sostenible de la región.

1.2 Contextos que originan la situación de estudio

El origen de esta investigación se enmarca en tres contextos principales: el geográfico, por las características únicas del Cañón del Chicamocha y la ausencia de herramientas que permitan acceder de forma segura y clara a sus georutas; el social y cultural, donde las comunidades locales requieren iniciativas que fortalezcan el turismo sostenible y den mayor visibilidad a su patrimonio; y el tecnológico, dado que, pese a la existencia de aplicaciones de senderismo en el mercado, estas no incluyen información detallada sobre los datos geológico, biológico y cultural del territorio.

1.2.1 Contexto Geográfico:

El Cañón del Chicamocha se caracteriza por un relieve abrupto y una amplia diversidad climática que oscila entre los 15 °C y 33 °C en sus distintos municipios. Este entorno, dominado por el ecosistema de bosque seco tropical, presenta zonas descampadas y de difícil acceso, lo que incrementa los riesgos para los senderistas y dificulta la exploración (Caminatas Ecologicas Bogota. Conexion Natural, 2022). A ello se suma la limitada cobertura de telecomunicaciones en gran parte del territorio, generando la necesidad de herramientas digitales que funcionen de manera autónoma y permitan orientar de forma segura a los visitantes en sus recorridos.

1.2.2 Contexto Social:

El contexto social del Geoparque Cañón del Chicamocha está marcado por comunidades locales que ven en el turismo una oportunidad de desarrollo económico y cultural (Travel, 2024). Sin embargo, la falta de información accesible y de estrategias de comunicación limita la llegada de visitantes y, con ello, la posibilidad de fortalecer prácticas de turismo sostenible. Promover el conocimiento del patrimonio geológico, biológico y cultural no solo beneficia a los senderistas, sino que también impulsa la identidad y el bienestar de las poblaciones que habitan el territorio.

2. Justificación

El desarrollo de una interfaz gráfica de usuario como guía de senderismo en el Geoparque Cañón del Chicamocha es necesario porque contribuirá a dar una mayor visibilidad al proyecto del geoparque Cañón del Chicamocha. De esta forma, respalda el fortalecimiento del turismo sostenible, la preservación del patrimonio geológico y la seguridad de los visitantes en esta región emblemática de Colombia.

En primer lugar, el Geoparque Cañón del Chicamocha alberga una riqueza geológica y paisajística de alto valor (Tavera & Álvarez, 2019). Este patrimonio geológico no solo merece ser conservado, sino también compartido y explorado de manera responsable. La creación de una interfaz gráfica de usuario que brinde información detallada sobre las georutas disponibles y los puntos de interés geológico no solo beneficiará la experiencia de los visitantes, sino que también fomentará una mayor apreciación y comprensión del patrimonio geológico (CANALCTA, 2022).

Además, la falta de información representa una preocupación legítima para los visitantes que desean aventurarse en las georutas del Cañón del Chicamocha. La falta de concienciación sobre los riesgos potenciales subraya la necesidad imperativa de implementar herramientas que mejoren la seguridad de los visitantes y les permita ganar conocimiento cultural de la zona, por medio de una interfaz de usuario diseñada para afrontar las diferentes adversidades que se puedan presentar durante los recorridos. Una aplicación móvil que ofrezca orientación en tiempo real, alertas de seguridad y consejos prácticos ayudará a reducir riesgos y asegurará una experiencia de senderismo segura y placentera (Geoconservación En Colombia, 2022).

El diseño de la interfaz de usuario no solo beneficia a los visitantes, sino también a las comunidades locales que dependen del turismo como fuente de ingresos. Al facilitar el acceso a información precisa y actualizada sobre las atracciones del geoparque, se promoverá un mayor flujo de turistas, lo que impulsará la economía local. Asimismo, la educación geológica y la sensibilización sobre la importancia de conservar el patrimonio geológico ayudarán a fomentar prácticas de turismo sostenible (CANALCTA, 2022).

En conclusión, el desarrollo de una interfaz gráfica de usuario, diseñada específicamente para funcionar en las adversidades de las georutas, ya sea el clima, los contrastes, y de fácil comprensión, con la función de guiar a través de las georutas en el Geoparque Cañón del Chicamocha por medio de dispositivos móviles, es una iniciativa integral que busca mejorar la experiencia de los visitantes, contribuir al desarrollo sostenible de la región, conservar el patrimonio geológico y dar una vista seguridad de las georutas.

Esta interfaz gráfica de usuario se plantea como una aproximación en la que se configura un espacio para reunir información clave y relevante, por lo tanto puede ser entendida como una herramienta esencial para promover un turismo responsable y preservar uno de los tesoros naturales más emblemáticos de Colombia.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Diseñar una interfaz gráfica de usuario para un aplicativo de dispositivos móviles, que presente la información del patrimonio biológico, geológico y cultural como guía para los senderistas, en una georuta del Geoparque cañón del Chicamocha.

3.2 Objetivos específicos

- Definir el contenido patrimonial geológico y biológico de tres georutas ubicadas en el Cañón del Chicamocha, realizando una revisión bibliográfica y análisis del contexto.
- Diseñar una experiencia de usuario enfocada en la visualización de la ubicación de los lugares de patrimonio geocultural de las georutas establecidas, por medio del desarrollo de una interfaz gráfica de usuario.
- Evaluar la experiencia de usuario, mediante una prueba con usuarios en un entorno pertinente.

4. Marco teórico

4.1 Diccionario

Geoparque - Según la definición del documento de UNESCO Global Geoparks, son áreas únicas, geográficamente unificadas con lugares y paisajes geológicos de relevancia internacional que son gestionados desde una perspectiva holística de protección, educación y desarrollo sostenible. (servicio geológico de Colombia, ¿Qué son los Geoparques?, 2024)

Georuta- Conjunto de geositios ordenados de manera tal que conformen una ruta que pueda ser seguida caminando, o de otra manera, y que muestra lo más destacado de la geodiversidad de la zona en que se emplaza. (servicio nacional de geología y minería, glosario, 2014)

Geodiversidad - Se entiende por geodiversidad a la variedad de elementos de la naturaleza presentes en un territorio que son el producto y registro de la historia y evolución del planeta en dicha área. Entre estos elementos se incluyen rocas, minerales, sedimentos, suelos, fósiles, meteoritos, afloramientos, estructuras, paisajes y formas del terreno que permiten conocer, estudiar e interpretar los procesos que han modelado el planeta y que, en su conjunto, conforman el sustrato sobre el que se desarrolla la vida y las sociedades. (servicio nacional de geología y minería, glosario, 2014)

Aplicaciones digitales - Las aplicaciones digitales se refieren a cualquier software o programa que se ejecuta en dispositivos electrónicos, como computadoras, teléfonos móviles, tabletas, entre otros. Estas aplicaciones son creadas con el objetivo de realizar una tarea específica (Fred Churchville, 2024)

Interfaz de usuario (UI) - La interfaz de usuario (UI) es el punto de interacción y comunicación humano-computadora en un dispositivo. Esto puede incluir pantallas de visualización, teclados, un mouse y la apariencia de un escritorio. También es la forma en

que un usuario interactúa con una aplicación o un sitio web. La creciente dependencia de muchas empresas de las aplicaciones web y las aplicaciones móviles ha llevado a muchas empresas a dar mayor prioridad a la interfaz de usuario en un esfuerzo por mejorar la experiencia general del usuario. (Fred Churchville, 2024).

4.2 Antecedentes de la situación de estudio

El cañón del Chicamocha es un eje turístico muy importante para la región, siendo presentado un Informe General en 2014 para el Dossier, como Patrimonio Mixto de la Humanidad ante la UNESCO. Aún hoy es motivo de estudio para el servicio de geología de Colombia, siendo un lugar de alto valor histórico y científico.

Como antecedentes de las georutas, se cuenta con informe de investigación de pregrado (Daniel plata y Daniela, 2023), en los cuales se evidencia:

Tabla 1. Georutas, (autoría propia)

nombre	inicio	final	características geológicas	distancia	duración estimada	dificultad	puntos de interés
Desvío hacia Cepitá- puente Principal Cepitá	desvío de la carretera nacional hacia Cepitá	puente principal de Cepitá	Incluye puntos como Bandas tipo Kink, Los Boudins, afloramientos de Tonalita, y el Mirador “Los	12 kilómetros, con secciones pavimentadas y de	120 minutos a pie o 35 minutos en	Baja, con un clima templado semiárido	Geológico y biológico, incluyendo avistamiento de aves y rocas/mine

			Abanicos ”.	ripio/tierr	vehíc	rales.
				a.	ulo	(Proyecto
						Geoparque
						Cañón del
						Chicamoch
						a, Ficha de
						Caracteriza
						ción de
						Georutas)
						Media, en
						un clima
					60	templado
Piscinas				8.3	minut	semiárido.
municip	piscinas		Incluye	kilómetro	os a	(Proyecto
ales -	municip	Mirad	geositios	s, con	pie o	Geoparque
Mirador	ales de	or La	como	secciones	45	Cañón del
La	Cepitá	Chorr	Mirador	paviment	minut	Chicamoc
Chorrer		era.	360 Loma	adas y de	os en	ha, Ficha
a			Colorada	ripio/tierr	vehíc	de
			y Diques	a	ulo	Caracteriz
			Diabásico			ación de
			s.			Georutas)

					Moderada,
					con un
					clima
				150	templado
			Incluye	11.4	minut
			abánicos	kilómetro	os a
Cepitá -	parque	Puente	aluviales	s, con	(Proyecto
Puente	principa	San	y el	secciones	Geoparque
San	l de	Migue	Puente de	paviment	Cañón del
Miguel	Cepitá	l	San	adas y de	Chicamoc
			Miguel.	ripio/tierr	ha, Ficha
				a	de
				ulo	de
					Caracteriz
					ación de
					Georutas)

Valoración de Geotopos:

Detalles de la investigación: Se enfoca en valorar 13 geotopos dentro del área del Cañón del Chicamocha, con el objetivo de destacar la riqueza geológica y promover el geoturismo.

Metodología de valoración: Utiliza una metodología rigurosa que considera la relevancia científica, educativa y turística de cada geotopo, así como su susceptibilidad a la degradación natural y antrópica.

Georutas propuestas: Basadas en la valoración, se proponen rutas que integran los geotopos de mayor valor, facilitando su accesibilidad y comprensión por parte de visitantes y científicos.

Valoración y rutas propuestas - Basado en el inventario de geotopos, se sugieren varias georutas que resaltan la riqueza geológica del área y facilitan la planeación de recorridos turísticos y educativos. Esto se hace con la intención de fomentar el geoturismo y la educación geocientífica en la región. (Gil y Calderón, 2023)

Metodología y clasificación de geotopos - El inventario incluye también una metodología detallada para la valoración de geotopos, así como criterios para su selección y clasificación, lo que puede ser crucial para identificar y destacar las características más relevantes en tu aplicación. (Gil y Calderón, 2023).

4.3 Bases Legales

Marco Normativo para la Geología y Geoparques:

Los geoparques en Colombia son reconocidos por su valor científico, educativo y turístico, y deben seguir ciertas directrices establecidas a nivel nacional e internacional. Los geoparques no son solo áreas para preservar el patrimonio geológico, sino también para integrarlo con el patrimonio cultural y social, promoviendo el desarrollo sostenible local. Esto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU

Regulaciones Profesionales para Geólogos:

El Consejo Profesional de Geología (CPG) regula la práctica de la geología en Colombia. Ofrece matrículas profesionales definitivas y provisionales, y licencias especiales

temporales para geólogos. Este consejo es clave para asegurar que los profesionales que practican en el país cumplan con los estándares éticos y técnicos requeridos (CPG Colombia).

Leyes:

La Ley 9 de 1974 es uno de los documentos legislativos clave que establece las regulaciones para la protección del medio ambiente y recursos naturales, lo que incluye


aspectos geológicos. Esta ley es fundamental para la conservación de los geoparques y el manejo de áreas naturales (CPG Colombia).

Geoconservación y Promoción del Geoturismo:

Colombia también ha adoptado prácticas de geoconservación que implican la protección y uso sostenible del patrimonio geológico. Estas prácticas no solo buscan conservar, sino también educar y fomentar el turismo geológico como una forma de desarrollo económico sostenible

4.4 estado del arte

Tabla 2. Estado del arte, (autoría propia)

Producto	Nombre	vendi do en	Especificacio nes	Precio	Descripció n
	Wikiloc Navegaci ón Outdoor GPS	app store, google play	Wikiloc utiliza como base la cartografía de Apple, lo que permite integrar	gratis	Wikiloc es la aplicación de navegación outdoor de referencia

			mapas actualizados y de calidad para todos los miembros de la comunidad Wikiloc. También están disponibles mapas de OpenStreetMap y OpenCycleMap entre otros proveedores de información cartográfica		para rutas de senderismo, ciclismo y otras actividades al aire libre con la mayor comunidad de senderismo de España. Encuentra tu ruta favorita entre millones de rutas auténticas en todo el mundo y pásala a tu
--	--	--	--	--	---

					dispositivo GPS fácilmente.
	GPS de Strava: carreras y ciclismo	app store, google play		gratis	Strava te permite hacer un seguimiento de tus carreras o vueltas ciclistas con el GPS, unirte a retos, compartir fotos de tus actividades y seguir a tus amigos

	<p>AllTrails: Sendas de Senderis mo Bici Trail Running</p>	<p>app store, google play</p>	<p>Encuentra más de 400 000 rutas con información, mapas, reseñas detalladas y fotos de millones de senderistas, campistas y amantes de la naturaleza</p>	<p>29,99 US\$/año</p>	<p>El "Creador de mapas" de AllTrails es una herramienta potente que te permite crear tus propios mapas y rutas. El Creador de mapas despierta tu creatividad para investigar, planificar y llevar a cabo tu próxima gran aventura.</p>
--	--	---	---	---------------------------	---

					<p>Podrás acceder a tus mapas personalizados en tu teléfono y seguir tu propio camino</p>
	<p>Komoot - Mapas: ciclismo y senderismo</p>	<p>app store, google play</p>	<p>Komoot Maps y, por tanto, el planificador de itinerarios, usa los datos de OpenStreetMap, un sitio web de código</p>	<p>gratis</p>	<p>Komoot te ayuda a planificar recorridos personalizados específicos para cada deporte con datos topográficos. Vías asfaltadas para la bici</p>

					de carretera, senderos estrechos para la MTB o caminos tranquilos para hacer senderismo.
	Relive: Corre, Pedalea y más	app store, google play	"Crea Historias en Vídeo 3D Gratis		
	Gaia GPS	app store, google play		gratis/suscripc ion	comúnment e considerada como la mejor aplicación de mapas al aire libre.

					<p>Aparece en la campaña de historias de Apple llamada "Your Verse" y, además, en numerosas publicaciones de renombre como Outside, TrailRunner, New York Times y FOX News TappedIn.</p>
--	--	--	--	--	--

Nota: esta tabla muestra la información de aplicaciones móviles usadas para senderismo.

Las aplicaciones investigadas muestran avances en navegación y registro de rutas, pero ninguna recoge el valor geológico y cultural del Cañón del Chicamocha ni responde a sus retos de conectividad y seguridad. Esta ausencia confirma la necesidad de una propuesta propia, que integre orientación en tiempo real y contenidos educativos.

5. Metodología

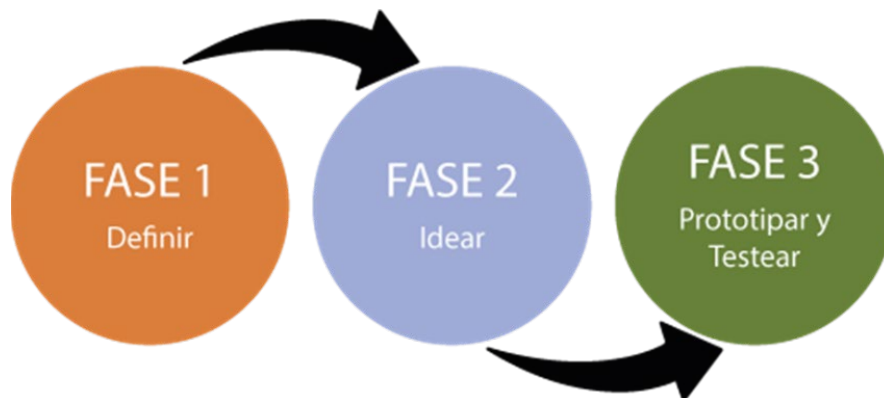


Figura 1. Fases metodológicas para el diseño de la interfaz gráfica de usuario

Haciendo uso de herramientas del “design thinking” se dará solución a los objetivos planteados, dividiéndolo en tres fases de desarrollo, en las cuales se definieron actividades necesarias para su ejecución. En primer lugar, se llevó a cabo una búsqueda de fuentes bibliográficas referentes a las Georutas del Cañón del Chicamocha. Con esta información, se seleccionaron tres Georutas. En la segunda fase se plantea la experiencia de usuario, basándose en la identidad gráfica generada para el sitio web del GEOPARQUE CAÑÓN DEL CHICAMOCHA y en la tercera fase se con todo lo anterior definido se diseñó un prototipo funcional para prueba en espacio pertinente.

5.1 Definir

Durante la fase de definir se establecieron los lineamientos conceptuales y técnicos que orientaron el desarrollo del proyecto, a partir de la organización de la información recolectada en las primeras etapas del proceso investigativo. En esta fase se formularon los requerimientos de diseño, los cuales fueron organizados en una tabla (Ver tabla 8.) que permitió seleccionar los parámetros más pertinentes en función de la experiencia de usuario y las condiciones del contexto geocultural y ambiental del Geoparque Cañón del

Chicamocha. Como parte de este proceso se realizó la selección de tres georutas que serían integradas en la interfaz, aplicando una elección en relación con su valor patrimonial, accesibilidad, seguridad y potencial educativo. Paralelamente, se elaboró un perfil de usuario arquetipo y un cuadro de empatía que facilitaron la identificación de necesidades críticas, y se aplicó el modelo FURPS, el cual permitió organizar los criterios de calidad en torno a funcionalidad, usabilidad, confiabilidad, rendimiento y soporte, ofreciendo un marco riguroso para la evaluación de la propuesta. Finalmente, se definieron métricas de validación y se realizó un análisis comparativo de aplicaciones existentes en el mercado, con el propósito de reconocer vacíos y oportunidades de diferenciación.

5.1.1 Perfil usuario arquetipo

Para el desarrollo de la interfaz gráfica de usuario del Geoparque Cañón del Chicamocha, se definieron tres usuarios arquetipo que representan distintos perfiles de usuario que frecuentan lugares como el Geoparque Cañón del Chicamocha. Estos perfiles fueron fundamentales para guiar el desarrollo del diseño, asegurando que la interfaz respondiera adecuadamente a las necesidades de los usuarios y ofreciera una experiencia según sus expectativas y habilidades.

1. Luis, el fotógrafo de naturaleza (Ver **Figura 2.)**

Luis es un biólogo de 34 años que busca optimizar su experiencia de senderismo, principalmente para obtener fotografías únicas del paisaje y la biodiversidad del Geoparque. Sus necesidades se centran en acceso a puntos escénicos, información en tiempo real sobre condiciones climáticas y la optimización de rutas para facilitar su trabajo. Luis espera que la aplicación le permita identificar fácilmente los mejores puntos para capturar imágenes

impresionantes durante sus caminatas. La interfaz gráfica debe ofrecerle información clara sobre los puntos de interés y sus caminatas. La interfaz gráfica debe ofrecerle información clara sobre los puntos de interés y condiciones óptimas de luz para la fotografía.

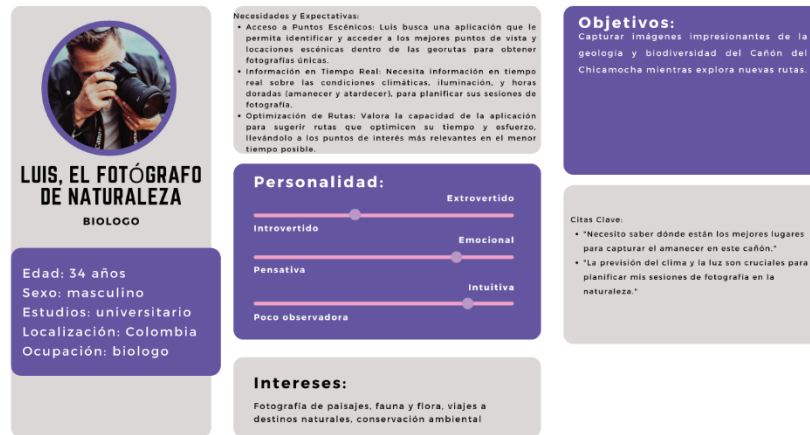


Figura 2. Perfil de usuario 1.

2. Ana, la exploradora familiar (Ver **Figura 3.**)

Ana es una profesora de 30 años, madre y amante del ecoturismo. Sus expectativas se orientan hacia una interfaz fácil de usar, con rutas de senderismo seguras para niños, y con contenido educativo que le permita enseñar sobre la flora, fauna y geología del Cañón del Chicamocha a su familia durante las caminatas. La interfaz debe ser clara, con información accesible sobre la distancia, duración estimada y servicios disponibles (baños, áreas de descanso), permitiéndole disfrutar de una experiencia educativa y segura en compañía de sus hijos.

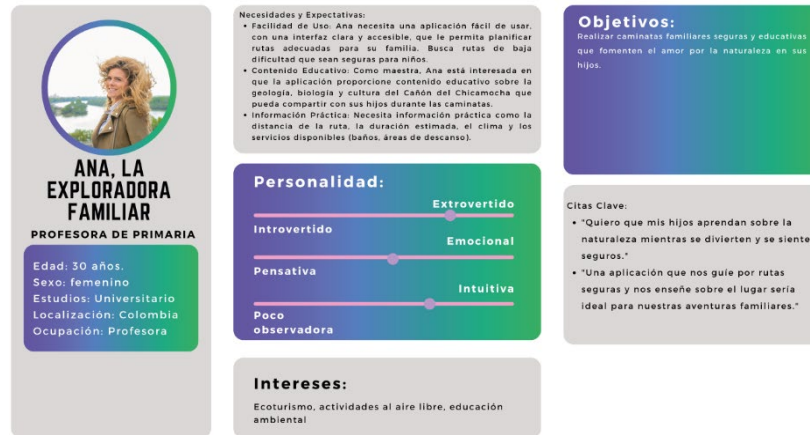


Figura 3. Perfil de usuario 2.

3. María, la diseñadora ecológica (Ver Figura 4.)

María es una diseñadora de productos sostenibles de 23 años que busca inspiración en la naturaleza para sus proyectos de diseño. Sus expectativas se centran en contenido inspiracional, con detalles sobre materiales naturales, texturas y formas vistas a lo largo de las georutas. También está interesada en educación ambiental, por lo que espera que la aplicación ofrezca información detallada sobre la conservación del medio ambiente y la geodiversidad del Cañón del Chicamocha. Además, María valora la interacción con la comunidad de usuarios para compartir ideas y recursos relacionados con el diseño ecológico y sostenible.

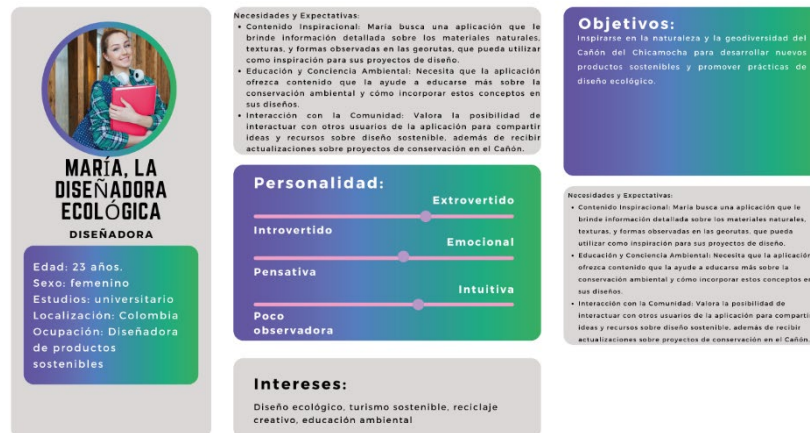


Figura 4. Perfil de usuario 3.

5.1.2 Empatizar

Haciendo uso de los mapas de empatía como herramienta nos permitio visualizar de manera clara las necesidades, expectativas y emociones de los usuarios arquetipo definidos previamente. Estos mapas proporcionaron una visión sobre las motivaciones y comportamientos de tres perfiles clave: el fotógrafo de naturaleza, la exploradora familiar y la diseñadora ecológica.

Cada mapa detalló aspectos clave como lo que los usuarios piensan, sienten, escuchan, ven, dicen y hacen. Esta información fue fundamental para orientar las decisiones de diseño, haciendo que la interfaz fuera accesible, educativa y funcional para diferentes tipos de usuarios. Por ejemplo, al analizar el mapa de Luis, el fotógrafo de naturaleza (Ver Figura 5.), se identificó la importancia de ofrecer puntos de vista escénicos fácilmente accesibles y datos sobre las condiciones de luz y clima, lo cual se reflejó en la inclusión de funcionalidades interactivas que le permiten planificar sus recorridos fotográficos.

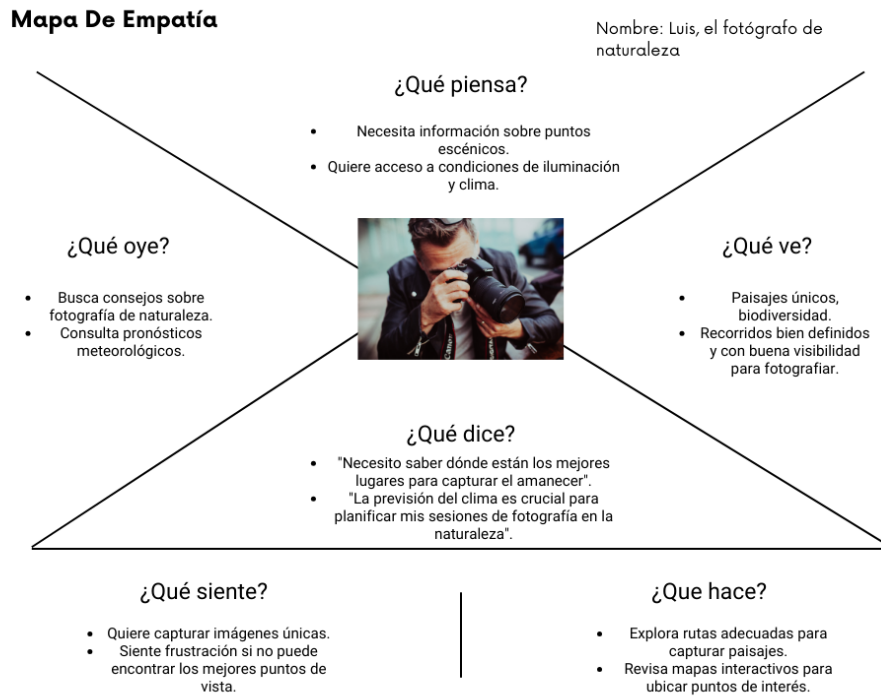


Figura 5. Mapa empatía 1.

Por otro lado, los mapas de empatía de Ana, la exploradora familiar, y María, la diseñadora ecológica (Ver Figura 6. y 7.), ayudaron a identificar necesidades como: seguridad, educación y accesibilidad en las rutas. Ana, como madre de familia, necesita rutas fáciles de seguir y con contenido educativo para compartir con sus hijos, lo que llevó a priorizar pantallas interactivas con información clara sobre fauna, flora y servicios disponibles a lo largo de las georutas. En el caso de María, el mapa de empatía subrayó su necesidad de inspiración ecológica, lo que motivó la inclusión de datos sobre materiales

naturales y proyectos de conservación ambiental, elementos que le permitirían integrar estas experiencias en sus proyectos de diseño sostenible.

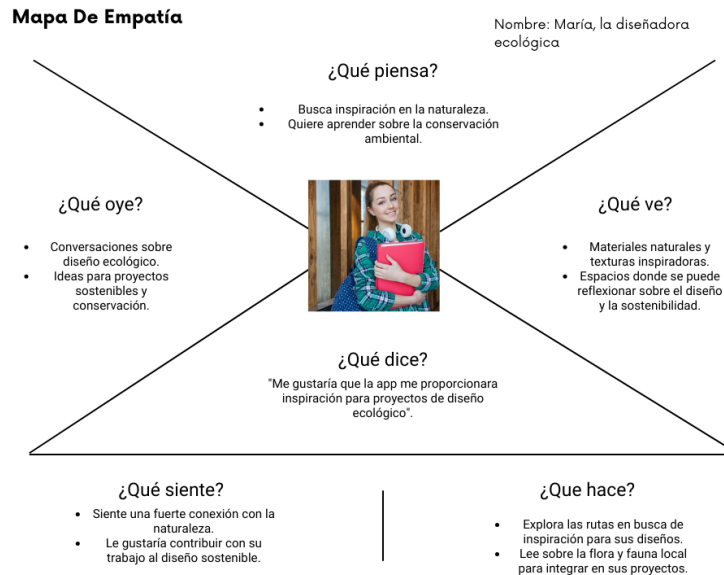


Figura 6. Mapa empatía 2.

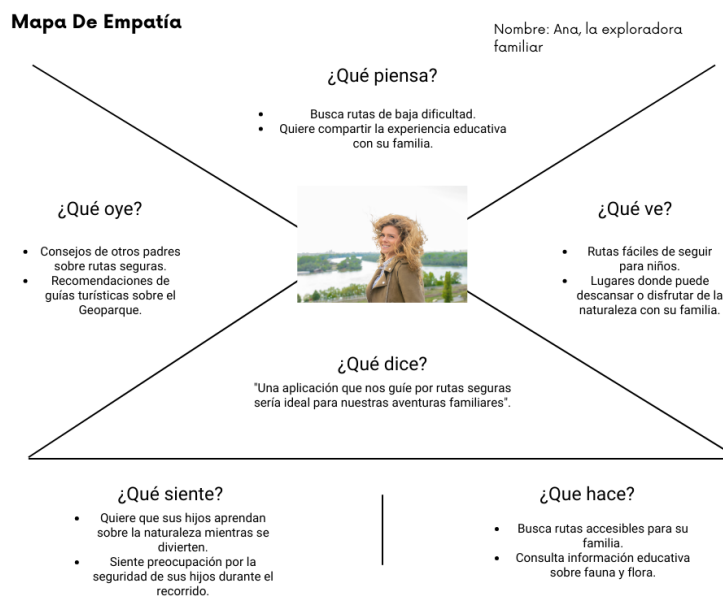


Figura 7. Mapa empatía 3.

La repercusión de estos mapas de empatía en el proyecto fue crucial, ayudando a que la interfaz no solo fuera funcional desde el punto de vista técnico, sino también adaptada a las necesidades emocionales, cognitivas y prácticas de los usuarios objetivos. Al comprender

sus expectativas y emociones, el diseño de la interfaz fue ajustado para maximizar la experiencia del usuario, optimizando la accesibilidad de la información y las interacciones dentro del Geoparque Cañón del Chicamocha.

5.1.3 Modelo de Calidad FURPS

Tabla 3. Funcionalidad (F), (autoría propia)

Descripción	Parámetros Específicos	Métrica
Accesibilidad y Usabilidad	Organización clara de menús, estructura lógica de rutas, optimización para pantallas móviles, soporte táctil.	Soporte offline. Tasa de éxito en la navegación.
Información Geocultural Detallada	Descripciones de puntos de interés, contextualización cultural, gráficos detallados, niveles de información ajustables.	Calidad y relevancia de la información.
Funcionalidades de Seguridad y Orientación	Mapas interactivos, alertas de seguridad configurables, guía de primeros auxilios.	Mapas actualizados.
Funcionalidades Educativas e Interpretativas	Contenido multimedia	Interacción usuario-contenido.

Tabla 4. Usabilidad (U), (autoría propia)

Descripción	Parámetros Específicos	Métrica
-------------	------------------------	---------

	Navegación fluida, botones	
Interfaz Intuitiva	grandes y accesibles, diseño responsivo para pantallas pequeñas.	Satisfacción del usuario > 4.5/5.
Acceso Offline	Mapas y puntos de interés disponibles sin conexión después de la descarga.	Disponibilidad offline del 100%.
Diseño Visual Atractivo y Funcional	Paleta de colores natural, tipografía clara, animaciones suaves, adaptabilidad a diferentes condiciones de luz.	Consistencia visual en la interfaz.
Facilidad de Aprendizaje	Tutorial inicial, estructura lógica de funciones.	Tiempo de aprendizaje < 5 minutos.

Tabla 5. Confiabilidad (R), (autoría propia)

Descripción	Parámetros Específicos	Métrica
Seguridad de Datos	Encriptación de datos, cumplimiento con GDPR y CCPA, opciones de privacidad configurables.	Nivel de seguridad de la información.
Tolerancia a Fallos	Recuperación automática en caso de fallas de conexión, funcionalidad offline.	Tasa de reconexión < 3 segundos.

Disponibilidad del Sistema	Garantizar disponibilidad continua excepto en mantenimientos programados.	Disponibilidad del 99.9%.
----------------------------	---	---------------------------

Tabla 6. Rendimiento (P), (autoría propia)

Descripción	Parámetros Específicos	Métrica
Velocidad de Respuesta	Tiempo de carga de mapas y contenido menor a 3 segundos en condiciones óptimas.	Respuesta en < 3 segundos.

Tabla 7. Soporte (S), (autoría propia)

Descripción	Parámetros Específicos	Métrica
Escalabilidad	Capacidad para incorporar nuevas rutas, funciones o usuarios sin afectar el rendimiento.	Aumento del contenido.

5.1.2 Requerimientos de diseño

Tabla 8. Requerimientos de diseño, (autoría propia)

Tipo	Descripción del Requerimiento	Parámetros Específicos	Métrica
Accesibilidad y Usabilidad	La interfaz debe ser fácil de navegar	- Organización clara de menús.	Tasa de éxito en la navegación.

	para usuarios de todos los niveles.	- Estructura lógica de rutas. - Optimización para pantallas pequeñas (móviles). - Soporte de gestos táctiles intuitivos. - - Descripciones de puntos de interés. -Contextualización cultural.	
Información Geocultural Detallada	La aplicación debe proporcionar detalles sobre geología, biología e historia cultural del Cañón.	-Información geológica detallada con imágenes y gráficos. - Niveles de información ajustables (básico, intermedio, avanzado).	Calidad y relevancia de la información.

	Incluir mapas		
Funcionalidades de Seguridad y Orientación	interactivos, alertas de seguridad y guía de primeros auxilios.	-Modo de emergencia con acceso rápido.	Mapas actualizados.
Funcionalidades Educativas y de Interpretación	Incluir contenido multimedia e interactividad en la información educativa presentada.	- Calidad de contenido multimedia. - Interactividad del contenido.	Interacción usuario-contenido.
Diseño Visual Atractivo y Funcional	Mantener una estética visual consistente con la naturaleza del Geoparque, usando colores y tipografías adecuadas.	- Paleta de colores natural. - Tipografía clara y legible. - Animaciones suaves para transiciones. - Adaptabilidad del diseño a diferentes condiciones de luz (modo día/noche). - Mantenimiento de	Consistencia visual.

una identidad visual

coherente con la

marca del

Geoparque.

5.2 Idear

En la fase de idear se desarrolló un proceso creativo estructurado que permitió transformar los requerimientos previamente definidos en propuestas de diseño para la interfaz gráfica de usuario. Inicialmente, se empleó la herramienta “lluvia de ideas”, cuyos resultados fueron organizados en una matriz de ideas que facilitó la selección de las alternativas más pertinentes frente a los objetivos del proyecto. Posteriormente, se aplicó un ejercicio de card storming híbrido, en el cual se establecieron cuatro categorías principales: exploración y navegación, seguridad y accesibilidad. A partir de estas, se definieron funcionalidades específicas como mapas interactivos, alertas climáticas, botón SOS, contenidos educativos, y compatibilidad, que respondieron a los requerimientos previamente establecidos. Con estos insumos se diseñó el storyboards y el Workflow, los cuales permitieron visualizar escenarios de uso y organizar los flujos de interacción de la aplicación. Asimismo, se exploraron metáforas visuales coherentes con la identidad geocultural del Geoparque Cañón del Chicamocha, y se analizaron los gestos táctiles (Kewei Zhang, Jiacheng Luo & Younghwan Pan, 2025) más pertinentes para garantizar una navegación intuitiva en dispositivos móviles. De este modo, la fase de idear permitió organizar un marco conceptual y funcional que guio el posterior desarrollo de los prototipos.

5.2.1 Card storming híbrido

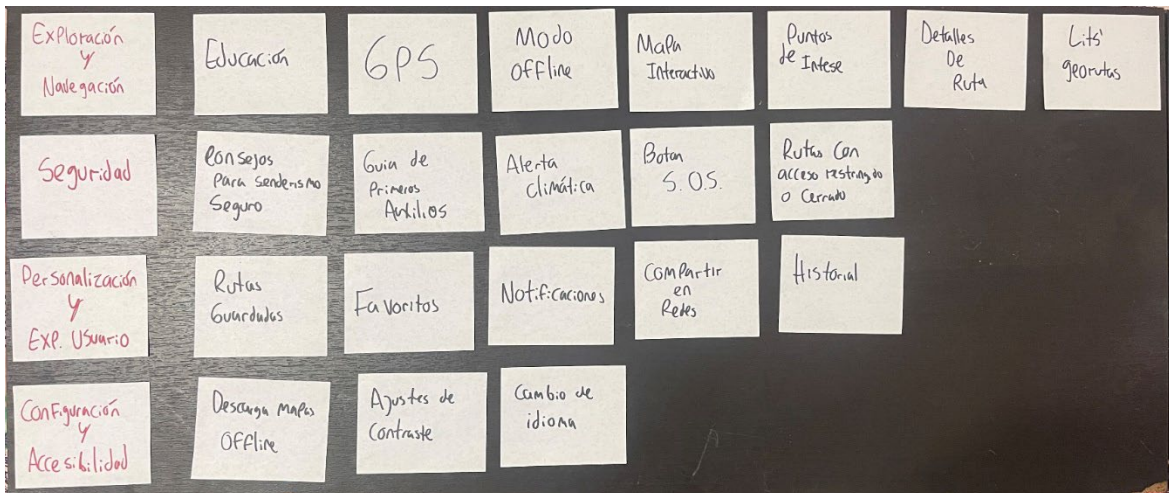


Figura 8. Card storming híbrido

El ejercicio de card storming híbrido permitió organizar y depurar las ideas generadas en la fase de ideación, transformándolas en un conjunto estructurado de funcionalidades y criterios de diseño para la aplicación. Como resultado, se establecieron cuatro categorías principales: exploración y navegación; seguridad; personalización y experiencia del usuario, y configuración; y accesibilidad. Dentro de cada categoría se agruparon funciones específicas que responden a los requerimientos previamente definidos, tales como la inclusión de un mapa interactivo con puntos de interés, un modo offline para zonas sin conectividad, un botón SOS para emergencias, así como opciones de historial de rutas y compatibilidad con dispositivos externos. Este proceso permitió jerarquizar las funcionalidades más relevantes, identificar oportunidades de mejora y alinearlas con las expectativas de los usuarios arquetipo. De esta manera, el card storming híbrido permitió convertir los requerimientos en soluciones de diseño.

5.2.2 Workflow

El Workflow (Ver **Apéndice C.**) corresponde a la estructuración detallada de la secuencia de interacciones que tendrá el usuario dentro de la aplicación, definiendo los

posibles recorridos desde el inicio de una acción hasta la finalización de la misma. En este caso, se diseñó un flujo que inicia con el acceso a la interfaz principal y la visualización de un menú de opciones, desde el cual el usuario puede explorar categorías como georutas, flora, fauna y geodatos. Dentro de la sección de georutas se dispuso la información organizada de las tres rutas seleccionadas (Desvío hacia Cepitá–Puente Principal, Parque Nacional del Chicamocha–Afloramiento de Cuarcitas y Cepitá–Puente San Miguel), incluyendo datos sobre dificultad, distancia, tiempo estimado, clima y puntos de interés geológicos y biológicos. Asimismo, el flujo contempla decisiones que permiten al usuario añadir rutas a Guardado, consultar recomendaciones prácticas y visualizar galerías de imágenes, asegurando una navegación clara e intuitiva. Esta estructura de trabajo no solo garantiza la coherencia entre los distintos apartados de la aplicación, sino que también asegura que la experiencia del senderista esté centrada en la accesibilidad, la educación y la valorización del patrimonio geocultural del Cañón del Chicamocha.

5.3 Prototipar

En la fase de prototipado se materializaron las decisiones tomadas en las etapas anteriores, con el fin de validar tempranamente la estructura y funcionalidad de la interfaz propuesta.

5.3.1 prototipo en papel



Figura 9. Prototipo en papel

A partir del workflow, se elaboró un prototipo en papel que representó cada una de las pantallas definidas para la interfaz gráfica de usuario, incluyendo menús, secciones de búsqueda y visualización de georutas, así como los apartados de flora, fauna y geodatos. Estos prototipos permitieron simular la navegación del usuario en un escenario controlado, evaluando la arquitectura de la información, la jerarquía visual y la coherencia en las transiciones entre pantallas. Las pruebas de usabilidad fueron realizadas con 18 participantes, a quienes se les entregó una hoja con la pantalla de inicio impresa, se les solicitó que se dirigieran a pantallas específicas dentro del prototipo. El objetivo principal era evaluar la ubicación y disposición de los botones, así como la simbología utilizada, para determinar su eficacia y pertinencia en el contexto de uso de la aplicación.

Una de las principales metas de esta prueba fue definir las pantallas necesarias dentro del prototipo, además de identificar posibles vacíos funcionales en la interfaz. Se buscaba

también revisar si los participantes notaban la ausencia de pantallas que pudieran resultar útiles durante su recorrido. En este proceso, surgió la propuesta de una pantalla de SOS, como una herramienta esencial para garantizar la seguridad del usuario en caso de emergencia. La adición de esta pantalla responde a la necesidad de brindar un acceso rápido a recursos de ayuda, lo cual fue sugerido por los participantes como una función importante, especialmente en un entorno natural y remoto como el del Cañón del Chicamocha.

Entre los resultados obtenidos, se identificaron inconvenientes con la pantalla de inicio de georuta, donde varios usuarios mostraron dificultades al intentar localizar los elementos de navegación, lo que afectó la fluidez de la interacción. Además, algunos estudiantes de la escuela de diseño industrial de la UIS sugirieron revisar el flujo de datos en la pantalla de inicio de la georuta específica, ya que el sistema de presentación de información no resultaba intuitivo para los usuarios. Como consecuencia, se realizó un ajuste en la arquitectura de la información y se modificó el mecanismo de presentación de datos durante el inicio de la georuta específica, mejorando la claridad y eficiencia en el acceso a la información.

Este proceso iterativo de prueba y ajuste permitió recoger datos de gran valor para la optimización de la interfaz gráfica de usuario, facilitando el desarrollo del diseño antes de avanzar hacia prototipos digitales de mayor fidelidad. De esta forma, la fase de prototipado en papel fue un paso esencial para que la interfaz gráfica de usuario respondiera adecuadamente a las necesidades de los senderistas, manteniendo una experiencia de usuario (UX) intuitiva, accesible y educativa dentro del contexto del Geoparque Cañón del Chicamocha.

5.3.2 Mockup

El mockup de la interfaz gráfica de usuario del Geoparque Cañón del Chicamocha fue diseñado con el propósito de ofrecer una experiencia de usuario intuitiva y funcional, respetando la identidad visual de la marca del geoparque. Los elementos principales de la interfaz son las tarjetas de información (ver **Figura 10**), de esta forma se orienta a que los usuarios puedan identificar claramente las georutas, fauna, flora y geodatos. Estas tarjetas fueron diseñadas para promover una navegación fluida y organizada. Los íconos de las pantallas también juegan un papel crucial, permitiendo el acceso directo a las secciones clave de la interfaz.

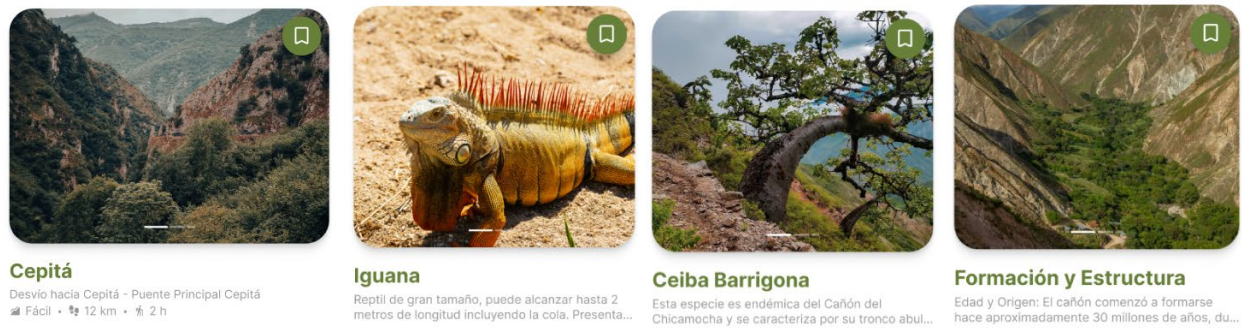


Figura 10. Tarjetas de información

En cuanto a la selección de colores (ver **Figura 11**), los colores predominantes son el naranja y el verde, escogidos en función de la marca del Geoparque, con el verde musgo seco y mandarina quemada como colores principales. El verde se utiliza para los botones y elementos interactivos, mientras que, al interactuar con un botón, este cambia a naranja como retroalimentación visual. Esta paleta de colores no solo está alineada con la identidad del geoparque, sino que también facilita la visualización y la comprensión de la interfaz.



Figura 11. Paleta de colores.

La tipografía utilizada en el prototipo (Ver Figura 12), sigue un patrón jerárquico con tamaños y pesos distintos para títulos, subtítulos y cuerpo de texto, lo que mejora la legibilidad y la estructura del contenido. En cuanto a la iconografía, la mayoría de los íconos provienen de bibliotecas estándar, pero algunos fueron diseñados específicamente para el prototipo, asegurando una clara comunicación visual y un lenguaje coherente a lo largo de la interfaz.



Figura 12. Tipografía.

En cuanto a la interactividad de la interfaz fue conceptualizada para garantizar la claridad visual que debe llegar a tener el usuario en un entorno con alto contraste de luz. Cuando los usuarios presionan un botón, este cambia de color como retroalimentación inmediata, indicando que la acción fue registrada correctamente. Se implementaron animaciones de carga entre pantallas para ofrecer una experiencia más dinámica y realista, mejorando las transiciones entre secciones. El workflow del prototipo se estructuró con un enfoque centrado en las tarjetas de información de las georutas, asegurando que los elementos clave sean fácilmente accesibles y que el diseño responda de manera eficiente a las

necesidades de los senderistas, haciendo la experiencia más intuitiva, educativa y accesible en el contexto del Geoparque Cañón del Chicamocha.

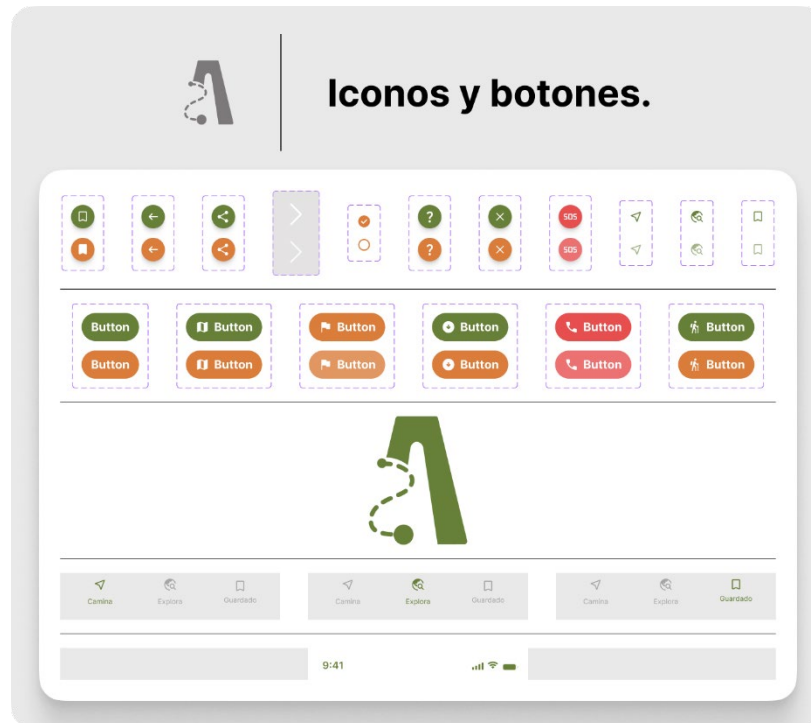


Figura 13. Iconos y botones.

5.3.3 Prototipo funcional

En la fase de prototipado funcional se realizó una interfaz gráfica de usuario funcional, con el fin de validar la estructura y funcionalidad de la interfaz, desarrollado en la herramienta Figma (Ver [Apéndice A](#)). Al integrar de manera coherente las funcionalidades y contenidos definidos en fases anteriores, se logró ofrecer una experiencia educativa y segura a los senderistas del Geoparque Cañón del Chicamocha. Este prototipo estuvo compuesto por un conjunto de pantallas interconectadas que representan el flujo real de navegación dentro de la aplicación. Entre ellas se encuentran:

- la pantalla de carga de inicio, que introduce al usuario en la aplicación;
- la pantalla de inicio, donde se centralizan las opciones principales;
- la pantalla de georutas, con el listado de recorridos disponibles y;
- las pantallas de mapa a la georuta y mapa de la georuta, que guían paso a paso el trayecto seleccionado.

En cuanto a la seguridad, se diseñó la pantalla SOS, destinada a la activación de emergencias. Para enriquecer la experiencia, se incorporaron la pantalla de punto de interés y la pantalla de exploración, que profundizan en los elementos geoculturales de cada ruta, junto con la pantalla de guardado, que permite registrar y acceder a los datos o georutas de mayor interés para el usuario.

Desde el punto de vista educativo, se estructuraron la pantalla de fauna, la pantalla de flora y la pantalla de geodatos, complementadas con la pantalla de especies (aves, mamíferos y flora), que ofrecen información detallada y categorizada sobre la biodiversidad y la geología del cañón. En conjunto, estas pantallas conformaron un ecosistema digital funcional y visualmente cohesionado, haciendo que la propuesta final cumpliera con los criterios de usabilidad y fomentara la divulgación del patrimonio natural y cultural del territorio.

- **Pantalla de inicio:**

La pantalla de inicio (ver Figura 14.) del prototipo, correspondiente a la sección de Georutas, fue diseñada con el propósito de ofrecer al usuario una visualización clara y jerarquizada de las rutas disponibles dentro del Geoparque Cañón del Chicamocha. Cada tarjeta de información contiene los datos más relevantes para la toma de decisiones: nombre de la ruta, trayecto específico (por ejemplo, Desvío hacia Cepitá – Puente Principal Cepitá), nivel de dificultad, distancia total, estimación de tiempo de recorrido. Esta disposición asegura que el usuario pueda identificar de manera inmediata las características principales de cada recorrido sin necesidad de abrir menús adicionales. En términos visuales, la interfaz utiliza una paleta cromática en tonos verdes, asociada al entorno natural del geoparque, lo que refuerza la identidad ambiental y transmite una sensación de frescura y conexión con la naturaleza. Los íconos, distribuidos en una línea inferior de navegación, se presentan en una disposición intuitiva que prioriza la acción principal (Camina), seguida de las opciones de exploración y guardado, lo cual facilita la interacción progresiva.

La distribución general responde a principios de usabilidad y jerarquía visual (Wang, Weiwei, 2025) asegurando legibilidad, contraste suficiente y coherencia con el objetivo educativo y turístico de la aplicación.



Figura 14. pantalla de inicio

- **pantalla Georuta específica:**

La pantalla de georuta específica (ver Figura 15) fue diseñada con el propósito de brindar al usuario información detallada y estructurada sobre cada recorrido disponible en el Geoparque Cañón del Chicamocha, aplicando principios de diseño de interfaces de usuario (UI) basados en frameworks de diseño centrado en el usuario. En este caso, la interfaz presenta la georuta: Desvío hacia Cepitá – Puente Principal Cepitá, destacando de manera jerarquizada los datos esenciales como el nivel de dificultad, distancia total, tiempo estimado

a pie y condiciones climáticas, utilizando iconografía clara y funcional que facilita la comprensión inmediata. Este enfoque se alinea con los principios de consistencia y claridad propios de los frameworks de UI como Material Design y Human Interface Guidelines, los cuales enfatizan la necesidad de interfaces intuitivas y fáciles de interpretar.

La sección descriptiva ofrece una narración contextual del recorrido, siguiendo un layout modular que organiza la información en bloques bien diferenciados, lo que asegura una jerarquía visual clara. Se destacan tanto los aspectos geológicos (como afloramientos de tonalita, esquistos granatíferos y bandas tipo kink) como los elementos biológicos y culturales, lo que no solo facilita la navegación de la interfaz, sino también fomenta la apropiación del patrimonio por parte del usuario. Este enfoque sigue la metodología FURPS (funcionalidad, usabilidad, confiabilidad, rendimiento y soporte) para asegurar que la interfaz no solo sea funcional, sino también efectiva en la transmisión de contenido educativo.

En términos de interacción y diseño visual, se empleó una paleta cromática estratégica con tonos verdes y naranjas, siguiendo los principios de diferenciación de elementos interactivos y retroalimentación visual. Estos colores jerarquizan la información, mejorando la accesibilidad, mientras que los botones de acción inferior (Iniciar y Mapa) se diferencian por contraste de color, siguiendo las mejores prácticas de diseño de botones interactivos. Este contraste favorece la navegabilidad y facilita la toma de decisiones rápidas, alineándose con los principios de eficiencia cognitiva propuestos por el framework de usabilidad ISO 9241-11 (Kemangi et al., 2024), que busca minimizar el esfuerzo del usuario durante la interacción.

La disposición de los elementos también sigue el principio de consistencia de diseño, donde los botones y elementos interactivos mantienen un patrón visual y funcional a lo largo de la interfaz. En conjunto, esta pantalla asegura un equilibrio entre la rigurosidad informativa y la facilidad de uso, alineándose con los objetivos del proyecto en términos de seguridad, educación y promoción turística del Geoparque Cañón del Chicamocha.



Figura 15. pantalla Georuta específica

- **Pantalla de inicio del recorrido de una georuta:**

La pantalla de inicio del recorrido de una georuta (ver Figura 16.) fue concebida bajo principios de UX/UI orientados a garantizar una experiencia inmersiva, clara y progresiva para el usuario. En la parte superior se mantiene de manera constante el mapa dinámico, que visualiza en tiempo real el trayecto en curso y la ubicación del senderista, asegurando orientación continua. En la sección inferior de la interfaz se despliega un conjunto de tarjetas de contenido, cada una asociada a un punto de interés geológico, biológico o cultural dentro de la ruta. La interacción se desarrolla bajo un modelo de navegación secuencial gamificada, donde el usuario debe interactuar con la tarjeta activa para desbloquear el siguiente punto de interés; esta acción consiste en marcar el círculo vacío (checkbox interactivo), lo que genera una retroalimentación visual inmediata y refuerza la sensación de progreso en el recorrido. De esta manera, se combina la claridad informativa con un sistema de interacción controlada, evitando la saturación de datos y promoviendo la exploración gradual. En términos de diseño visual, se emplea una paleta cromática coherente con la identidad natural del geoparque (verdes, naranjas y blancos) y se destacan los botones de acción críticos, como el acceso al módulo de SOS y ayuda contextual, garantizando accesibilidad y seguridad en todo momento. En conjunto, esta pantalla asegura una experiencia de usuario que equilibra orientación, aprendizaje y control, optimizando la usabilidad en escenarios reales de senderismo.

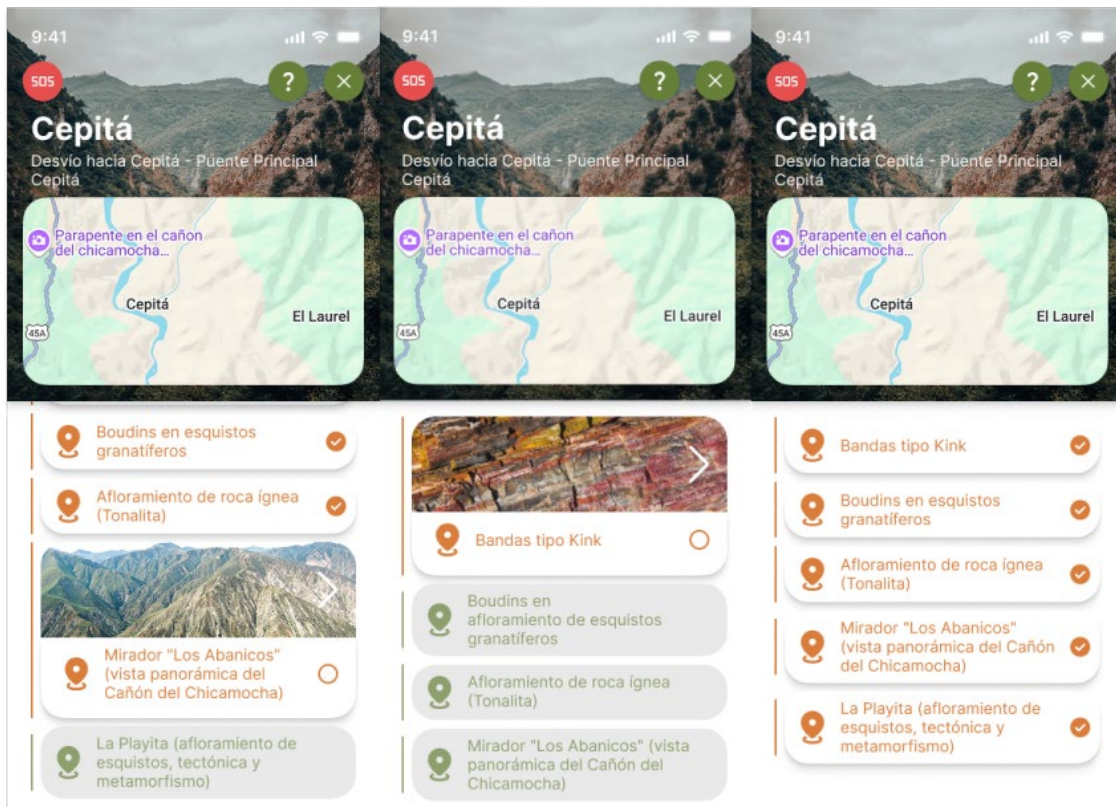


Figura 16. Pantalla de inicio del recorrido de una georuta

Pantalla de información de punto de interés:

La pantalla de información de punto de interés (ver Figura 17.) fue diseñada bajo criterios de UX/UI que priorizan la claridad, la jerarquía visual y la interacción secuencial del usuario. En la parte superior se ubica un encabezado con imagen contextual del geositio, que cumple la función de reforzar la identidad visual y facilitar la orientación espacial. A continuación, se despliega la información en bloques jerarquizados: primero, los objetivos educativos, en formato de lista con viñetas que aseguran legibilidad escaneable y permiten al usuario identificar con rapidez los aprendizajes esperados; seguido de la descripción técnica bajo la categoría Tipo, donde se presenta el carácter geológico del lugar en un lenguaje accesible pero riguroso. La interfaz incorpora un checkbox interactivo con la pregunta “¿Ya pasaste por el lugar?”, el cual funciona como mecanismo de control de progreso dentro del recorrido, reforzando la narrativa de exploración secuencial. Finalmente, la sección inferior incluye el módulo de especies avistables, acompañado de imágenes de apoyo, lo que potencia

la dimensión didáctica y mejora la experiencia multimodal del usuario. La disposición cromática —con títulos en naranja para resaltar los puntos clave y tipografía en negro y gris para el texto informativo— contribuye a una jerarquía visual clara, garantizando que el usuario pueda navegar sin fricciones cognitivas. En suma, esta pantalla combina usabilidad, coherencia gráfica y valor educativo, articulando el contenido geocientífico con una experiencia digital accesible y atractiva para el senderista (ver figura 17).

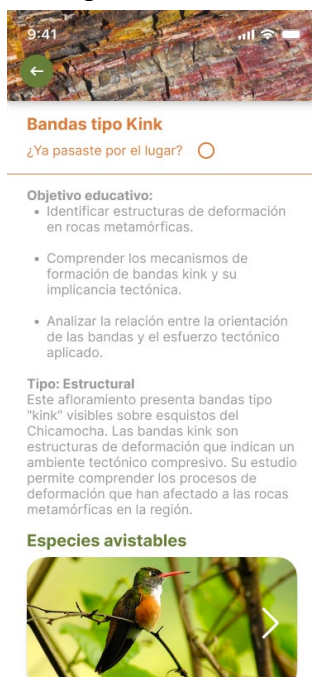


Figura 17. pantalla de información de punto de interés

Pantalla de información de flora:

La pantalla de información de flora (ver Figura 18.), está diseñada para resaltar la identidad visual de la especie a través de una imagen principal de gran formato que genera impacto y facilita el reconocimiento. Se estructura en tres bloques de información: siguiendo el enfoque de turismo científico y la importancia que tiene el aprendizaje de los nombres correspondientes, se utiliza el nombre común y científico en tipografía jerarquizada, así como datos asociados con la longitud promedio expresada mediante un ícono de doble flecha que asegura comprensión intuitiva, y un texto descriptivo breve que contextualiza su valor ecológico y adaptaciones. La disposición cromática en tonos verdes refuerza la asociación

con el entorno natural, mientras que la distribución minimalista reduce la carga cognitiva y favorece una lectura rápida en campo.



Figura 18. pantalla de información de flora

Pantalla de información de fauna:

La pantalla de información de fauna (ver Figura 19.), reconociendo la importancia de permear a la comunidad y los turistas sobre conceptos y términos relacionados con la ciencia se mantiene el lenguaje científico combinado con el lenguaje de nombre común para referirse a las especies, ejemplificada con el Colibrí Ventricastaño, amplía el modelo anterior al incluir variables adicionales de hábitat, longitud promedio y estado de conservación, acompañadas de íconos visualmente diferenciados que potencian la comprensión inmediata.



Figura 19. pantalla de información de fauna

Pantalla SOS:

La pantalla SOS (ver Figura 20.) representa el módulo de seguridad de la aplicación y responde a criterios de diseño orientados a la inmediatez y la reducción de riesgos. En la parte superior destaca un botón de Llamar a emergencias, siguiendo los principios de color affordance (Nguyen, D.T., Oh, O., Ramirez, R., Guzik, K., Tong, T.W., 2025) para indicar acciones críticas. Debajo, se organiza un listado visual de escenarios de riesgo comunes en el senderismo (deshidratación, heridas, fracturas), cada uno representado mediante tarjetas con imagen, texto y botón de acceso.

La jerarquía visual y el contraste cromático aseguran que el usuario pueda identificar rápidamente las opciones de ayuda, fortaleciendo la dimensión de seguridad y confianza en la experiencia de uso.

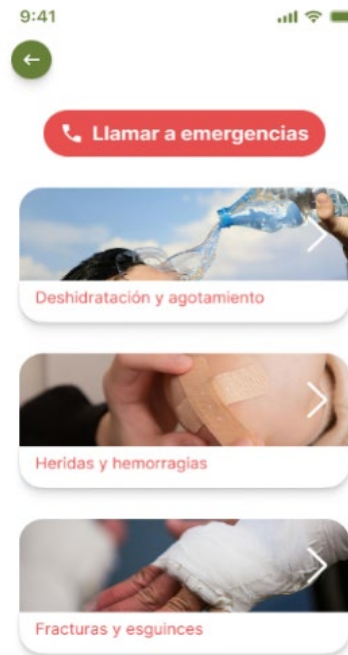


Figura 20. Pantalla SOS

- **Pantalla de mapa de acceso a la georuta:**

La pantalla de mapa de acceso a la georuta (ver Figura 21.) está concebida como una herramienta de orientación previa al inicio del recorrido, permitiendo al usuario visualizar la ruta de aproximación hasta el punto en el cual comienza oficialmente la georuta. El mapa ocupa la sección principal de la pantalla y muestra de forma clara el trayecto de llegada, apoyado en un marcador de inicio y finalización que facilita la georreferenciación. En la parte inferior se incluye un bloque informativo con datos esenciales como el nombre de la georuta, la duración estimada del desplazamiento y la hora de inicio sugerida, lo que contribuye a la planificación temporal del senderista. Los botones de acción principales —Iniciar y Descargar— están diseñados en colores contrastantes (naranja y verde), lo que responde a principios de accesibilidad y usabilidad, asegurando que las funciones críticas sean fácilmente reconocibles en contextos de campo. De esta manera, la pantalla se convierte en un recurso clave para garantizar que el usuario llegue de forma segura y eficiente al punto de partida del recorrido.



Figura 21. Pantalla de mapa de acceso a la georuta

- **Pantalla de transición entre la información de la georuta y el inicio del recorrido:**

La pantalla de transición entre la información de la georuta y el inicio del recorrido (ver Figura 22.) cumple una función de preparación y sensibilización del usuario antes de adentrarse en la experiencia práctica. Su diseño integra una imagen de fondo alusiva al senderismo, que refuerza la inmersión visual, mientras que el bloque central de texto transmite mensajes breves y claros relacionados con recomendaciones básicas (llevar hidratación, vestir ropa y calzado cómodos) y recordatorios de conducta responsable (respeto a la fauna y flora del territorio). Desde el enfoque de UX, esta pantalla actúa como un puente entre la fase informativa y la fase de ejecución, permitiendo al usuario realizar una pausa cognitiva y asimilar instrucciones clave antes de continuar.

En términos de UI, se destaca el uso de una tipografía jerarquizada en tonos verdes que refuerza la identidad visual del geoparque y facilita la legibilidad sobre un fondo semitransparente, evitando interferencias con la imagen. Esta pantalla, más que un simple elemento decorativo, funciona como un checkpoint narrativo que enriquece la experiencia del recorrido al integrar la dimensión práctica con la educativa y ambiental.

¡Bienvenido al Geoparque Cañón del Chicamocha!

Prepárate para disfrutar de esta experiencia única: lleva hidratación, viste ropa y calzado cómodos para caminar.

Recuerda, el valor de este territorio está en su biodiversidad: respeta la fauna y flora que lo habitan.



Figura 22. Pantalla de transición entre la información de la georuta y el inicio del recorrido

6. Testear

Teniendo como foco una experiencia de turismo de naturaleza científico, representado mediante la georuta Para la fase de testeo se realizó la validación de la interfaz gráfica de usuario del geoparque Cañón el Chicamocha, evaluando tanto la usabilidad como

el impacto educativo de la interfaz gráfica de usuario en contextos reales y controlados. Para ello se conformaron dos muestras de participantes: el primer grupo realizó la prueba en un entorno pertinente, específicamente en la georuta Desvío hacia Cepitá – Puente Principal Cepitá, mientras que el segundo grupo se evaluó en un entorno controlado, replicando las mismas condiciones de interacción sin estar físicamente en la georuta. A ambos grupos se les aplicó inicialmente una encuesta diagnóstica con el fin de medir el conocimiento previo respecto a datos geológicos, biológicos y culturales del Cañón del Chicamocha; esta encuesta se complementó con preguntas de sondeo (nombre, edad y nivel de experiencia en senderismo) que permitieron perfilar el tipo de usuario participante. Posteriormente, se solicitó a los participantes realizar una serie de tareas con la interfaz gráfica de usuario.

En el caso del grupo en entorno pertinente, algunas de estas tareas fueron ejecutadas durante la caminata, con el objetivo de observar la interacción en condiciones reales de uso. Durante la ejecución de cada tarea se midió la eficacia, entendida como la capacidad de los usuarios para completar las tareas de manera satisfactoria. Para este fin se estableció una escala de tres niveles, la cual permitió cuantificar el éxito alcanzado en cada acción y comparar los resultados. Al finalizar, ambos grupos completaron una prueba de conocimiento igual a la inicial, lo que permitió hacer una medida de acercamiento con respecto al aprendizaje alcanzado. Asimismo, se aplicó un User Experience Questionnaire (UEQ) como instrumento de validación de la usabilidad, también se empleó un cuestionario de satisfacción medido en la escala tipo Likert que facilitó la cuantificación de la percepción de los participantes.

6.1 Prueba de conocimiento

La prueba de conocimiento se diseñó como un instrumento para evaluar el impacto educativo de la interfaz gráfica de usuario sobre los participantes. Este cuestionario constó

de 11 preguntas de selección múltiple, estructuradas a partir de los contenidos geológicos, biológicos y culturales más relevantes del Cañón del Chicamocha. Las preguntas abordaron diferentes dimensiones del conocimiento: desde la identificación de especies endémicas de flora y fauna (como el cucarachero de Nicéforo, el colibrí ventricastaño y la ceiba barrigona), hasta aspectos geológicos clave (tipo de roca tonalita, estructuras tipo boudin en esquistos granatíferos, bandas tipo kink y épocas de formación del cañón). Asimismo, se incluyeron ítems orientados a evaluar la comprensión de procesos históricos y geológicos.

El cuestionario fue aplicado en dos momentos: antes de interactuar con la interfaz gráfica de usuario, como prueba diagnóstica, con el fin de establecer el nivel de conocimiento previo de los usuarios, y posteriormente al uso de la interfaz gráfica como comparativa, lo que permitió medir el aprendizaje adquirido. De esta manera, la prueba no solo sirvió para cuantificar la retención de información científica y sobre patrimonios geológico y biológico, sino también para contrastar la eficacia del prototipo como herramienta didáctica.

En resumen, la prueba diagnóstica y comparativa de conocimiento permitió:

- Establecer el nivel de conocimiento previo de los usuarios sobre los patrimonios geológicos y biológicos en el territorio del Cañón del Chicamocha.
- Medir el aprendizaje adquirido después de la interacción con la interfaz gráfica de usuario.
- Identificar vacíos de conocimiento y temas que requieren mayor profundización en el diseño de contenidos.
- Validar la pertinencia educativa del prototipo como herramienta de divulgación científica y cultural.

Los instrumentos utilizados para la evaluación fueron:

- Cuestionario de 11 preguntas de selección múltiple, diseñado con apoyo visual e información sobre los patrimonios geológico y biológico del territorio del geoparque, aplicado en dos momentos (antes y después del uso de la interfaz) para comparar resultados y medir el impacto educativo.

Tabla 9. Preguntas prueba de conocimiento patrimonio biológico y geológico (autoría propia)

Pregunta	Respuestas	Respuesta correcta
¿Conoce alguna Georuta? Mencionala(s).		
¿Cuál de estas aves SI habita en el cañón de Chicamocha?	<ul style="list-style-type: none"> • Tángara multicolor • cucarachero de Nicéforo • Águila crestada 	cucarachero de Nicéforo
¿Entre las opciones cual es el término asociado a unas estructuras geológicas?	<ul style="list-style-type: none"> • Fracturas Helicoidales • Grietas Ortogonales Simétricas • Bandas tipo Kink • Ondas Litogénicas 	Bandas tipo Kink
¿Sabes cuándo y cómo se formó el Cañón del Chicamocha?	<ul style="list-style-type: none"> • Hace 30 millones de años, en el Oligoceno, por la actividad tectónica de la orogenia andina. • Hace 5 millones de años, por la sedimentación del río Chicamocha. • Hace 50 millones de años, por glaciares 	Hace 30 millones de años, en el Oligoceno, por la actividad tectónica de la orogenia andina.

	en la cordillera oriental. Hace 15 millones de años, por volcanes en el Caribe.	
¿Cuál de estas especies NO es endémica del cañón del Chicamocha?	<ul style="list-style-type: none"> • Armadillo • tigrillo • colibri ventricastaño • oso de anteojos 	Oso de anteojos
¿Qué tipo de roca es la tonalita?	<ul style="list-style-type: none"> • Roca ígnea intrusiva • Roca metamórfica • Roca volcánica • Roca sedimentaria 	Roca ígnea intrusiva
¿Cómo se forman las estructuras tipo <i>boudin</i> en los esquistos granatíferos?	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando minerales como cuarzo y biotita cristalizan a bajas temperaturas. • Cuando capas competentes (más rígidas) se estiran y fragmentan dentro de una matriz menos competente. • Cuando el afloramiento es erosionado por el agua y el viento en condiciones superficiales. • Cuando los granates se disuelven por procesos químicos en el metamorfismo. 	Cuando capas competentes (más rígidas) se estiran y fragmentan dentro de una matriz menos competente.

<p>La Ceiba Barrigona es muy especial en el Cañón del Chicamocha. ¿Qué característica le ayuda a sobrevivir en este lugar seco?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sus raíces cortas que se quedan en la superficie. • Su tronco abultado que le permite almacenar agua. • Sus hojas muy pequeñas que evitan perder agua. • Sus flores grandes que atraen a muchos polinizadores. 	<p>Su tronco abultado que le permite almacenar agua.</p>
<p>¿Qué indican las bandas tipo <i>kink</i> observadas en los esquistos del Chicamocha?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Que la roca se formó por procesos volcánicos superficiales. • Que la roca contiene altos niveles de cuarzo y biotita. • Que la roca fue erosionada por acción del viento y el agua. • Que la roca está en un ambiente tectónico compresivo. 	<p>Que la roca está en un ambiente tectónico compresivo.</p>
<p>¿Sabes en qué épocas geológicas hasta qué época se extienden las formaciones expuestas en el Cañón del Chicamocha?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desde el Precámbrico hasta el Pleistoceno. • Desde el Devónico hasta la actualidad. • Desde el Cretácico hasta el Mioceno. • Desde el Jurásico hasta el Holoceno. 	<p>Desde el Precámbrico hasta el Pleistoceno</p>
<p>El Cañón del Chicamocha no solo es</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La Falla de Bucaramanga y la Falla de Chicamocha. 	<p>La Falla de Bucaramanga y la Falla de Chicamocha.</p>

grande y profundo, también	• La Falla de San Andrés y la Falla de Chicamocha.
está marcado por fallas geológicas. ¿Sabes cuáles	• La Falla de Nazca y La Falla de Bucaramanga.
han influido en su formación?	• La Falla de Ibagué y la Falla del Quindío.

6.2 Prueba de usabilidad

La prueba de usabilidad tuvo como propósito evaluar la facilidad de uso, la comprensión de la información y la capacidad de los usuarios para ejecutar acciones concretas dentro de la interfaz gráfica de usuario. Para ello se definieron diez tareas que representaban las interacciones más relevantes en el flujo de navegación. Estas fueron:

Tarea 1, explorar tarjetas de información accediendo a la sección de georutas y abrir la tarjeta de Cepitá.

Tarea 2, consultar geodatos sobre formaciones geológicas como bandas tipo kink y afloramientos de tonalita.

Tarea 3, identificar la forma en que se puede compartir una georuta.

Tarea 4, guardar tres tarjetas de contenido como parte de la validación de la función de marcadores.

Tarea 5, Buscar la información para llegar al inicio de la georuta

Tarea 6, iniciar y explorar la georuta de Cepitá para acceder a datos de fauna, flora, geología y mapas.

Tarea 7, consultar información de una especie de fauna cercana durante la caminata.

Tarea 8, utilizar el sistema de puntos de interés.

Tarea 9, acceder a la sección de emergencias y primeros auxilios.

Tarea 10, finalizar la georuta en marcha.

Para cada tarea se apuntó indicadores tales como tiempo de ejecución, tasa de éxito y comentarios cualitativos sobre claridad, comprensión y facilidad de uso. El grupo que realizó la prueba en el entorno pertinente realizó las primeras cinco tareas antes de iniciar el recorrido de la Georuta, durante la ejecución de la caminata se fueron realizando las cinco tareas restantes.

Durante la ejecución de estas tareas se midió de manera sistemática la eficacia, entendida como la capacidad de los usuarios para completar las tareas de manera satisfactoria. Para ello se estableció una escala de tres niveles:

- **Éxito total**, cuando el participante completaba la tarea sin desviarse del camino óptimo hacia el objetivo
- **Éxito parcial**, cuando lograba completarla, pero con acciones que lo alejaban momentáneamente del objetivo y con un máximo de tres asistencias del moderador
- **Fracaso total**, cuando el usuario se desviaba significativamente del objetivo, requería más de tres asistencias o abandonaba la tarea.

Esta metodología permitió cuantificar la interacción con la interfaz gráfica de usuario y al mismo tiempo identificar fortalezas, dificultades y oportunidades de mejora.

Al finalizar las tareas y el uso de la interfaz gráfica de usuario, a los participantes se les aplicó un cuestionario UEQ (User Experience Questionnaire) (Schrepp M. (2023)) y un cuestionario de satisfacción, medido en la escala de Likert de 5 puntos, con el propósito de evaluar de manera estandarizada la usabilidad y la experiencia de usuario.

En resumen, la prueba de usabilidad permitió:

- Evaluar la capacidad de los participantes para ejecutar correctamente una serie de tareas dentro de la interfaz gráfica de usuario, midiendo eficacia, claridad y facilidad de uso.
- Analizar la satisfacción y la experiencia general mediante instrumentos validados, identificando fortalezas y dificultades de la interacción.
- Detectar oportunidades de mejora en la presentación de la información y en los flujos de navegación, con el fin de optimizar la experiencia del usuario.

Los instrumentos utilizados para la evaluación fueron:

- Lista de tareas estructuradas, que permitió medir el desempeño y la eficacia de los participantes en acciones clave de la interfaz.
- Cuestionario de satisfacción, diseñado para recoger impresiones cualitativas sobre la claridad, utilidad y facilidad de uso percibida.

Tabla 10. Afirmaciones cuestionario de satisfacción, (autoría propia)

Ejemplo de respuesta a las afirmaciones con escala de Likert.

Totalmente en desacuerdo <input type="radio"/>	En desacuerdo <input type="radio"/>	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo <input type="radio"/>	De acuerdo <input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo <input type="radio"/>
---	--	--	-------------------------------------	--

Afirmaciones:

Es fácil encontrar las diferentes secciones de la interfaz gráfica de usuario (por ejemplo, las rutas, la fauna, los Geodatos).

Puedo moverme de una pantalla a otra sin dificultad dentro de la interfaz gráfica de usuario

Cuando presiono un botón o selecciono una opción, la interfaz gráfica de usuario realiza lo que espero que haga.

Recomendaría esta interfaz gráfica de usuario a otras personas interesadas en conocer el Geoparque Cañón del Chicamocha.

- User Experience Questionnaire (UEQ), aplicado al final de la prueba, que permitió evaluar de manera estandarizada dimensiones como atracción, eficiencia, claridad, estimulación y novedad (Schrepp M. (2023)).

- **Eficacia:**

Para evaluar la eficacia en el uso de la interfaz gráfica de usuario del Geoparque Cañón del Chicamocha, se estableció una escala de tres niveles que permitió medir el éxito alcanzado por los participantes al momento de realizar las tareas. Esta escala facilitó la cuantificación de la capacidad de los usuarios para completar de manera satisfactoria cada acción propuesta:

Éxito total: El participante completa la tarea siguiendo el camino óptimo hacia el objetivo, sin desviaciones.

Éxito parcial: El participante completa la tarea, pero realiza algunas acciones que lo alejan momentáneamente del objetivo, requiriendo como máximo tres asistencias del moderador para retomar el flujo correcto.

Fracaso total: El participante no logra completar la tarea, se desvía significativamente del objetivo o requiere más de tres asistencias del moderador, llegando incluso a abandonar la actividad.

Es necesario precisar que, para esta prueba, se definió como asistencia toda acción del moderador destinada a ayudar al usuario a retomar el flujo correcto de la tarea. Estas asistencias podían consistir en:

Indicar el camino correcto llevando al participante de regreso a una pantalla anterior o al inicio de la tarea.

Responder una pregunta o brindar información que no estuviera explícitamente contemplada en la definición de la tarea, con el fin de permitir la continuidad de la actividad.

- **Eficiencia:**

La eficiencia en el desarrollo de las tareas fue medida a partir de dos métricas: el tiempo de realización de cada tarea y el número de errores cometidos durante su ejecución. Estos indicadores permitieron evaluar la rapidez y precisión con la que los usuarios lograron finalizar las actividades en la interfaz.

Tiempo de tarea: Se registró el tiempo transcurrido desde que el participante finalizaba la lectura de las instrucciones hasta el momento en que completaba la tarea y dejaba de interactuar con la interfaz.

Número de errores: Se contabilizaron las acciones que aumentaban el tiempo de ejecución, dificultaban el logro del objetivo o alejaban al usuario del flujo principal de navegación.

Se consideraron errores:

Acciones que no correspondían a una interpretación clara de las instrucciones de la tarea.

Selecciones incorrectas de botones, íconos u opciones.

Retrasos significativos en la toma de decisiones que afectaban la continuidad del flujo.

Acciones repetitivas o redundantes que no aportaban al avance de la tarea.

7. Resultados

7.1 Análisis de resultados

Se parte del reconocimiento de la conexión de la solución propuesta como un aporte que respalda las iniciativas de turismo científico, para el proyecto geoparque cañón del Chicamocha. En la medida que los participantes, visitantes y turistas reconozcan los valores patrimoniales del territorio, se tendrá un reconocimiento de todos los datos relevantes asociados al patrimonio geológico, biológico y cultural. Los datos recolectados durante la fase de testeó de la interfaz gráfica de usuario del Geoparque Cañón del Chicamocha serán analizados siguiendo un enfoque de dos etapas. En primer lugar, se realizará un análisis descriptivo de cada conjunto de datos, lo que permitirá obtener una visión general de los resultados, caracterizar las tendencias observadas y evidenciar el comportamiento de los usuarios en relación con las tareas propuestas, las pruebas de conocimiento y los cuestionarios aplicados.

Posteriormente, se llevará a cabo un análisis inferencial, cuyo propósito será identificar patrones significativos, contrastar el desempeño de los grupos en entornos controlados y pertinentes, y detectar áreas de mejora en la interfaz. Este segundo nivel de análisis permitirá valorar la eficacia de la intervención en términos de aprendizaje, usabilidad y experiencia de usuario.

La muestra de las pruebas de testeó estuvo conformada por 16 participantes, de los cuales 6 realizaron todas las pruebas en un entorno pertinente, específicamente durante el recorrido de una de las georutas seleccionadas. Los demás participantes llevaron a cabo las pruebas en un entorno controlado. Es importante señalar que los participantes presentaban diferentes niveles de experiencia en senderismo (Ver Figura 23), lo que permitió contar con

una visión más amplia sobre la facilidad de uso, la accesibilidad y la pertinencia de la interfaz para distintos perfiles de usuario.

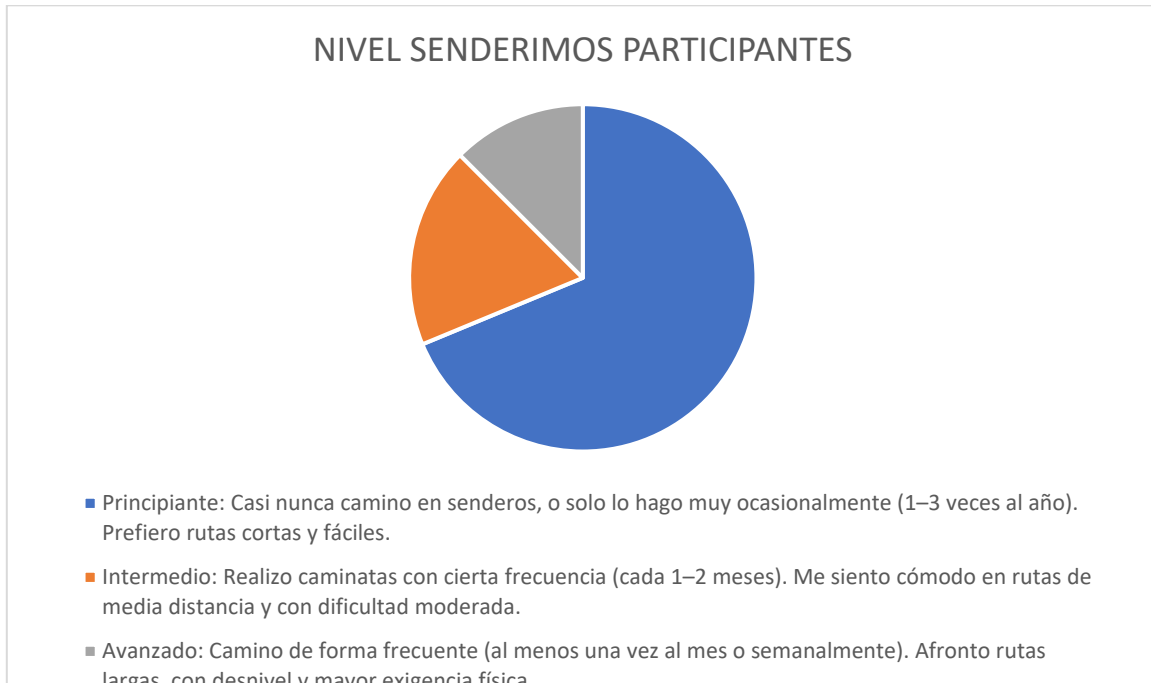


Figura 23. NIVEL SENDERIMOS PARTICIPANTES

7.1.1 Prueba en entorno pertinente, georuta desvío a Cepita a Puente se Cepita.

La validación de la interfaz gráfica de usuario se realizó en la georuta Desvío a Cepitá – Puente Principal Cepitá, caracterizada por su clima templado semiárido y formaciones geológicas como las bandas tipo Kink, afloramientos de tonalita y el mirador Los Abanicos. Debido a la remodelación de la entrada principal al municipio, los vehículos debieron dejarse al inicio de la obra, iniciando desde allí el recorrido a pie.

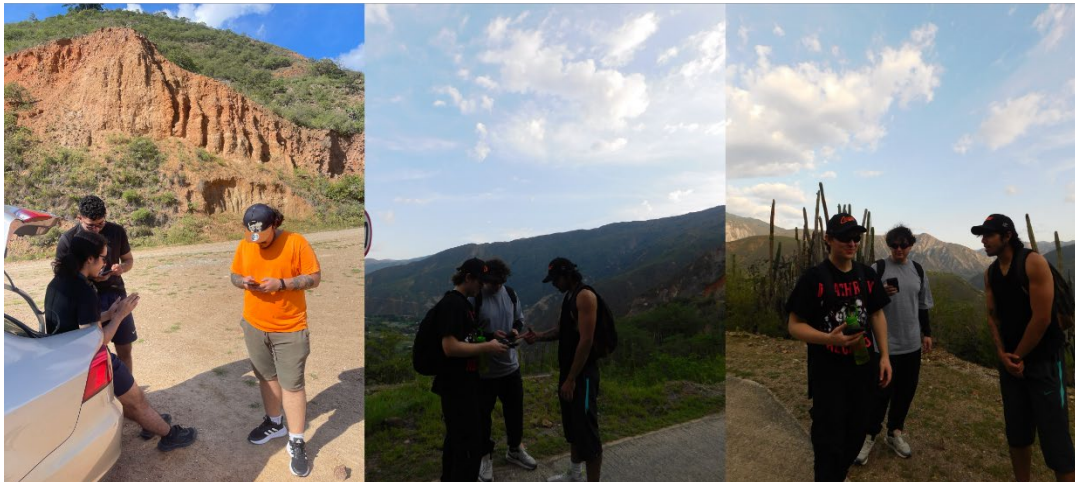


Figura 24. Fotos Prueba en entorno pertinente 1.

La prueba se llevó a cabo en dos jornadas, cada una con tres participantes, seleccionados según los perfiles definidos en los arquetipos de usuario. Antes de comenzar, se aplicaron las evaluaciones de conocimiento inicial y los cuestionarios de caracterización, junto con las primeras cinco tareas de interacción con la interfaz (Ver Figura 24).



Figura 25. Fotos Prueba en entorno pertinente 2.

El recorrido, de tres horas y cuarenta y dos minutos, incluyó paradas en los puntos de interés definidos por la aplicación (Ver Figura 25), donde se registraron observaciones sobre la navegación, el aprendizaje y la orientación en campo. Al finalizar en el puente principal de Cepitá (Ver Figura 26), se aplicaron la segunda prueba de conocimiento, el cuestionario de satisfacción y la prueba UEQ, cerrando la jornada con una valoración integral de la experiencia del usuario y la eficacia de la herramienta en contexto real.



Figura 26. Fotos Prueba en entorno pertinente 3.

7.1.2 Resultados prueba diagnóstica y comparativa de conocimiento.

Se conto con un total de 16 participantes, 6 de ellos relazaron la prueba antes de iniciar una georuta, los 10 restantes respondieron la prueba en un entorno controlado, a los participantes se les asigno un código único, cada uno identificado con la letra “P” seguido de

un numero asignado de manera numérica consecutiva (P1, P2, P3....., P16), los 6 participantes que realizaron la prueba en la georuta serán identificados desde el P1 al P6.

- Resultados prueba de conocimiento antes del uso de la interfaz gráfica de usuario

Resultados prueba de conocimiento antes del uso de la IGU.

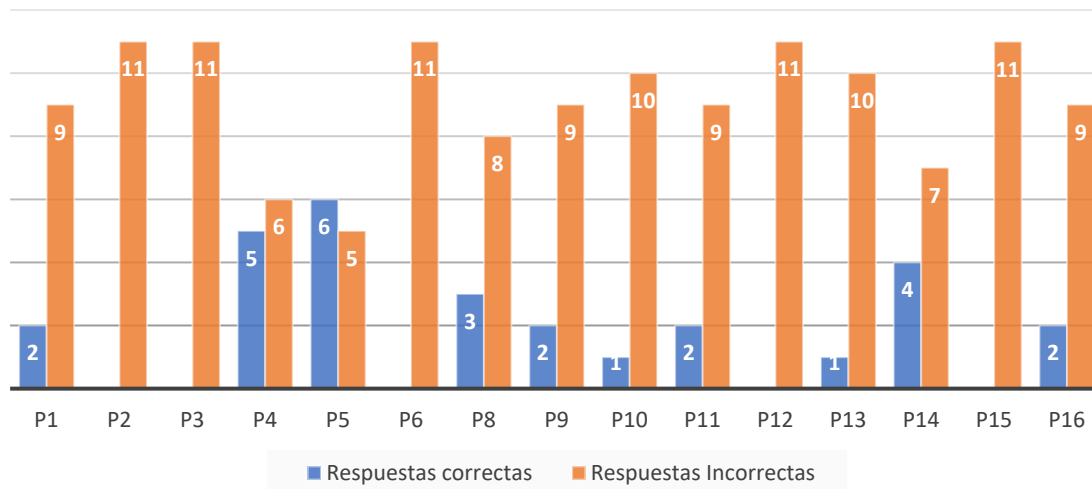


Figura 27. Resultados prueba diagnóstica

- Resultados prueba de conocimiento después del uso de la interfaz gráfica de usuario

Resultados prueba de conocimiento despues del uso de la IGU.

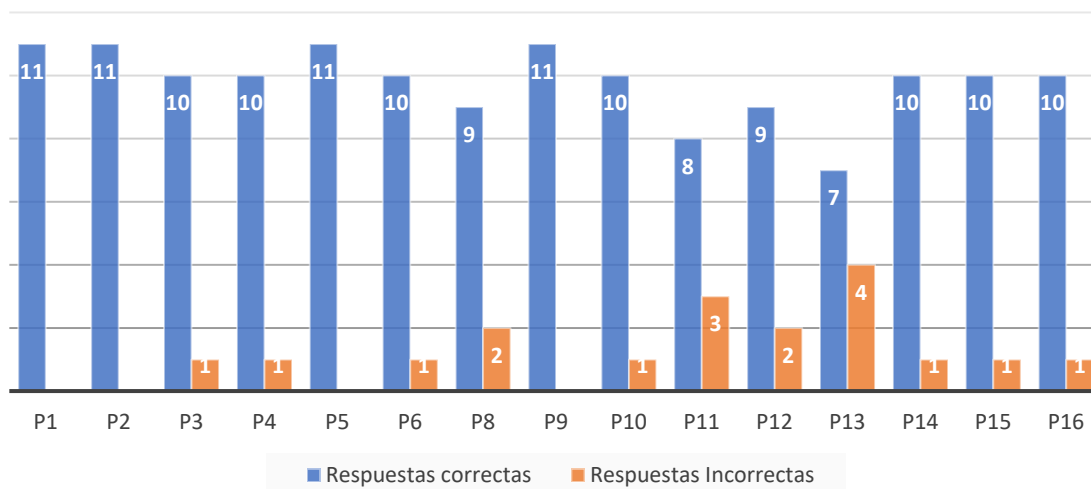


Figura 28. Resultados prueba comparativa de conocimiento

El análisis comparativo de los resultados entre la prueba de conocimiento antes del uso de la IGU y la prueba de conocimiento después del uso de la IGU (ver Figura 26.) evidencia un incremento de asertividad de los participantes. En la evaluación inicial, el promedio de respuestas correctas se situó en un 42 %, mientras que en la prueba comparativa este valor ascendió al 85 %, lo que representa una mejora del 43 %. Esta diferencia sugiere un efecto positivo atribuible en parte al uso de la interfaz gráfica de usuario del Geoparque Cañón del Chicamocha en la adquisición de conocimientos. Desde una perspectiva inferencial, este tipo de incremento permite hipotetizar que la intervención generó un impacto sobre el aprendizaje del usuario, reduciendo de manera consistente los errores iniciales y aumentando la tasa de aciertos en todos los perfiles de usuario. La magnitud del cambio observada respalda la validez de la hipótesis de que la interfaz funciona como un recurso educativo para los propósitos de turismo científico.

Comparación de conocimiento antes y después del uso de la IGU

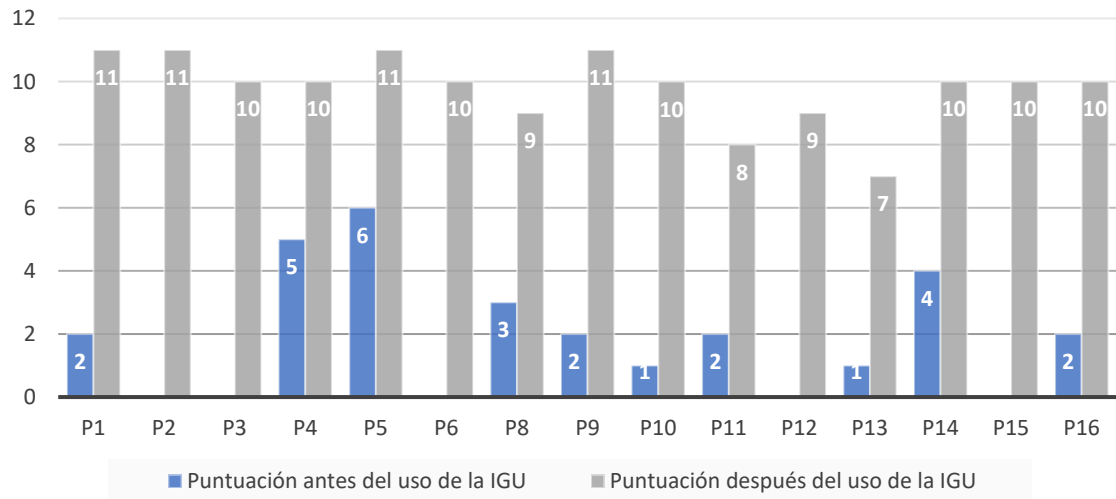


Figura 29. Comparación de conocimiento antes y después del uso de la IGU.

7.1.3 resultados Prueba de usabilidad

La prueba de usabilidad se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el funcionamiento de la interfaz gráfica de usuario del Geoparque Cañón del Chicamocha en condiciones pertinentes como controladas. Para ello se diseñó un conjunto de diez tareas específicas, que abarcaron desde la exploración de tarjetas de información y la consulta de geodatos, hasta la interacción con funciones como el sistema de puntos de interés, el módulo de emergencias y la finalización de una georuta en curso. Cada tarea fue acompañada de indicadores anteriormente parametrizados que permitieron registrar aspectos como el tiempo de ejecución, la tasa de éxito y los comentarios de los usuarios sobre la claridad y facilidad de uso de la interfaz.

Durante la ejecución de estas actividades se midió la eficacia, entendida como la capacidad de los participantes para completar las tareas, empleando una escala de tres niveles

(éxito total, éxito parcial y fracaso total). Además, se documentaron métricas de eficiencia, tales como el tiempo requerido y los errores cometidos en la navegación. Al finalizar, los participantes respondieron un User Experience Questionnaire (UEQ) junto con un cuestionario de satisfacción, lo que permitió complementar la observación del desempeño con una evaluación estandarizada de la experiencia de usuario.

- **Eficacia:** Niveles de éxito o fracaso de la tarea.



Figura 30. Niveles de éxito o fracaso en la ejecución de las tareas.

- **Eficiencia:** Tiempo y número de errores por tarea.

Ver Apéndice B

- **Usabilidad:** Resultados cuestionario de satisfacción

Se calculó la puntuación del cuestionario de satisfacción definiendo el valor de cada

una de las posibles respuestas en la siguiente escala de puntuación:

- 1 = Totalmente en desacuerdo
- 2 = En desacuerdo
- 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4 = De acuerdo

5 = Totalmente de acuerdo.

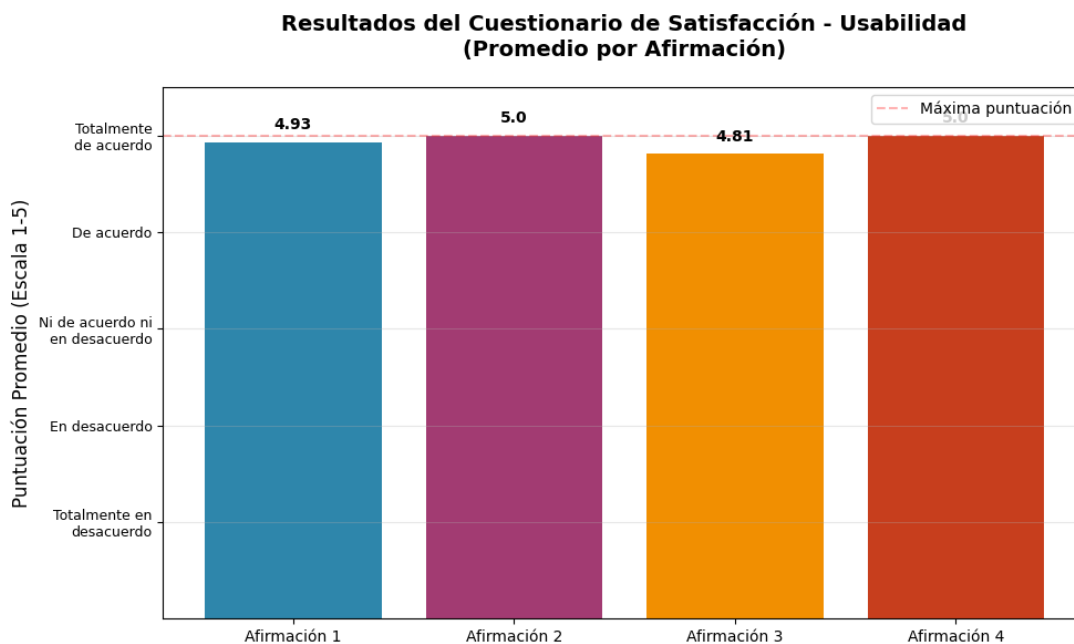


Figura 31. Resultados del cuestionario de satisfacción

Los resultados del cuestionario de satisfacción aplicado a los 16 participantes reflejan una valoración positiva de la interfaz gráfica de usuario del Geoparque Cañón del Chicamocha. En las cuatro afirmaciones evaluadas con escala Likert de 1 a 5, los promedios obtenidos fueron de 4,93, 5,00, 4,81 y 5,00 respectivamente, lo que indica que la mayoría de los usuarios estuvieron totalmente de acuerdo en reconocer la claridad, facilidad de uso y pertinencia de la información presentada. Es importante resaltar que el percentil mínimo esperado para esta prueba era de 3,75, por lo que los resultados obtenidos superaron ampliamente este umbral, reflejando un alto grado de satisfacción general.

Las ligeras variaciones en los puntajes —particularmente en la afirmación 3, con un promedio de 4,81— sugieren que algunos usuarios encontraron pequeños márgenes de mejora en aspectos relacionados con la navegación, aunque estos no afectan de manera

significativa la percepción global de la experiencia. En conjunto, los resultados evidencian un nivel de satisfacción y aceptación superior al esperado, consolidando la validez del prototipo como una herramienta efectiva para la divulgación educativa y el acompañamiento a los visitantes en el geoparque.

• **Satisfacción:** Resultados User Experience Questionnaire (UEQ)

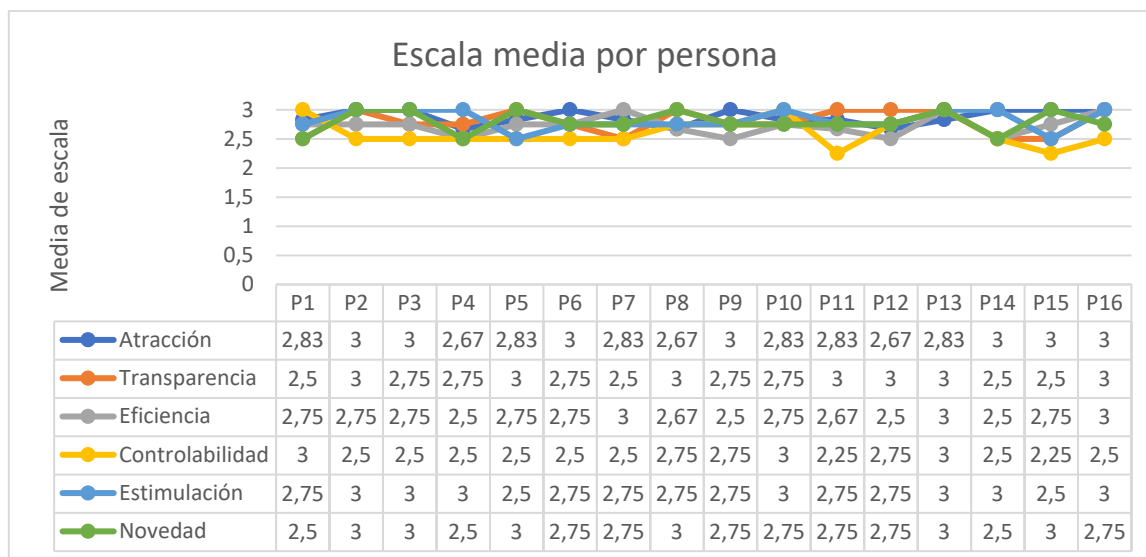


Figura 32. Resultados UEQ en escala media por persona.

los resultados de la prueba UEQ (Ver figura 32.), evidencian que todos los márgenes evaluados (atracción, transparencia, eficiencia, controlabilidad, estimulación y novedad) se sitúan en valores positivos (entre 2,5 y 3,0). Esto indica que la experiencia de usuario fue percibida de manera favorable en general.

Se destacan atracción, transparencia y eficiencia, que presentan puntajes cercanos al máximo posible (+3), lo cual refleja una alta aceptación y facilidad de uso de la interfaz. Estimulación y novedad también obtienen resultados positivos, lo que sugiere que la aplicación no solo es funcional, sino que también genera interés y frescura en la experiencia.

En conjunto, los datos confirman que la interfaz evaluada ofrece una experiencia de usuario satisfactoria y equilibrada, tanto en aspectos pragmáticos (claridad, eficiencia, control) como en aspectos hedónicos (atractivo, motivación, innovación).

Tabla 11. UEQ Escalas

UEQ Scales (Mean and Variance)		
Atracción	↑ 2,875	0,02
Transparencia	↑ 2,797	0,04
Eficiencia	↑ 2,724	0,03
Controlabilidad	↑ 2,609	0,06
Estimulación	↑ 2,828	0,03
Novedad	↑ 2,797	0,04

Los resultados promediados de la prueba UEQ (Ver tabla 11.) evidencian una experiencia de usuario satisfactoria.

Las escalas mejor valoradas son estimulación y atracción, lo que indica que la interfaz gráfica de usuario resulta motivadora, agradable y genera una buena impresión general. Asimismo, transparencia y novedad reflejan que el sistema es fácil de comprender y percibido como innovador.

Aunque la controlabilidad presenta el valor más bajo, este sigue siendo positivo y cercano al máximo, mostrando que los usuarios se sintieron en control durante la interacción.

En conjunto, los resultados evidencian que la interfaz gráfica de usuario del Geoparque Cañón del Chicamocha combina de manera equilibrada usabilidad y aspectos emocionales, logrando no solo cumplir con las funciones básicas, sino también generar interés y satisfacción en los usuarios.

Tabla 12. Valor medio por Ítems con su correspondiente escala.

Item	Mean	Variance	Std. Dev.	No.	Left	Right	Scale	
1	↑ 2,6	0,3	0,5	16	desagradable	agradable	Atracción	
2	↑ 2,9	0,1	0,3	16	no entendible	entendible	Transparencia	
3	↑ 2,9	0,1	0,3	16	creativo	sin imaginacion	Novedad	
4	↑ 2,8	0,2	0,4	16	facil de aprender	dificil de aprender	Transparencia	
5	↑ 2,9	0,1	0,3	16	valioso	de poco valor	Estimulación	
6	↑ 2,8	0,2	0,4	16	aburrido	emocionante	Estimulación	
7	↑ 2,9	0,1	0,3	16	no interesante	interesante	Estimulación	
8	↑ 2,1	0,5	0,7	16	impredecible	predecible	Controlabilidad	
9	↑ 2,0	0,4	0,6	16	rapido	lento	Eficiencia	
10	↑ 2,9	0,1	0,3	16	original	convencional	Novedad	
11	↑ 2,8	0,3	0,5	16	obstruivo	impulsor de apoyo	Controlabilidad	
12	↑ 3,0	0,0	0,0	16	bueno	malo	Atracción	
13	↑ 2,9	0,1	0,3	16	complicado	facil	Transparencia	
14	↑ 2,8	0,2	0,4	16	repeler	atraer	Atracción	
15	↑ 2,8	0,2	0,4	16	convencional	novedoso	Novedad	
16	↑ 3,0	0,0	0,0	16	incomodo	comodo	Atracción	
17	↑ 3,0	0,0	0,0	16	seguro	inseguro	Controlabilidad	
18	↑ 2,8	0,2	0,4	16	activante	adormecedor	Estimulación	
19	↑ 2,6	0,4	0,6	16	cubre expectativas	no cubre expectativas	Controlabilidad	
20	↑ 2,9	0,1	0,3	16	ineficiente	eficiente	Eficiencia	
21	↑ 2,6	0,4	0,6	16	claro	confuso	Transparencia	
22	↑ 3,0	0,0	0,0	16	no pragmatico	pragmatico	Eficiencia	
23	↑ 3,0	0,0	0,0	16	ordenado	sobrecargado	Eficiencia	
24	↑ 2,9	0,1	0,3	16	atractivo	feo	Atracción	
25	↑ 3,0	0,0	0,0	16	simpatico	antipatico	Atracción	
26	↑ 2,6	0,5	0,7	16	conservador	innovador	Novedad	

El promedio general de las valoraciones por ítem (ver Tabla 12) se ubicó por encima del mínimo establecido para considerarse positivo (+1,5) dentro de la escala del cuestionario UEQ, cuyo rango oscila entre -3 (muy malo) y +3 (extremadamente bueno) (ver Figuras 31 y 32). Este resultado refleja una valoración consistentemente favorable en todos los ítems, evidenciando que los participantes percibieron la interfaz gráfica de usuario del Geoparque Cañón del Chicamocha como altamente atractiva, clara, confiable y eficiente. Los valores medios obtenidos confirman su excelente desempeño en usabilidad y experiencia general, destacando su capacidad para orientar al usuario de manera efectiva y transmitir la información del territorio de forma comprensible y motivadora. En conjunto, estos datos

consolidan a la interfaz como una herramienta eficaz y validada dentro de los objetivos planteados para el proyecto.

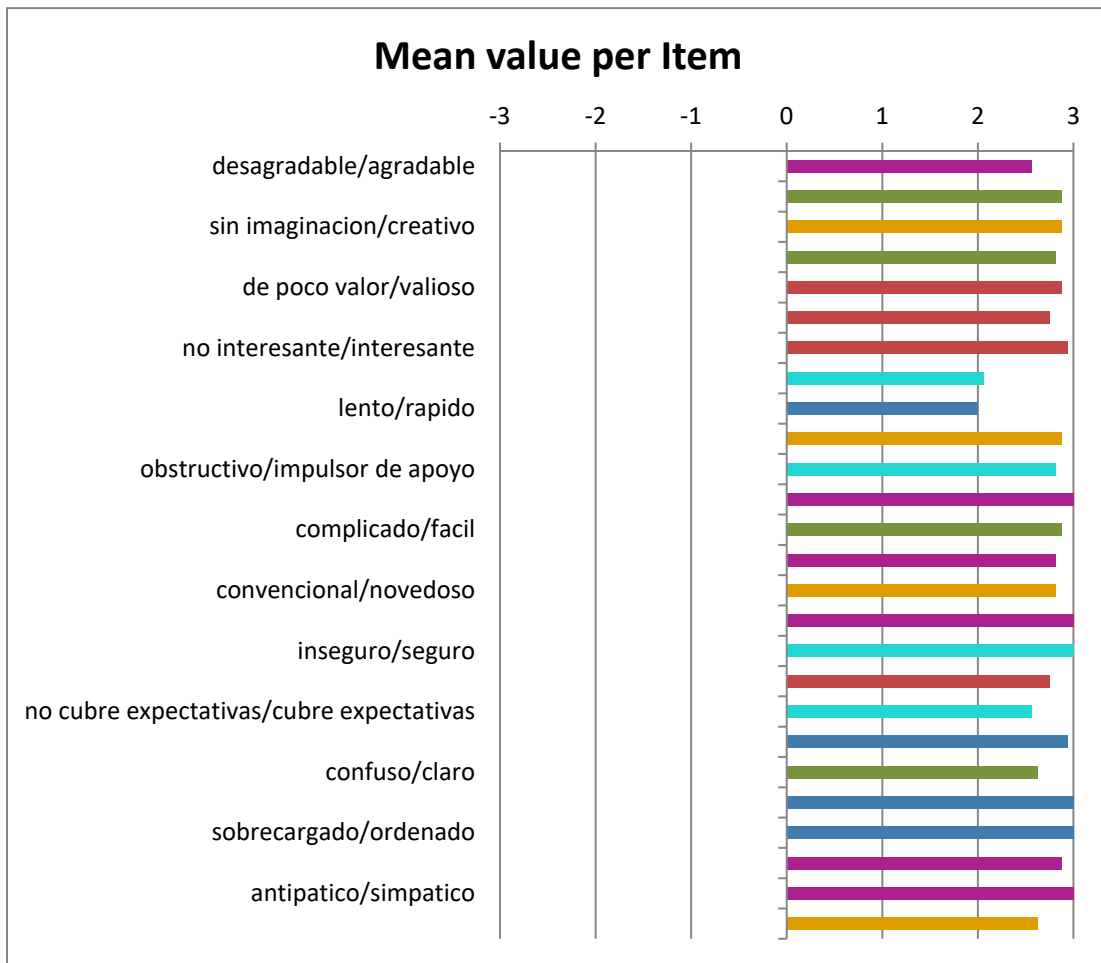


Figura 33. Valor medio por ítem.

La evaluación realizada mediante el cuestionario UEQ arrojó resultados altamente favorables para la interfaz gráfica de usuario del Geoparque Cañón del Chicamocha. En la gráfica de valor medio por escala (Figura 32), se observa que todas las dimensiones evaluadas —Atracción, Transparencia, Eficiencia, Controlabilidad, Estimulación y Novedad— alcanzaron puntajes superiores al promedio mínimo positivo de 1,7, ubicándose dentro del rango considerado como muy bueno.

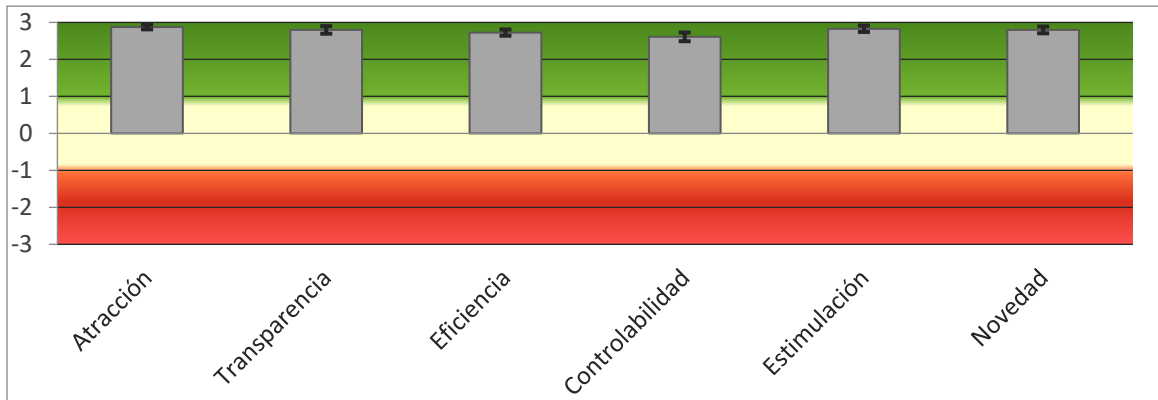


Figura 34. Gráfica valor medio escalas

Estos resultados reflejan que los participantes percibieron la interfaz como visual y funcionalmente atractiva, clara en la presentación de la información, eficiente en su funcionamiento y sencilla de controlar durante la interacción. Además, las escalas de estimulación y novedad evidencian una respuesta emocional positiva hacia la experiencia de uso, mostrando que la interfaz logra motivar e interesar al usuario en la exploración de las georutas.

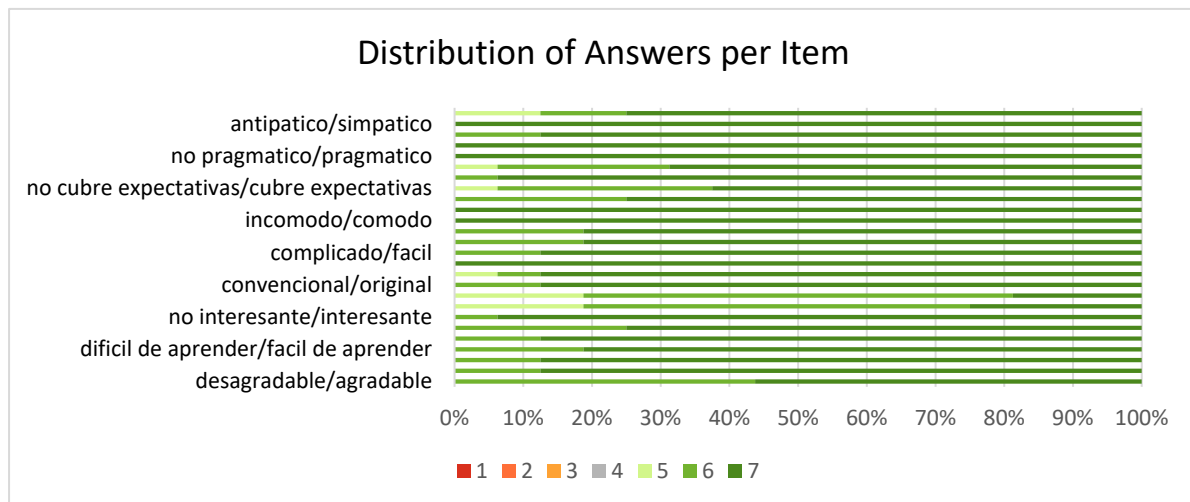


Figura 35. Distribución de respuesta por ítem

En conjunto, los valores obtenidos definen a la interfaz como una herramienta eficaz y validada, capaz de brindar una experiencia de usuario satisfactoria, intuitiva y enriquecedora, alineada con los objetivos educativos y de orientación del proyecto.

8. Discusión y conclusiones

En el presente proyecto se aborda una propuesta de valor que aporta a la gestión de conocimiento de los valores del patrimonio asociados al territorio y enfocados en la georuta de Cepitá. Siendo esta una muestra del potencial que se tiene para expandir el producto a otras georutas y geositios. El principal aporte está en generar una guía para los diversos grupos de visitantes y turistas que puedan llegar a interesarse en el senderismo para aportar información relevante que permite al turista aprender de los valores del territorio permearse de conocimientos como se espera desde la visión de turismo científico a su vez que se establece una guía para el recorrido de forma clara eficaz y segura.

El desarrollo y evaluación de la interfaz gráfica de usuario del Geoparque Cañón del Chicamocha ha permitido validar la efectividad de la herramienta en su función educativa y de acompañamiento para los senderistas que visitan el geoparque, cumpliendo con los requerimientos planteados desde el inicio del proyecto. Los resultados obtenidos a través de las distintas pruebas realizadas a lo largo del proyecto, incluyendo la prueba diagnóstica y comparativa de conocimiento, la prueba de usabilidad, y los cuestionarios de satisfacción, reflejan un impacto positivo en la experiencia de los usuarios, a través de las pruebas realizadas, se comprobó que se alcanzaron los objetivos específicos establecidos, consolidando la propuesta en términos de funcionalidad y experiencia de usuario.

En primer lugar, se definieron tres georutas ubicadas en el Cañón del Chicamocha, con un alto contenido patrimonial geológicos y biológico, lo cual se logró mediante una revisión bibliográfica y análisis del contexto. Este paso permitió incorporar información clave sobre las formaciones geológicas, fauna, flora y elementos culturales de la zona, los cuales fueron organizados en la interfaz de manera clara y estructurada, cumpliendo con el primer objetivo específico.

El segundo objetivo, relacionado con el diseño de la experiencia de usuario, se cumplió al desarrollar una interfaz gráfica que visualiza de forma efectiva la ubicación de los puntos de interés dentro de las georutas (Ver [apéndice A](#)). Esto fue posible mediante el uso de mapas interactivos y tarjetas de información sobre las georutas, que facilitan la navegación e interacción del usuario con el contenido, alineándose con los principios de accesibilidad, usabilidad y diseño visual atractivo. Además, se implementó un mecanismo de navegación secuencial gamificada, que permite a los usuarios avanzar de manera progresiva a través de las georutas, desbloqueando puntos de interés al completar acciones como marcar los círculos de las tarjetas de información. Este enfoque no solo mejora la interactividad y compromiso del usuario, sino que también añade un componente de motivación y seguimiento del progreso, favoreciendo una experiencia dinámica y envolvente durante el recorrido.

El tercer objetivo, que consistía en evaluar la experiencia de usuario, se cumplió mediante pruebas de usabilidad y cuestionarios de satisfacción. Las pruebas de usabilidad, realizadas con 6 participantes mientras se realizaba el recorrido de la georuta

del desvío de Cepita al Puente de Cepita y 10 participantes más en entorno pertinente, mostraron que la interfaz es eficiente y fácil de usar.

En términos de conocimiento, los resultados de la prueba diagnóstica comparativa mostraron una mejora en el nivel de aciertos, con un incremento del 43 % en el promedio de respuestas correctas entre la primera y la segunda prueba (Ver Figura 29.). Esto indica que la interfaz no solo facilitó el acceso a la información geológica, biológica y cultural, sino que también ayudó a consolidar el aprendizaje de los usuarios.

En cuanto a la usabilidad, las tareas ejecutadas por los participantes indicaron que la interfaz es eficiente y funcional. Los usuarios lograron completar las tareas de manera satisfactoria, con un alto porcentaje de éxito total en la ejecución. Las métricas de eficiencia también mostraron un rendimiento positivo, aunque se identificaron áreas de mejora en la rapidez de respuesta, especialmente en las tareas que requerían la consulta de geodatos y la interacción con mapas. Este problema de rapidez de respuesta está relacionado con el uso del programa Figma en el cual se desarrolló el prototipo, ya que, al ser una herramienta de prototipado y no una aplicación totalmente funcional, algunos elementos pueden no haber respondido con la fluidez esperada en un entorno real de uso.

Los cuestionarios de satisfacción y experiencia de usuario (UEQ) (ver Figura 30.) reflejan la buena percepción por parte de los participantes. Las escalas de atracción, estimulación y transparencia obtuvieron las puntuaciones más altas, reflejando que la interfaz es percibida como atractiva, clara y fácil de navegar. Sin embargo, la controlabilidad presentó

una ligera variación, sugiriendo que algunos usuarios experimentaron pequeñas dificultades al interactuar con la interfaz, lo que abre la posibilidad de realizar ajustes.

En general, la interfaz gráfica de usuario del Geoparque Cañón del Chicamocha demostró ser una herramienta altamente eficaz tanto en la divulgación educativa como en la orientación de los visitantes durante las georutas. Su funcionamiento evidenció una experiencia clara, intuitiva y coherente con las necesidades del usuario, facilitando la comprensión del entorno geológico y biológico del territorio. Los resultados globales validan su implementación dentro del ecosistema de productos del Geoparque Cañón del Chicamocha, consolidándola como un recurso clave para fortalecer la accesibilidad, el aprendizaje y la conexión del visitante con el patrimonio natural y cultural.

Referencias bibliográficas.

- Carfi, A., & Mastrogiovanni, F. (2023). Gesture-based human-machine interaction: Taxonomy, problem definition, and analysis. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 53(1), 497–513.
<https://doi.org/10.1109/TCYB.2021.3129119>
- Kemangi, A. K. A. J. A., Najaf, A. R. E., & Permatasari, R. (2025). UI/UX design of Ruang Kajian application using design thinking method. *International Journal of Engineering Science and Information Technology*, 5(1), 145–156. <https://doi.org/10.52088/ijesty.v5i1.665>
- Tavera-Escobar, M. Á., & Álvarez-Ramírez, D. (2019). Geoparques en Colombia: Una estrategia para la aplicación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible—caso: Magdalena Medio antioqueño. *Boletín de Geología*, 41(2), 103–118.
<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegologia/article/view/9623>
- Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA. (2022). Geoconservación en Colombia: Aproximaciones teórico-prácticas. <https://cta.org.co/wp-content/uploads/2022/10/GEOCONSERVACION-EN-COLOMBIA-2022.pdf>
- Cañón del Chicamocha Aspirante a Geoparque Mundial UNESCO (CCAGMU). (2022, 14 de octubre). Geoparque Curití-Aratoca [Presentación].
https://files.laparrilla.co/Geoparque_Curiti-Aratoca.pdf
- Servicio Geológico Colombiano. (s. f.). ¿Qué son los Geoparques? Recuperado el 16 de abril de 2024, de <https://www2.sgc.gov.co/patrimonio/Paginas/que-son-los-geoparques.aspx>
- Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (SERNAGEOMIN) – GeoparqueMet. (2021, 6 de enero). Geodiversidad. <https://geoparquemet.sernageomin.cl/terms/geodiversidad/>
- AllTrails. (s. f.). AllTrails: Guías y mapas de rutas para senderismo, acampada y para correr. Recuperado el 27 de abril de 2024, de <https://www.alltrails.com/>

Boldist (Payne, S.). (2021, 29 de marzo). Understanding gestures for UI design.

<https://boldist.co/design/gesture-based-interfaces/>

ComputerWeekly.es. (2020, 8 de septiembre). ¿Qué es interfaz de usuario (UI)?

<https://www.computerweekly.com/es/definicion/Interfaz-de-usuario-UI>

FasterCapital. (s. f.). Navegación basada en gestos en interfaces de usuario modernas. Recuperado

el 27 de abril de 2024, de <https://fastercapital.com/es/contenido/Navegacion-basada-en-gestos-en-interfaces-de-usuario-modernas.html>

Strava, Inc. (s. f.). Strava: Funciones de suscripción. Recuperado el 27 de abril de 2024, de

<https://www.strava.com/features?hl=es-419>

Wikiloc. (s. f.). Wikiloc: La app de rutas outdoor para iPhone y Android. Recuperado el 19 de abril

de 2024, de <https://es.wikiloc.com/outdoor-navigation-app>

Gamco. (s. f.). ¿Qué son aplicaciones digitales? (Glosario). Recuperado el 19 de abril de 2024, de

<https://gamco.es/glosario/aplicaciones-digitales/>

Relive B.V. (2025, 6 de noviembre). Relive: Run, ride, hike & more [Aplicación móvil]. Google

Play. https://play.google.com/store/apps/details?id=cc.relive.reliveapp&hl=es_419

TrailBehind, Inc. (2025, 7 de octubre). Gaia GPS: Mapas topo y senderos [Aplicación móvil]. App

Store. <https://apps.apple.com/app/id1201979492>.

Apéndices

Apéndice A Enlace a Prototipo de la interfaz gráfica del usuario Geoparque Cañón del

Chicamocha <https://www.figma.com/proto/AxoQRRlqg1U8Q6Kxb9ejfA/INTERFAZ-GR%C3%81FICA-DE-USUARIO-GEOPARQUE-CA%C3%91%C3%93N-DEL-CHICAMOCHA?node-id=0-1&t=RJiJyDcYcgC9B5Tl-1>

Apéndice B Eficiencia Tiempo y número de errores por tarea

<https://drive.google.com/file/d/1oJwj8KgoFQqvY-IISCIFFP0aqZ4x5TAu/view?usp=sharing>

Apéndice C Diagrama Workflow

<https://drive.google.com/file/d/1X5q662BKipeOU0yNpnfihCzLLAcH5jy/view?usp=sharing>