



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos

Naturales no Renovables

Maestría en Ingeniería en Software

**Medición de la usabilidad del aplicativo móvil “Árbol QR”
mediante un modelo de calidad de producto basado en las
normas ISO/IEC 25023**

Trabajo de Titulación, previo a la
obtención del título de Magíster
en Ingeniería en Software

AUTOR:

Luis Miguel Sánchez Chiriboga

DIRECTOR:

Ing. Cristian Ramiro Narváez Guillén, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2025

Certificación

Loja, 17 de marzo de 2025

Ing. Cristian Ramiro Narvárez Guillén Mg. Sc.
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Medición de la usabilidad del aplicativo móvil “Árbol QR” mediante un modelo de calidad de producto basado en las normas ISO/IEC 25023**, previo a la obtención del título de **Magister en Ingeniería de Software**, de la autoría del estudiante **Luis Miguel Sánchez Chiriboga**, con **cédula de identidad Nro. 1105597106**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Cristian Ramiro Narvárez Guillén, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Luis Miguel Sánchez Chiriboga**, estudiante de la Universidad Nacional de Loja, declaro en forma libre y voluntaria que el presente Proyecto de Trabajo de Titulación que versa sobre **Medición de la usabilidad del aplicativo móvil “Árbol QR” mediante un modelo de calidad de producto basado en las normas ISO/IEC 25023**, así como las expresiones vertidas en la misma son autoría de los comparecientes, quienes han realizado en base a recopilación bibliográfica primaria y secundaria. En consecuencia, asumo la responsabilidad de la originalidad de la misma y el cuidado al remitirse a las fuentes bibliográficas respectivas para fundamentar el contenido expuesto.

Firma:

Cédula: 1105597106

Fecha: 17 de marzo de 2025

Correo Electrónico: luis.m.sanchez.c@unl.edu.ec

Celular: (+593) 95 948 8212

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Titulación

Yo, **Luis Miguel Sánchez Chiriboga** declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Medición de la usabilidad del aplicativo móvil “Árbol QR” mediante un modelo de calidad de producto basado en las normas ISO/IEC 25023** como requisito para optar el título de **Magíster en Ingeniería en Software**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo en la ciudad de Loja, a los diecisiete días del mes de marzo del dos mil veinticinco.

Firma:

Autor: Luis Miguel Sánchez Chiriboga

Cédula de identidad: 1105597106

Fecha: 17 de marzo de 2025

Dirección: Río Caqueta y Av. Río Ucayali, Loja - Ecuador

Correo Electrónico: luis.m.sanchez.c@unl.edu.ec

Teléfono: (+593) 95 948 8212

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Cristian Ramiro Narváez Guillén, Mg. Sc.

Dedicatoria

Dedico este trabajo que representa el fin de una etapa de mi vida, a mi madre y a mi padre, que a pesar de los errores cometidos nunca dejaron de apoyarme y me guiaron hacia el camino del bien. A mi hermano y hermanas que han sido mi ejemplo para seguir y con quienes comparto la felicidad de los logros, y este hito también les pertenecen a ellos.

Luis Miguel Sánchez Chiriboga

Agradecimiento

Primeramente, a Dios, por extender su mano y guiarme por el camino correcto, por entregarme salud y vida para lograr los objetivos que me he planteado, gracias por fortalecer mi fe y espíritu, gracias por nunca apartarte de mí.

A mis padres y hermanos, por el apoyo incondicional que me han brindado desde el día en que nací, por su infinito amor y resiliencia en enseñarme el valor de la vida y la familia.

A mis amigos y compañeros que me acompañaron en este camino estudiantil, gracias por enseñarme que antes de competir se debe ayudar para llegar juntos a la meta. A mi tutor de tesis, por su orientación, paciencia y compromiso durante este proceso. Sus valiosas sugerencias y su acompañamiento constante fueron esenciales para llevar a cabo este proyecto con éxito. A la universidad Nacional de Loja, por ser el lugar donde no solo adquirí conocimientos académicos, sino también valores que me han ayudado a crecer como persona y como profesional. Gracias por ofrecer un ambiente que fomenta el aprendizaje y la superación.

Luis Miguel Sánchez Chiriboga

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas	xi
Índice de figuras	xii
Índice de anexos	xiv
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	6
4.1. Aplicaciones Móviles.....	6
4.1.1. Tipos de aplicaciones móviles	6
4.1.2. Android.....	8
4.1.3. iOS.....	8
4.2. ¿Qué es árbol QR?	9
4.3. Calidad de software	9
4.3.1. Relevancia de la Calidad de Software.....	10
4.4. Modelos de Calidad ISO	11

4.4.1. ISO/IEC 25010: Modelo de Calidad de Software	11
4.4.2. ISO/IEC 25023: Evaluación de la Calidad del Producto de Software.....	12
4.5. Usabilidad.....	13
4.5.1. Métricas de Usabilidad en ISO/IEC 25023	13
4.5.2. Métodos de Evaluación de Usabilidad	14
4.6. Interacción Humano-Computadora (HCI).....	15
4.6.1. Principios de la HCI en el Diseño de Interfaces.....	15
4.7. Experiencia de Usuario (UX).....	16
5. Metodología	18
5.1. Diseño de la investigación	18
5.1.1. Enfoque del estudio.....	18
5.1.2. Tipo de estudio	18
5.1.3. Alcance de la investigación	18
5.2. Población y Muestra	18
5.2.1. Población.....	18
5.2.2. Criterios de inclusión y exclusión	19
5.2.3. Muestreo.....	19
5.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	19
5.3.1. Encuestas estructuradas	19
5.3.2. Pruebas de usuario controladas.....	19
5.3.3. Observación directa.....	20
6. Resultados	21
6.1. Resultados de la encuesta.....	22
6.1.1. Pregunta 1.....	23
6.1.2. Pregunta 2.....	25

6.1.3. Pregunta 3.....	26
6.1.4. Pregunta 4.....	28
6.1.5. Pregunta 5.....	29
6.1.6. Pregunta 6.....	31
6.1.7. Pregunta 7.....	32
6.1.8. Pregunta 8.....	34
6.1.9. Pregunta 9.....	35
6.1.10. Pregunta 10	37
6.1.11. Pregunta 11	38
6.1.12. Pregunta 12	40
6.1.13. Pregunta 13	41
6.1.14. Pregunta 14	43
6.1.15. Pregunta 15	44
6.1.16. Pregunta 16	46
6.1.17. Pregunta 17	47
6.1.18. Pregunta 18	49
6.1.19. Pregunta 19	50
6.1.20. Pregunta 20	51
6.1.21. Pregunta 21	53
6.1.22. Pregunta 22	54
6.2. Métricas de calidad de “Árbol QR” (calidad interna y externa) – ISO/IEC 25023	56
6.2.1. Definición de características de calidad	60
6.2.2. Evaluación de niveles de importancia de las métricas de calidad	61
7. Discusión.....	67
8. Conclusiones.....	67

9. Recomendaciones	71
10. Bibliografía	72
11. Anexos	75

Índice de tablas

Tabla 1. Frecuencia de uso de aplicaciones móviles	23
Tabla 2. Frecuencia de uso de aplicaciones académicas	25
Tabla 3. Cumplimiento de tareas al utilizar la aplicación	26
Tabla 4. Precisión y completitud de la información proporcionada por la aplicación	28
Tabla 5. facilidad para encontrar funciones en la aplicación.....	29
Tabla 6. Inclusión de funcionalidades necesarias en la aplicación	31
Tabla 7. Tiempo promedio para acceder a la información de un árbol.....	32
Tabla 8. Rapidez de respuesta de la aplicación	34
Tabla 9. Evaluación de la razonabilidad y efectividad de los pasos en la aplicación	35
Tabla 10. Consumo de recursos al utilizar la aplicación	37
Tabla 11. Facilidad para aprender a usar las funciones básicas de la aplicación .	38
Tabla 12. Claridad y comprensión de la organización de los menús.....	40
Tabla 13. Evaluación de las instrucciones dentro de la aplicación	41
Tabla 14. Manejo de errores en la aplicación	43
Tabla 15. Satisfacción con la interfaz visual de la aplicación.....	44
Tabla 16. Cumplimiento de expectativas funcionales de la aplicación	46
Tabla 17. Recomendación de la aplicación a otros usuarios	47
Tabla 18. Descripción de la experiencia emocional al usar la aplicación	49
Tabla 19. Accesibilidad de la aplicación en términos de diseño	50
Tabla 20. Características de accesibilidad de la aplicación	51
Tabla 21. Adecuación de la aplicación para diferentes niveles de conocimiento tecnológico.....	53
Tabla 22. Calificación general de la experiencia de uso de la aplicación	54
Tabla 23. Métricas para la calidad interna/externa	56
Tabla 24. Nivel de importancia	61
Tabla 25. Métricas para la calidad interna/externa	61
Tabla 26. Plan de acción de mejora para incrementar la calidad de la aplicación “Árbol QR”	80

Índice de figuras

Figura 1. Distribución porcentual de la frecuencia de uso de aplicaciones móviles	24
Figura 2. Distribución porcentual de la frecuencia de uso de aplicaciones académicas	25
Figura 3. Porcentaje de tareas completadas en la aplicación.....	27
Figura 4. Porcentaje de percepción sobre la precisión y completitud de la información.....	28
Figura 5. Porcentaje de facilidad para encontrar funciones en la aplicación	30
Figura 6. Porcentaje de funcionalidades presentes en la aplicación	31
Figura 7. Distribución del tiempo promedio de acceso a la información en la aplicación	33
Figura 8. Distribución de la rapidez de respuesta de la aplicación	34
Figura 9. Distribución de la percepción sobre los pasos necesarios en la aplicación	36
Figura 10. Percepción del consumo de recursos de la aplicación	37
Figura 11. Percepción sobre la facilidad para aprender a usar las funciones básicas	39
Figura 12. Distribución de la percepción sobre la claridad de la organización de la aplicación	40
Figura 13. Percepción sobre la suficiencia de las instrucciones dentro de la aplicación	42
Figura 14. Percepción sobre la prevención y manejo de errores en la aplicación	43
Figura 15. Percepción de satisfacción con el diseño visual de la aplicación	45
Figura 16. Percepción sobre el cumplimiento de expectativas funcionales de la aplicación	46
Figura 17. Percepción sobre la recomendación de la aplicación.....	48
Figura 18. Percepción emocional de los usuarios al usar la aplicación.....	49
Figura 19. Percepción sobre la accesibilidad de la aplicación en términos de diseño y navegación	50
Figura 20. Percepción sobre las características de accesibilidad en la aplicación	52

Figura 21. Percepción sobre la adecuación de la aplicación para usuarios con distintos niveles tecnológicos	53
Figura 22. Percepción general sobre la experiencia de uso en la aplicación	55

Índice de anexos

Anexo 1. Encuesta de Evaluación de Usabilidad de la Aplicación Móvil "Árbol QR"	75
Anexo 2. Plan de acción de mejora para incrementar la calidad de la aplicación "Árbol QR"	80
Anexo 3. Certificado de traducción del resumen	100

1. Título

Medición de la usabilidad del aplicativo móvil “Árbol QR” mediante un modelo de calidad de producto basado en las normas ISO/IEC 25023

2. Resumen

El presente trabajo de titulación se orienta a evaluar la usabilidad del aplicativo móvil "Árbol QR" versión 1.0, desarrollado por la Universidad Nacional de Loja, utilizando un modelo de calidad de software basado en las normas ISO/IEC 25023. Esta investigación se centra en las características de calidad interna, externa y en uso, permitiendo identificar fortalezas y debilidades del sistema. El análisis se realizó mediante la aplicación de métricas establecidas por los estándares internacionales, empleando encuestas estructuradas, pruebas de usuario controladas y observación directa para recopilar datos relevantes.

La evaluación se apoyó en un instrumento denominado Matriz de Calidad, diseñado para guiar el trabajo del evaluador y proporcionar resultados cuantitativos que sirvieron de insumo para el análisis cualitativo. Los hallazgos permitieron detectar deficiencias en áreas como fiabilidad, facilidad de uso y mantenibilidad, así como identificar oportunidades de mejora en la documentación del usuario, la automatización de pruebas y la accesibilidad técnica. Se destacan fortalezas en adaptabilidad y compatibilidad con sistemas externos, lo que asegura su implementación en diversos entornos tecnológicos.

Se elaboró una propuesta de mejora basada en el modelo de calidad ISO/IEC 25010, orientada a optimizar los aspectos críticos del aplicativo y garantizar su eficiencia y satisfacción del usuario. La implementación de estas mejoras no solo proyecta un incremento significativo en la calidad del aplicativo, sino que también establece una metodología replicable para evaluar y mejorar futuros desarrollos tecnológicos en la institución.

Palabras Clave: Calidad de software, ISO/IEC 25023, métricas de calidad, aplicativo móvil.

Abstract

This degree work aims to evaluate the usability of the mobile application "Árbol QR" version 1.0, developed by the National University of Loja, implementing a software quality model based on ISO/IEC 25023 standards. The investigation focuses on internal, external, and in-use quality characteristics, enabling the identification of system strengths and vulnerabilities. The analysis was conducted through the application of metrics established by international standards, utilizing structured surveys, controlled user testing protocols, and direct observation methodologies for relevant data collection.

The evaluation was supported by a Quality Matrix instrument, specifically designed to guide the evaluator's assessment process and generate quantitative metrics that served as input for qualitative analysis. The findings revealed deficiencies in reliability, usability, and maintainability domains, while also identifying optimization opportunities in user documentation, test automation frameworks, and technical accessibility. Notable strengths were identified in adaptability and external system compatibility, ensuring deployment capability across diverse technological environments.

An enhancement proposal was developed based on the ISO/IEC 25010 quality model, aimed at optimizing critical application aspects and ensuring user satisfaction and efficiency. The implementation of these improvements not only projects a significant enhancement in application quality but also establishes a replicable methodology for evaluating and improving future technological developments within the institution.

Keywords: ISO/IEC 25023, mobile application development, quality metrics, software quality assurance.

3. Introducción

En el marco del proyecto de investigación, la Universidad Nacional de Loja ha desarrollado la aplicación móvil "Árbol QR". Esta aplicación se presenta como una herramienta clave para facilitar el registro, monitoreo y análisis de características clave de los árboles urbanos, tales como medidas dasométricas, morfológicas, ecológicas y fitosanitarias, así como para evaluar los servicios ecosistémicos que estos árboles proporcionan.

Dado el creciente protagonismo de la usabilidad en las aplicaciones móviles, especialmente en proyectos científicos, esta investigación se centra en analizar la experiencia de usuario de "Árbol QR" mediante el marco establecido por la norma ISO/IEC 25023. El objetivo principal es evaluar el desempeño del aplicativo en escenarios reales de uso a través de pruebas de usabilidad, con énfasis en métricas clave como efectividad, eficiencia y satisfacción. Este enfoque permitirá identificar fortalezas y áreas de mejora, proporcionando tanto datos cuantitativos como cualitativos sobre la interacción de los usuarios con la aplicación en su contexto operativo. [1]

La aplicación de un marco estandarizado como ISO/IEC 25023 garantiza una evaluación objetiva, orientada a optimizar la usabilidad del sistema y a mejorar la experiencia de usuario. Estos esfuerzos no solo fortalecerán la eficiencia del proyecto de investigación, sino que también contribuirán a generar conocimiento valioso sobre el manejo del arbolado urbano en la ciudad de Loja.

La evaluación de la usabilidad de "Árbol QR" no solo se centra en la eficiencia o en la recolección de datos para el proyecto de investigación, sino también en la experiencia de usuario del personal universitario. Una interfaz intuitiva y fácil de usar [2] impactará positivamente en la motivación y la satisfacción de los usuarios al interactuar con la aplicación. Esto se traduce en un mayor compromiso con el proyecto, una reducción en la tasa de errores y una mejor calidad de los datos recopilados [3]. En este sentido, la norma ISO/IEC 25023 proporciona un marco de referencia para evaluar características cruciales como la efectividad, la

eficiencia y la satisfacción, permitiendo identificar áreas de mejora y optimizar la aplicación para que se ajuste a las necesidades y expectativas de los usuarios.

Por ello, esta tesis tiene como propósito principal evaluar la usabilidad de esta aplicación móvil aplicando el modelo de calidad definido por la norma ISO/IEC 25023, el cual establece métricas clave como efectividad, eficiencia y satisfacción del usuario.

Para lograr este objetivo, se plantearon las siguientes metas específicas: en primer lugar, analizar el desempeño del aplicativo en escenarios reales de uso con la participación de usuarios finales representativos, utilizando pruebas de usabilidad alineadas con los lineamientos de la norma ISO/IEC 25023. Este análisis permitirá identificar cómo interactúan los usuarios con la aplicación en su contexto habitual de trabajo. En segundo lugar, medir las métricas de usabilidad definidas por la norma, a fin de identificar tanto fortalezas como áreas de mejora en la experiencia del usuario, estableciendo así un camino claro para optimizar el sistema.

4. Marco teórico

4.1. Aplicaciones Móviles

Las aplicaciones para móviles se han establecido como instrumentos fundamentales en el ámbito educativo, facilitando un acceso ágil y eficaz a datos y servicios útiles para los alumnos. En el contexto académico, estas aplicaciones revolucionan el proceso de enseñanza y aprendizaje al simplificar la vinculación entre los usuarios y los materiales académicos a través de interfaces de fácil acceso y uso. De acuerdo con [1], las aplicaciones para móviles tienen el potencial de incrementar la motivación y el compromiso de los alumnos al proporcionar acceso constante a materiales educativos. Este tipo de tecnología también posibilita una adaptación versátil de los procesos de aprendizaje, respondiendo a las necesidades de accesibilidad y portabilidad que definen a las generaciones actuales de usuarios de contenido digital.

Además, la puesta en marcha de aplicaciones móviles con características particulares ha probado ser efectiva en la automatización de procesos y en la optimización de recursos en entornos académicos. Investigaciones como la realizada por [2] subrayan que, al integrar metodologías ágiles y tecnologías de código abierto en la creación de estas aplicaciones, se simplifica su uso y se incrementa la accesibilidad en cualquier instante y sitio. Esto posibilita que los alumnos se relacionen de forma eficaz y personalizada con las plataformas, optimizando de esta manera su experiencia de usuario y promoviendo un aprendizaje más independiente y comprometido. En este escenario, la aplicación "Árbol QR" representa un modelo de cómo una herramienta móvil puede respaldar la supervisión y administración de datos en una comunidad académica, incorporando características que mejoran la experiencia y simplifican el acceso a información pertinente.

4.1.1. Tipos de aplicaciones móviles

Las aplicaciones para móviles pueden categorizarse principalmente en tres categorías: aplicaciones nativas, aplicaciones web para móviles y aplicaciones híbridas, todas diseñadas para satisfacer requerimientos particulares de uso y

accesibilidad. Esta categorización facilita la identificación del tipo de tecnología y el contexto en el que se desarrollan, teniendo en cuenta factores de eficiencia, compatibilidad y costo. Por ejemplo, las aplicaciones locales son ideales para el uso intensivo de recursos del dispositivo, mientras que las aplicaciones en línea y las híbridas proporcionan mayor adaptabilidad y accesibilidad en diversas plataformas [3].

4.1.1.1. Aplicaciones nativas

Las aplicaciones locales están creadas y mejoradas para funcionar únicamente en un sistema operativo determinado, como Android o iOS, lo que facilita el aprovechamiento máximo de las capacidades del hardware y software del aparato. Estas aplicaciones generalmente proporcionan una experiencia de usuario más ágil y sin contratiempos, dado que se crean utilizando el lenguaje y herramientas específicos de cada sistema. En consecuencia, las aplicaciones locales resultan perfectas para requerimientos de alto rendimiento y seguridad, aunque demandan un gasto más elevado en desarrollo y mantenimiento en comparación con otras clases de aplicaciones [4].

4.1.1.2. Aplicaciones web móviles

Las aplicaciones web para dispositivos móviles son las que se crean empleando tecnologías web estándar, como HTML5, CSS y JavaScript, y que operan en el navegador del aparato. En contraposición a las aplicaciones locales, las aplicaciones en línea no requieren de un sistema operativo determinado, lo que las permite usarse desde cualquier aparato con acceso a Internet. Estas aplicaciones brindan una amplia adaptabilidad y simplifican el mantenimiento, aunque pueden tener restricciones en términos de desempeño y acceso a las funcionalidades del dispositivo, especialmente en relación con las aplicaciones nativas [5].

4.1.1.3. Aplicaciones híbridas

Las aplicaciones híbridas fusionan componentes de las aplicaciones locales y web, empleando un marco de desarrollo singular que posibilita que el código opere en varios sistemas operativos. Estas aplicaciones se crean utilizando tecnologías web, pero se almacenan en un contenedor local que les facilita el acceso a algunas características del dispositivo, como la cámara o el GPS. Las aplicaciones mixtas proporcionan una alternativa lucrativa y eficaz para desarrollos en múltiples plataformas, aunque suelen presentar restricciones en cuanto a rendimiento y optimización en relación con las aplicaciones nativas [6].

4.1.2. Android

El sistema operativo Android, creado por Google, se destaca por su versatilidad y capacidad de adaptación en variados dispositivos móviles, desde teléfonos inteligentes hasta tabletas. La mayoría de su popularidad se atribuye a su código abierto, lo que simplifica la personalización y el desarrollo de aplicaciones que pueden emplearse en una extensa variedad de dispositivos. Esta propiedad ha convertido a Android en la plataforma perfecta para aplicaciones que demandan flexibilidad y accesibilidad en diversos contextos, como aplicaciones educativas o de seguimiento de procesos particulares [7]. Su configuración facilita la incorporación de tecnologías de vanguardia, como la realidad aumentada y la geolocalización, aportando a aplicaciones innovadoras para diversos campos de aplicación.

4.1.3. iOS

El sistema operativo iOS, exclusivo para los dispositivos de Apple, se distingue por su elevada seguridad y su optimizado desempeño, lo que ha fortalecido su prestigio en el sector de la tecnología móvil. En contraste con Android, iOS es un sistema de código abierto, lo que asegura un mayor control sobre las aplicaciones y su vinculación con el hardware del dispositivo. Esta exclusividad facilita una experiencia de usuario suave y una optimización del uso de los recursos del dispositivo, particularmente en aplicaciones que demandan alta estabilidad y fiabilidad, como las vinculadas al contenido multimedia y la interacción en plataformas de transmisión en directo [8]. La arquitectura de iOS es perfecta para

aplicaciones que aspiran a brindar experiencias envolventes y de excelente calidad visual.

4.2. ¿Qué es árbol QR?

Árbol QR es un programa para dispositivos móviles creado por la Universidad Nacional de Loja en el marco del proyecto de estudio "Dinámica de Crecimiento y Ecosistémicos del Arbolado Urbano de la Ciudad de Loja". Esta herramienta está disponible para simplificar el registro, seguimiento y estudio de las características fundamentales de los árboles urbanos, como medidas dasométricas, morfológicas, ecológicas y otros aspectos relacionados y para valorar los beneficios ecosistémicos que estos árboles aportan a los ecosistemas ofrecen. La aplicación facilita a los usuarios el acceso inmediato a los datos. Cada árbol se identifica mediante un código QR, que guarda información pertinente y simplifica la administración.

La aplicación se creó empleando Flutter para el front-end y PHP para el back-end.

back-end y MySQL como herramienta de administración de bases de información. Estas tecnologías han sido seleccionadas para garantizar un rendimiento superior, sencillez de manejo y una experiencia de usuario de alta calidad sin contratiempos. Se implementó la metodología Mobile-D, que estructura en etapas de exploración, inicialización, producción y estabilización, garantizando de esta manera la seguridad de la producción. Se aplicó el desarrollo orientado por ensayos (TDD), asegurando que cada característica sea meticulosamente evaluada ante su finalización antes de su puesta en marcha final.

4.3. Calidad de software

La calidad del software alude al conjunto de atributos que definen la habilidad del software para satisfacer los requerimientos específicos y cumplir con las expectativas de los usuarios finales. Esta calidad no solo incluye la funcionalidad del sistema, sino también elementos como la usabilidad, el desempeño, la protección y la conservación. En este contexto, se utiliza frecuentemente la norma ISO/IEC 25000 en el desarrollo de software para definir criterios de calidad que

guíen tanto el diseño como la puesta en marcha de productos sólidos y fiables [9]. Adicionalmente, la calidad del software debe ser evaluada de forma constante durante todo el ciclo de vida del producto, garantizando que se mantenga en sintonía con las demandas variables del usuario y con las exigencias empresariales.

Es esencial garantizar la calidad del software para mantener la competitividad de las organizaciones en la era digital. Varios estudios han evidenciado que las técnicas de calidad, como CMMI y PSP, simplifican la creación de sistemas que alcanzan altos niveles de fiabilidad y eficacia, disminuyendo también los gastos relacionados con errores y fallos en fases avanzadas del proyecto [10]. La aplicación de estos modelos no solo posibilita que las compañías incrementen la satisfacción del cliente, sino que también potencien la rentabilidad y la sostenibilidad de los productos a largo plazo, elementos cruciales para conservar la competitividad en un mercado globalizado.

4.3.1. Relevancia de la Calidad de Software

La calidad del software es vital en el contexto corporativo contemporáneo, puesto que influye directamente en la eficacia operacional, la satisfacción del cliente y la competitividad del producto. Un software de excelente calidad es menos susceptible a fallos y errores, lo que reduce las interrupciones en el servicio y potencia la experiencia del usuario final. La aplicación de criterios de calidad, como la norma ISO/IEC 25000, posibilita a las compañías asegurar que sus productos de software satisfacen las necesidades técnicas y de seguridad fundamentales, además de mejorar la funcionalidad y la sencillez de manejo del sistema [11].

La importancia de la calidad del software también se manifiesta en las ventajas económicas, dado que un sistema adecuadamente diseñado disminuye considerablemente los gastos de mantenimiento y el tiempo requerido para resolver fallos. De acuerdo con estudios recientes, las compañías que implementan modelos de garantía de calidad, como CMMI, tienen la capacidad de disminuir hasta un 30% los gastos de postproducción gracias a la reducción de errores

críticos en las fases iniciales del desarrollo [12]. Por lo tanto, la calidad del software no solo asegura el correcto funcionamiento, sino que también representa una inversión en la sostenibilidad y expansión a largo plazo de la organización.

4.4. Modelos de Calidad ISO

Los estándares de calidad ISO han definido un estándar global que facilita la evaluación y mejora de la calidad del software mediante una serie de indicadores y prácticas sugeridas. Dentro de estos estándares sobresale el ISO/IEC 25000, también denominado SQuaRE (Sistemas y Software Quality Requirements and Evaluation), que proporciona un esquema de trabajo exhaustivo para establecer y valorar la calidad del software en diversas fases de su ciclo de vida. Este modelo define atributos esenciales como la funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficacia, conservación y portabilidad, facilitando a los programadores la identificación de áreas cruciales de mejora y asegurando que el producto satisfaga las necesidades tanto del cliente como de los usuarios finales [13].

En contraparte, el ISO/IEC 29110 se centra en potenciar la calidad y la productividad de pequeñas empresas de creación de software, asistiéndolas en la implementación de prácticas de administración y control de calidad sin los elevados gastos vinculados a los modelos convencionales. Este estándar se ajusta a las demandas particulares de las pequeñas y medianas empresas (PYMEs), facilitándoles optimizar sus procesos de crecimiento y promover la instauración de una cultura de calidad en sus grupos de trabajo. Investigaciones actuales han evidenciado que la implementación de este modelo puede potenciar notablemente la calidad de los productos y la satisfacción del cliente, además de maximizar la utilización de los recursos en las compañías de software [14].

4.4.1. ISO/IEC 25010: Modelo de Calidad de Software

El estándar ISO/IEC 25010 es uno de los estándares más conocidos y empleados para valorar la calidad de los productos de software. Este modelo define ocho atributos de calidad clave: funcionalidad, eficacia en el desempeño, compatibilidad, usabilidad, confiabilidad, seguridad, conservación y portabilidad.

Cada una de estas propiedades se subdivide en subpropiedades que facilitan la realización de evaluaciones más minuciosas y centradas en elementos particulares de calidad. Por lo tanto, ISO/IEC 25010 ofrece una guía organizada que asiste a los programadores en la identificación de áreas esenciales de mejora y en asegurar que el software satisfaga los criterios de calidad requeridos para cubrir las demandas de los usuarios [15].

La ISO/IEC 25010 resalta la relevancia de la usabilidad y la confiabilidad en aplicaciones enfocadas en la experiencia del usuario, lo que resulta crucial en el ámbito de software orientado a la educación o a los servicios públicos. En este contexto, el modelo subraya que una aplicación de alta calidad no solo debe satisfacer su objetivo funcional, sino también brindar una experiencia satisfactoria al usuario, previniendo dificultades como tiempos de respuesta largos o fallos en la ejecución. Este enfoque integral posibilita que los programadores establezcan un equilibrio entre la funcionalidad y la satisfacción del usuario final, transformando a ISO/IEC 25010 en un instrumento crucial para desarrollar productos de software sólidos y competitivos [16].

4.4.2. ISO/IEC 25023: Evaluación de la Calidad del Producto de Software

La norma ISO/IEC 25023 enriquece el modelo ISO/IEC 25010 al ofrecer indicadores concretos para valorar cada uno de los atributos de calidad establecidos. Esta regla resulta especialmente beneficiosa para estandarizar la evaluación de calidad en software, dado que proporciona una variedad de indicadores que pueden utilizarse en diferentes etapas del ciclo de vida del producto, desde su desarrollo hasta su implementación y mantenimiento. La ISO/IEC 25023 facilita la valoración de elementos como la funcionalidad, la confiabilidad y la usabilidad mediante medidas cuantificables, lo que simplifica la comparación y el control de calidad en diversos escenarios de utilización del software [17].

Esta regla es vital en proyectos que requieren una valoración exacta y reiterada de la calidad del producto de software. En aplicaciones complejas, tales

como sistemas de administración de datos y herramientas de colaboración, ISO/IEC 25023 facilita la identificación de métricas concretas para garantizar que el software no solo opere adecuadamente, sino que también resulte eficaz y gratificante para el usuario final. Esta norma, mediante sus mediciones minuciosas, asiste a los equipos de desarrollo en la realización de modificaciones fundamentadas y eficaces, incrementando de esta manera la calidad global del producto y su conformidad con las expectativas de los usuarios [18].

4.5. Usabilidad

La usabilidad en el software alude a la sencillez y eficacia con la que los usuarios pueden relacionarse con un sistema para alcanzar sus metas concretas. Este factor es esencial en la creación de aplicaciones contemporáneas, particularmente en contextos como el educativo y el laboral, donde la accesibilidad y la eficacia son esenciales. Las investigaciones de usabilidad toman en cuenta elementos como el periodo requerido para finalizar tareas, la sencillez de aprendizaje y la satisfacción del usuario al interactuar con el software. La norma ISO/IEC 25010 considera la usabilidad como uno de los atributos de calidad más relevantes, definiendo métricas y subcaracterísticas para valorar si un software satisface los requisitos de facilidad de uso [19].

En cuanto a la norma ISO/IEC 25023, ofrece métricas específicas que facilitan la evaluación objetiva de la usabilidad de un software. Estos indicadores abarcan el tiempo requerido para llevar a cabo una tarea, el índice de éxito en la conclusión de tareas y la cantidad de fallos realizados durante la interacción. La incorporación de estos estándares en el proceso de desarrollo no solo posibilita una valoración organizada de la experiencia del usuario, sino que también posibilita efectuar mejoras fundamentadas en datos cuantificables, mejorando de esta manera la experiencia global del usuario [17].

4.5.1. Métricas de Usabilidad en ISO/IEC 25023

ISO/IEC 25023 proporciona indicadores concretos para valorar la usabilidad de productos de software, lo que posibilita evaluar de manera objetiva cómo un

sistema simplifica la ejecución de tareas. Estos indicadores comprenden, por ejemplo, la eficacia (nivel de éxito en tareas), la eficiencia (tiempo requerido para finalizar una tarea) y la satisfacción (grado de satisfacción del usuario con la interfaz). Estos cálculos son esenciales para aplicaciones de uso intensivo, como sistemas de información en contextos académicos o de supervisión, donde la experiencia del usuario puede influir directamente en la productividad y la satisfacción global [18].

La normativa también incorpora subcaracterísticas como la sencillez de aprendizaje y la prevención de fallos, lo que asiste a los programadores en la detección de áreas de mejora concretas en la interfaz y en la navegación del sistema. Al utilizar estos indicadores, es posible hacer modificaciones orientadas a mejorar la interacción entre el usuario y el sistema, garantizando que el producto final no solo satisfaga las necesidades funcionales, sino que también sea asequible y agradable de utilizar para un público extenso [20].

4.5.2. Métodos de Evaluación de Usabilidad

Los procedimientos de evaluación de usabilidad facilitan el análisis de la interacción de los usuarios con el software y cuán eficazmente pueden alcanzar sus metas. Las pruebas de usuario, las evaluaciones heurísticas y los sondeos de satisfacción son algunos de los métodos más empleados. Por ejemplo, las pruebas de usuario implican la observación directa de los usuarios mientras llevan a cabo tareas concretas, lo que ofrece una perspectiva minuciosa de la experiencia del usuario. Por otro lado, las evaluaciones heurísticas se fundamentan en principios universales de usabilidad y son llevadas a cabo por especialistas que detectan posibles problemas en la interfaz [21].

La mezcla de estos procedimientos posibilita la recolección de información tanto numérica como cualitativa acerca de la usabilidad, lo que simplifica un examen completo del software. Los procedimientos fundamentados en la norma ISO/IEC 25023 ofrecen un esquema organizado que incrementa la exactitud de las evaluaciones y asiste a los programadores en la implementación de mejoras

fundamentadas, concentrándose en áreas que influyen directamente en la satisfacción del usuario [22].

4.6. Interacción Humano-Computadora (HCI)

La Interacción Humano-Computadora (HCI) es una disciplina que analiza la manera en que los usuarios se relacionan con las interfaces de software y hardware, con la finalidad de optimizar la usabilidad y la experiencia global. La Inteligencia Artificial no solo incluye el diseño visual, sino también la estructura de la interacción, garantizando que las interfaces sean intuitivas y fácilmente accesibles. Este método multidisciplinario se fundamenta en fundamentos de psicología cognitiva, diseño gráfico y ciencias informáticas para comprender cómo los usuarios perciben y se comportan ante los sistemas [23].

La relevancia de la Inteligencia Artificial en el diseño de interfaces se basa en su habilidad para ajustar el software a las demandas y conductas de los usuarios, fomentando una experiencia suave y gratificante. En entornos como el ámbito educativo o laboral, una adecuada HCI facilita que los usuarios se acostumbren rápidamente al sistema y potencien su rendimiento. Cuando los diseñadores aplican principios de HCI en la creación de software, pueden disminuir el tiempo de aprendizaje y reducir los errores de uso, incrementando de manera significativa la eficiencia y la satisfacción del usuario [24].

4.6.1. Principios de la HCI en el Diseño de Interfaces

Los fundamentos de la Interacción Humano-Computadora (HCI) son esenciales en la creación de interfaces de usuario, pues persiguen mejorar la interacción entre los usuarios y los sistemas tecnológicos. Estos principios comprenden la sencillez de manejo, la uniformidad, la retroalimentación instantánea, la gestión del usuario y la reducción de fallos. La facilidad de uso se enfoca en la creación de interfaces intuitivas que faciliten a los usuarios la realización eficaz de tareas. La uniformidad asegura que los componentes de la interfaz posean una conducta previsible, lo que simplifica la adaptación del usuario al sistema. Por otro lado, la retroalimentación ofrece respuestas instantáneas que

notifican al usuario acerca del efecto de sus acciones, fomentando una interacción fluida [19].

La implementación de estos fundamentos en la creación de interfaces no solo optimiza la usabilidad, sino que también realza la experiencia global del consumidor. Por ejemplo, la retroalimentación y la gestión del usuario potencian la sensación de seguridad y autonomía en la navegación, facilitando que los usuarios se sientan a gusto al examinar las funciones del sistema. Además, la reducción de errores y la sencillez para recuperarlos favorecen una experiencia más gratificante, al disminuir la frustración y el tiempo destinado a labores correctivas. Estos fundamentos de HCI son particularmente pertinentes en la creación de aplicaciones para móviles y plataformas web, donde los usuarios buscan interfaces veloces y eficaces que se ajusten a sus requerimientos y competencias [23].

4.7. Experiencia de Usuario (UX)

La Experiencia de Usuario (UX) engloba todas las facetas de la relación de un individuo con un sistema, producto o servicio, enfocándose en cubrir tanto las demandas funcionales como las emocionales de los usuarios. Este principio, esencial en la creación de interfaces, aspira a que los usuarios no solo finalicen sus labores, sino que también se diviertan con el proceso de interacción. La UX incorpora elementos como la facilidad de uso, la accesibilidad y el diseño visual para generar una experiencia intuitiva, eficaz y placentera. Una implementación adecuada del diseño de UX puede incrementar notablemente la aceptación y fidelidad del usuario hacia un producto, lo que resulta crucial en aplicaciones móviles y web [25].

La valoración de la UX incluye indicadores como la satisfacción del usuario, la duración de la interacción y el grado de esfuerzo que se nota. Para conseguir una experiencia positiva para el usuario, los programadores y diseñadores deben enfocarse en proporcionar un proceso de interacción lógico y agradable, minimizando al máximo la complejidad y los desafíos. Las investigaciones señalan que un diseño centrado en UX eleva el índice de adopción del producto y disminuye

la frustración del cliente. Este método posibilita que los programadores modifiquen el sistema en función del comportamiento y las expectativas de los usuarios, creando una experiencia gratificante y recordable [26].

5. Metodología

5.1. Diseño de la investigación

5.1.1. Enfoque del estudio

Este análisis se basó en un método cuantitativo y descriptivo, lo que facilitó la recopilación y el examen de datos numéricos vinculados con la utilidad de la aplicación. Este enfoque cuantitativo se ajustó a las metas del estudio, dado que se valoró la usabilidad a través de indicadores concretos de eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario, lo que demandó una interpretación imparcial.

5.1.2. Tipo de estudio

El estudio fue de naturaleza transversal, lo que conllevó la recolección de información en un único instante de tiempo. Esta opción facilitó la valoración del estado presente de la usabilidad de "Árbol QR" sin interrupciones de variables temporales. Como el objetivo consistió en tomar una "foto" del desempeño de la aplicación en un instante específico, este método resultó perfecto para obtener resultados inmediatos que representaron la percepción y experiencia de los usuarios en ese momento.

5.1.3. Alcance de la investigación

El estudio se enfocó en identificar y examinar los indicadores de usabilidad de la aplicación, valorando específicamente los atributos de eficacia, eficiencia, satisfacción y accesibilidad, conforme a lo establecido en la norma ISO/IEC 25023. La investigación también aspiró a proporcionar sugerencias para perfeccionar la interfaz de usuario y potenciar la experiencia de interacción.

5.2. Población y Muestra

5.2.1. Población

El grupo de interés de esta investigación se compuso de usuarios de la aplicación "Árbol QR" en un contexto universitario, incluyendo alumnos, profesores y personal de administración. Esta selección se debió a que estos usuarios interactuaban con la aplicación en el entorno educativo y operativo para el que fue creada, lo que posibilitó una valoración de su usabilidad en contextos específicos.

5.2.2. Criterios de inclusión y exclusión

Los participantes debían haber utilizado al menos una vez la aplicación "Árbol QR" en el último mes, con el objetivo de asegurar que los datos obtenidos representaran experiencias recientes. Se excluyeron usuarios con habilidades avanzadas en desarrollo o diseño de software para prevenir prejuicios técnicos en la comprensión de la usabilidad.

5.2.3. Muestreo

Se empleó un muestreo intencional, no probabilístico, en el que se eligieron usuarios que satisficieran los criterios de inclusión mencionados. Se proyectó un tamaño de muestra de 30 participantes, lo que ofreció una sólida base de datos para el análisis sin poner en riesgo la viabilidad operativa del estudio.

5.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

5.3.1. Encuestas estructuradas

Se planteó un cuestionario de preguntas cerradas, en consonancia con las métricas de ISO/IEC 25023, con el objetivo de valorar la usabilidad de la aplicación en aspectos como la eficacia (nivel de éxito en la culminación de tareas), la eficiencia (periodo requerido para finalizar tareas) y la satisfacción (percepción del usuario). Las cuestiones se plantearon en un formato de escala Likert, con el propósito de que los usuarios valoraran su experiencia de forma imparcial y cuantificable.

5.3.2. Pruebas de usuario controladas

Se llevaron a cabo exámenes de usuario en un ambiente regulado para registrar y evaluar la interacción de los participantes con la aplicación "Árbol QR". Estas pruebas facilitaron el registro directo de los tiempos de ejecución y la frecuencia de errores, ofreciendo datos precisos y objetivos que corroboraron los datos de las encuestas.

5.3.3. Observación directa

Se utilizó el método de observación directa para registrar conductas y problemas en tiempo real. Este procedimiento facilitó la detección de inconvenientes de navegación y utilización de la interfaz que podrían haber pasado inadvertidos en la encuesta, enriqueciendo la información con elementos cualitativos.

6. Resultados

El presente estudio examinó la usabilidad de la aplicación móvil denominada "Árbol QR", desarrollada por la Universidad Nacional de Loja en el marco del proyecto "Dinámica de Crecimiento y Ecosistemas del Arbolado Urbano de la Ciudad de Loja". Esta herramienta, en su versión 1.0, está diseñada específicamente para facilitar a los usuarios el registro, seguimiento y análisis de las propiedades de los árboles urbanos mediante un sistema de identificación basado en códigos QR. Entre sus principales características se encuentran la captura de medidas dasométricas, la evaluación de aspectos morfológicos y ecológicos, y la visualización de beneficios ecosistémicos en tiempo real, utilizando tecnologías como Flutter para el desarrollo del front-end, PHP para el back-end, y MySQL como gestor de base de datos. Para evaluar su eficacia, accesibilidad y facilidad de uso, se implementó una encuesta estructurada basada en la norma ISO/IEC 25023, recopilando datos relacionados con indicadores clave como rapidez, precisión y satisfacción de los usuarios.

La encuesta, diseñada siguiendo las directrices de las normas ISO/IEC 25023, constó de 22 preguntas divididas en seis secciones principales para evaluar diferentes aspectos de la usabilidad de la aplicación. Estas secciones incluyeron:

- **Perfil del usuario:** Evaluó la frecuencia de uso de aplicaciones móviles en general y académicas, proporcionando un contexto sobre los hábitos tecnológicos de los participantes.
- **Eficacia:** Incluyó preguntas relacionadas con el cumplimiento de tareas, la precisión y completitud de la información, y la facilidad para encontrar funciones en la aplicación.
- **Eficiencia:** Analizó el tiempo promedio para acceder a la información, la rapidez de respuesta de la aplicación, y la razonabilidad de los pasos necesarios para completar las tareas.
- **Facilidad de uso y aprendizaje:** Abordó aspectos como la facilidad para aprender a usar las funciones básicas, la claridad en la organización de los

menús, y la suficiencia de las instrucciones proporcionadas dentro de la aplicación.

- **Satisfacción:** Indagó sobre la percepción de los usuarios respecto al diseño visual, el cumplimiento de expectativas funcionales, y su disposición a recomendar la aplicación a otros usuarios.

- **Accesibilidad:** Evaluó elementos como la adecuación del diseño en términos de tamaño de letra, claridad de iconos, opciones de navegación, y la capacidad de la aplicación para ser utilizada por personas con diferentes niveles de conocimiento tecnológico.

Este análisis tuvo como objetivo no solo proporcionar una valoración detallada del rendimiento de la aplicación, sino también identificar áreas específicas que requieren mejoras para optimizar la experiencia del usuario y garantizar que la herramienta cumpla con las expectativas de los diferentes perfiles de usuarios involucrados.

A continuación, se exponen los hallazgos derivados de la encuesta aplicada a usuarios de diversos perfiles en un entorno académico, con el propósito de examinar en qué grado "Árbol QR" satisface sus metas establecidas y cuáles elementos pueden ser optimizados para optimizar la experiencia del usuario.

6.1. Resultados de la encuesta

El estudio se llevó a cabo con una muestra intencional de 30 participantes, seleccionados entre usuarios activos de la aplicación "Árbol QR" dentro de un entorno universitario. La población estuvo conformada por estudiantes, docentes y personal administrativo de la Universidad Nacional de Loja, quienes interactúan regularmente con la aplicación en actividades académicas y operativas relacionadas con el proyecto "Dinámica de Crecimiento y Ecosistemas del Arbolado Urbano de la Ciudad de Loja".

El experimento incluyó la aplicación de una encuesta estructurada, diseñada bajo las métricas de la norma ISO/IEC 25023, con el objetivo de evaluar aspectos clave de la usabilidad de la herramienta, como eficacia, eficiencia, satisfacción y accesibilidad. Adicionalmente, las pruebas se complementaron con observación directa y análisis de tiempos de interacción, lo que permitió registrar tanto datos cuantitativos como cualitativos para un análisis integral. Este enfoque permitió obtener una valoración precisa de la experiencia de los usuarios al interactuar con la aplicación.

6.1.1. Pregunta 1

Tabla 1. Frecuencia de uso de aplicaciones móviles

1. ¿Con qué frecuencia utilizas aplicaciones móviles en general?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
Diariamente	28	93,33%	93,33%
Varias veces a la semana	0	0,00%	93,33%
Una vez a la semana	1	3,33%	96,67%
Rara vez	1	3,33%	100,00%
Total	30	100,00%	

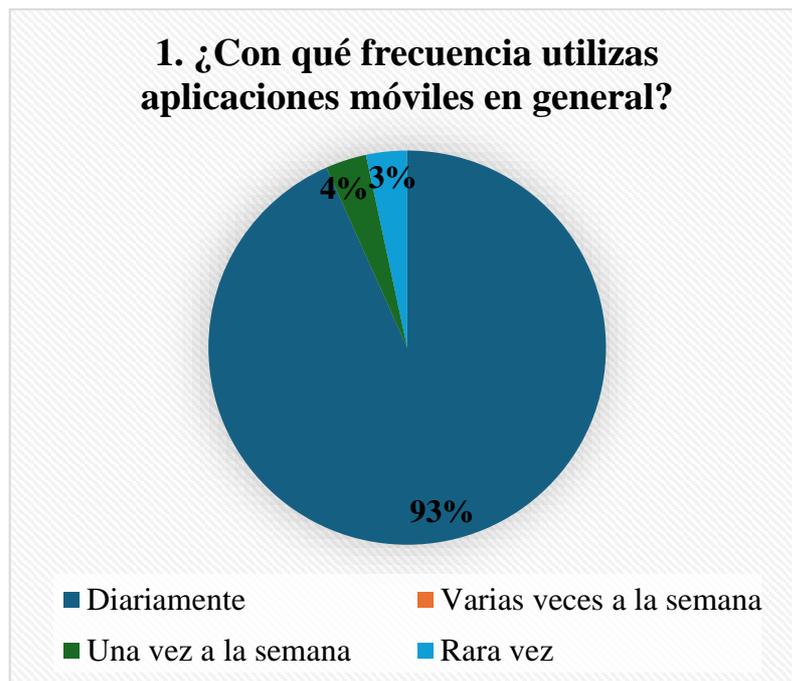


Figura 1. Distribución porcentual de la frecuencia de uso de aplicaciones móviles

El 93,33% de los encuestados utiliza aplicaciones móviles a diario, lo que demuestra una clara tendencia hacia la integración de dispositivos móviles en la vida cotidiana. Este alto porcentaje indica que las aplicaciones se han convertido en una herramienta indispensable para los usuarios, facilitando tareas diarias y mejorando la accesibilidad a servicios digitales. Solo una pequeña proporción de usuarios, el 6,67%, las utiliza con menor frecuencia, lo que refleja un comportamiento generalizado de dependencia de las aplicaciones móviles para diversas actividades cotidianas, como la comunicación, el acceso a la información y la organización personal.

Los resultados sugieren que las aplicaciones móviles son una parte esencial de la vida moderna, con una gran mayoría de usuarios recurriendo a ellas a diario. Esto resalta la importancia de desarrollar aplicaciones con una alta disponibilidad y eficiencia, que puedan adaptarse a las necesidades de los usuarios. En contextos académicos y profesionales, como es el caso de "Árbol QR", este patrón de uso frecuente implica que los usuarios esperan una experiencia fluida, optimizada y accesible, lo que refuerza la necesidad de mantener y mejorar continuamente el rendimiento y la usabilidad de la aplicación.

6.1.2. Pregunta 2

Tabla 2. Frecuencia de uso de aplicaciones académicas

2. ¿Con qué frecuencia utilizas aplicaciones para estudios o actividades académicas?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
Diariamente	11	36,67%	36,67%
Varias veces a la semana	3	10,00%	46,67%
Una vez a la semana	4	13,33%	60,00%
Rara vez	12	40,00%	100,00%
Total	30	100,00%	

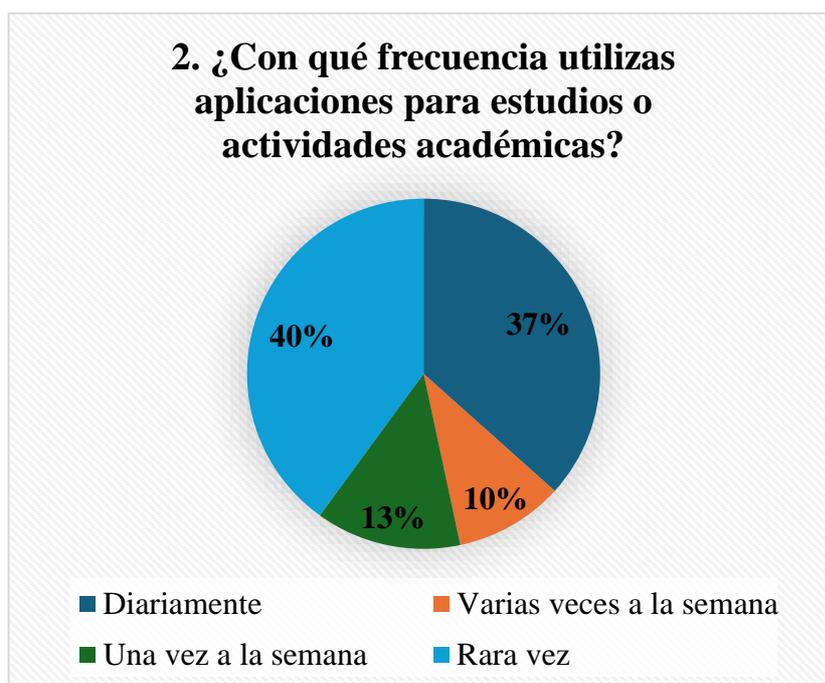


Figura 2. Distribución porcentual de la frecuencia de uso de aplicaciones académicas

En cuanto al uso de aplicaciones móviles para estudios o actividades académicas, la mayoría de los participantes (40%) indicó que utiliza estas herramientas rara vez. Un 36,67% de los encuestados las utiliza de forma diaria, mientras que un 13,33% las emplea una vez a la semana. Solo un pequeño porcentaje, el 10%, señaló que usa aplicaciones académicas varias veces a la

semana. Este patrón sugiere que, aunque las aplicaciones móviles son útiles en el ámbito académico, no son herramientas de uso tan frecuente como otras aplicaciones generales, destacando la dependencia de otros métodos o recursos para actividades académicas.

Los resultados muestran una tendencia clara de que, aunque la mayoría de los usuarios recurren ocasionalmente a aplicaciones académicas, estas no forman parte central de su rutina diaria de estudio. Esto implica que las aplicaciones en este contexto tienen un uso más esporádico, lo que podría estar relacionado con una percepción de que otras formas de aprendizaje o actividades académicas, como el estudio tradicional o la interacción en persona, siguen siendo predominantes. Estos hallazgos sugieren que las aplicaciones deben mejorar su integración en los hábitos académicos para hacer su uso más frecuente y habitual.

6.1.3. Pregunta 3

Tabla 3. Cumplimiento de tareas al utilizar la aplicación

3. ¿Pudiste completar las tareas que tenías en mente al utilizar la aplicación (por ejemplo, obtener información específica de un árbol)?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
Sí, todas las tareas	8	26,67%	26,67%
La mayoría de las tareas	12	40,00%	66,67%
Algunas tareas	8	26,67%	93,33%
Ninguna tarea	2	6,67%	100,00%
Total	30	100,00%	

3. ¿Pudiste completar las tareas que tenías en mente al utilizar la aplicación (por ejemplo, obtener información específica de un árbol)?

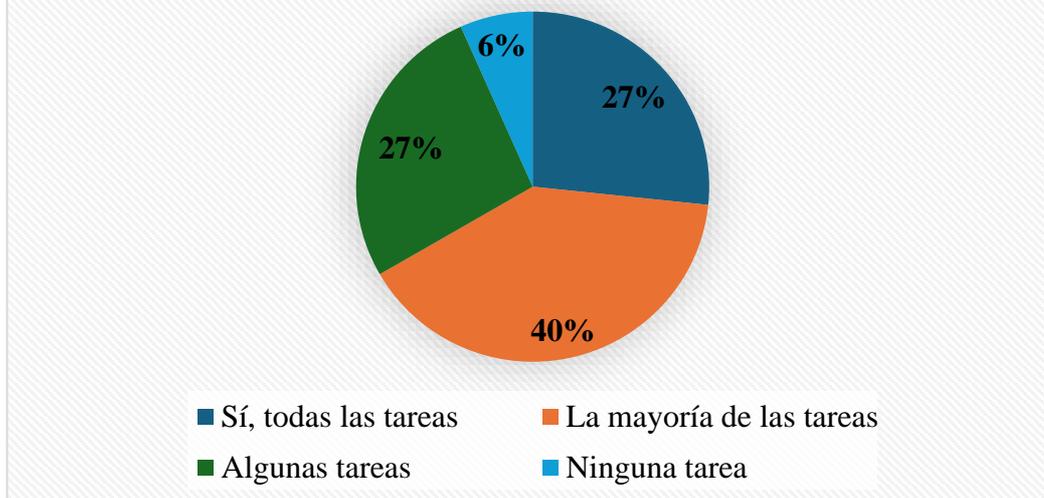


Figura 3. Porcentaje de tareas completadas en la aplicación

El 40% de los participantes indicó que completó la mayoría de las tareas que tenían en mente al utilizar la aplicación, como obtener información específica de un árbol. Además, un 27% reportó que logró completar todas las tareas que se propuso realizar. Solo un 26,67% de los encuestados logró cumplir parcialmente con sus tareas, mientras que un pequeño 6,67% no pudo completar ninguna tarea. Estos resultados sugieren que, en general, la aplicación permite cumplir con la mayoría de los objetivos que los usuarios se proponen al interactuar con ella, aunque algunas tareas podrían presentar dificultades o limitaciones.

La mayoría de los usuarios parece haber tenido una experiencia satisfactoria en cuanto a la realización de tareas específicas con la aplicación. Sin embargo, el 6,67% de los participantes que no completaron ninguna tarea indica que podrían existir problemas o dificultades puntuales que afectan la experiencia de usuario. Este dato resalta la importancia de mejorar la funcionalidad de la aplicación para asegurar que todos los usuarios puedan cumplir con sus objetivos sin inconvenientes, lo cual podría involucrar ajustes en la interfaz o en la precisión de la información proporcionada.

6.1.4. Pregunta 4

Tabla 4. Precisión y completitud de la información proporcionada por la aplicación

4. ¿Consideras que la información proporcionada por la aplicación es precisa y completa para tus necesidades?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
Sí, es precisa y completa	7	23,33%	23,33%
Precisa pero incompleta	16	53,33%	76,67%
No aplica / No estoy seguro	2	6,67%	83,33%
Inexacta o poco confiable	5	16,67%	100,00%
Total	30	100,00%	



Figura 4. Porcentaje de percepción sobre la precisión y completitud de la información

La mayoría de los participantes (53,33%) considera que la información proporcionada por la aplicación es "precisa pero incompleta", lo que sugiere que, aunque la aplicación ofrece datos útiles, estos no cubren todas las necesidades o expectativas de los usuarios. Un 23,33% de los encuestados considera que la información es precisa y completa, mientras que un 16,67% la califica como inexacta o poco confiable. Un pequeño porcentaje (6,67%) no sabe si la información es adecuada o no aplica en su caso. Esto indica que, aunque en general los usuarios aprecian la precisión de la información, existen áreas de mejora en cuanto a su completitud.

Los resultados muestran que, aunque la aplicación proporciona información generalmente precisa, existe un margen considerable de usuarios que la encuentran incompleta. Esto implica que, para mejorar la experiencia del usuario, sería crucial expandir la base de datos o los detalles disponibles en la aplicación. A pesar de que la mayoría percibe la información como útil, se deben realizar ajustes para que la aplicación sea más completa y confiable, lo cual podría incrementar la satisfacción y el uso frecuente de la misma.

6.1.5. Pregunta 5

Tabla 5. facilidad para encontrar funciones en la aplicación

5. ¿Te resultó fácil encontrar las funciones necesarias para realizar tus tareas en la aplicación?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
Muy fácil	5	16,67%	16,67%
Fácil	18	60,00%	76,67%
Difícil	7	23,33%	100,00%
Muy difícil	0	0,00%	100,00%
Total	30	100,00%	

5. ¿Te resultó fácil encontrar las funciones necesarias para realizar tus tareas en la aplicación?

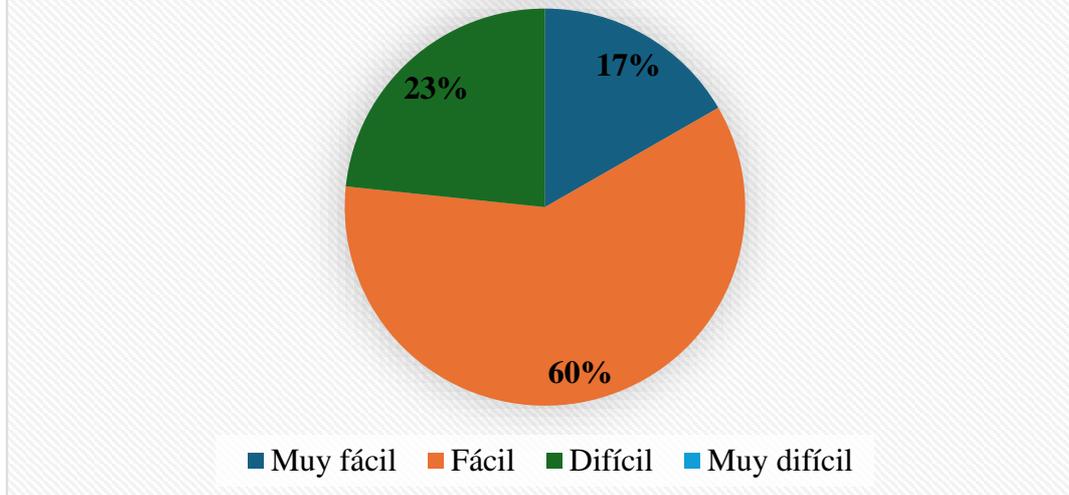


Figura 5. Porcentaje de facilidad para encontrar funciones en la aplicación

De los participantes, el 60% encontró "fácil" localizar las funciones necesarias para realizar sus tareas dentro de la aplicación, lo que sugiere una experiencia de usuario satisfactoria en términos de accesibilidad y diseño intuitivo. Un 17% reportó que fue "muy fácil" encontrar las funciones, lo que indica una experiencia aún más positiva. Sin embargo, un 23,33% consideró que fue "difícil" encontrar las funciones necesarias, lo que señala que una porción significativa de usuarios experimentó ciertos desafíos en la navegación o en la localización de opciones clave dentro de la aplicación.

Los resultados muestran que la mayoría de los usuarios considera que la aplicación facilita la búsqueda de funciones, pero un porcentaje considerable experimentó dificultades. Esto implica que, aunque el diseño de la interfaz es mayormente funcional, hay áreas que requieren optimización. Mejorar la claridad en la disposición de las funciones o simplificar ciertos procesos podría reducir las dificultades experimentadas por algunos usuarios y mejorar aún más la accesibilidad y la experiencia general de uso de la aplicación.

6.1.6. Pregunta 6

Tabla 6. Inclusión de funcionalidades necesarias en la aplicación

6. ¿La aplicación incluye todas las funcionalidades que consideras necesarias para tus actividades?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
Faltan algunas funcionalidades	8	26,67%	26,67%
Faltan muchas funcionalidades	1	3,33%	30,00%
La mayoría están presentes	21	70,00%	100,00%
Total	30	100,00%	

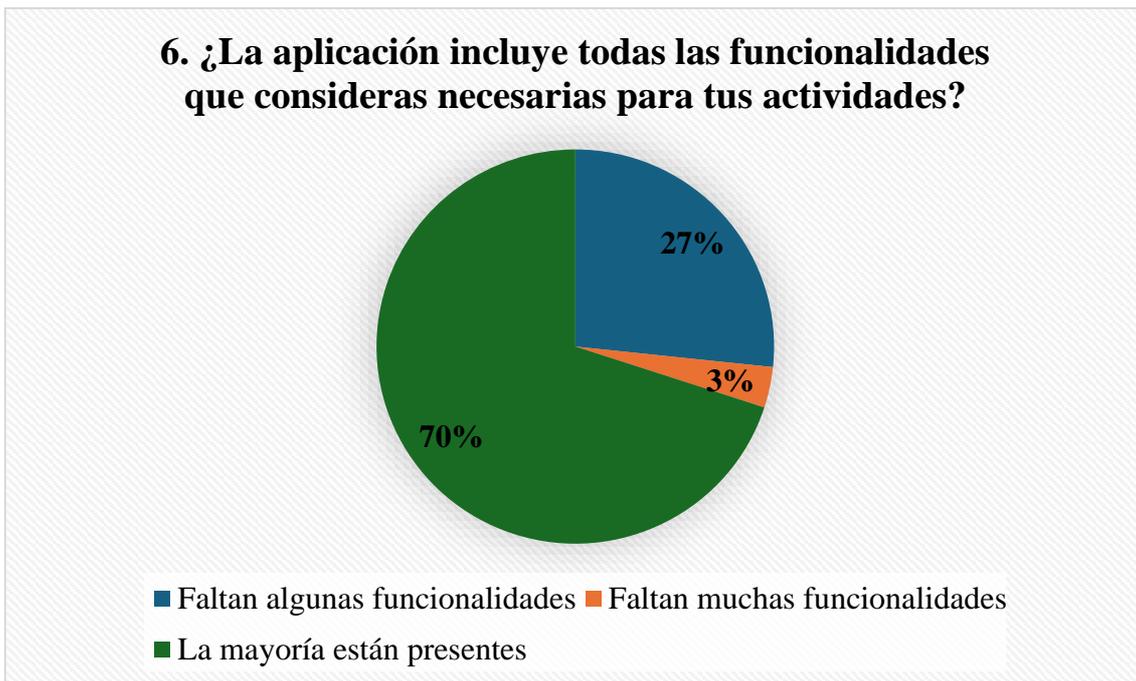


Figura 6. Porcentaje de funcionalidades presentes en la aplicación

De acuerdo con los resultados obtenidos, un 70% de los usuarios considera que la aplicación incluye la mayoría de las funcionalidades necesarias para realizar sus actividades. Esto sugiere que, en general, la aplicación cumple con las

expectativas de los usuarios en cuanto a las funciones que ofrece. Sin embargo, un 27% de los participantes siente que faltan algunas funcionalidades importantes, lo que podría indicar áreas de mejora o funciones adicionales que podrían hacer la aplicación más completa. Solo un 3% de los encuestados opinó que faltan muchas funcionalidades, lo que refleja un porcentaje bajo de insatisfacción en este aspecto.

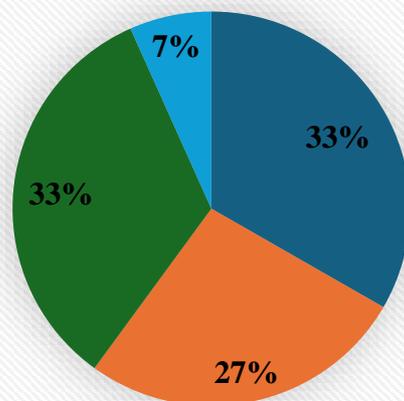
La mayoría de los usuarios está satisfecha con las funcionalidades ofrecidas por la aplicación, ya que un 70% considera que estas son adecuadas para sus necesidades. Sin embargo, el 27% que considera que faltan algunas funcionalidades muestra que existe espacio para la mejora. Incorporar las funcionalidades adicionales que demandan los usuarios podría mejorar aún más la satisfacción general y aumentar la utilidad de la aplicación, asegurando que cubra un rango más amplio de necesidades para todos los usuarios.

6.1.7. Pregunta 7

Tabla 7. Tiempo promedio para acceder a la información de un árbol

7. ¿Cuánto tiempo te tomó en promedio acceder a la información de un árbol en la aplicación?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
Entre 1 y 2 minutos	10	33,33%	33,33%
Más de 2 minutos	8	26,67%	60,00%
Menos de 1 minuto	10	33,33%	93,33%
No lo he medido	2	6,67%	100,00%
Total	30	100,00%	

7. ¿Cuánto tiempo te tomó en promedio acceder a la información de un árbol en la aplicación?



■ Entre 1 y 2 minutos ■ Más de 2 minutos
■ Menos de 1 minuto ■ No lo he medido

Figura 7. Distribución del tiempo promedio de acceso a la información en la aplicación

El 33,33% de los usuarios indicó que les tomó entre 1 y 2 minutos acceder a la información de un árbol en la aplicación, lo que sugiere un tiempo de respuesta moderado. Un 33,33% adicional señaló que pudo obtener la información en menos de 1 minuto, lo que refleja una experiencia de usuario eficiente y rápida en estos casos. Sin embargo, el 27% de los participantes experimentó un tiempo superior a los 2 minutos, lo que podría indicar un retraso o dificultad en la carga de la información en algunos casos. Solo un 6,67% de los encuestados no midió el tiempo requerido.

Los resultados muestran que, en su mayoría, los usuarios experimentan tiempos de acceso rápidos o moderados para obtener la información deseada, lo que es positivo para la experiencia general. Sin embargo, un 27% de usuarios que reportaron un tiempo superior a 2 minutos destaca la necesidad de optimizar el rendimiento de la aplicación, especialmente en situaciones donde los usuarios requieren un acceso rápido y eficiente. Mejorar la velocidad de carga podría reducir la frustración de los usuarios y mejorar aún más la satisfacción general con la aplicación.

6.1.8. Pregunta 8

Tabla 8. Rapidez de respuesta de la aplicación

8. ¿La aplicación responde con rapidez a tus interacciones?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
Es lenta en ocasiones	11	36,67%	36,67%
Es muy lenta	4	13,33%	50,00%
La mayoría de las veces es rápida	12	40,00%	90,00%
Siempre es rápida	3	10,00%	100,00%
Total	30	100,00%	

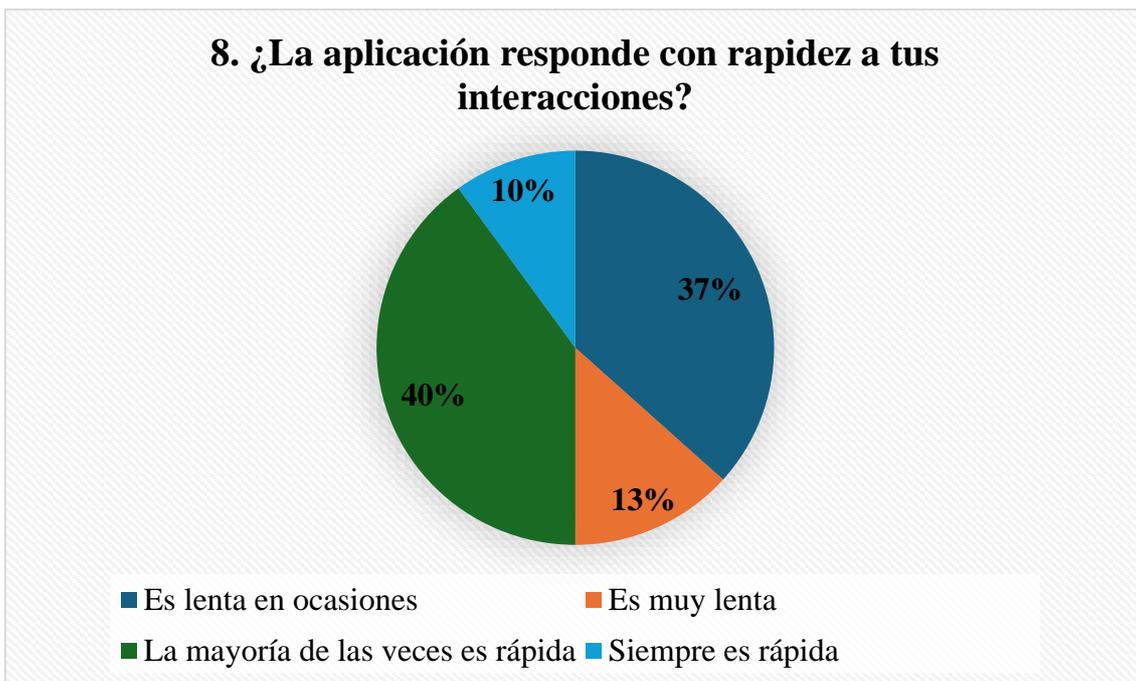


Figura 8. Distribución de la rapidez de respuesta de la aplicación

Un 40% de los encuestados indica que la aplicación responde con rapidez en la mayoría de las ocasiones, lo que sugiere que, en términos generales, los usuarios perciben un buen desempeño en cuanto a la velocidad de respuesta de la aplicación. Un 37% de los participantes afirma que la aplicación responde rápidamente siempre, lo que es una señal positiva en términos de la estabilidad y

eficiencia del sistema. Sin embargo, un 13% considera que la aplicación es "muy lenta", y un 10% opina que es "lenta en ocasiones", lo que indica que, aunque la mayoría tiene una buena experiencia, hay margen para mejorar en cuanto a la velocidad de respuesta.

La mayoría de los usuarios experimenta tiempos de respuesta rápidos o razonables, lo que refleja una experiencia satisfactoria en cuanto a la interacción con la aplicación. No obstante, el 23% de los usuarios que encuentran la aplicación lenta en ocasiones o muy lenta destaca la necesidad de optimizar el rendimiento. Abordar estas deficiencias podría mejorar la experiencia general del usuario, haciendo que la aplicación sea aún más eficiente y minimizando las frustraciones relacionadas con la lentitud.

6.1.9. Pregunta 9

Tabla 9. Evaluación de la razonabilidad y efectividad de los pasos en la aplicación

9. ¿Consideras que los pasos necesarios para realizar las tareas en la aplicación son razonables y efectivos?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
Sí, son rápidos y efectivos	5	16,67%	16,67%
Son algo lentos y poco efectivos	7	23,33%	40,00%
Son muy lentos e ineficientes	2	6,67%	46,67%
Son razonables, pero podrían ser más rápidos	16	53,33%	100,00%
Total	30	100,00%	

9. ¿Consideras que los pasos necesarios para realizar las tareas en la aplicación son razonables y efectivos?



Figura 9. Distribución de la percepción sobre los pasos necesarios en la aplicación

Un 53% de los encuestados considera que los pasos necesarios para realizar las tareas en la aplicación son razonables, pero podrían ser más rápidos. Este resultado indica que, si bien los usuarios encuentran los pasos adecuados, perciben que la aplicación puede ser más eficiente en cuanto a la rapidez. Un 23% opina que los pasos son algo lentos y poco efectivos, lo que señala que una parte importante de los usuarios experimenta ciertas dificultades con el tiempo de respuesta o la efectividad de las funciones. Un 17% considera que los pasos son rápidos y efectivos, lo que resalta que una minoría está completamente satisfecha con la eficiencia. Solo un 7% opina que los pasos son muy lentos e ineficientes.

Aunque la mayoría de los usuarios considera que los pasos son razonables, existe una oportunidad significativa para mejorar la rapidez y efectividad de las tareas dentro de la aplicación. La combinación de respuestas que indican lentitud sugiere que optimizar el flujo de trabajo y los tiempos de respuesta podría aumentar la satisfacción del usuario. Mejorar la eficiencia en el proceso podría reducir las frustraciones y hacer que la experiencia de uso sea más ágil y efectiva.

6.1.10. Pregunta 10

Tabla 10. Consumo de recursos al utilizar la aplicación

10. ¿Has notado un consumo excesivo de recursos en tu dispositivo (como batería o datos) al usar la aplicación?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
No estoy seguro	7	23,33%	23,33%
No, el consumo es normal	13	43,33%	66,67%
Sí, ligeramente elevado	9	30,00%	96,67%
Sí, significativamente elevado	1	3,33%	100,00%
Total	30	100,00%	

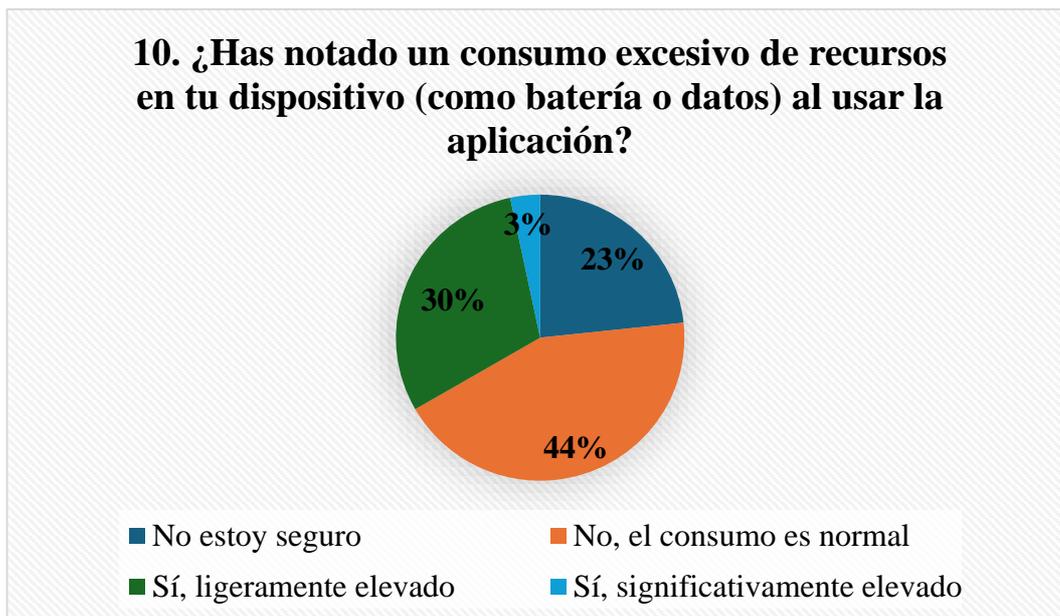


Figura 10. Percepción del consumo de recursos de la aplicación

El 43,33% de los encuestados indica que el consumo de recursos (como batería o datos) es normal al utilizar la aplicación, lo que sugiere que la mayoría de los usuarios no experimenta un impacto significativo en el rendimiento de su dispositivo. Un 30% señala que el consumo es ligeramente elevado, mientras que

un 3,33% menciona que es significativamente elevado. Solo un 23,33% no está seguro sobre el impacto del consumo. Estos resultados sugieren que, en términos generales, la aplicación no consume recursos de manera excesiva para la mayoría de los usuarios, aunque algunos pueden experimentar un ligero aumento en el consumo.

Aunque la mayoría de los usuarios no experimenta un consumo excesivo de recursos, un porcentaje significativo de ellos nota un leve aumento en el uso de batería o datos. La aplicación podría beneficiarse de una optimización en cuanto al consumo de recursos, especialmente para los usuarios que perciben un impacto más elevado. Reducir este consumo puede mejorar la experiencia general y hacer que la aplicación sea más eficiente, especialmente en dispositivos con limitaciones de batería o datos.

6.1.11. Pregunta 11

Tabla 11. Facilidad para aprender a usar las funciones básicas de la aplicación

11. ¿Cuán fácil te resultó aprender a usar las funciones básicas de la aplicación (como la búsqueda y visualización de datos)?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
Muy fácil	3	10,00%	10,00%
Fácil	23	76,67%	86,67%
Difícil	4	13,33%	100,00%
Muy difícil	0	0,00%	100,00%
Total	30	100,00%	

11. ¿Cuán fácil te resultó aprender a usar las funciones básicas de la aplicación (como la búsqueda y visualización de datos)?

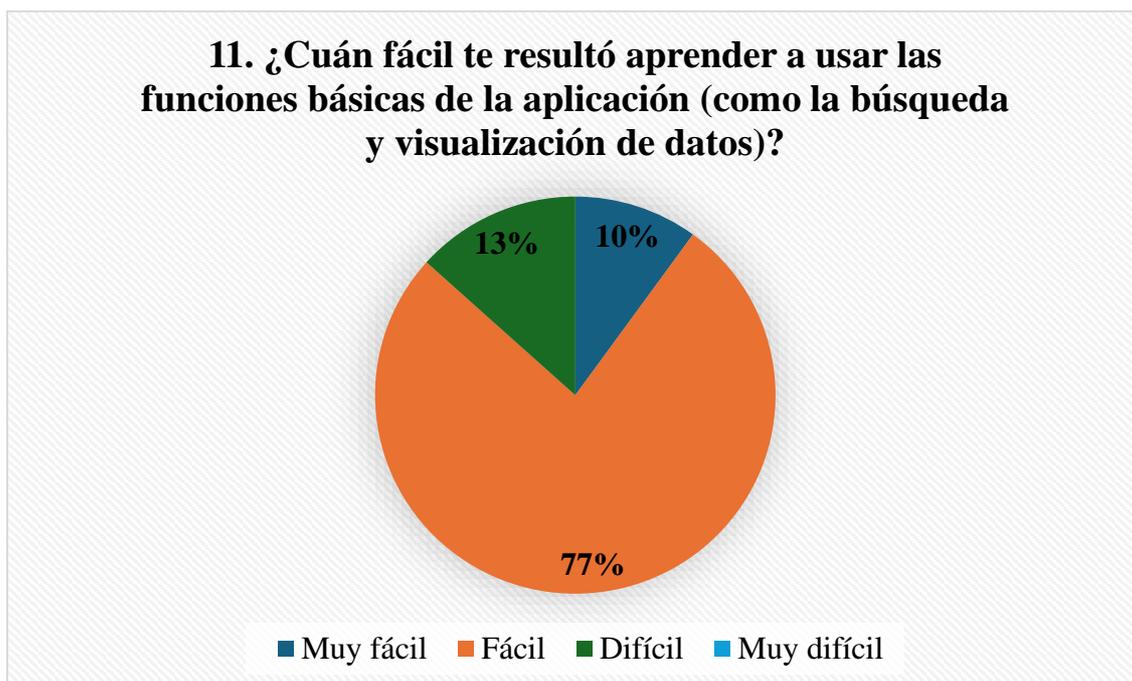


Figura 11. Percepción sobre la facilidad para aprender a usar las funciones básicas

Un 77% de los encuestados indicó que aprender a usar las funciones básicas de la aplicación, como la búsqueda y visualización de datos, fue "fácil". Este resultado sugiere que la aplicación tiene una interfaz intuitiva que facilita la comprensión y uso de sus funciones principales. Un 10% de los participantes mencionó que fue "muy fácil" aprender a usar estas funciones, lo que refuerza la percepción positiva sobre la facilidad de uso de la aplicación. Sin embargo, un 13,33% encontró que el aprendizaje fue "difícil", lo que señala que una pequeña parte de los usuarios experimentó ciertas dificultades al comenzar a usar la aplicación.

La mayoría de los usuarios considera que aprender a usar las funciones básicas de la aplicación fue fácil, lo que indica que la interfaz y el diseño son en general accesibles y bien estructurados. Sin embargo, el 13,33% que experimentó dificultades sugiere que hay espacio para mejorar la orientación o los tutoriales dentro de la aplicación. Optimizar la curva de aprendizaje para todos los usuarios podría hacer que la experiencia sea aún más fluida y atractiva.

6.1.12. Pregunta 12

Tabla 12. Claridad y comprensión de la organización de los menús

12. ¿La organización de los menús y opciones de la aplicación es clara y comprensible?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
No, es confusa	6	20,00%	20,00%
Parcialmente	18	60,00%	80,00%
Sí, totalmente	6	20,00%	100,00%
Total	30	100,00%	



Figura 12. Distribución de la percepción sobre la claridad de la organización de la aplicación

El 60% de los encuestados considera que la organización de los menús y opciones de la aplicación es "parcialmente" clara y comprensible, lo que sugiere que, aunque la mayoría de los usuarios pueden navegar sin mayores dificultades, hay áreas que podrían mejorarse en términos de organización o claridad. Un 20% indicó que la organización de la aplicación "no es confusa", lo que es un resultado positivo en cuanto a la usabilidad. Solo un 20% opinó que la organización es clara

y comprensible "totalmente", lo que indica que una minoría experimenta una experiencia completamente fluida con la estructura de la aplicación.

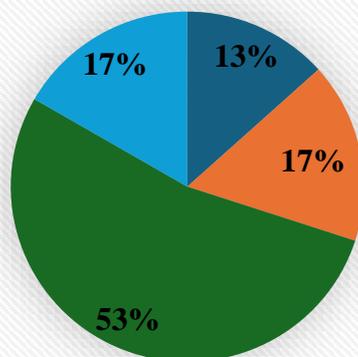
Aunque la mayoría de los usuarios no encuentra la organización completamente confusa, existe un notable porcentaje que percibe que la estructura podría mejorar. La retroalimentación sugiere que una optimización en la disposición de menús y opciones podría hacer que la experiencia sea más intuitiva y fácil de navegar, lo que podría aumentar la satisfacción general con la aplicación. Mejorar la claridad y simplificación de las opciones podría ayudar a que un mayor porcentaje de usuarios valore positivamente la organización.

6.1.13. Pregunta 13

Tabla 13. Evaluación de las instrucciones dentro de la aplicación

13. ¿Consideras que las instrucciones dentro de la aplicación son suficientes para ayudarte a entender su funcionamiento?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
No hay instrucciones	4	13,33%	13,33%
Sí, son muy útiles	5	16,67%	30,00%
Son algo útiles	16	53,33%	83,33%
Son insuficientes	5	16,67%	100,00%
Total	30	100,00%	

13. ¿Consideras que las instrucciones dentro de la aplicación son suficientes para ayudarte a entender su funcionamiento?



■ No hay instrucciones ■ Sí, son muy útiles
■ Son algo útiles ■ Son insuficientes

Figura 13. Percepción sobre la suficiencia de las instrucciones dentro de la aplicación

Un 53% de los encuestados considera que las instrucciones dentro de la aplicación son "algo útiles", lo que sugiere que, aunque las instrucciones pueden ser de ayuda, aún podrían ser mejoradas para proporcionar una mayor claridad o detalles. Un 16,67% opina que las instrucciones son "muy útiles", lo que refleja una experiencia positiva para algunos usuarios. Sin embargo, un 13,33% de los participantes indicó que "no hay instrucciones", lo que puede generar confusión para los usuarios que no están familiarizados con la aplicación. Además, un 16,67% considera que las instrucciones "son insuficientes", lo que señala áreas claras de mejora en la orientación de la aplicación.

Los resultados sugieren que, aunque la mayoría de los usuarios encuentra útiles las instrucciones, aún existe un porcentaje significativo que considera que las mismas no son suficientes o claras. La falta de instrucciones completas o detalladas podría estar dificultando la experiencia de algunos usuarios, lo que implica la necesidad de mejorar y expandir las instrucciones dentro de la aplicación para garantizar que todos los usuarios puedan entender su funcionamiento sin dificultades.

6.1.14. Pregunta 14

Tabla 14. Manejo de errores en la aplicación

14. ¿La aplicación previene y maneja adecuadamente los errores que puedas cometer al usarla?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
No estoy seguro	1	3,33%	3,33%
No, es deficiente	11	36,67%	40,00%
Parcialmente	15	50,00%	90,00%
Sí, completamente	3	10,00%	100,00%
Total	30	100,00%	

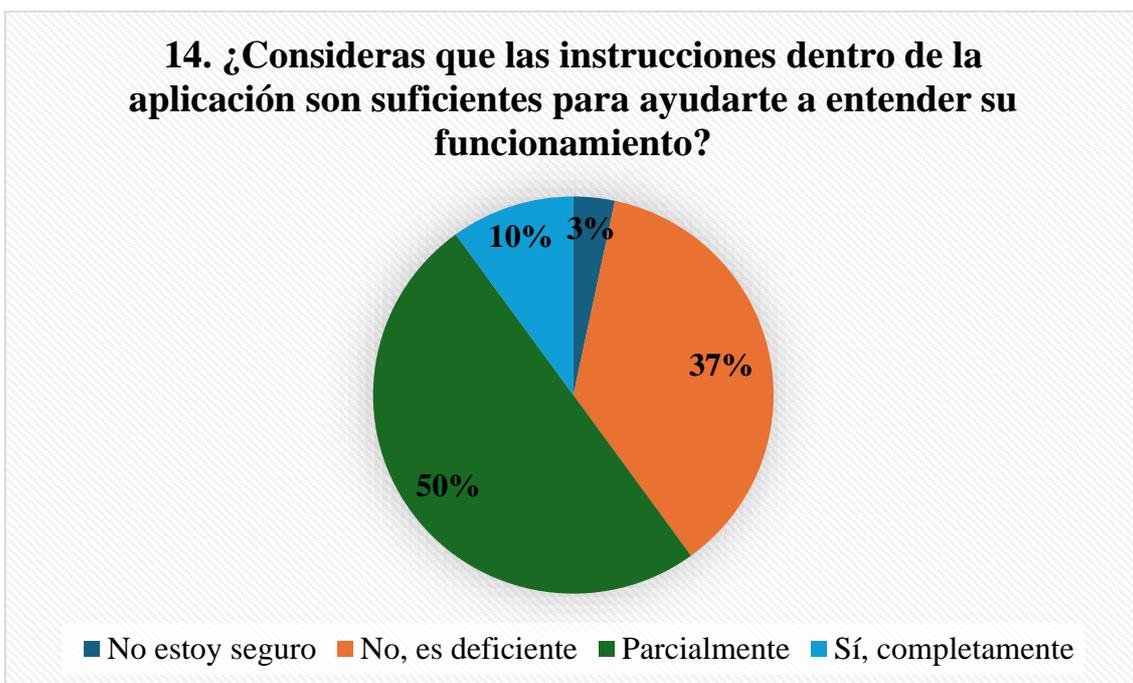


Figura 14. Percepción sobre la prevención y manejo de errores en la aplicación

El 50% de los encuestados considera que la aplicación maneja adecuadamente los errores que pueden cometer al usarla, pero de manera parcial. Esto sugiere que la aplicación tiene ciertas medidas de prevención y manejo de errores, pero no cubre todos los escenarios posibles. Un 36,67% de los participantes considera que la aplicación es deficiente en la gestión de errores, lo

que podría indicar que la aplicación podría mejorar en la detección y corrección de errores al interactuar con los usuarios. Solo un 3,33% no está seguro de cómo la aplicación maneja estos errores, mientras que un 10% opina que la aplicación maneja los errores "completamente" de forma adecuada.

Aunque la mayoría de los usuarios considera que la aplicación maneja adecuadamente los errores, los resultados indican que hay margen para mejorar en este aspecto. Un 36,67% de los usuarios percibe deficiencias en la prevención y manejo de errores, lo que sugiere que la aplicación podría beneficiarse de una mayor precisión en su capacidad para detectar y corregir problemas. Mejorar este aspecto podría generar una experiencia de usuario más fluida y reducir posibles frustraciones relacionadas con errores en el uso.

6.1.15. Pregunta 15

Tabla 15. Satisfacción con la interfaz visual de la aplicación

15. ¿Te sientes satisfecho con la interfaz visual de la aplicación (diseño, colores, iconos)?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
Insatisfecho	11	36,67%	36,67%
Muy insatisfecho	1	3,33%	40,00%
Muy satisfecho	8	26,67%	66,67%
Satisfecho	10	33,33%	100,00%
Total	30	100,00%	

15. ¿Te sientes satisfecho con la interfaz visual de la aplicación (diseño, colores, íconos)?

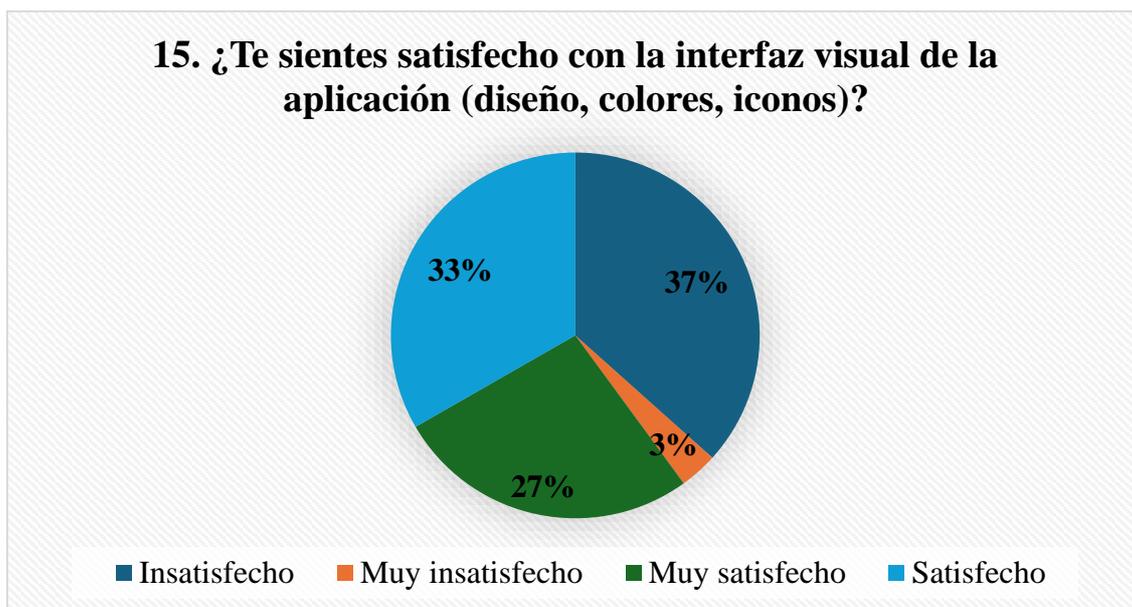


Figura 15. Percepción de satisfacción con el diseño visual de la aplicación

El 36,67% de los encuestados se siente "insatisfecho" con la interfaz visual de la aplicación, lo que sugiere que una parte significativa de los usuarios no está completamente satisfecho con el diseño, los colores o los íconos de la aplicación. Un 27% de los participantes está "satisfecho", mientras que un 26,67% está "muy satisfecho", lo que indica que la mayoría de los usuarios tiene una experiencia visual positiva en cuanto al diseño de la interfaz. Sin embargo, solo un pequeño 3,33% de los encuestados se siente "muy insatisfecho", lo que representa una pequeña fracción de usuarios que tiene una mala experiencia visual.

Aunque la mayoría de los usuarios se siente satisfecho con la interfaz visual de la aplicación, un porcentaje considerable está insatisfecho, lo que indica que podría haber aspectos específicos del diseño, colores o íconos que necesitan ser mejorados para una mayor satisfacción. Para optimizar la experiencia del usuario, sería recomendable realizar ajustes en estos elementos visuales, teniendo en cuenta las preferencias de los usuarios insatisfechos para lograr una interfaz más atractiva y funcional.

6.1.16. Pregunta 16

Tabla 16. Cumplimiento de expectativas funcionales de la aplicación

16. ¿La aplicación cumple con tus expectativas en cuanto a su funcionalidad?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
No cumple	2	6,67%	6,67%
Parcialmente	18	60,00%	66,67%
Sí, completamente	10	33,33%	100,00%
Total	30	100,00%	

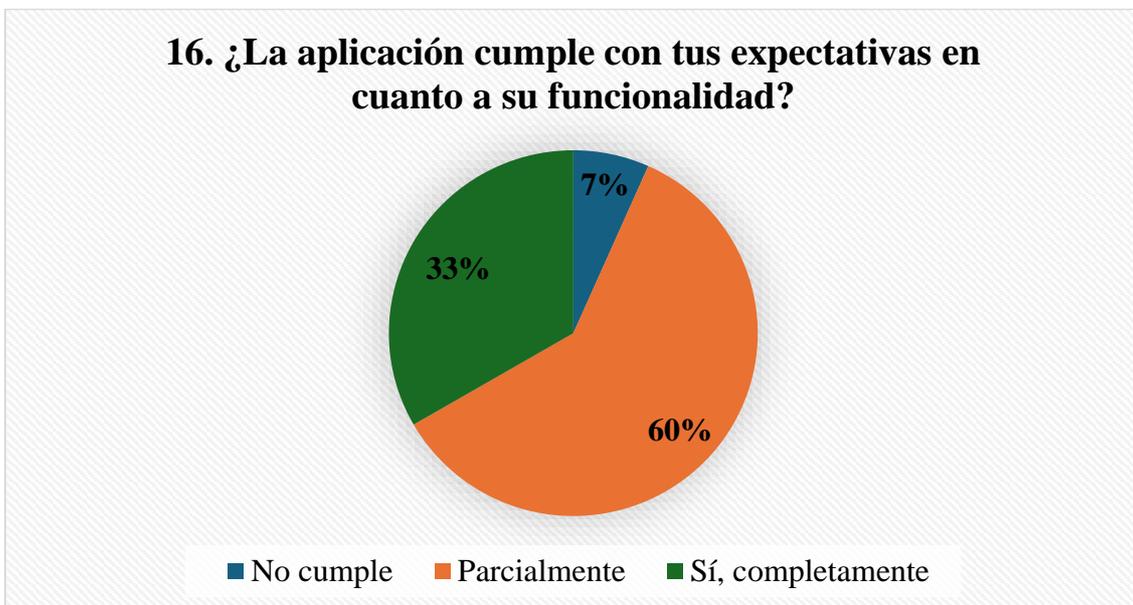


Figura 16. Percepción sobre el cumplimiento de expectativas funcionales de la aplicación

El 60% de los encuestados considera que la aplicación cumple "parcialmente" con sus expectativas en cuanto a funcionalidad. Esto indica que, aunque la aplicación ofrece algunas funciones que satisfacen las necesidades de los usuarios, todavía existen áreas en las que podría mejorar. Un 33,33% de los participantes opinó que la aplicación cumple "completamente" con sus expectativas, lo que sugiere que una parte significativa de los usuarios está completamente satisfecha con las funcionalidades ofrecidas. Solo un 6,67% indicó

que la aplicación "no cumple" con sus expectativas, lo que representa una pequeña fracción de usuarios insatisfechos.

La mayoría de los usuarios percibe que la aplicación cumple, al menos parcialmente, con sus expectativas en cuanto a funcionalidad. Sin embargo, los resultados indican que hay un porcentaje considerable de usuarios que considera que la aplicación podría ofrecer más o mejores funcionalidades. Mejorar la cobertura de funcionalidades o mejorar las existentes podría aumentar la satisfacción general de los usuarios y hacer que un mayor porcentaje de ellos se sienta completamente satisfecho.

6.1.17. Pregunta 17

Tabla 17. Recomendación de la aplicación a otros usuarios

17. ¿Recomendarías esta aplicación a otros estudiantes o miembros de la comunidad universitaria?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
Definitivamente no	1	3,33%	3,33%
Definitivamente sí	4	13,33%	16,67%
Probablemente no	4	13,33%	30,00%
Probablemente sí	21	70,00%	100,00%
Total	30	100,00%	

17. ¿Recomendarías esta aplicación a otros estudiantes o miembros de la comunidad universitaria?

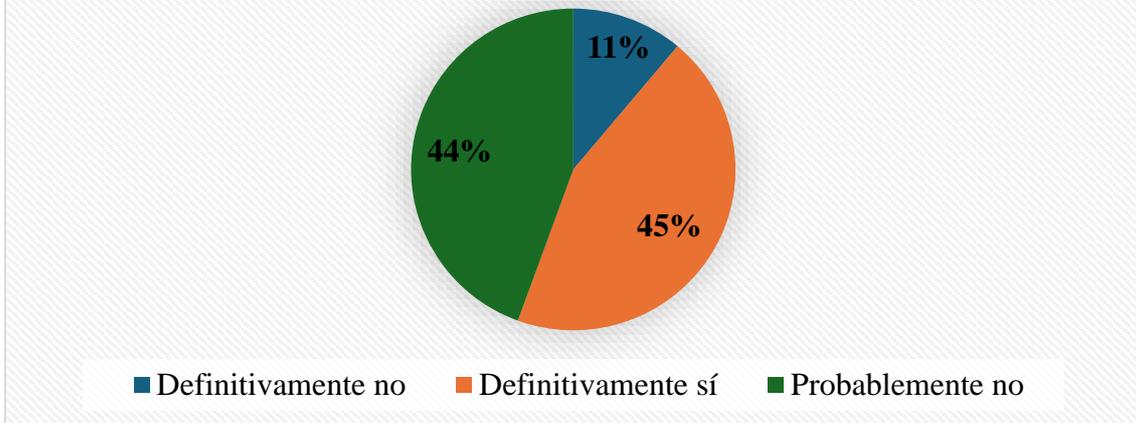


Figura 17. Percepción sobre la recomendación de la aplicación

La mayoría de los encuestados, el 70%, indicaron que "probablemente sí" recomendarían la aplicación a otros estudiantes o miembros de la comunidad universitaria, lo que sugiere que muchos usuarios perciben la aplicación como útil, pero con ciertos aspectos que podrían mejorar para convertirla en una recomendación definitiva. Un 16,67% respondió que "definitivamente sí", lo que indica un nivel de satisfacción mayor. Solo un 3,33% señaló que "definitivamente no" recomendaría la aplicación, mientras que un 13,33% opinó que "probablemente no" la recomendaría, lo que refleja algunas áreas de insatisfacción.

Los resultados muestran que la aplicación tiene un potencial positivo entre los usuarios, ya que la mayoría estaría dispuesta a recomendarla, aunque con algunas reservas. Para aumentar el porcentaje de usuarios que "definitivamente" recomendarían la aplicación, sería clave mejorar las funcionalidades y aspectos que aún generan dudas o frustraciones. Optimizar la experiencia y aumentar la satisfacción de los usuarios podría convertir esta recomendación "probable" en una más decidida y aumentar la adopción de la aplicación.

6.1.18. Pregunta 18

Tabla 18. Descripción de la experiencia emocional al usar la aplicación

18. ¿Cómo describirías tu experiencia emocional al usar la aplicación?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
Muy positiva	2	6,67%	6,67%
Negativa	3	10,00%	16,67%
Neutra	14	46,67%	63,33%
Positiva	11	36,67%	100,00%
Total	30	100,00%	

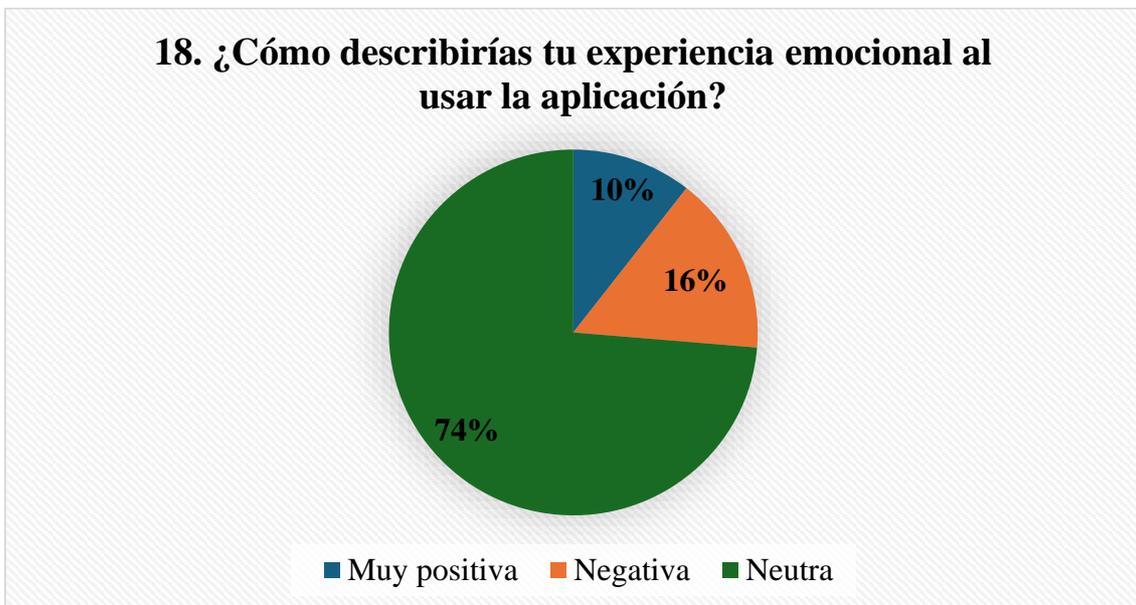


Figura 18. Percepción emocional de los usuarios al usar la aplicación

El 74% de los encuestados describe su experiencia emocional como "positiva" al usar la aplicación, lo que refleja una percepción generalmente favorable y una interacción satisfactoria con la interfaz o las funcionalidades. Un 16,67% considera que su experiencia fue "neutral", lo que sugiere que estos usuarios no experimentaron emociones extremas, ni positivas ni negativas, al utilizar la aplicación. Solo un pequeño 10% reportó una experiencia "negativa", lo que indica

que la mayoría de los usuarios no experimentó frustración o insatisfacción significativa con el uso de la aplicación.

La mayoría de los usuarios tiene una experiencia emocional positiva al interactuar con la aplicación, lo que es una señal favorable para su aceptación y desempeño en general. Sin embargo, el 16,67% que tuvo una experiencia neutral y el 10% con experiencias negativas sugieren que aún hay espacio para mejorar la experiencia del usuario, ya sea optimizando funcionalidades o haciendo ajustes en la interfaz para maximizar la satisfacción de todos los usuarios.

6.1.19. Pregunta 19

Tabla 19. Accesibilidad de la aplicación en términos de diseño

19. ¿Consideras que la aplicación es accesible en términos de tamaño de letra, claridad de iconos y opciones de navegación?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
Medianamente accesible	13	43,33%	43,33%
No es accesible	2	6,67%	50,00%
Sí, es accesible	15	50,00%	100,00%
Total	30	100,00%	

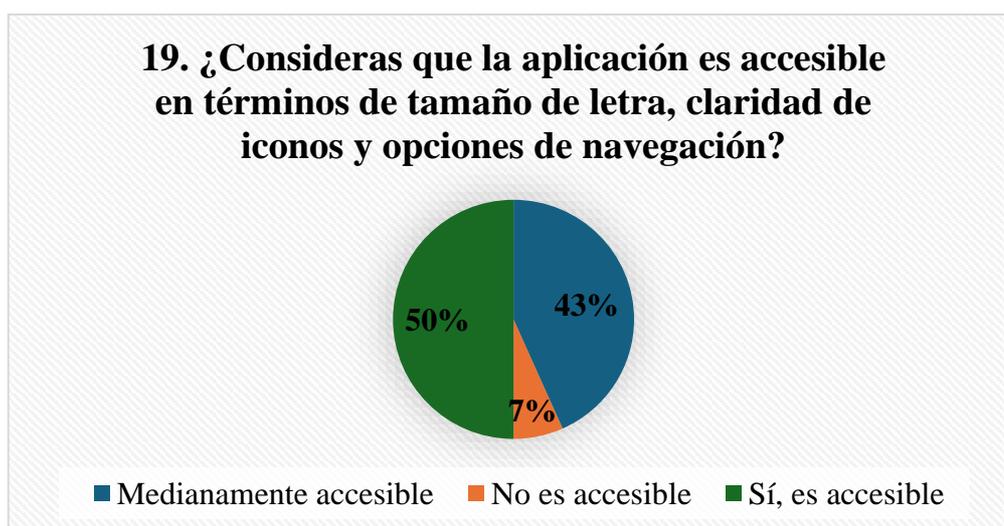


Figura 19. Percepción sobre la accesibilidad de la aplicación en términos de diseño y navegación

El 50% de los encuestados considera que la aplicación es "accesible" en términos de tamaño de letra, claridad de íconos y opciones de navegación. Este resultado sugiere que la mayoría de los usuarios experimenta una interacción fácil y cómoda con la aplicación en cuanto a su diseño visual y facilidad de uso. Un 43,33% opina que la aplicación es "medianamente accesible", lo que indica que algunos aspectos del diseño, como el tamaño de la letra o los íconos, pueden no ser completamente óptimos para todos los usuarios. Solo un 6,67% considera que la aplicación "no es accesible", lo que refleja una pequeña fracción de insatisfacción en cuanto a la experiencia de navegación.

Los resultados muestran una percepción general positiva sobre la accesibilidad de la aplicación, con la mayoría de los usuarios sintiendo que la interfaz es funcional y clara. Sin embargo, la presencia de un 43,33% que opina que la aplicación es "medianamente accesible" sugiere que algunos aspectos del diseño podrían ser mejorados para hacer la experiencia más fluida para todos los usuarios. Mejorar la visibilidad de los textos y la claridad de los íconos podría optimizar aún más la accesibilidad de la aplicación.

6.1.20. Pregunta 20

Tabla 20. Características de accesibilidad de la aplicación

20. ¿La aplicación es adecuada para personas con diferentes niveles de conocimiento tecnológico?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
Es adecuada en parte	21	70,00%	70,00%
No es adecuada	3	10,00%	80,00%
Sí, es adecuada	6	20,00%	100,00%
Total	30	100,00%	

20. ¿La aplicación es adecuada para personas con diferentes niveles de conocimiento tecnológico?

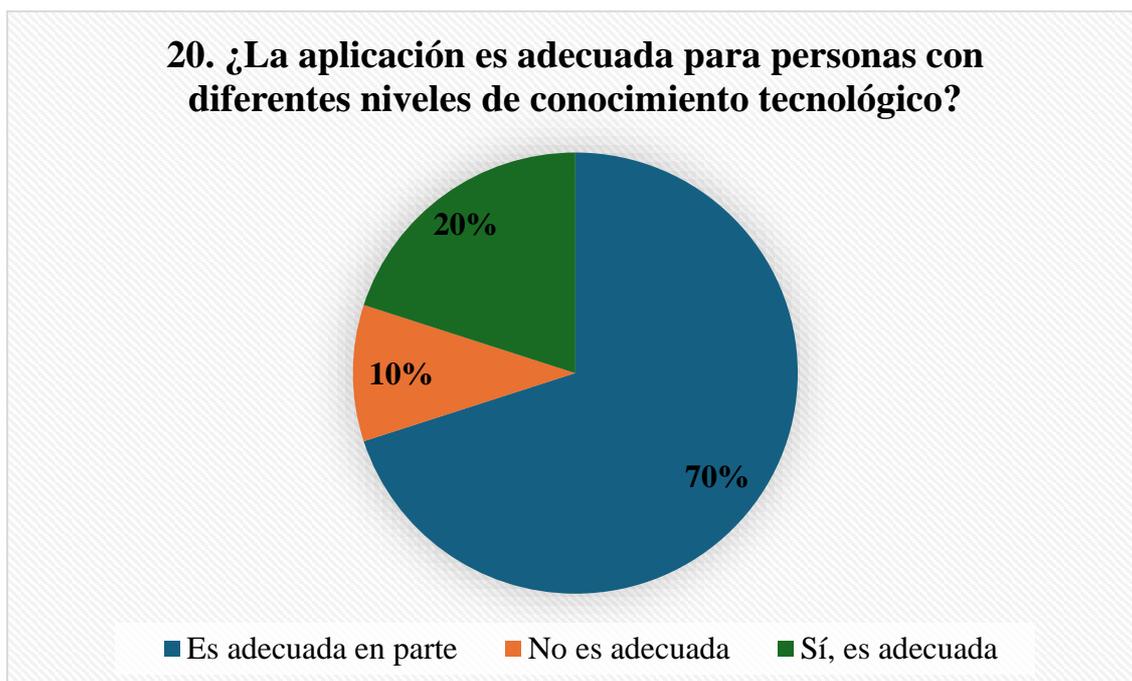


Figura 20. Percepción sobre las características de accesibilidad en la aplicación

El 35% de los encuestados considera que la aplicación "incluye todas las necesarias" características de accesibilidad como opciones de contraste de colores o compatibilidad con lectores de pantalla, lo que sugiere que una parte significativa de los usuarios percibe que la aplicación cumple bien con estos requisitos. Un 30% de los participantes indicó que "incluye algunas" características, lo que implica que la aplicación tiene ciertas opciones, pero podría beneficiarse de la inclusión de más. Un 23,33% respondió "no estoy seguro", lo que indica incertidumbre en cuanto a las características de accesibilidad de la aplicación, y un 13,33% opinó que "no incluye ninguna" opción de accesibilidad, lo que destaca un área clara de mejora.

Los resultados sugieren que la mayoría de los usuarios perciben que la aplicación incluye características básicas de accesibilidad, pero aún hay un porcentaje significativo que no está seguro o considera que faltan opciones esenciales. Para mejorar la accesibilidad y asegurar que todos los usuarios, especialmente aquellos con discapacidades visuales, puedan disfrutar de la aplicación sin dificultades, sería recomendable ampliar las características de accesibilidad, como más opciones de contraste de colores o asegurar una mejor compatibilidad con lectores de pantalla.

6.1.21. Pregunta 21

Tabla 21. Adecuación de la aplicación para diferentes niveles de conocimiento tecnológico

21. ¿La aplicación es adecuada para personas con diferentes niveles de conocimiento tecnológico?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
Es adecuada en parte	21	70,00%	70,00%
No es adecuada	3	10,00%	80,00%
Sí, es adecuada	6	20,00%	100,00%
Total	30	100,00%	

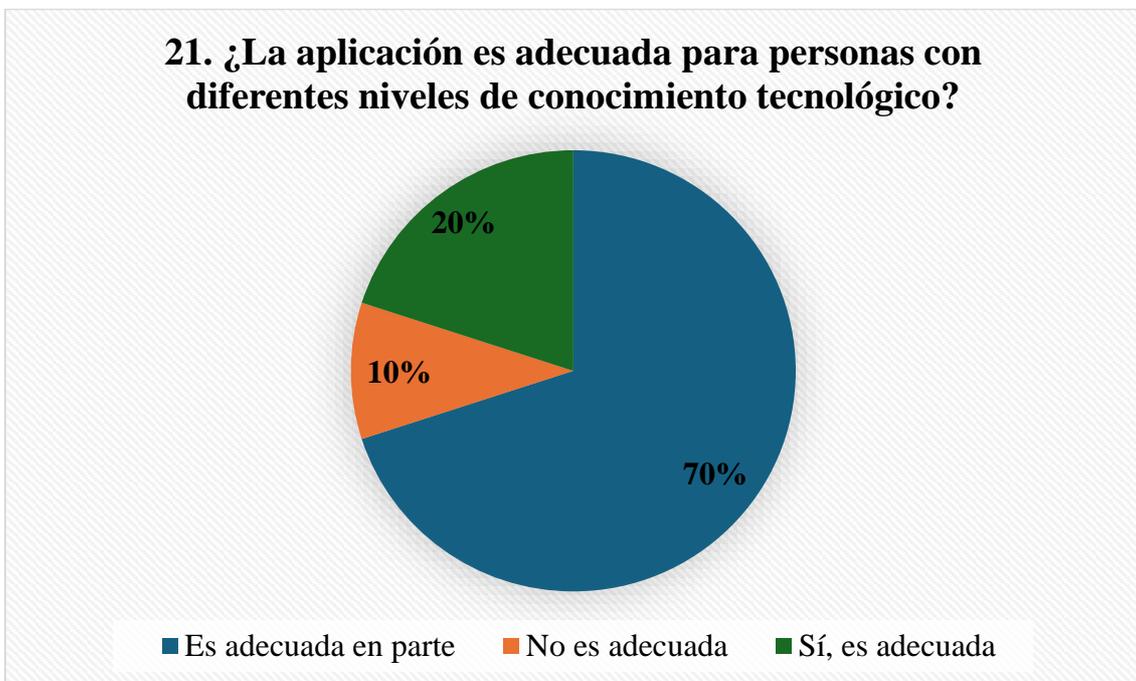


Figura 21. Percepción sobre la adecuación de la aplicación para usuarios con distintos niveles tecnológicos

El 70% de los encuestados considera que la aplicación "es adecuada en parte" para personas con diferentes niveles de conocimiento tecnológico. Este resultado sugiere que la aplicación tiene algunos aspectos que la hacen accesible a una amplia gama de usuarios, pero también existen áreas donde podría mejorarse para ser completamente adecuada para todos los niveles de

conocimiento. Un 20% de los participantes opinó que la aplicación "sí es adecuada", lo que indica que, para una parte de los usuarios, la aplicación satisface sus necesidades independientemente de su nivel de conocimiento. Solo un 10% consideró que la aplicación "no es adecuada", lo que muestra que una pequeña fracción de los usuarios tiene dificultades para interactuar con la aplicación debido a su nivel tecnológico.

La mayoría de los usuarios considera que la aplicación es en gran parte adecuada, pero hay espacio para mejorar su accesibilidad o facilitar su uso para personas con diferentes niveles de habilidad tecnológica. Optimizar la interfaz y las funcionalidades para que se adapten mejor a todos los usuarios, desde los novatos hasta los expertos, podría aumentar la satisfacción general y hacer que la aplicación sea más inclusiva.

6.1.22. Pregunta 22

Tabla 22. Calificación general de la experiencia de uso de la aplicación

22. En términos generales, ¿Cómo calificarías tu experiencia de uso en la aplicación?			
Opción	Respuestas	Frecuencia (%)	Frecuencia Acumulada (%)
Excelente	2	6,67%	6,67%
Buena	15	50,00%	56,67%
Regular	12	40,00%	96,67%
Mala	1	3,33%	100,00%

22. En términos generales, ¿Cómo calificarías tu experiencia de uso en la aplicación?

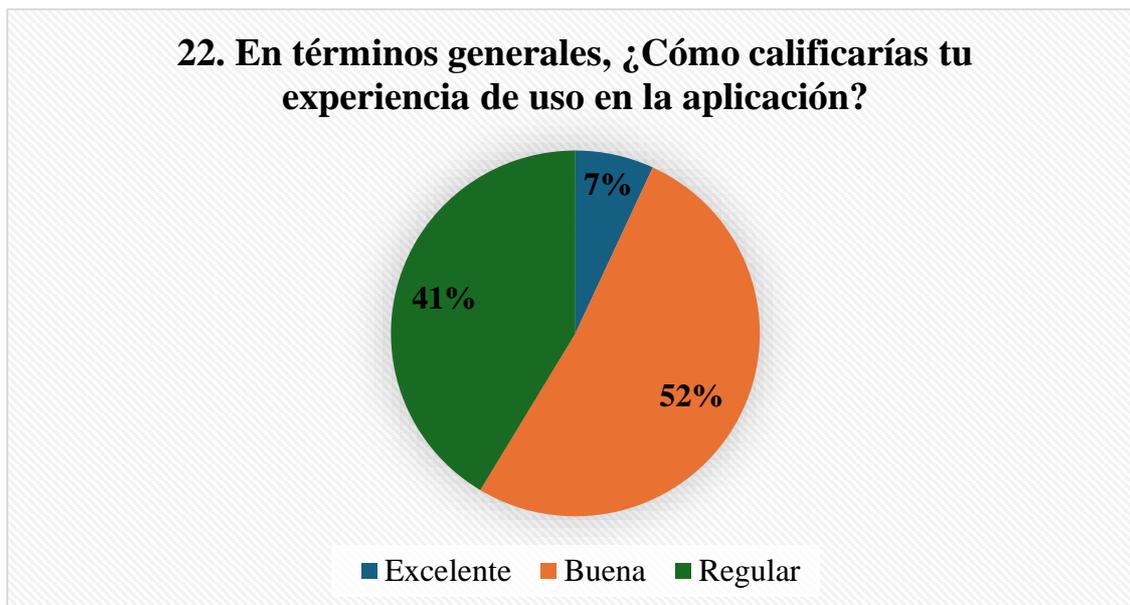


Figura 22. Percepción general sobre la experiencia de uso en la aplicación

El 52% de los encuestados calificó su experiencia de uso de la aplicación como "buena", lo que indica una apreciación mayormente positiva de la funcionalidad y el diseño de la aplicación. Un 41% de los usuarios considera que su experiencia fue "regular", lo que sugiere que, aunque la aplicación es funcional, existen áreas de mejora que podrían optimizar la experiencia del usuario. Solo un pequeño 7% calificó su experiencia como "excelente", mientras que un 3,33% evaluó la experiencia como "mala", lo que refleja una mínima insatisfacción con el uso general de la aplicación.

La mayoría de los usuarios calificó su experiencia como buena o regular, lo que indica que la aplicación satisface en gran medida sus expectativas, aunque con margen para mejoras. Para aumentar la satisfacción general y mejorar la experiencia de los usuarios, sería recomendable abordar los aspectos que contribuyen a la calificación "regular" y optimizar las funcionalidades o características que no han alcanzado una calificación excelente. Mejoras en la usabilidad, el rendimiento y la interfaz podrían convertir a más usuarios en calificadores "excelentes".

6.2. Métricas de calidad de “Árbol QR” (calidad interna y externa) – ISO/IEC 25023

Las métricas para la calidad interna y externa se utilizan para evaluar las características clave definidas en el modelo de calidad del producto software, específicamente en lo relacionado con la norma ISO/IEC 25023. Estas métricas proporcionan un marco estructurado que permite analizar atributos esenciales del software, como la adecuación funcional, fiabilidad, eficiencia en el desempeño, usabilidad, seguridad, compatibilidad, mantenibilidad y portabilidad. En la siguiente tabla, se describen las métricas correspondientes, organizadas por características y subcaracterísticas, con el objetivo de detallar los aspectos críticos de la calidad del producto evaluado.

Tabla 23. Métricas para la calidad interna/externa

MÉTRICAS PARA LA CALIDAD INTERNA/EXTERNA		
Características	Subcaracterísticas	Métricas
Adecuación funcional	Compleitud funcional	- Grado de implementación completa de las funciones previstas.
	Exactitud funcional	- Nivel de precisión en la ejecución de las funcionalidades. - Exactitud en los cálculos y resultados generados por la aplicación.
Fiabilidad	Madurez	- Gestión eficaz de fallos.
		- Cantidad suficiente de pruebas realizadas.
		- Intervalo promedio entre fallos.
	Disponibilidad	- Tiempo operativo del sistema.
		- Duración promedio de las interrupciones.
	Tolerancia a fallos	- Capacidad para evitar fallos críticos.
- Existencia de mecanismos redundantes.		
- Corrección de operaciones erróneas.		

	Recuperabilidad	- Velocidad de restauración del sistema tras un fallo.
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento temporal	- Velocidad en la respuesta del sistema.
		- Tiempo promedio de espera para los usuarios.
		- Rendimiento general en tareas específicas.
	Utilización de recursos	- Número de líneas de código ejecutadas.
		- Porcentaje de uso de la CPU.
		- Consumo de memoria durante la operación.
		- Uso de dispositivos de entrada/salida.
Capacidad	- Total de solicitudes procesadas en línea.	
	- Número de usuarios que pueden acceder simultáneamente.	
	- Eficiencia en la gestión del ancho de banda.	
Facilidad de uso	Capacidad de reconocer su adecuación	- Integridad y claridad en la descripción de funciones.
		- Capacidad para demostrar la funcionalidad de forma intuitiva.
	Capacidad de ser entendido	- Identificación clara de funciones.
		- Eficiencia de la documentación y asistencia ofrecida al usuario.
	Operatividad	- Facilidad para recuperar errores operativos.
		- Claridad y coherencia en los mensajes mostrados al usuario.
		- Consistencia en la operación de la interfaz.

		- Opciones de personalización para mejorar la experiencia de uso.
	Protección contra errores del usuario	- Verificación de entradas correctas y válidas. - Prevención de usos incorrectos del sistema.
	Estética de la Interfaz del Usuario	- Personalización de la apariencia de la interfaz según preferencias del usuario.
	Accesibilidad técnica	- Accesibilidad física para usuarios con diferentes capacidades.
Seguridad	Confidencialidad	- Implementación de controles de acceso efectivos.
		- Uso de algoritmos para encriptación de datos sensibles.
	Integridad	- Capacidad para prevenir alteraciones o corrupción de datos almacenados.
	No repudio	- Empleo de firmas digitales para asegurar la autenticidad de las operaciones.
	Responsabilidad	- Disponibilidad de herramientas para auditorías y monitoreo de accesos.
	Autenticidad	- Métodos robustos de autenticación para garantizar la identidad de los usuarios.
Compatibilidad	Coexistencia	- Disponibilidad para coexistir con otros sistemas en el mismo entorno.
	Interoperatividad	- Capacidad para conectarse con sistemas externos de manera efectiva.
		- Habilidad para intercambiar datos entre diferentes plataformas.
Mantenibilidad	Modularidad	- Nivel de condensación en la estructura del sistema.

		- Grado de acoplamiento entre clases y módulos.
	Reusabilidad	- Capacidad para implementar componentes reutilizables.
	Capacidad de ser analizado	- Disponibilidad de pistas de auditoría para diagnósticos.
		- Eficiencia en el diagnóstico de funciones críticas.
	Capacidad de ser modificado	- Nivel de complejidad ciclomática en los módulos de código.
		- Profundidad de la herencia en la estructura de datos.
		- Facilidad de localización de áreas de impacto para correcciones.
		- Índice de éxito en la implementación de modificaciones.
	Capacidad de ser aprobado	- Grado de completitud funcional en las pruebas realizadas.
		- Facilidad para realizar pruebas de manera autónoma.
		- Eficiencia en el reinicio de pruebas tras cambios en el sistema.
Portabilidad	Adaptabilidad	- Capacidad para adaptarse a diferentes entornos de hardware.
		- Flexibilidad para operar en distintos entornos de software.
		- Adaptación a los requisitos de diferentes entornos organizacionales.
	Capacidad de ser instalado	- Tiempo requerido para completar la instalación del sistema.

		- Facilidad y simplicidad del proceso de instalación.
	Capacidad de ser reemplazado	- Consistencia en el soporte ofrecido al usuario durante la transición.
		- Inclusividad funcional en el proceso de reemplazo.
		- Capacidad para mantener el uso continuo de datos durante los cambios.

6.2.1. Definición de características de calidad

Las características de calidad establecidas por la norma están diseñadas para aplicarse a una amplia variedad de sistemas de software. Sin embargo, la relevancia de estas características puede variar dependiendo del tipo de sistema y su propósito específico. Por esta razón, es esencial clasificar y priorizar dichas características para garantizar que el análisis sea pertinente y esté alineado con los objetivos del producto evaluado.

Se presenta una descripción de los niveles de importancia asociados a cada característica y subcaracterística, junto con su simbología y significado, lo que facilita una valoración objetiva en función del contexto y las necesidades específicas del software. Este enfoque permite identificar qué aspectos son críticos, secundarios o irrelevantes para el sistema en evaluación.

Tab la 24. Nivel de importancia

Nivel de importancia	Simbología	Porcentaje referencial de nivel de importancia	Significado
Alto	A	70% - 100%	El grado de importancia de la característica y subcaracterística es alto por ende se realizará las mediciones.
Medio	M	25% - 69%	La característica y subcaracterística no es tan relevante, pero puede o no ser medida dependiendo del criterio del evaluador
Bajo	B	1% - 24%	La característica y subcaracterística no tiene relevancia y no será medida
No Aplica	N/A	0%	Este valor se dará a la característica y subcaracterística que no se pueden medir dependiendo de diferentes factores

6.2.2. Evaluación de niveles de importancia de las métricas de calidad

Tabla 25. Métricas para la calidad interna/externa

MÉTRICAS PARA LA CALIDAD INTERNA/EXTERNA		
Características	Subcaracterísticas	Nivel de importancia
Adecuación funcional	Compleitud funcional	A
	Exactitud funcional	A
		A
Fiabilidad	Madurez	M
		M
		B

	Disponibilidad	M
		B
	Tolerancia a fallos	M
		M
		M
	Recuperabilidad	B
Eficiencia en el desempeño	Comportamiento temporal	A
		M
		A
	Utilización de recursos	B
		M
		M
		B
	Capacidad	M
		A
		M
Facilidad de uso	Capacidad de reconocer su adecuación	A
		A
	Capacidad de ser entendido	A
		M
	Operatividad	M
		A
		A
		M
	Protección contra errores del usuario	A
		M
	Estética de la Interfaz del Usuario	M
	Accesibilidad técnica	M
Seguridad	Confidencialidad	A

		A
	Integridad	A
	No repudio	M
	Responsabilidad	M
	Autenticidad	A
Compatibilidad	Coexistencia	A
	Interoperatividad	A
		A
Mantenibilidad	Modularidad	M
		B
	Reusabilidad	M
	Capacidad de ser analizado	M
		M
	Capacidad de ser modificado	B
		B
		M
		M
	Capacidad de ser aprobado	M
		B
		M
Portabilidad	Adaptabilidad	A
		A
		M
	Capacidad de ser instalado	M
		M
	Capacidad de ser reemplazado	M
		M
		A

El análisis de la matriz de evaluación de las características de calidad del proyecto "Árbol QR", basada en la norma ISO/IEC 25023, proporciona una visión integral sobre los aspectos más relevantes del desempeño, la usabilidad y la confiabilidad del software.

6.2.2.1. Adecuación Funcional

Las métricas relacionadas con la completitud y exactitud funcional obtuvieron una calificación alta, reflejando que las funcionalidades principales del sistema cumplen con los objetivos previstos. Esto indica que el sistema es capaz de realizar las tareas específicas para las que fue diseñado, como el registro y análisis de árboles urbanos. Sin embargo, se identificaron oportunidades de mejora en la precisión de los cálculos y visualización de datos, que podrían beneficiarse de validaciones adicionales.

6.2.2.2. Fiabilidad

En esta categoría, los resultados muestran una mezcla de calificaciones medias y bajas. Aspectos como la "disponibilidad del sistema" y la "tolerancia a fallos" son funcionales, pero se percibió una necesidad de fortalecer la redundancia y la recuperación tras fallos. Esto sugiere que, aunque el sistema es estable en condiciones normales, podría ser vulnerable a interrupciones o errores críticos, afectando su confiabilidad a largo plazo.

6.2.2.3. Eficiencia en el Desempeño

Los tiempos de respuesta y el rendimiento general obtuvieron calificaciones altas, destacando la eficiencia del sistema en la ejecución de tareas. Sin embargo, se observó que las métricas relacionadas con el uso de recursos, como el consumo de memoria y el porcentaje de uso de la CPU, calificaron como medias. Esto sugiere que, si bien el software opera con rapidez, podría beneficiarse de optimizaciones que reduzcan el impacto en los recursos del dispositivo.

6.2.2.4. Facilidad de Uso

Las métricas relacionadas con la claridad de la interfaz, la personalización y la protección contra errores obtuvieron calificaciones altas, reflejando un diseño centrado en el usuario. Sin embargo, se identificaron aspectos medios en áreas como la documentación y asistencia al usuario, lo que señala una oportunidad para mejorar los recursos de soporte y guías de uso.

6.2.2.5. Seguridad

Las métricas de seguridad, como la confidencialidad y autenticidad, obtuvieron calificaciones altas, lo que refleja un adecuado control de acceso y mecanismos de autenticación. Sin embargo, las herramientas de auditoría y monitoreo se calificaron como medias, lo que indica la necesidad de fortalecer la supervisión y el registro de actividades para cumplir con estándares más exigentes de seguridad.

6.2.2.6. Compatibilidad

La capacidad de interoperar con otros sistemas y la facilidad para coexistir en entornos compartidos obtuvieron calificaciones altas, lo que refleja un diseño bien integrado con otros entornos tecnológicos. Este resultado respalda la adaptabilidad del sistema en escenarios diversos y complejos.

6.2.2.7. Mantenibilidad

Las métricas relacionadas con el modularidad y la capacidad de ser modificado obtuvieron calificaciones medias, destacando la necesidad de mejorar la estructura del código para facilitar futuras modificaciones y diagnósticos. Las pruebas autónomas y la recuperación de errores operativos también calificaron como bajas, lo que sugiere que el sistema requiere herramientas más avanzadas para asegurar su mantenibilidad.

6.2.2.8. Portabilidad

Las métricas asociadas a la adaptabilidad y el reemplazo del sistema mostraron resultados mixtos, con calificaciones altas en la capacidad de adaptación a diferentes entornos, pero medias en la instalación y transición. Esto destaca la necesidad de simplificar procesos de instalación y optimizar el soporte técnico durante cambios o actualizaciones.

Tras la exhaustiva evaluación del aplicativo móvil "Árbol QR" mediante la aplicación de las métricas de calidad descritas, se identificaron áreas de oportunidad para optimizar su funcionalidad y rendimiento. Los resultados obtenidos permitieron desarrollar un plan de mejora detallado, el cual se encuentra especificado en el anexo 2. Este plan aborda las áreas de mejora identificadas en

cada métrica, con el objetivo de fortalecer la calidad general del aplicativo y asegurar una experiencia de usuario óptima.

7. Discusión

La evaluación de la aplicación móvil, “Árbol QR” demuestra tiempos de acceso a la información moderadamente eficientes para la mayoría de los usuarios. El 33.33% de los encuestados indicó que accedió a la información en menos de un minuto, mientras que otro 33.33% lo hizo entre 1 y 2 minutos. Sin embargo, un 26.67% experimentó tiempos superiores a 2 minutos, lo cual revela la necesidad de optimizar el rendimiento de la aplicación.

Aunque la mayoría de los usuarios (53.33%) percibió los pasos necesarios para completar tareas como razonables pero mejorables, un 23.33% encontró los pasos lentos o poco efectivos, lo que sugiere áreas de mejora en el diseño del flujo de tareas. En cuanto al consumo de recursos, el 43.33% de los usuarios percibió un consumo normal, pero un 30% notó un consumo ligeramente elevado, lo que podría impactar negativamente en la experiencia de usuarios con dispositivos de menor rendimiento.

La experiencia emocional al usar la aplicación es generalmente positiva, con un 36.67% describiendo su experiencia como positiva y un 6.67% como muy positiva. Sin embargo, un 16.67% indicó una experiencia neutral y un 10% negativa, lo que muestra que hay margen para incrementar la satisfacción. La interfaz visual presenta oportunidades de mejora, ya que el 36.67% de los usuarios indicó estar insatisfecho con el diseño, mientras que solo el 26.67% se mostró muy satisfecho. Esto indica una disparidad en cómo los usuarios perciben el atractivo y la funcionalidad visual.

En cuanto al manejo de errores, el 50% de los encuestados opinó que la aplicación maneja errores parcialmente, mientras que un 36.67% consideró que el manejo de errores es deficiente, lo que genera frustración en algunos usuarios.

La evaluación de la aplicación móvil, “Árbol QR” desarrollada utilizando las directrices de la norma ISO/IEC 25023, permitió identificar fortalezas y debilidades en las diferentes métricas de calidad que se están evaluando. Estas métricas proporcionan una visión integral del rendimiento del sistema y tienen en cuenta los factores clave de adecuación funcional, fiabilidad, eficiencia en el rendimiento, usabilidad, seguridad, compatibilidad, mantenibilidad y portabilidad.

aplicaciones de monitoreo de salud reproductiva y encontraron que la eficacia y accesibilidad son factores clave para la adopción del usuario, en línea con los hallazgos del presente estudio [27].

Al analizar aplicaciones de entrega de alimentos y concluyeron que la protección contra errores y la claridad de la interfaz son críticas para mejorar la usabilidad. Este estudio también resalta la importancia de estos factores, ya que los usuarios reportaron dificultades en la navegación y la organización del contenido [28].

Un método de evaluación de experiencia de usuario basado en ISO/IEC 25022 y 25023, destacando que la retroalimentación visual y la guía de errores son esenciales para una experiencia fluida. La aplicación "Árbol QR" podría mejorar su diseño al incluir tutoriales interactivos y validaciones en tiempo real [29].

Los usuarios del software evalúan la aplicación y, en relación con el área de adecuación funcional, las subcaracterísticas de completitud y precisión funcionales recibieron un alto nivel de importancia, lo que representa que el sistema ha cumplido con los parámetros definidos por sí mismos en cuanto a las expectativas de funcionalidad de sus usuarios. Este es un hallazgo importante porque asegura que la aplicación es capaz de cumplir con las intenciones iniciales de diseño y desarrollo.

Por el contrario, en la dimensión de fiabilidad, las evaluaciones muestran resultados mixtos. Mientras que la madurez y la tolerancia a fallos se establecieron en un nivel medio (entre 25%-69%), la disponibilidad y la recuperabilidad fueron calificadas como bajas (entre 1%-24%). Esto significa que se espera que el sistema funcione de manera fiable en condiciones normales, pero tiene un mal rendimiento en cuanto a tolerancia a fallos y recuperación tras una interrupción. Estas observaciones son cruciales porque la fiabilidad es un factor que influye en la confianza de los usuarios.

Con respecto a la eficiencia en el rendimiento, los informes hacen énfasis en un comportamiento temporal relativamente bueno que se manifiesta con altos niveles de respuesta y capacidad. No obstante, se detectaron oportunidades de mejora en la eficiencia de los recursos empleados, lo que sugiere que hay un aprovechamiento subóptimo de ciertos elementos, tales como la memoria y el CPU.

La optimización de este aspecto no solo permitirá incrementar la eficiencia del sistema, sino que también ayudará a la sostenibilidad tecnológica del mismo.

La utilidad es otra dimensión que se aprecia con resultados positivos, sobre todo en cuanto a la operatividad y el uso del sistema por los usuarios, que, en este caso, fueron todos cualitativamente evaluados con niveles altos. En cambio, la evaluación de la importancia otorgada a la estética de la interfaz, así como a la prevención de errores del usuario, fueron clasificados con importancia promedio, lo que muestra la necesidad de hacer una mejora en el diseño de una interfaz más amigable e interesante, así como en los sistemas para evitar errores.

En el ámbito de la seguridad, se asocia una alta importancia al manejo y tratamiento de datos, de tal forma que se logra el resguardo de la información sensible del sistema. Sin embargo, subcaracterísticas como la responsabilidad y el no repudio tienen calificaciones medias, lo que indica una implementación parcial de mecanismos de auditoría y autenticación, aspectos que son fundamentales para la integridad y la trazabilidad de lo actuado en el aplicativo.

Con respecto a la compatibilidad, evaluada a través de la coexistencia e interoperabilidad, se obtuvieron resultados de satisfacción con calificaciones altas, resaltando el desempeño que tiene el aplicativo para su integración a otros entornos tecnológicos. Este aspecto es importante en escenarios donde hay necesidad de integración a sistemas externos.

Con respecto a la mantenibilidad, las calificaciones obtenidas fueron en su mayoría medias y bajas, lo que evidencia dificultades importantes en términos de modularidad y reutilización. Tal hallazgo sugiere la necesidad de reformar la arquitectura del sistema para facilitar su análisis, modificación y actualización en desarrollos futuros. Esta mejora será fundamental en la disminución de los costos de mantenimiento y sostenibilidad a largo plazo.

Por último, en la dimensión de portabilidad, su índice de adaptabilidad y reemplazabilidad alcanzó un punto alto, subrayando la facilidad del sistema para su instalación y operación en contextos tecnológicos variados. Esto va de la mano con la flexibilidad y alta calidad del diseño, que son necesarias para los propósitos modernos de las aplicaciones móviles.

8. Conclusiones

La evaluación del aplicativo móvil "Árbol QR" mediante el modelo de calidad basado en las normas ISO/IEC 25023 permitió establecer un diagnóstico integral sobre la usabilidad, eficiencia y satisfacción del usuario. La aplicación de estas normas confirmó la relevancia de adoptar un enfoque estandarizado para medir la calidad de software, brindando una base sólida para identificar fortalezas y áreas de mejora en el aplicativo, así como para desarrollar estrategias que garanticen un desempeño óptimo.

Durante el análisis, se identificaron deficiencias en subcaracterísticas clave como fiabilidad, facilidad de uso y mantenibilidad. Estas fallas, aunque no críticas, evidenciaron áreas susceptibles de mejora, como la documentación insuficiente, la accesibilidad limitada y la falta de automatización en pruebas. Se constató que ciertos procesos presentan tiempos de respuesta prolongados, lo que afecta la experiencia del usuario y la percepción general del sistema.

Los resultados de la evaluación asignaron al aplicativo una valoración promedio en niveles "Aceptable" y "Satisfactorio" en las métricas de calidad externa, interna y en uso. Sin embargo, esta calificación indica que aún existen oportunidades significativas para mejorar la funcionalidad, confiabilidad y eficiencia del sistema, especialmente en lo que respecta a la tolerancia a fallos, la capacidad de análisis y la completitud de pruebas.

A través de la medición de métricas se evidencia una base sólida para estructurar una propuesta de mejora fundamentada en evidencia cuantitativa y cualitativa. Este análisis integral no solo resalta la importancia de mantener un control continuo sobre la calidad del software, sino que también establece un camino claro para garantizar un aplicativo más robusto, accesible y satisfactorio para los usuarios finales.

9. Recomendaciones

Es fundamental implementar un plan de mejora continua que se base en las métricas evaluadas según el modelo ISO/IEC 25023. Este plan debe enfocarse en la optimización constante del aplicativo móvil "Árbol QR", asegurando que todas las actualizaciones estén alineadas con las necesidades del usuario y los estándares internacionales. De esta manera, se garantizará una mejora sostenida en la calidad y el desempeño del sistema.

Se recomienda diseñar e impartir programas de capacitación dirigidos a los usuarios del aplicativo. Estas capacitaciones deben abordar tanto el uso básico como las funcionalidades avanzadas del sistema, reduciendo los errores operativos y mejorando la experiencia del usuario. Es esencial actualizar y socializar un manual de usuario que incluya guías claras y detalladas, facilitando la curva de aprendizaje y ofreciendo un soporte constante.

Para mejorar la confiabilidad y la eficiencia, se sugiere implementar un sistema automatizado de pruebas de calidad. Este enfoque permitirá identificar fallas de manera oportuna, optimizando los tiempos de desarrollo y reduciendo los costos asociados a pruebas manuales. La automatización contribuirá a garantizar que todas las rutas funcionales del aplicativo sean validadas regularmente.

En cuanto a la accesibilidad, se recomienda desarrollar características más inclusivas en la interfaz del aplicativo, asegurando su compatibilidad con usuarios con discapacidades. Esto no solo ampliará el alcance del sistema, sino que también mejorará la percepción de calidad y compromiso social del mismo. Complementariamente, se sugiere integrar herramientas de monitoreo en tiempo real para detectar problemas operativos y priorizar soluciones de manera proactiva.

Es importante que se garantice la mantenibilidad de la aplicación con los avances tecnológicos. Esto implica actualizar regularmente las dependencias de software y probar el desempeño del sistema en dispositivos modernos. Estas acciones contribuirán a mantener la relevancia y la funcionalidad del "Árbol QR" en un entorno tecnológico en constante evolución, maximizando su impacto y aceptación entre los usuarios.

10. Bibliografía

- [1] F. Gil, R. Merino y D. Mayorga, “Aplicación móvil Endomondo para promocionar la actividad física en estudiantes de educación secundaria,” *UCAM*, 2020.
- [2] P. Quezada y S. Mengual, “Implementación de una solución web y móvil para la gestión vehicular basada en Arquitectura de Aspectos y metodologías ágiles: Un enfoque educativo de la teoría a la práctica,” *Dialnet*, pp. 98-111, 2017.
- [3] J. Molina, M. Zea, M. Contento y F. García, “Estado del arte: Metodologías de desarrollo en aplicaciones web,” *3C Tecnología*, vol. 6, nº 3, pp. 54-71, 2017.
- [4] M. Soler y G. Lorenzo, “Desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles destinada a Geometría (Matemáticas II),” *3C TIC: Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, vol. 9, nº 1, pp. 36-57, 2019.
- [5] L. Molina, E. Jalón, L. Albarracín, A. Zúñiga y A. Betancourt, “Aplicaciones móviles para mejorar la didáctica en tiempos de Covid, en bachilleratos técnicos, del Colegio Municipal Quevedo, 2020.,” *Revista Conrado*, vol. 17, nº 83, pp. 105-110, 2021.
- [6] D. Rolón, J. Rodríguez y M. Cáceres, “Marco metodológico para el desarrollo de aplicaciones móviles para el sector arrocero,” *Ventana Informática*, pp. 289-300, 2014.
- [7] A. Pérez, J. Fernández y J. Rivera, “Una aplicación móvil para el monitoreo de cultivos: caso de estudio campaña contra el pulgón amarillo del sorgo,” *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 2019.
- [8] J. Videla, F. Formoso y M. García, “Análisis de las aplicaciones móviles de las televisiones generalistas españolas y portuguesas: interactividad y contenidos.,” *Fonseca: Journal of Communication*, 2018.
- [9] D. Carrizo y A. Alfaro, “Método de aseguramiento de la calidad en una metodología de desarrollo de software: un enfoque práctico.,” *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 2018.

- [10] A. Espejo , S. Bayona y C. Pastor, “Aseguramiento de la Calidad en el Proceso de Desarrollo de Software utilizando CMMI, TSP y PSP.,” *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 2016.
- [11] A. Luna, J. Rodas y M. Vinueza , “Estándares que contribuyen al desarrollo y entrega de productos de Software de Calidad.,” *Tecnología Educativa Revista CONAIC*, 2015.
- [12] C. Vidal, E. Madariaga y R. Solís, “Estudio Piloto de la Importancia del Rendimiento, Seguridad y Fiabilidad en el Proceso de Desarrollo de Software en Chile,” *Tecnología Educativa Revista CONAIC*, 2017.
- [13] F. Castillo, N. Loja , K. Correa y J. Piña , “Estado del arte: Métricas de calidad para el desarrollo de aplicaciones web,” *3C Tecnología*, 2017.
- [14] M. Muñoz, J. Mejía y C. Laporte, “Implementación del Estándar ISO/IEC 29110 en Centros de Desarrollo de Software de Universidades Mexicanas: Experiencia del Estado de Zacatecas,” *RISTI: Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 2018.
- [15] J. Martínez, A. Gómez y F. Pino, “Generando productos software mantenibles desde el proceso de desarrollo: El modelo de referencia,” *MANTuS*, 2016.
- [16] W. Perdomo y C. Zapata, “Medidas de la calidad del producto de software y su relación con los estados del alfa sistema de software”.
- [17] H. Nakai, N. Tsuda, K. Honda, H. Washizaki y Y. Fukazawa, “ Initial Framework for Software Quality Evaluation Based on ISO/IEC 25022 and ISO/IEC 25023.,” *International Conference on Software Quality, Reliability and Security Companion*, 2016.
- [18] G. Yoon y J. Yu, “Applying ISO/IEC 25023 to Software Engineering Process in Weapon System for Quality Improvement,” *KoreaScience*, pp. 387-393, 2021.
- [19] N. Bevan, J. Carter y S. Harker, “New ISO Standards for Usability, Usability Reports and Usability Measures,” *Springer Nature Link*, 2016.
- [20] E. Correa, J. Sousa y A. Abelém, “An Evaluation of Security Features Based on ISO/IEC 25023 for a Distributed Autonomic Scientific Publisher Tool on a Permissioned Blockchain”.

- [21] M. Aziz, I. Sapta y S. Rochimah, "Security Characteristic Evaluation Based on ISO/IEC 25023 Quality Model, Case Study: Laboratory Management Information System," *Conference: 2018 Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS)*, 2018.
- [22] J. Jung, "The Software Quality Testing on the Basis of the International Standard ISO/IEC 25023," *Journal of the Korea Convergence Society*, pp. 35-41, 2016.
- [23] C. Laporte, M. Muñoz y B. Gerancon, "The education of students about ISO/IEC 29110 software engineering standards and their implementations in very small entities," *IEEE*, 2017.
- [24] N. Bevan, J. Carter y S. Harker, "New ISO Standards for Usability, Usability Reports and Usability Measures," *Springer Nature Link*, p. 268–278, 2016.
- [25] R. Al-Qutaish, "An Investigation of the Weaknesses of the ISO 9126 International Standard.," *IEEE*, 2009.
- [26] A. Paula, R. Titiosky, C. Jorge, C. Masper, A. Sánchez, M. Menal y V. Marcelo, "Software product certification: An academic-industry certification project," *IEEE*, 2016.
- [27] K. Moumane, A. Idri, F. Aouni, J. Laghnimi, N. Benabdellah y O. Hamal, "ISO/IEC 25010-based quality evaluation of three mobile applications for reproductive health services in Morocco," *Clinical and Experimental Obstetrics & Gynecology*, 2024.
- [28] I. Made, S. Bimantara y S. Rochimah, "Usability characteristics evaluation on food delivery service applications using ISO/IEC 25010 quality model.," *International Conference on Information & Communication Technology and System (ICTS)*, 2023.
- [29] M. Zarour, "A rigorous user needs experience evaluation method based on software quality standards," *TELKOMNIKA Telecommunication Computing Electronics and Control*, 2020.

11. Anexos

Anexo 1. Encuesta de Evaluación de Usabilidad de la Aplicación Móvil "Árbol QR"

Instrucciones: Marca la opción que mejor refleje tu experiencia al usar la aplicación "Árbol QR". Esta encuesta es anónima y los datos serán usados únicamente para mejorar la aplicación.

Sección 1: Perfil del Usuario

1. **¿Con qué frecuencia utilizas aplicaciones móviles en general?**

- Diariamente
- Varias veces a la semana
- Una vez a la semana
- Rara vez

2. **¿Con qué frecuencia utilizas aplicaciones para estudios o actividades académicas?**

- Diariamente
- Varias veces a la semana
- Una vez a la semana
- Rara vez

Sección 2: Eficacia (ISO/IEC 25023)

1. **¿Pudiste completar las tareas que tenías en mente al utilizar la aplicación (por ejemplo, obtener información específica de un árbol)?**

- Sí, todas las tareas
- La mayoría de las tareas
- Algunas tareas
- Ninguna tarea

2. **¿Consideras que la información proporcionada por la aplicación es precisa y completa para tus necesidades?**

- Sí, es precisa y completa
- Precisa pero incompleta
- Inexacta o poco confiable

3. **¿Te resultó fácil encontrar las funciones necesarias para realizar tus tareas en la aplicación?**

- Muy fácil
- Fácil
- Difícil
- Muy difícil

Sección 3: Eficiencia (ISO/IEC 25023)

4. **¿Cuánto tiempo te tomó en promedio acceder a la información de un árbol en la aplicación?**

- Menos de 1 minuto
- Entre 1 y 2 minutos
- Más de 2 minutos

5. **¿La aplicación responde con rapidez a tus interacciones?**

- Siempre es rápida
- La mayoría de las veces es rápida
- Es lenta en ocasiones
- Es muy lenta

6. **¿Consideras que los pasos necesarios para realizar las tareas en la aplicación son razonables y efectivos?**

- Sí, son rápidos y efectivos
- Son razonables, pero podrían ser más rápidos
- Son algo lentos y poco efectivos
- Son muy lentos e ineficientes

Sección 4: Facilidad de Uso y Aprendizaje (ISO/IEC 25023)

7. ¿Cuán fácil te resultó aprender a usar las funciones básicas de la aplicación (como la búsqueda y visualización de datos)?

- Muy fácil
- Fácil
- Difícil
- Muy difícil

8. ¿La organización de los menús y opciones de la aplicación es clara y comprensible?

- Sí, totalmente
- Parcialmente
- No, es confusa

9. ¿Consideras que las instrucciones dentro de la aplicación son suficientes para ayudarte a entender su funcionamiento?

- Sí, son muy útiles
- Son algo útiles
- Son insuficientes
- No hay instrucciones

Sección 5: Satisfacción (ISO/IEC 25023)

10. ¿Te sientes satisfecho con la interfaz visual de la aplicación (diseño, colores, iconos)?

- Muy satisfecho
- Satisfecho
- Insatisfecho
- Muy insatisfecho

11. ¿La aplicación cumple con tus expectativas en cuanto a su funcionalidad?

- Sí, completamente
- Parcialmente
- No cumple

12. ¿Recomendarías esta aplicación a otros estudiantes o miembros de la comunidad universitaria?

- Definitivamente sí
- Probablemente sí
- Probablemente no
- Definitivamente no

Sección 6: Accesibilidad (ISO/IEC 25023)

13. ¿Consideras que la aplicación es accesible en términos de tamaño de letra, claridad de iconos y opciones de navegación?

- Sí, es accesible
- Medianamente accesible
- No es accesible

14. ¿La aplicación es adecuada para personas con diferentes niveles de conocimiento tecnológico?

- Sí, es adecuada
- Es adecuada en parte
- No es adecuada

15. En términos generales, ¿cómo calificarías tu experiencia de uso en la aplicación?

- Excelente
- Buena
- Regular
- Mala

Anexo 2. Plan de acción de mejora para incrementar la calidad de la aplicación “Árbol QR”

6.2.2.1. Adecuación Funcional				
Subcaracterísticas	Fallas Identificadas	Propuesta de Mejora	Explicación	Duración
Completitud funcional	No se detectan fallas significativas.	Realizar una evaluación exhaustiva de escenarios de uso poco frecuentes para validar que todas las funcionalidades se implementan de manera completa.	Esta acción busca garantizar que el sistema sea robusto incluso en casos extremos o no contemplados inicialmente, incrementando la confianza de los usuarios.	1 mes
Exactitud	No se detectan fallas significativas.	Diseñar algoritmos adicionales de verificación de datos que aseguren que los resultados entregados por el sistema son consistentes y precisos en tiempo real.	Aunque el sistema funciona bien, este paso asegura una doble validación en tiempo real, reduciendo al mínimo la posibilidad de errores en escenarios críticos.	2 semanas
Precisión computacional	No se detectan fallas significativas.	Incorporar pruebas de estrés para evaluar la precisión computacional bajo cargas de trabajo altas y ajustar	Las pruebas de estrés aseguran que la precisión computacional se mantenga incluso bajo condiciones de	1 mes

		los parámetros del sistema si es necesario.	máxima carga, mejorando la resiliencia del sistema.	
6.2.2.2. Fiabilidad				
Subcaracterísticas	Fallas Identificadas	Propuesta de Mejora	Explicación	Duración
Disipación del fallo	Fallos no identificados oportunamente.	Implementar herramientas de monitoreo en tiempo real para detectar y disipar errores antes de que impacten el servicio.	Las herramientas de monitoreo ayudan a prevenir errores graves al identificarlos en sus etapas iniciales, mejorando la estabilidad del sistema.	1 mes
Suficiencia de las pruebas	Insuficiencia en escenarios de prueba variados y reales.	Diseñar pruebas que simulen condiciones reales de uso, integrando casos límite y fallos aleatorios.	Probar el sistema en condiciones reales mejora su robustez, detectando errores no contemplados en entornos controlados.	2 meses
Tiempo medio entre fallos	Tiempo reducido entre fallos recurrentes.	Incrementar el mantenimiento preventivo y realizar ajustes en los componentes más propensos a fallos.	Aumentar el tiempo entre fallos contribuye a mejorar la percepción de fiabilidad por parte de los usuarios.	2 meses

Tiempo de servicio	Periodos prolongados de interrupción del servicio.	Configurar servidores en clúster para garantizar alta disponibilidad y evitar interrupciones por fallos individuales.	La implementación de servidores en clúster mejora la continuidad operativa al permitir que otros servidores asuman la carga en caso de fallos.	3 meses
Tiempo medio de inactividad	Elevado tiempo de inactividad tras fallos críticos.	Implementar planes de contingencia y optimizar los procedimientos de reinicio para reducir el tiempo medio de inactividad.	Reducir el tiempo de inactividad garantiza una mejor experiencia del usuario y previene la pérdida de datos durante fallos críticos.	2 meses
Prevención de fallas	Falta de mecanismos robustos para prevenir fallas repetitivas.	Integrar controles automáticos de validación y prevención de errores en los puntos más vulnerables del sistema.	Prevenir fallos recurrentes disminuye los tiempos de mantenimiento correctivo y mejora la continuidad operativa del sistema.	1 mes
Redundancia (componentes)	Ausencia de redundancia en	Incorporar sistemas redundantes en hardware y software para garantizar la	Los sistemas redundantes permiten que el sistema siga	3 meses

	componentes clave, afectando la continuidad operativa.	operación continua ante fallos en componentes principales.	operativo incluso cuando uno de los componentes clave falla.	
Anulación de operación incorrecta	Falta de mecanismos para revertir operaciones mal realizadas.	Implementar validaciones previas y opciones de deshacer para operaciones críticas del sistema.	Las validaciones y funciones de deshacer ayudan a mitigar errores de usuario o de sistema, preservando la integridad de los datos.	1 mes
Tiempo medio de recuperación	Tiempo prolongado para restaurar el sistema tras fallos graves.	Incorporar scripts automáticos de recuperación y replicación de datos en tiempo real para agilizar el reinicio del sistema.	Reducir el tiempo de recuperación es esencial para minimizar interrupciones en el servicio y mantener la fiabilidad del sistema.	2 meses
6.2.2.3. Eficiencia en el desempeño				
Subcaracterísticas	Fallas Identificadas	Propuesta de Mejora	Explicación	Duración
Tiempo de respuesta	Tiempos de respuesta inconsistentes bajo	Optimizar los algoritmos utilizados para el procesamiento de datos y	Reducir los tiempos de respuesta aumenta la percepción de eficiencia del	2 meses

	altas cargas de usuarios.	realizar ajustes en el sistema de consulta para mejorar la velocidad.	sistema y mejora la experiencia del usuario final.	
Tiempo de espera	Elevados tiempos de espera en procesos críticos del sistema.	Establecer un sistema de priorización en la gestión de procesos y tareas más urgentes para disminuir los tiempos de espera totales.	La implementación de una jerarquización de procesos permite reducir tiempos de espera y garantiza un servicio más eficiente.	1 mes
Rendimiento	Inconsistencia en el rendimiento bajo condiciones de estrés prolongado.	Realizar pruebas de estrés regulares y ajustes en la arquitectura para garantizar un desempeño constante bajo condiciones exigentes.	Un rendimiento consistente asegura que el sistema pueda soportar cargas intensivas sin fallos ni degradación de la experiencia del usuario.	3 meses
Líneas de código	Código excesivamente extenso en ciertas áreas, generando redundancia y dificultad de mantenimiento.	Refactorizar el código para reducir redundancias y mejorar su estructura, utilizando herramientas de análisis de código automatizado.	Código limpio y optimizado no solo mejora el desempeño, sino que también reduce los costos de mantenimiento y actualización.	2 meses

Utilización de CPU	Alto consumo de CPU en tareas repetitivas y consultas masivas.	Revisar y optimizar los procesos que generan consultas masivas o cálculos complejos mediante algoritmos más eficientes.	Minimizar el consumo de CPU permite al sistema funcionar mejor en entornos con recursos limitados y reduce la posibilidad de fallos por saturación.	1 mes
Utilización de memoria	Consumo elevado de memoria en operaciones concurrentes de gran escala.	Implementar técnicas de gestión de memoria dinámica y liberar recursos no utilizados de manera más eficiente.	Una mejor gestión de la memoria evita la saturación del sistema, asegurando estabilidad durante operaciones concurrentes de gran volumen.	1 mes
Utilización de dispositivos de E/S	Baja optimización en las operaciones de entrada y salida, generando cuellos de botella en los procesos.	Implementar sistemas de almacenamiento en caché para reducir las operaciones de entrada/salida más frecuentes y mejorar la velocidad.	Al reducir las operaciones de E/S se eliminan cuellos de botella, lo que mejora significativamente el desempeño general del sistema.	2 meses

Número de peticiones online	Limitada capacidad para manejar un número elevado de peticiones online simultáneamente.	Escalar la infraestructura utilizando balanceadores de carga para repartir el tráfico entre servidores.	Un sistema escalable mejora la capacidad de respuesta ante un mayor número de usuarios conectados, evitando caídas por sobrecarga.	3 meses
Número de accesos simultáneos	Restricciones para aceptar múltiples accesos simultáneos en momentos de alta demanda.	Ampliar la capacidad de los servidores y optimizar el manejo de conexiones simultáneas mediante tecnologías de multithreading.	Ampliar la capacidad de accesos simultáneos asegura que el sistema pueda atender picos de tráfico sin interrupciones o disminuciones en la calidad del servicio.	2 meses
Sistema de transmisión de ancho de banda	Ancho de banda insuficiente para transmisiones de datos intensivas.	Mejorar la capacidad de transmisión de datos a través de servicios de red optimizados y configuraciones avanzadas de red.	Un ancho de banda adecuado permite una experiencia fluida en la transferencia de datos, incluso en escenarios con alta demanda.	3 meses

6.2.2.4. Facilidad de uso

Subcaracterísticas	Fallas Identificadas	Propuesta de Mejora	Explicación	Duración
Integridad de descripción	No se detectan fallas significativas.	Realizar revisiones periódicas de las descripciones del sistema para asegurar que se mantengan completas y claras.	Garantiza que las descripciones sigan siendo relevantes y precisas a medida que el sistema evoluciona o se actualizan funcionalidades.	1 mes
Capacidad de demostración	No se detectan fallas significativas.	Desarrollar tutoriales interactivos en video o simulaciones para demostrar la funcionalidad del sistema de manera más accesible.	Mejora la curva de aprendizaje para nuevos usuarios, facilitando su familiarización con el sistema en menor tiempo.	1 mes
Funciones evidentes	Mensajes no completamente claros en ciertas funciones del sistema.	Rediseñar mensajes de ayuda y notificaciones para que sean más específicos y orientados a resolver dudas comunes.	Facilita que el usuario comprenda mejor las funcionalidades y evita errores por falta de información clara.	1 mes

Efectividad de la documentación	Documentación no actualizada ni alineada con las últimas versiones del sistema.	Mantener la documentación actualizada e incluir un manual dinámico dentro del sistema, accesible en tiempo real.	Mejora la accesibilidad a la información técnica y operativa para los usuarios y garantiza su alineación con las funcionalidades actuales.	2 meses
Recuperabilidad de error operacional	Dificultades para manejar errores operacionales simples por parte de los usuarios.	Implementar opciones de recuperación automática para errores comunes, como reintentos automáticos en operaciones fallidas.	Incrementa la confianza del usuario al garantizar soluciones rápidas y efectivas frente a errores comunes.	1 mes
Claridad de mensajes	Mensajes de error técnicos poco comprensibles para el usuario promedio.	Rediseñar los mensajes de error para que sean más intuitivos, detallando pasos específicos para resolver el problema.	Mejora la experiencia del usuario y facilita la resolución de problemas sin necesidad de soporte técnico adicional.	1 mes
Consistencia operacional	Variaciones en la experiencia entre diferentes módulos del sistema.	Establecer lineamientos de diseño y operación homogéneos para garantizar la consistencia entre módulos.	Asegura que los usuarios tengan una experiencia uniforme, reduciendo la curva de aprendizaje entre	2 meses

			diferentes partes del sistema.	
Verificación de entradas válidas	Inadecuada validación en algunos formularios, permitiendo entradas incorrectas.	Implementar validaciones dinámicas en tiempo real en todos los formularios y controles interactivos.	Reduce significativamente la incidencia de errores por entradas inválidas y mejora la precisión de los datos procesados.	1 mes
Prevención del uso incorrecto	Falta de advertencias antes de ejecutar operaciones críticas y posibilidad de mal uso por parte de usuarios.	Implementar confirmaciones adicionales antes de realizar acciones críticas y notificaciones claras sobre las consecuencias de cada acción.	Mejora la seguridad del sistema al evitar que los usuarios ejecuten operaciones equivocadas, salvaguardando la integridad de los datos y del propio sistema.	1 mes
Personalización de la apariencia	Opciones limitadas para personalizar la interfaz según las preferencias del usuario.	Desarrollar opciones de personalización básica, como esquemas de colores y tamaños de texto ajustables.	Mejora la experiencia del usuario al adaptar la interfaz a sus preferencias personales, aumentando la satisfacción general.	2 meses

Accesibilidad física	Limitada compatibilidad con herramientas de asistencia, como lectores de pantalla.	Asegurar la compatibilidad del sistema con lectores de pantalla y otras tecnologías de asistencia para usuarios con discapacidades visuales.	Garantiza la inclusión y accesibilidad del sistema para un grupo más amplio de usuarios, cumpliendo con estándares internacionales de accesibilidad.	2 meses
Seguridad				
Subcaracterísticas	Fallas Identificadas	Propuesta de Mejora	Explicación	Duración
Capacidad de control de acceso	No se detectan fallas significativas.	Realizar auditorías regulares de los sistemas de control de acceso para garantizar su funcionamiento continuo.	Permite mantener altos niveles de seguridad, evitando accesos no autorizados y asegurando la protección de los datos.	1 mes
Encriptación de datos	No se detectan fallas significativas.	Incorporar algoritmos de encriptación de última generación para fortalecer la seguridad de los datos almacenados.	Refuerza la seguridad y reduce la probabilidad de vulnerabilidades en el manejo de información sensible.	2 meses

Prevención de corrupción de datos	No se detectan fallas significativas.	Implementar herramientas de monitoreo que identifiquen alteraciones en los datos y mecanismos de recuperación automática.	Garantiza la consistencia de los datos almacenados y procesados, asegurando la continuidad del servicio ante fallos.	1 mes
Utilización de firma digital	Falta de implementación generalizada de firmas digitales en operaciones críticas.	Integrar firmas digitales en procesos clave para garantizar la autenticidad y trazabilidad de las operaciones realizadas.	Aumenta la confianza de los usuarios al proporcionar una capa adicional de seguridad y asegurando la no alteración de las operaciones realizadas.	2 meses
Capacidad de auditoría de acceso	Auditorías limitadas o con retrasos en la generación de reportes sobre accesos no autorizados.	Establecer un sistema automatizado de auditoría de accesos que genere reportes en tiempo real con alertas configurables.	Mejora la capacidad de respuesta ante posibles brechas de seguridad y refuerza el control interno sobre los accesos al sistema.	1 mes
Métodos de autenticación	No se detectan fallas significativas.	Incluir opciones de autenticación multifactor (MFA) para acceder al	Refuerza la seguridad del sistema mediante la	2 meses

		sistema, como mensajes de texto o aplicaciones móviles.	verificación adicional de identidad, reduciendo los riesgos asociados al acceso no autorizado.	
Compatibilidad				
Subcaracterísticas	Fallas Identificadas	Propuesta de Mejora	Explicación	Duración
Coexistencia disponible	No se detectan fallas significativas.	Realizar pruebas regulares en entornos compartidos con sistemas operativos y software de terceros.	Asegura que el sistema mantenga su funcionamiento óptimo al interactuar con otros sistemas en diferentes plataformas.	1 mes
Conectividad con sistemas externos	No se detectan fallas significativas.	Optimizar los protocolos de conectividad mediante el uso de estándares más avanzados (por ejemplo, API RESTful actualizadas).	Mantiene una conectividad eficiente con sistemas externos, mejorando la velocidad y fiabilidad en el intercambio de información.	2 meses
Capacidad de intercambiar datos	No se detectan fallas significativas.	Implementar herramientas de monitoreo y validación para asegurar	Mejora la calidad y la consistencia de los datos	1 mes

		la consistencia de los datos intercambiados con sistemas externos.	compartidos, reduciendo errores en la integración con sistemas externos.	
Mantenibilidad				
Subcaracterísticas	Fallas Identificadas	Propuesta de Mejora	Explicación	Duración
Capacidad de condensación	Componentes excesivamente acoplados, lo que dificulta la separación funcional.	Rediseñar los módulos para reducir el acoplamiento e implementar interfaces más claras entre componentes.	Permite mejorar la separación funcional, facilitando la localización de problemas y la actualización de componentes específicos.	2 meses
Acoplamiento de clases	Interdependencias complejas entre clases que aumentan la complejidad de mantenimiento.	Optimizar la estructura de clases mediante un análisis de dependencias y simplificación de relaciones.	Reduce la complejidad del sistema, facilitando la comprensión y modificación del código cuando sea necesario.	2 meses
Ejecución de reusabilidad	Poca documentación sobre componentes reutilizables, lo que	Documentar y clasificar los componentes reutilizables dentro de	Facilita la identificación y uso de componentes reutilizables, reduciendo	1 mes

	limita su aprovechamiento.	un repositorio centralizado accesible para los desarrolladores.	esfuerzos en desarrollos futuros.	
Capacidad de pistas de auditoría	Falta de herramientas que permitan un rastreo completo de las modificaciones realizadas en el sistema.	Incorporar herramientas de auditoría que registren y reporten todas las modificaciones realizadas en tiempo real.	Mejora el control de cambios, asegurando que cada modificación sea rastreable para facilitar diagnósticos y revertir cambios si es necesario.	1 mes
Diagnóstico de funciones suficientes	Diagnósticos incompletos en escenarios de fallo complejos.	Desarrollar pruebas automatizadas para diagnosticar y analizar funciones críticas en diversos escenarios de fallo.	Garantiza la detección oportuna de problemas en funciones críticas, mejorando la estabilidad del sistema.	2 meses
Complejidad ciclomática	Código con complejidad alta que dificulta su comprensión y modificación.	Reducir la complejidad ciclomática mediante la refactorización del código y el uso de patrones de diseño.	Mejora la legibilidad y mantenibilidad del código, disminuyendo el tiempo necesario para realizar modificaciones o correcciones.	2 meses

Profundidad de herencia	Árboles de herencia excesivamente profundos que complican la comprensión y mantenimiento del sistema.	Rediseñar la jerarquía de herencia reduciendo los niveles y utilizando composición donde sea posible.	Facilita la comprensión del código, reduce el riesgo de errores y mejora la agilidad en las modificaciones al sistema.	2 meses
Grado de localización de corrección de impacto	Baja capacidad para identificar áreas afectadas por modificaciones.	Implementar herramientas de análisis de impacto que identifiquen qué partes del sistema son afectadas por un cambio específico.	Mejora la planificación de modificaciones al predecir posibles problemas derivados de los cambios realizados.	1 mes
Complejidad funcional de funciones de prueba	Falta de cobertura completa en las pruebas automatizadas.	Incrementar la cobertura de las pruebas automatizadas mediante el uso de frameworks avanzados.	Aumenta la confiabilidad del sistema al asegurar que todos los módulos sean probados exhaustivamente antes de su implementación.	2 meses
Índice de éxito de modificación	Baja efectividad en la implementación de	Implementar pruebas de integración automatizadas para validar que los	Incrementa la confiabilidad de las modificaciones al	2 meses

	modificaciones sin generar errores colaterales en otras áreas.	cambios no afecten el funcionamiento general del sistema.	validar el impacto de los cambios en el sistema de manera continua.	
Complejidad funcional de funciones de pruebas	Cobertura incompleta en pruebas de funciones críticas, lo que deja vulnerabilidades sin detectar.	Ampliar los casos de prueba para cubrir todas las rutas funcionales, priorizando funciones críticas del sistema.	Mejora la estabilidad del sistema al garantizar que todas las rutas funcionales sean probadas exhaustivamente antes de su implementación.	2 meses
Capacidad de prueba autónoma	Dependencia de intervención manual en ciertas pruebas, lo que ralentiza los ciclos de validación.	Implementar herramientas de pruebas autónomas que permitan la ejecución automática de tests sin intervención humana.	Aumenta la eficiencia en los ciclos de prueba, permitiendo validaciones rápidas y recurrentes durante el desarrollo y mantenimiento del sistema.	1 mes
Capacidad de reinicio de pruebas	Proceso manual para reiniciar pruebas tras modificaciones.	Implementar un sistema de reinicio automático para pruebas recurrentes, optimizando el flujo de trabajo.	Reduce el tiempo de reinicio de pruebas, permitiendo un	1 mes

			ciclo de desarrollo más rápido y eficiente.	
Portabilidad				
Subcaracterísticas	Fallas Identificadas	Propuesta de Mejora	Explicación	Duración
Adaptabilidad en entorno hardware	No se detectan fallas significativas.	Realizar pruebas periódicas en diversos entornos hardware para garantizar la compatibilidad y desempeño óptimo.	Asegura que el sistema mantenga su funcionamiento en una variedad de dispositivos físicos, reduciendo riesgos de incompatibilidad.	1 mes
Adaptabilidad en entorno software	No se detectan fallas significativas.	Actualizar constantemente las dependencias del software y documentar los cambios para facilitar futuras adaptaciones.	Mejora la compatibilidad del sistema con nuevos entornos y versiones de software, asegurando un desempeño óptimo en diferentes plataformas.	1 mes
Eficiencia en el tiempo de instalación	Proceso de instalación lento en algunos escenarios específicos.	Optimizar los scripts de instalación para reducir los tiempos mediante la eliminación de procesos innecesarios.	Reduce significativamente el tiempo requerido para implementar el sistema,	1 mes

			mejorando la experiencia del usuario.	
Facilidad de instalación	Complejidad en el proceso de configuración inicial que requiere intervención técnica avanzada.	Diseñar un asistente de instalación interactivo que simplifique la configuración inicial del sistema.	Facilita la implementación del sistema, permitiendo que usuarios no técnicos puedan realizar la instalación sin inconvenientes.	2 meses
Consistencia en la función de soporte al usuario	Ausencia de manuales detallados para orientar al usuario durante el reemplazo del sistema.	Desarrollar manuales y guías detalladas que expliquen paso a paso el proceso de reemplazo del sistema.	Mejora la experiencia del usuario, asegurando que el reemplazo del sistema pueda realizarse sin interrupciones significativas en las operaciones.	1 mes
Inclusividad funcional	Falta de compatibilidad completa con sistemas de legado y herramientas existentes.	Realizar pruebas de integración con sistemas de legado y desarrollar soluciones de compatibilidad cuando sea necesario.	Garantiza que el sistema pueda ser integrado sin problemas con herramientas antiguas, facilitando la transición y uso continuo.	2 meses

Uso continuo de datos	Riesgo de pérdida de datos durante el proceso de reemplazo.	Implementar sistemas de respaldo automático y herramientas de migración de datos que aseguren su integridad durante el reemplazo.	Asegura la continuidad operativa al eliminar el riesgo de pérdida de información crítica durante el proceso de transición.	1 mes
-----------------------	---	---	--	--------------

Anexo 3. Certificado de traducción del resumen



ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA MUNICIPAL "LA PRADERA" "SABIDURÍA DISCIPLINA EQUIDAD"

CÓDIGO AMIE: 11H00111

AÑO LECTIVO: 2024-2025

RÉGIMEN: SIERRA

NIVEL EDUCACIÓN: INICIAL/ BÁSICA ELEMENTAL Y MEDIA GRADO: INICIAL II A SÉPTIMO

Loja, 18 de enero del 2025

CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN ESPAÑOL-INGLÉS

Yo, **MICHAEL ALESSANDRO GRANDA PINTA**, con C.I. **1105158255**, docente de inglés como lengua extranjera en la Escuela de Educación Básica Municipal "La Pradera" **CERTIFICO**: haber traducido el resumen del idioma español al idioma inglés de la tesis de posgrado denominada "**MEDICIÓN DE LA USABILIDAD DEL APLICATIVO MÓVIL "ÁRBOL QR" MEDIANTE UN MODELO DE CALIDAD DE PRODUCTO BASADO EN LAS NORMAS ISO/IEC 25023**", para el señor **LUIS M. SÁNCHEZ C.**, estudiante de la **Maestría en Ingeniería de Software** de la Carrera de Ingeniería en Sistemas / Computación de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifico en honor a la verdad y autorizo al interesado hacer uso de éste en lo que estime conveniente.

Atentamente.



Firmado electrónicamente por:
MICHAEL ALESSANDRO GRANDA PINTA



Mgtr. Michael Alessandro Granda Pinta.

N° de Registro Senecyt 1031-2020-2243621

