

Artículo de Investigación

# Aplicación móvil offline para la difusión y revitalización del patrimonio de Malqui Machay

*Offline mobile application for the dissemination and revitalization of Malqui Machay's heritage*

Geovanny Euclides Silva Peñafiel<sup>1</sup>, Jenny Alexandra Núñez Villacis<sup>2</sup>,

Joffre Fabian Asadobay Escobar<sup>1</sup>, Washington Ramiro Bonilla Vimos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Carrera de Tecnologías de la Información, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Francisco de Orellana, Ecuador, 140101;

<sup>2</sup>Instituto Superior Tecnológico Tungurahua, Ambato, Ecuador, 180206;

[jnunez.istt@gmail.com](mailto:jnunez.istt@gmail.com); [joffre.asadobay@esepoch.edu.ec](mailto:joffre.asadobay@esepoch.edu.ec); [washington.bonilla@esepoch.edu.ec](mailto:washington.bonilla@esepoch.edu.ec)

\*Correspondencia: [geovanny.silva@esepoch.edu.ec](mailto:geovanny.silva@esepoch.edu.ec)

**Citación:** Silva, G.; Núñez, J.; Asadobay, J. & Bonilla, W., (2025). Aplicación móvil offline para la difusión y revitalización del patrimonio de Malqui Machay. *Novasinerгия*. 8(1). 128-141.

<https://doi.org/10.37135/ns.01.15.07>

Recibido: 30 abril 2024

Aceptado: 01 agosto 2024

Publicado: 08 enero 2025

Novasinerгия

ISSN: 2631-2654

**Resumen:** El objetivo de la presente investigación, fue implementar una aplicación móvil offline para difundir y realzar el patrimonio de mil años de antigüedad de Malqui Machay del cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, ubicada en una zona rural sin acceso a internet ni señal móvil. La investigación es de tipo descriptiva y de campo, la cual consideró utilizar la metodología Mobile-D, basada en la funcionalidad del software y la flexibilidad con sus fases de exploración, inicialización, producción, estabilización y pruebas. Se seleccionaron herramientas específicas compatibles con la plataforma Androide; entre ellas: Android Studio, XML, Java, SQLite y Mapbox. Para mejorar la experiencia del visitante se implementó Realidad Aumentada (RA) con plantillas diseñadas en CanvaPro; mientras que para procesar las funciones específicas del administrador y usuario Onboarding. La metodología Mobile-D, permitió que la implementación de la aplicación sea realizada en un tiempo de 10 semanas, donde se priorizó los requerimientos de los usuarios que coincidieron en un 94,7%, que la principal barrera era la falta de conectividad móvil, para lo cual se logró aplicar una aplicación funcional del trazado de rutas con referencias que contienen información detallada y que contribuye en la promoción, difusión y orientación del turismo del patrimonio cultural Malqui Machay.

**Palabras clave:** Malqui Machay, Método ágil, Mobile-D, Offline, Patrimonio cultural.

**Abstract:** This research aimed to implement an offline mobile application to disseminate and enhance the thousand-year-old heritage of Malqui Machay in the canton La Maná, Cotopaxi province, which represents a valuable ceremonial site, a vestige of the Panzaleo culture, located in a rural area without internet access or mobile signal. The research is of a descriptive and field type, which supports the historical importance of the connection with the final abode of Atahualpa to enhance the dissemination and accessibility of Malqui Machay. The Mobile-D methodology was applied based on software functionality and flexibility in its exploration, initialization, production, stabilization, and testing phases. Augmented Reality (AR), Onboarding for specific administrator and user functions, and templates designed in CanvaPro were implemented to improve the visitor experience. The application allowed the short-term implementation of an offline, location-based mobile application, which facilitated the tracing of a path with references containing detailed information and contributed to the promotion, dissemination, and orientation of tourism of the Malqui Machay cultural heritage, constituting an innovative solution to the technical and geographical challenges of the site.

**Keywords:** Malqui Machay, Agile method, Mobile-D, Offline, Cultural heritage.



**Copyright:** 2025 derechos otorgados por los autores a Novasinerгия.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia de Creative Commons Attribution (CC BY NC). (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

## 1. Introducción

En Ecuador, en la provincia de Cotopaxi, cantón La Maná, se alberga el sitio arqueológico Malqui-Machay, que en quichua significaría ‘sepultura del cuerpo del progenitor del ayllu’ (Instituto Nacional de Patrimonio Cultural [INPC], 2014), el cual representa un valioso legado arqueológico de la cultura Panzaleo de más de mil años localizado en el sitio ceremonial de Malqui Machay, cuyo descubrimiento fue divulgada el 8 de abril de 2011, en la Octogésimo Aniversario del Instituto Geográfico Militar del Ecuador, France Latitude y Le Monde (Estupiñán Viteri, 2011).

El hallazgo se realizó mediante una rigurosa investigación etnohistórica basada en archivos, bibliotecas y trabajo de campo tanto en el Ecuador como en el extranjero. La primera expedición fue realizada por becarios el 16 de julio de 2004, quienes llegaron a Malqui ruinas ubicadas en la parte baja del valle del río Quindigua (Estupiñán Viteri, 2011).

Una segunda expedición realizada por la historiadora Tamara Estupiñán Viteri el 26 de junio de 2010, permite ingresar en Machay situada a pocos kilómetros de Malqui, en cuya cima se encuentran los vestigios más imponentes que estarían ligados al culto de los incas tenían hacia sus ancestros progenitores (Estupiñán Viteri, 2011).

El Instituto de Patrimonio Cultural del Ecuador levantó los planos topográficos de la evidencia arqueológica-arquitectónica sobre las ruinas ubicadas en Machay, donde se comprobó que las estructuras arquitectónicas como: la plaza trapezoidal, los posibles asientos del inca (ushnu) y la bóveda de enterramiento (pucullo) recorren el camino del Sol, pues están orientadas de este a oeste. Además, se identificó un baño con un acueducto subterráneo que pasa por debajo de una plaza pequeña construida con piedra bien labrada, varios canales de agua en la superficie, veredas de piedra, un callejón de ingreso en forma de zigzag y un puente para cruzar el río que bordea el complejo (INPC, 2014).

Toapanta Caizaluisa et al. (2021) en su investigación sobre las haciendas Malqui-Machay ubicadas en Guasaganda, cantón La Maná, revela su importancia histórica y cultural, ya que el sitio es considerado como la última morada del Inca Atahualpa (Barbier, 2011) y han experimentado devaluación y deterioro, pero poseen un valioso potencial turístico-cultural.

Malqui-Machay inició un proceso de empoderamiento social enmarcadas en costumbres ancestrales que fortalecen los vínculos con el patrimonio cultural de las comunidades de habla quichua de la sierra ecuatoriana. Su divulgación impactó significativo a nivel internacional a través de la cobertura de medios de comunicación que resaltaban la importancia del sitio. El gobierno ecuatoriano, ha asignado presupuesto para la investigación y el desarrollo de Malqui-Machay a fin de proteger y promover su valioso patrimonio cultural (Estupiñán Viteri, 2011). Sin embargo, este patrimonio se encuentra ubicado en una zona rural, que carece de acceso a internet y señal de telefonía móvil. Lo cual implica un limitante tecnológico que impide una adecuada preservación y promoción turística que llevan a cabo los esfuerzos locales por revalorizar el sitio.

Ante dicha problemática, la presente investigación expone el desarrollo de una aplicación móvil offline, como alternativa para potenciar la difusión y accesibilidad a este atractivo a fin de contribuir a la preservación del patrimonio ancestral; ofreciendo orientación turística

sin conexión a quienes deseen explorarlo. Además, promovería el desarrollo local a través del incremento del flujo de visitantes nacionales y extranjeros hacia el invaluable legado arquitectónico en medio de los Andes.

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) al ser una tendencia tecnológica, permiten la promoción del patrimonio cultural que se orientan a mejorar las experiencias culturales de los visitantes a través del uso de Sistemas de Información Geográfica 3D, Realidad Virtual y aplicaciones móviles (Stiti et al., 2022; De Fino et al., 2020; Quintilla-Castán et al., 2022). Las TIC y su innovación facilitan la difusión de información patrimonial, apoyan la toma de decisiones de proyectos de conservación y permiten la creación de redes virtuales que muestran arquitecturas antiguas internacionales (Vičič & Šukljan, 2016).

Los museos utilizan las TIC mediante plataformas en línea y redes sociales para redefinir su papel, permitiendo que el patrimonio cultural sea más accesible y atractivo (Sylaiou & Papaioannou, 2019). En general, la integración de las TIC para la promoción del patrimonio arquitectónico contribuye en la preservación de los sitios históricos y enriquece la experiencia del visitante con contenidos interactivos y educativos.

Las tecnologías móviles incluyen dispositivos y aplicaciones inalámbricas, cuya importancia radica en simplificar la vida cotidiana, mejorar la comunicación, facilitar el acceso a la información e impulsando la innovación, cambiando la forma en que las personas interactúan con el mundo digital (Velasteguí López & Barona López, 2019). Por ejemplo: Acosta Espinoza et al. (2022) mediante su proyecto de la Fundación Santo Domingo de Guzmán, crearon una la aplicación móvil con la finalidad de proporcionar información sobre medicina preventiva y facilitar la comunicación activa entre los usuarios y los médicos de la fundación.

A fin de basar y conocer las aplicaciones móviles, la tabla 1 muestra la comparación de aplicaciones que permite definir la metodología apropiada para el contexto de la investigación.

Tabla 1: Comparación entre Tipos de aplicaciones móviles.

Característica	Aplicación nativa	Aplicación web	Aplicación híbrida
Desarrollo	Desarrollada para un sistema operativo específico (iOS, Android, etc) utilizando el lenguaje nativo (Swift, Java, etc)	Desarrollada con tecnologías web (HTML, CSS, JavaScript)	Desarrollada con tecnologías web, pero ejecutada dentro de un contenedor nativo
Rendimiento	Alto rendimiento y respuesta rápida	Rendimiento limitado por depender de internet	Rendimiento bueno, pero no al nivel nativo
Distribución	Requiere descarga e instalación desde una tienda de apps	Accesible a través del navegador web	Requiere instalación como app nativa
Acceso a hardware	Total, acceso a funciones nativas del dispositivo	Acceso limitado por seguridad del navegador	Acceso casi completo mediante plugins
Desarrollo/mantenimiento	Requiere desarrollar app específica para cada plataforma	Desarrollada una vez, funciona en todas las plataformas	Desarrollada una vez, funciona en todas las plataformas
Experiencia de usuario	Excelente, muy fluida e intuitiva	No tan fluida por limitaciones técnicas	Buena pero no al nivel nativo
Costo	Alto, requiere múltiples desarrollos específicos	Bajo, con un solo desarrollo sirve todas las plataformas	Moderado, menor que desarrollo nativo
Referencias	(Perez Cabezas, 2017)	(Herazo, 2022)	(Martinez, 2021)

Las soluciones móviles offline son una alternativa importante en escenarios donde no existe conectividad, es limitada o poco fiable. Varias áreas, como el comercio electrónico, la

educación y la seguridad de los dispositivos, han sido abordados con estas aplicaciones; por ejemplo los terminales móviles sin conexión, los cuales se benefician al mejorar la recopilación de datos en áreas con cobertura de red deficiente (Sohn et al., 2023); mientras que el aprendizaje en red sin conexión favorece la educación colaborativa en regiones con acceso limitado a internet (Gaved et al., 2020). Los sistemas de seguridad offline basados en SMS, proporcionan una protección integral para los dispositivos móviles incluso sin conexión a internet (Li et al., 2023). Estas soluciones sin conexión no solo abordan los desafíos de conectividad, sino también ofrecen a los usuarios una experiencia perfecta al permitir la recopilación de datos, el aprendizaje colaborativo y las funciones de seguridad de los dispositivos sin la necesidad de un acceso continuo a internet.

Mederos Corrales (2021) indica que Android Studio, es el primer software creado por Google para desarrollar aplicaciones Android, el cual contiene un robusto editor basado en IntelliJ IDEA y un compilador gradle, que es el encargado de generar las carpetas y descargar todos los elementos necesarios. De esta forma, se efectúan las configuraciones personalizadas mediante una compilación estable. El software cuenta con una Interfaz amigable y con un editor gráfico que permite crear interfaces, incluso sin el empleo de códigos.

Mobile-D, es una metodología desarrollada por Abrahamsson (2005) junto con otros colaboradores, que se basa en un método ágil de prácticas de Extreme Programming (XP), las metodologías Crystal para escalabilidad y el ciclo de vida proporcionado por el proceso unificado RUP (Cañas Pino, 2017). Este enfoque optimizado, se implementa mediante un grupo de desarrolladores no superior a 10, quien se orientan en el objetivo de entregar una aplicación móvil completa y funcional en un período corto, que no superando las 10 semanas.

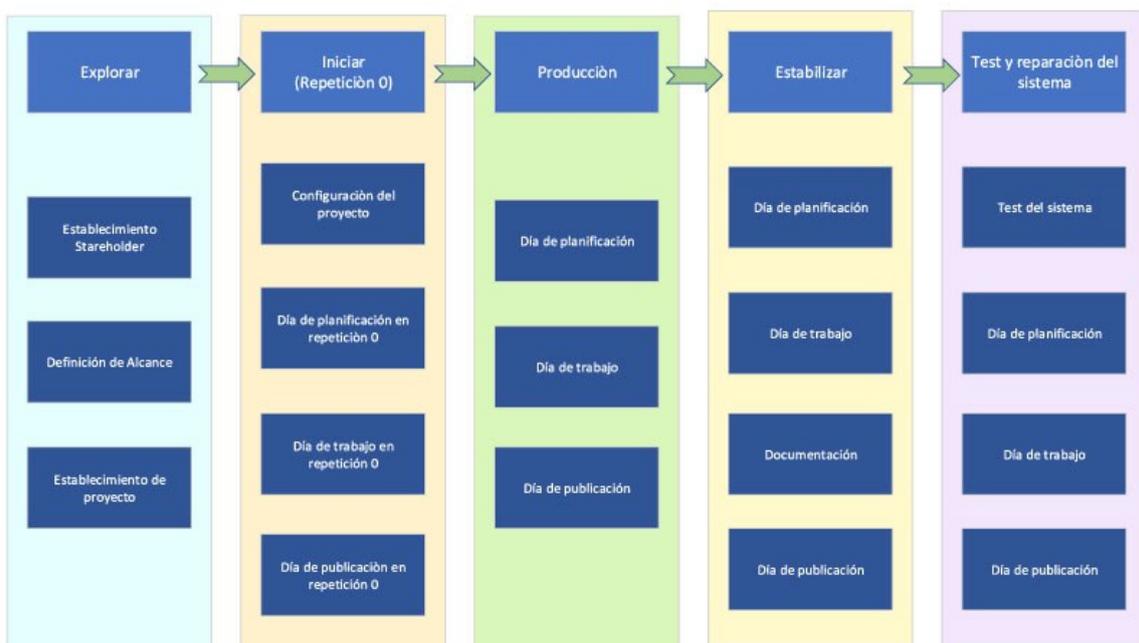


Figura 1: Mobile-D: An Agile Approach for Mobile Application Development (Abrahamsson, 2005).

Pandey et al. (2019) destacan que la metodología y tecnologías Mobile-D fueron fusionadas como soluciones previamente establecidas, que compartían el mismo enfoque ágil, lo cual

da relevancia a la funcionalidad del software en lugar de la documentación, esto favorece la participación activa del cliente sobre la negociación contractual y, de manera crucial, prioriza la flexibilidad ante los cambios en lugar de adherirse estrictamente a un plan predefinido; entre ellas: la geolocalización satelital y los mapas offline, que se utilizan para implementar aplicaciones locales de Android que no sólo rastrean rutas de acceso y encuentran puntos de interés, sino que también promueven actividades comerciales en la zona. Este enfoque, justifica la adopción de aplicaciones móviles como una estrategia integrada para mejorar las experiencias turísticas y preservar el patrimonio arquitectónico en contextos específicos, como se analiza en este artículo.

## 2. Metodología

El propósito de los estudios de microzonificación sísmica es determinar el La presente investigación consideró el método inductivo para realizar el estudio de los hechos, permitiendo conocer las necesidades para desarrollar la aplicación móvil offline de difusión del patrimonio cultural de Malqui Machay; mientras que se utilizó el método deductivo a fin de establecer las conclusiones basadas a en un razonamiento a partir de una serie de premisas y hechos.

La investigación fue de carácter exploratorio con interpretación descriptiva, la cual se basó en la identificación del problema para sustentar la necesidad de una solución tecnológica móvil que permita a los usuarios acceder a la información que abarque la difusión y revitalización del patrimonio de Malqui Machay.

La investigación fue de campo ya que se interactuó de forma directa con los actores directos que brindaron la información para la implementación de la aplicación, que geográficamente está localizada en Ecuador en la provincia de Cotopaxi, cantón La Maná, donde se alberga un valioso legado arqueológico de la cultura Panzaleo, sitio ceremonial de Malqui Machay. Se consideró los aspectos teóricos de relevancia al contexto de la investigación, a través de una revisión bibliográfica que describió los descriptores y sus referencias utilizando el gestor bibliográfico Mendeley con normas APA, 7ma edición.

### 2.1. Técnica

Se utilizó la técnica de la encuesta, la cual está compuesta por un formulario de 10 preguntas orientadas a una pequeña población a fin de identificar el principal problema y así, evaluar la aceptación del aplicativo por parte de los usuarios.

La población del aplicativo móvil consideró la totalidad de beneficiarios, directos e indirectos, con un total de 42.238 personas; de la cual se calculó una muestra de 150 personas para la encuesta, considerando la población total y un margen de error del 8.2%. Se redondeó la muestra a un número entero par para un análisis más eficiente.

### 2.2. Diseño de la investigación

Se utilizó el modelo Mobile-D, el cual se divide en cinco iteraciones: exploración, inicialización, producción, estabilización y pruebas. Cada fase incluye tres tipos de día: día

de planeación, día de trabajo y día de liberación. En proyectos abordados por múltiples grupos, se incorpora un día de integración.

Las prácticas empleadas en las distintas fases abarcan ajustes en fase y estimulación, línea base de arquitectura, desarrollo dirigido por pruebas (TDD), integración continua, programación por pares, métricas, mejoras al proceso de desarrollo, cliente en sitio y un enfoque centrado en el usuario.

- Fase de exploración. En esta etapa se estableció un plan de proyecto junto con los conceptos relacionados. Los involucrados son identificados, y su participación se considera crucial en esta fase.
- Fase de inicialización. Los desarrolladores identificaron y prepararon los recursos necesarios, estableciendo los planes para las fases siguientes y configurando el entorno técnico, incluyendo la capacitación y entrenamiento del equipo.
- Fase de producción. Se repitió iterativamente la programación de tres días (planificación-trabajo-liberación) hasta implementar todas las funcionalidades. La iteración de trabajo se planificó considerando requisitos y tareas, preparando las pruebas de antemano mediante la técnica de Test Driven Development (TDD). Las tareas se ejecutaron durante el día de trabajo, desarrollando e integrando el código con los repositorios existentes. El último día incluyó la integración del sistema, seguidos de las pruebas de aceptación.
- Fase de estabilización. Se realizó la integración de subsistemas en un solo producto de software, siendo crucial en proyectos multi-equipo con subsistemas desarrollados por equipos distintos. Se centró el esfuerzo en la integración del sistema, y se consideró la producción de documentación.
- Fase de prueba y reparación del sistema. Esta fase tuvo como meta la disponibilidad de una versión estable y funcional. Se probó el producto final integrado con los requisitos del cliente, eliminando todos los defectos identificados (Abrahamsson, 2005).

### 3. Resultados

La selección y aplicación de la metodología Mobile-D para el desarrollo del software, se enmarcó en la idoneidad de proyectos a corto plazo (10 semanas), resaltando su enfoque en el desarrollo de software, en lugar de la documentación extensiva, asegurando la finalización oportuna del proyecto sin errores y garantizando la satisfacción de los requerimientos del usuario.

En la fase de Exploración, se delineó la planificación del aplicativo móvil offline, definiendo los grupos de interés y los requerimientos iniciales. El proyecto se centró en desarrollar una aplicación sin la necesidad de conexión a internet, que facilite la orientación y ubicación del centro ceremonial Malqui Machay, así como otros lugares turísticos en las rutas hacia ese destino. Los grupos de interés identificados fueron el desarrollador y los usuarios, a quienes se les asignaron códigos específicos (ACT-001 y ACT-002, respectivamente).

Los requerimientos funcionales y no funcionales se enmarcaron en criterios de codificación, funcionalidades y niveles de preferencia. Entre los requerimientos funcionales se incluyen

acciones como el ingreso a la aplicación, registro de usuario, gestión de rutas y establecimientos, generación de avisos, entre otros. Los no funcionales se enfocaron en aspectos de diseño, rendimiento y seguridad.

La fase de inicialización se centró en preparar el entorno de desarrollo y planificar las fases del proyecto. Se seleccionaron herramientas específicas, como Android Studio, XML, Java, SQLite y Mapbox, orientadas al sistema operativo Android. El proceso incluyó la creación de un código base de datos y diagramas de casos de uso para el administrador y el usuario.

La Navegabilidad se ilustró mediante prototipos del aplicativo móvil, diseñados con CanvaPro. Las interfaces para el administrador y el usuario fueron detalladas, abordando funciones como la administración de rutas, establecimientos, generación de avisos y visualización de información sobre Malqui Machay.



Figura 2: Perfil del administrador.

Los Resultados de la encuesta revelaron que el 94.7% de los encuestados considera que la falta de señal e internet es el principal obstáculo para el uso de aplicaciones de ubicación en las rutas hacia Malqui Machay.

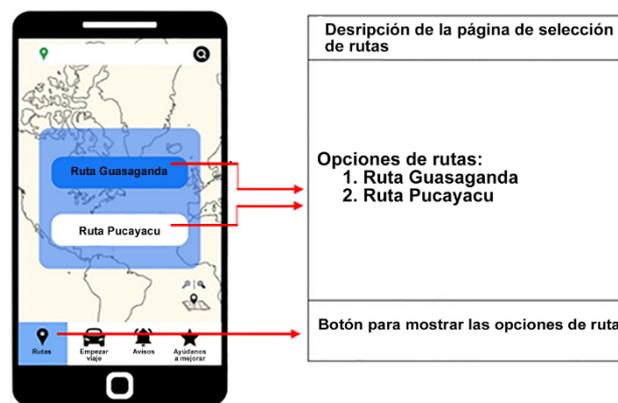


Figura 3: Selección de rutas.

En las fases de Producción y Estabilización, se desarrollaron las funcionalidades del aplicativo, garantizando el cumplimiento de los requisitos recopilados en fases anteriores. Se presentaron los resultados del aplicativo móvil, detallando las interfaces y funcionalidades implementadas.



Figura 4: Ventana de calificación y comentarios

Finalmente, las Pruebas del sistema se llevaron a cabo para verificar las interfaces y validar los requerimientos funcionales, confirmando que todas las funcionalidades previstas fueron implementadas con éxito.

Tabla 2: Prueba del sistema

Plantillas en CanvaPro	Interfaz de la aplicación	Cumplimiento
<b>INTERFACES GENERALES</b>		
Onboarding	Onboarding	Hecho
Registro de nuevo usuario	Registro de nuevo usuario	Hecho
Inicio de sesión	Inicio de sesión	Hecho
<b>INTERFACES DEL ADMINISTRADOR</b>		
Vista del administrador	Vista del administrador	Hecho
Administrador de rutas	Administrador de rutas	Hecho
Administrador de establecimientos	Administrador de establecimientos	Hecho
Agregar un nuevo establecimiento	Agregar un nuevo establecimiento	Hecho
Generación de avisos	Generación de avisos	Hecho
Vista de opiniones	Vista de opiniones	Hecho
<b>INTERFACES DEL USUARIO</b>		
Vista del usuario	Vista del usuario	Hecho
Reseña de Malqui Machay	Reseña de Malqui Machay	Hecho
Vista de la página principal	Vista de la página principal	Hecho
Selección de rutas	Selección de rutas	Hecho
Vista de avisas	Vista de avisas	Hecho
Vista de comentarios	Vista de comentarios	Hecho
Vista del usuario	Vista del usuario	Hecho

Se observa una evaluación exhaustiva de las distintas secciones, las cuales proporciona una visión general sobre el desarrollo e implementación de las interfaces, las cuales muestran que cada una de las plantillas diseñadas en CanvaPro fueron interpretadas con éxito en las respectivas interfaces de la aplicación.

Las interfaces generales (Onboarding), tales como: Registro de nuevo usuario e Inicio de sesión, se destaca en el cumplimiento de las funciones esenciales. Esto sugiere una atención cuidadosa a los procesos de incorporación de usuarios y gestión de cuentas.

Las interfaces del administrador: “Vista del administrador”, “Administrador de rutas”, “Administrador de establecimientos”, fueron implementadas según lo planificado. Este conjunto de interfaces refleja la robustez y funcionalidad en la administración del aplicativo por parte del personal autorizado.

Las interfaces del usuario también exhiben un cumplimiento exitoso, las cuales abarcan aspectos claves como la “Vista del usuario”, “Reseña de Malqui Machay”, y “Selección de rutas”. Estos elementos son fundamentales para ofrecer una experiencia de usuario completa y satisfactoria.

#### **4. Discusión**

Choi & Kim (2022) hacen referencia a factores clave como la importancia de las interacciones y percepción de los usuarios con las aplicaciones offline y las intenciones de seguir utilizándolas, concluyendo que son factores clave que influyen en la satisfacción con la aplicación; por lo que es necesario cubrir los requerimientos solicitados por los usuarios para que los desarrolladores pueden mejorar y entregar aplicaciones móviles sólidas, mediante metodologías de desarrollo adaptativas que en nuestro caso se utilizó Mobile-D, la cual a través de una constante retroalimentación con los usuarios, se logró validar las fases para llegar a una implementación funcional, coincidiendo con los autores (Viscaino Naranjo et al., 2018) quienes concluyen que el uso de la metodología Mobile-D, permite un rápido y oportuno desarrollo de una aplicación móvil por su adaptabilidad y enfoque de procesos, pues se logra cumplir satisfactoriamente con los tiempos planificados (Sepa Mora, 2022). Lo cual genera un entorno en un ámbito de confianza para la creación de proyectos a corto plazo.

Fernández et al. (2022) indican que las aplicaciones móviles por sus características tecnológicas enfrentan desafíos por la falta de internet y/o de un proveedor de servicio. Lo que requiere soluciones móviles innovadoras a fin de ofrecer una experiencia satisfactoria a los usuarios; para ello, existen alternativas para abordar la funcionalidad sin conexión; tales como: almacenamiento de solicitudes para intentos posteriores, almacenamiento de datos en caché y la sincronización completa entre el cliente y el servidor. Por lo que la solución tecnológica para la difusión de Malqui-Machay, se utilizó la sincronización de información.

Díaz et al. (2017) implementó una aplicación móvil offline para la identificación de lugares mediante Realidad Aumentada, donde el 80% de los usuarios indicó que la aplicación es útil, fácil de usar, intuitivo y funcional, lo cual coincide con el uso de la aplicación Malqui & Machay brindado una experiencia placentera a los visitantes, que coinciden con la implementación de aplicaciones para experiencia turística y compartir contenido en 2D (Ganoza Cabanillas, 2022; Wang et al., 2020).

Tymoshchuk et al. (2021) describen el proceso de estudio y análisis de implementación de una solución digital, para fomentar las interacciones entre los diferentes agentes locales y los turistas, facilitando la comunicación, colaboración y fomento de la creación conjunta de iniciativas innovadoras, lo cual coincide con uno de los objetivos que implican a los beneficiarios directos e indirectos de la comunidad que custodian el patrimonio de Malqui-

Machay, que es el fortalecimiento y difusión de este patrimonio cultural de importancia ecuatoriana.

De igual manera (Gonçalves et al., 2022) reflexionan desde una perspectiva general, pues consideran que la recopilación de datos y la creación de una ruta digital, permite comprender la amplitud del turismo cultural, reconociendo los factores que determinan la extensión del patrimonio inmaterial, las políticas y las estructuras que contribuyen a la territorialización de los lugares investigados, lo cual coincide con el contexto de difundir y revitalizar el patrimonio cultural de Malqui Machay a través de una aplicación móvil offline. Sin embargo, se debe tomar atención con la captura de datos vinculada al turismo inteligente, pues se plantea cuestiones relativas a la gobernanza de la información y a la derivación correcta del valor de la información, por lo que es necesario una adecuada estructuración.

Panou et al. (2018) implementaron una guía turística móvil con Realidad Aumentada de lugares patrimoniales del casco antiguo de la ciudad de Chania, Creta y Grecia, donde se presentan imágenes tradicionales estáticas y reconstrucciones 3D geolocalizadas de edificios históricos; por lo que, es una alternativa que se debe considerar para futuras implementaciones en Malqui Machay.

Por otra parte (Carrillo Betancourt & Guanoluiza Arcos, 2016) mencionan que en una aplicación móvil, la usabilidad es un factor determinante, pues implica la ejecución de tareas concretas, cortas y rápidas, siendo Android una plataforma móvil estable que permite soportar transaccionalidad de información y que ha sido seleccionada como plataforma de implementación en el presente proyecto; pues existe un 88.3% de usuarios ecuatorianos que utilizan la plataforma Android (Arboleda, 2021).

Panou et al. (2018) implementaron una guía turística móvil con Realidad Aumentada de lugares patrimoniales del casco antiguo de la ciudad de Chania, Creta y Grecia, donde se presentan imágenes tradicionales estáticas y reconstrucciones 3D geolocalizadas de edificios históricos; por lo que, es una alternativa que se debe considerar para futuras implementaciones en Malqui Machay. Además, la Inteligencia Artificial ha facilitado la asignación de recursos procesados de grandes cantidades de datos, permitiendo centrarse en lo que el cliente o usuario necesita; por lo que en el caso de nuestro contexto debería también ser considerada para la creación de rutas que muestran la información pertinente (Loureiro & Nascimento, 2021).

## 5. Conclusiones

La determinación de las rutas para la exploración de la Cueva Malchi, ha contribuido en resaltar la importancia histórica y cultural del sitio, relacionado con la cultura Panzaleo y posiblemente la residencia final del Inca Atahualpa. A pesar de su importancia, la falta de acceso a internet y señal telefónica en las zonas rurales limita la preservación del sitio y la promoción del turismo; por lo cual la implementación aplicación móvil offline, cubre las necesidades y requerimientos que se establecieron como problemática en Malqui Machay.

El desarrollo de la aplicación basada en la metodología Mobile-D, permitió una ejecución ágil y centrada en los requerimientos de la aplicación, obteniendo como resultado una

solución tecnológica totalmente funcional, satisfactoria, adecuada para el desarrollo de aplicaciones que ayuda a planificar, ejecutar y entregar proyectos en un corto período de tiempo. Los prototipos desarrollados con CanvaPro hicieron que la interfaz fuera fácil de visualizar y comprender.

Los resultados de la encuesta aplicada a los beneficiarios directos e indirectos resaltaron la importancia del proyecto, ya que el 94,7% de los encuestados citó que la principal barrera para el uso de aplicaciones basadas en ubicación es la falta de señal y red en el camino a Malqui Machay. Asimismo, la evaluación integral de la interfaz que fue realizada con una plantilla de CanvaPro, demostró que la implementación fue exitosa por su funcionalidad de cada componente, que conforman varias interfaces de usuario y administración.

La creación de la aplicación móvil offline, permitió promover y orientar el turismo en el sitio ceremonial Malqui Machay, convirtiéndose en una respuesta innovadora a los desafíos técnicos y geográficos que padecía la difusión de este valioso patrimonio cultural. Es decir, son una solución eficaz para superar estas limitaciones y proporcionar información detallada y orientación a los visitantes sin depender de una conexión instantánea. Sin embargo, se debe contemplar para futuras implementaciones el uso de Inteligencia Artificial para que la experiencia del usuario sea más interactiva y personalizada.

### Contribuciones de los autores

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://casrai.org/credit/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

	Silva, G.	Niñez, J.	Asadovay, J.	Bonilla, W.
Conceptualización				
Análisis formal				
Investigación				
Metodología				
Recursos				
Validación				
Redacción – revisión y edición				

### Conflicto de Interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés de naturaleza alguna con la presente investigación.

### Referencias

Abrahamsson, P. (2005). Keynote: Mobile software development - the business opportunity of today. *International Conference on Software Development, Reykjavik, Iceland.*

Acosta Espinoza, J. L., Lenin León Yacelga, A. R., & Sanafria Michilena, W. G. (2022). Las aplicaciones móviles y su impacto en la sociedad. *Revista Universidad y Sociedad, 14(2), 237–243.*

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202022000200237](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000200237)

- Arboleda, M. (2021). Estadísticas digitales Ecuador 2021 por Datareportal. *BrandEC Hablemos de Marcas*. <https://hablemosdemarcas.com/estadisticas-digitales-ecuador-2021/>
- Barbier, C. (2011). Sur la piste de la momie d'Atahualpa, dernier empereur inca. *Le Monde*. [https://www.lemonde.fr/planete/article/2011/07/15/sur-la-piste-de-la-momie-d-atahualpa-dernier-empereur-inca\\_1549129\\_3244.html](https://www.lemonde.fr/planete/article/2011/07/15/sur-la-piste-de-la-momie-d-atahualpa-dernier-empereur-inca_1549129_3244.html)
- Cañas Pino, J. A. (2017). *Marco de trabajo para la adopción de un enfoque en el desarrollo de software para dispositivos móviles* [Tesis de maestría, Universidad de Medellín]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/11407/4185>
- Carrillo Betancourt, J. K., & Guanoluiza Arcos, J. R. (2016). *Implementación de una guía virtual para smartphones android mediante códigos qr utilizando la metodología mobile-d para enriquecer la interacción del visitante con la proyección del patrimonio histórico, cultural y social del museo de la escuela fiscal Isidro Ayora en el periodo de julio 2015 - enero 2016* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://localhost/handle/27000/3165>
- Choi, H. Y., & Kim, S. S. (2022). How is Satisfaction with Online-to-Offline App Formed? Importance of Confirmation Through Offline Experience. *SAGE Open*, 12(4). <https://doi.org/10.1177/21582440221134899>
- De Fino, M., Ceppi, C., & Fatiguso, F. (2020). Virtual tours and informational models for improving territorial attractiveness and the smart management of architectural heritage: the 3D-imp-act project. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 44(M-1), 473-480. <https://doi.org/10.5194/ISPRS-ARCHIVES-XLIV-M-1-2020-473-2020>
- Díaz M. H., Barberán K. C., Martínez D. M., & López G. F. (2017, del 19 al 21 de abril). Offline mobile application for places identification with augmented reality. *2017 Fourth International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)*, Quito, Ecuador. <https://doi.org/10.1109/ICEDEG.2017.7962546>
- Estupiñán Viteri, T. (2011). Malqui-Machay: cronología del descubrimiento, validación científica, empoderamiento social y puesta en valor. *Bulletin de l'Institut Français d'études Andines*, 40(3), 593-597. <https://doi.org/10.4000/BIFEA.1370>
- Fernández, S., Lucena, M. G., Pegurin, L. P., Blanco, J. Z., & Lucrédio, D. (2022, 3 de octubre). OfflineManager: A Lightweight Approach for Managing Offline Status in Mobile Applications. *Proceedings of the 16th Brazilian Symposium on Software Components, Architectures, and Reuse (SBCARS '22)*. New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1145/3559712.3559717>
- Ganoza Cabanillas, K. P. (2022). *Aplicativo móvil con realidad aumentada basado en la metodología Mobile-D para la experiencia turística en el distrito de Casa Grande* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Institucional. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/115573>
- Gaved, M., Hanson, R., & Stutchbury, K. (2020). Mobile offline networked learning for teacher Continuing Professional Development in Zambia. *Proceedings of mLearn2020: the 19th World Conference on Mobile, Blended and Seamless Learning*. <https://www.iamlearn.org/mlearn/>
- Gonçalves, A. R., Dorsch, L. L. P., & Figueiredo, M. (2022). Digital Tourism: An Alternative View on Cultural Intangible Heritage and Sustainability in Tavira, Portugal. *Sustainability* 2022, 14(5), 2912. <https://doi.org/10.3390/SU14052912>
- Herazo, L. (2022). *¿Qué tipo de aplicaciones móviles existen?*. Anincubator. <https://anincubator.com/que-tipo-de-aplicaciones-moviles-existen/>
- Instituto Nacional de Patrimonio Cultural [INPC]. (2014). *Equipo de Investigación de Hojas-Jaboncillo replica arqueódromo lúdico en Malqui-Machay*. <https://www.patrimoniocultural.gob.ec/equipo-de-investigacion-de-hojas-jaboncillo-replica-arqueodromo-ludico-en-malqui-machay/>
- Li, X., Wang, L., Zhu, L., & Li, X. (2023, 26 de enero). Optimization Design of Mobile Offline Data Acquisition Terminal for Mechanical Equipment. *Advanced Manufacturing and Automation XII. IWAMA 2022*.

- Lecture Notes in Electrical Engineering*, Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-9338-1\\_84](https://doi.org/10.1007/978-981-19-9338-1_84)
- Loureiro, S. M. C., & Nascimento, J. (2021). Shaping a View on the Influence of Technologies on Sustainable Tourism. *Sustainability*, 13(22), 12691. <https://doi.org/10.3390/SU132212691>
- Martinez, A. (2021). *Tipos de aplicaciones móviles: nativas, web e híbridadas*. FutureSpace. <https://www.futurespace.es/tipos-de-aplicaciones-moviles/>
- Mederos Corrales, M. (2021). *Primer acercamiento al Android Studio*. Monografía, CUJAE. [https://www.researchgate.net/publication/354474559\\_Primer\\_acercamiento\\_al\\_Android\\_Studio](https://www.researchgate.net/publication/354474559_Primer_acercamiento_al_Android_Studio)
- Pandey, M., Litoriya, R., & Pandey, P. (2019). Novel Approach for Mobile Based App Development Incorporating MAAF. *Wireless Personal Communications*, 107(4), 1687–1708. <https://doi.org/10.1007/s11277-019-06351-9>
- Panou, C., Ragia, L., Dimelli, D., & Mania, K. (2018). Outdoors mobile augmented reality application visualizing 3D reconstructed historical monuments. *Proceedings of the 4th International Conference on Geographical Information Systems Theory, Applications and Management – GISTAM*. <https://doi.org/10.5220/0006701800590067>
- Perez Cabezas, A. (2017). *¿Cuáles son los tipos de aplicaciones móviles?*. 480 Cuatroochenta. <https://cuatroochenta.com/cuales-son-los-tipos-de-aplicaciones>
- Quintilla-Castán, M., Martínez-Aranda, S., & Agustín-Hernández, L. (2022). Digital 3D inventory for the promotion and conservation of the architectural heritage. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 48(4/W1-2022), 379–385. <https://doi.org/10.5194/ISPRS-ARCHIVES-XLVIII-4-W1-2022-379-2022>
- Sepa Mora, F. G. (2022). *Desarrollo de una aplicación móvil android para la promoción y difusión de eventos y turismo del cantón Guaranda utilizando la metodología de desarrollo MOBILE-D* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/20775>
- Sohn, K., Sung, C., Zhang, Q., & Kwon, O. (2023). The online for offline mobile retail business strategy: sustainable multichannel services. *International Journal of Mobile Communications*, 21(2), 225. <https://doi.org/10.1504/IJMC.2023.128815>
- Stiti, K., Jeunejean, A., & Ben Rajeb, S. (2022). Participatory Collection and Dissemination of Architectural and Urban Heritage Information: P@trimonia Platform. *International Conference on Cooperative Design, Visualization and Engineering*, Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-16538-2\\_27](https://doi.org/10.1007/978-3-031-16538-2_27)
- Sylaiou, S., & Papaioannou, G. (2019). ICT in the Promotion of Arts and Cultural Heritage Education in Museums. *Springer Proceedings in Business and Economics*, Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-12453-3\\_41](https://doi.org/10.1007/978-3-030-12453-3_41)
- Toapanta Caizaluisa, P. A., Zambrano Cuadro, N. G., Llore Chicaiza, W. S., & Calvopiña León, C. E. (2021). El valor histórico de las haciendas Malqui-Machay y su incidencia en el aporte de la Identidad Cultural del Cantón La Maná. *ConcienciaDigital*, 4(1), 6–21. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i1.1521>
- Tymoshchuk, O., Almeida, A. M., Pedro, L., Antunes, M. J., Ramos, F., Oliveira, E., & Carvalho, D. (2021). Digital Technologies as Tools to Promote Tourism and Territorial Development: Design of a Mobile Application for Community-Led Initiatives. In M. Dinis, L. Bonixe, S. Lamy, & Z. Breda (Eds.), *Impact of New Media in Tourism* (pp. 268-291). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-7095-1.ch016>
- Velasteguí López, E., & Barona López, G. (2019). El avance en la tecnología móvil y su impacto en la sociedad. *Explorador Digital*, 2(4), 5–19. <https://doi.org/10.33262/exploradordigital.v2i4.337>
- Vičić, J., & Šukljan, T. (2016). Motivating cultural heritage artifacts presentation using persuasive technology. *Informatica*, 40(4), 457–461. <https://www.informatica.si/index.php/informatica/article/view/1466>
- Viscaino Naranjo, F. A., Rubio Peñaherrera, J. B., & Baño Naranjo, F. P. (2018). Tecnología Móvil como Asistente Virtual en el Museo de la Escuela Fiscal Isidro Ayora. *Journal of Science and Research*,

3(CITT2017), 91–99. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3issCITT2017.2018pp91-99>

Wang, X., Wang, C., Chen, X., Fu, X., Han, J., & Wang, X. (2020). Measurement and analysis on large-scale offline mobile app dissemination over device-to-device sharing in mobile social networks. *World Wide Web*, 23, 2363–2389. <https://doi.org/10.1007/s11280-020-00807-w>