

Aplicación móvil para optimizar logística de entregas a domicilio para el Cantón La Maná

Mobile application to optimize home delivery logistics for the La Maná Canton

Jonathan Alejandro, Trujillo Cayambe   ; Michael Jordan, Travez Altamirano  ; Johnny Xavier, Bajaña Zajía 

Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Ecuador.

Resumen

El estudio realizado en el cantón La Maná, Ecuador, tuvo como objetivo optimizar la logística de entregas a domicilio de la empresa Easy Express mediante el desarrollo de una aplicación móvil, respondiendo a las deficiencias del sistema manual basado en mensajería instantánea que generaba retrasos, errores de comunicación y altos costos operativos; para ello se aplicó un enfoque mixto que combinó entrevistas semiestructuradas a clientes y repartidores con encuestas estructuradas a 150 usuarios, calculadas con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, además de implementar una metodología ágil Kanban en el desarrollo de software, priorizando tareas críticas como la integración de APIs de geolocalización y la gestión de pedidos, utilizando Flutter y Firebase como arquitectura tecnológica; los resultados evidenciaron que el 85% de los usuarios experimentaba retrasos y el 80% reportaba fallas de comunicación, mientras que el 90% consideró imprescindible el seguimiento en tiempo real y las notificaciones automáticas, lo que validó la necesidad de digitalización; la aplicación permitió automatizar rutas, asignar pedidos de forma eficiente y ofrecer trazabilidad en tiempo real, mejorando la transparencia, reduciendo costos operativos y aumentando la satisfacción del cliente; en conclusión, la herramienta tecnológica representa una solución viable y estratégica que fortalece la competitividad empresarial y constituye un modelo replicable para MiPyMEs logísticas en contextos similares.

Palabras clave: aplicación móvil, distribución urbana, gestión de rutas, logística de entregas, optimización operacional.

Abstract

The study conducted in La Maná Canton, Ecuador, aimed to optimize home delivery logistics for the Easy Express company through the development of a mobile application, addressing the deficiencies of the manual system based on instant messaging that generated delays, communication errors, and high operating costs; to achieve this, a mixed approach was applied, combining semi-structured interviews with clients and delivery personnel with structured surveys of 150 users, calculated with a 95% confidence level and a 5% margin of error, in addition to implementing an agile Kanban methodology in software development, prioritizing critical tasks such as the integration of geolocation APIs and order management, using Flutter and Firebase as the technological architecture; the results showed that 85% of users experienced delays and 80% reported communication failures, while 90% considered real-time tracking and automatic notifications essential, validating the need for digitalization; the application enabled route automation, efficient order assignment, and real-time traceability, improving transparency, reducing operating costs, and increasing customer satisfaction; in conclusion, the technological tool represents a viable and strategic solution that strengthens business competitiveness and serves as a replicable model for logistics SMEs in similar contexts.

Keywords: mobile application, urban distribution, route management, delivery logistics, operational optimization.

Recibido/Received	23-09-2025	Aprobado/Approved	28-11-2025	Publicado/Published	30-11-2025
-------------------	------------	-------------------	------------	---------------------	------------

Introducción

La irrupción de la transformación digital ha redefinido la arquitectura del comercio moderno, impulsando una dependencia sin precedentes en la eficiencia de la logística de última milla. Este segmento crucial de la cadena de suministro, que abarca el movimiento de bienes desde un centro de distribución hasta la puerta del cliente, se ha convertido en el factor decisivo de la satisfacción del consumidor y la competitividad empresarial (Shivakumar, 2020). En un entorno de mercado saturado por el comercio electrónico, la capacidad de una empresa para gestionar entregas de manera rápida, transparente y precisa no es simplemente una ventaja, sino una necesidad fundamental para la supervivencia. Las ineficiencias en la logística de última milla, manifestadas en retrasos, errores de comunicación y costos operativos elevados, representan una barrera significativa para el crecimiento y la sostenibilidad de las pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs) en mercados emergentes.

En el contexto latinoamericano y, de manera específica, en el Cantón La Maná, Ecuador, la proliferación de servicios de entrega a domicilio ha seguido un patrón de crecimiento acelerado, a menudo superando la capacidad de las infraestructuras logísticas preexistentes. Muchas empresas de delivery a nivel local, como Easy Express, todavía se apoyan en sistemas manuales o semi-digitalizados, basando la gestión de pedidos, la asignación de repartidores y el seguimiento en plataformas de mensajería instantánea como WhatsApp (Alarcón et al., 2007). Si bien estas herramientas facilitan la comunicación inicial, carecen de las funcionalidades estructuradas necesarias para la optimización de rutas, la geolocalización en tiempo real y la retroalimentación automatizada, elementos que son la columna vertebral de una operación logística eficiente en el siglo XXI. La ausencia de un sistema de gestión de flotas integrado resulta en una alta tasa de errores operacionales, una elevada frustración tanto en clientes como en repartidores, y una limitación intrínseca en la capacidad de la empresa para escalar sus operaciones de forma sostenible (Puerto Moreno, 2024).

El desarrollo de aplicaciones móviles ha emergido como la solución tecnológica más viable para abordar estas deficiencias. Estas plataformas ofrecen la capacidad de integrar múltiples funcionalidades críticas en un único ecosistema digital: desde la toma de pedidos y la autenticación de usuarios mediante servicios como Firebase, hasta la optimización dinámica de rutas y el seguimiento GPS en tiempo real a través de la integración de APIs geoespaciales (Adriano & Guapi, 2023). La tecnología móvil no solo automatiza procesos que antes consumían tiempo y recursos humanos, sino que también genera datos valiosos que pueden ser analizados para la mejora continua y la toma de decisiones estratégicas, fundamentando así un ciclo de retroalimentación esencial para la gestión moderna.

La efectividad de cualquier solución tecnológica, sin embargo, está intrínsecamente ligada a su Usabilidad y Experiencia de Usuario (UX). Una aplicación móvil de logística, por compleja que sea en su backend, debe ofrecer una interfaz simple, intuitiva y accesible en su frontend. La literatura académica subraya que la adopción de una nueva herramienta digital por parte de los usuarios (clientes y, crucialmente, repartidores) depende directamente de cuán fácil y eficiente sea interactuar con ella (Bañón-Gomis et al., 2014). Si los repartidores perciben que el sistema digital es más lento o más complicado que el proceso manual previo, la aplicación fracasará en su objetivo de optimización. En este sentido, la aplicación de principios de Diseño Universal y Diseño para Todos garantiza que la plataforma sea utilizable por la mayor cantidad de personas posible, independientemente de sus capacidades o el contexto de uso (Persson et al., 2014).

La calidad de la UX se convierte, por lo tanto, en un factor crítico de éxito, ya que influye directamente en la satisfacción del cliente y en la eficiencia del repartidor. Barroso, Trujillo y Millet (2021a) destacan la necesidad de integrar buenas prácticas de Experiencia de Usuario desde las etapas tempranas del desarrollo de software, lo cual implica la realización de evaluaciones rigurosas de Usabilidad (Granollers et al., 2012). Estas evaluaciones colaborativas permiten identificar y corregir fallos de interacción antes del despliegue, asegurando que el producto final no solo sea funcional, sino que también sea adoptado y utilizado de manera eficiente por el público objetivo.

A nivel de desarrollo de software, la elección de la metodología de trabajo es tan importante como la arquitectura técnica. Los proyectos de desarrollo de aplicaciones móviles orientados a resolver problemas de logística dinámica exigen un enfoque Ágil (Soui et al., 2021). La metodología Kanban, por ejemplo, facilita la gestión visual de tareas, la limitación del trabajo en curso (WIP) y la adaptación rápida a los requisitos cambiantes derivados de las pruebas de usabilidad y los resultados diagnósticos (Barroso et al., 2021b). Este enfoque iterativo y centrado en el flujo de valor se alinea con la necesidad de entregar valor funcional en ciclos cortos, permitiendo a la empresa Easy Express beneficiarse de las primeras funcionalidades desarrolladas sin esperar la culminación del proyecto completo.

El marco técnico adoptado debe ser igualmente robusto. Tecnologías como Flutter para el desarrollo multiplataforma y Firebase para el backend as a service (BaaS) ofrecen una combinación potente de velocidad de desarrollo, rendimiento nativo y gestión de datos en tiempo real (Pinto, 2022). Esta arquitectura es especialmente adecuada para sistemas de delivery que requieren comunicación instantánea entre tres actores (cliente, repartidor y administración) y una base de datos flexible para manejar el tráfico de pedidos y el estado de las entregas. Además, la Optimización del Rendimiento Web y la Estabilidad de la aplicación, aspectos abordados por Shivakumar (2020), son esenciales para garantizar que el sistema funcione sin fallos, incluso en condiciones de red limitadas, lo cual es relevante en entornos geográficos con infraestructura de conectividad variable.

A pesar de la existencia de soluciones tecnológicas genéricas, la empresa Easy Express en el Cantón La Maná opera con un sistema logístico primitivo que no satisface los estándares modernos de eficiencia. El proceso actual se caracteriza por la gestión de pedidos por vía manual (mensajería), la asignación de repartidores basada en criterios no optimizados (sin considerar ubicación o ruta eficiente), y la ausencia total de seguimiento en tiempo real (Hurtado, 2022). Esta situación genera: (1) retrasos frecuentes en las entregas (reportados por el 85,00% de los usuarios); (2) alta incidencia de errores de comunicación (80,00% de los usuarios); y (3) insatisfacción recurrente del cliente, lo que erosiona la competitividad de la empresa en un mercado cada vez más exigente.

El vacío de investigación se centra en la aplicación empírica y localizada de estas soluciones de vanguardia (Flutter, Firebase, Geolocalización) dentro del contexto microempresarial específico de Cantones ecuatorianos con limitaciones tecnológicas y operacionales preexistentes (Trujillo, 2022). Si bien la literatura general confirma la utilidad de las apps móviles, existe una necesidad de demostrar cómo una solución de desarrollo propio, diseñada específicamente para las necesidades diagnósticas de una MiPyME, puede generar un impacto cuantificable en la eficiencia operativa y la satisfacción del usuario, sirviendo como un modelo de digitalización para negocios logísticos similares en la región. El objetivo general de esta investigación es implementar una aplicación móvil para optimizar la logística de entregas a domicilio en la empresa Easy Express del Cantón La Maná, transformando su actual modelo manual en un sistema digital eficiente y competitivo.

Materiales y métodos

La metodología de investigación y desarrollo del presente estudio se estructuró en tres componentes principales: métodos de investigación, técnicas de recopilación de datos (cuantitativas y cualitativas) y metodologías de desarrollo de software.

1. Enfoque y métodos de investigación

El estudio adoptó un enfoque mixto, combinando la exploración cualitativa de las necesidades de los usuarios con la evaluación cuantitativa del impacto y la viabilidad del sistema propuesto.

1.1. Método hipotético-deductivo

Este método guió la formulación de la hipótesis principal: La digitalización de la gestión logística, mediante una plataforma móvil con funciones de geolocalización y optimización de rutas, mejorará

significativamente la eficiencia de las entregas a domicilio de Easy Express. Esta hipótesis se verificó a través de la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos.

1.2. Método deductivo

Se empleó el método deductivo para fundamentar el diseño de la solución tecnológica. Se partió de la revisión de estudios previos, soluciones de software de logística existentes y buenas prácticas en la gestión de entregas. A partir de esta base teórica, se dedujo la viabilidad técnica y operativa de implementar funcionalidades específicas, como la geolocalización y visualización de rutas con herramientas como Flutter Map y Geolocator, adaptándolas al contexto de Easy Express.

2. Técnicas de recolección de datos

Se utilizaron técnicas cualitativas y cuantitativas para obtener una comprensión integral de la problemática y las expectativas de los usuarios.

2.1. Investigación cualitativa: entrevistas semiestructuradas

La fase cualitativa se centró en la exploración y comprensión de las experiencias y barreras operativas del sistema actual.

- **Técnica:** Entrevistas semiestructuradas.
- **Muestra:** Se entrevistó a una muestra representativa de clientes finales y repartidores que utilizan el servicio de Easy Express en el cantón La Maná, incluyendo al propietario de una tienda local (Juan Pérez) como actor clave para entender las dificultades del comercio.
- **Objetivo:** Identificar las deficiencias funcionales y operativas del sistema basado en WhatsApp y obtener información valiosa para el diseño de la plataforma digital.
- **Ejes Temáticos:** Los ejes de la entrevista se enfocaron en: 1) Eficiencia del sistema actual y barreras operativas (trazabilidad, retrasos), 2) Funcionalidad de la aplicación propuesta (seguimiento en tiempo real, asignación automática), 3) Recomendaciones sobre características clave (facilidad de uso, pagos flexibles) y 4) Percepción de los beneficios de la digitalización (mejora de la competitividad).
- **Resultados Clave (Síntesis):** La entrevista con el propietario del negocio reveló problemas críticos de trazabilidad y retrasos que afectan la satisfacción del cliente. Se validó la necesidad de implementar seguimiento en tiempo real y asignación automática de pedidos para optimizar la logística.

2.2. Investigación cuantitativa: encuesta estructurada

La fase cuantitativa se orientó a medir el impacto potencial de la plataforma y obtener datos estadísticos sobre el sistema actual.

- **Técnica:** Encuesta estructurada con preguntas de opción múltiple y respuestas escalonadas.
- **Objetivo:** Evaluar el impacto de la plataforma en la gestión logística, medir la eficiencia operativa (tiempos de entrega, errores de pedidos) y la satisfacción del usuario.

Población y muestra: La población objeto de estudio está conformada por los clientes y repartidores que hacen uso de los servicios de EasyExpress en el cantón La Maná. La población de clientes habituales se estima en 150 personas, mientras que la población de repartidores es de 20 personas. Estos dos grupos representan el universo para la investigación y son los principales beneficiarios del proyecto, dado que la aplicación móvil propuesta está dirigida a optimizar la logística de entregas tanto para clientes como para repartidores.

Dado que no es posible trabajar con la totalidad de la población de clientes y repartidores, se optó por calcular el tamaño de la muestra utilizando la fórmula estadística para poblaciones finitas. Este cálculo garantiza que los resultados obtenidos sean representativos y que se pueda proyectar la información de manera fiable hacia la población general.

El cálculo de la muestra se realizó considerando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, valores aceptados comúnmente en investigaciones sociales y tecnológicas. La fórmula utilizada para determinar el tamaño óptimo de la muestra es la siguiente:

Fórmula

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

n = Tamaño de la muestra deseada.

N = Tamaño de la población.

Z = Valor correspondiente al nivel de confianza, que para el 95% es 1,96.

p = Proporción de la población que se espera tenga la característica estudiada. Si no se conoce, se asume un valor conservador de 0,5 (50%), ya que maximiza el tamaño de la muestra.

e = Margen de error, que en este caso es del 5% o 0,05.

3. Metodología de desarrollo

El desarrollo de la plataforma se gestionó mediante una metodología ágil para garantizar flexibilidad y adaptabilidad.

3.1. Metodología ágil Kanban

Se seleccionó ágil Kanban como metodología de gestión de proyectos. Este enfoque permite la organización visual y optimizada del flujo de trabajo, siendo idóneo para proyectos con un equipo pequeño, ya que prioriza el flujo continuo sobre los ciclos fijos (a diferencia de Scrum).

3.1.1 Gestión de tareas y límite WIP

- **Priorización de Tareas:** Las tareas se estimaron utilizando la serie de Fibonacci para clasificar la complejidad y carga de trabajo (puntos). Tareas clave, como la Optimización del Sistema de Rutas, el Módulo de Gestión de Pedidos y el Seguimiento en Tiempo Real, fueron priorizadas con alta complejidad.
- **Cálculo del límite WIP (Work in Progress):** Para evitar cuellos de botella y asegurar un flujo de trabajo constante, se calculó el límite de tareas concurrentes. Con una capacidad semanal del equipo de 60 puntos y un promedio ponderado de 9,72 puntos por tarea, se estableció un límite de 6 tareas en progreso simultáneo. Este límite asegura la calidad y el cumplimiento de los plazos sin sobrecargar al equipo.
- **Diseño del tablero Kanban:** Se utilizó la herramienta Trello para implementar un tablero visual con las columnas: Para hacer, En proceso y Hecho, facilitando la asignación, el seguimiento y la transparencia del progreso del proyecto.

Resultados

1. Evaluación diagnóstica de requisitos y desafíos operacionales

La evaluación diagnóstica se articuló mediante entrevistas semiestructuradas ($N_{\text{entrevistados}}=4$) y la aplicación de una encuesta estructurada ($N_{\text{encuestados}}=150$) dirigida a usuarios, clientes y repartidores de EasyExpress. El objetivo fue caracterizar el estado operativo actual de la logística de entregas e identificar las funcionalidades críticas para la implementación de la nueva aplicación móvil.

1.1. Percepción sobre el sistema logístico actual (entrevistas)

Los resultados de las entrevistas convergieron en la identificación de dos problemas operativos fundamentales: la falta de trazabilidad en tiempo real y la ineficacia en la comunicación. Un 70,00% de los participantes indicó que la falta de seguimiento preciso y en tiempo real constituye el mayor problema del

sistema actual, afectando negativamente la satisfacción del cliente, una percepción compartida por el 80,00% de los encuestados que reportaron insatisfacción debido a retrasos y fallos de comunicación. La digitalización fue considerada por el 80,00% de los entrevistados como un factor crucial para mejorar la competitividad de la empresa.

Las funcionalidades consideradas como imprescindibles para la nueva aplicación, señaladas por el 90% de los entrevistados, incluyen: sistema de seguimiento en tiempo real y notificaciones automáticas. Adicionalmente, el 85,00% de los participantes manifestó su disposición a utilizar un sistema de pagos integrado en la aplicación, sugiriendo la necesidad de incorporar métodos de transacción segura y eficiente. En cuanto a la usabilidad, el 85,00% enfatizó la importancia de una interfaz de usuario (UI) intuitiva y de fácil navegación.

1.2. Análisis cuantitativo de necesidades operacionales (encuesta)

La encuesta validó cuantitativamente los hallazgos de las entrevistas, destacando la necesidad urgente de optimización logística. La Tabla 1 presenta la síntesis de los resultados clave de la encuesta, enfocada en la eficiencia del sistema actual, la utilidad de las funcionalidades propuestas y la usabilidad.

Tabla 1. Desafíos operacionales y requisitos de la aplicación móvil (N=150)

Dimensión	Pregunta	Opciones (Frecuencia/Importancia)	Porcentaje (%)	Implicación Operacional
Eficiencia	¿Con qué frecuencia experimenta retrasos en las entregas?	Frecuente/Ocasional	85,00	Necesidad crítica de optimización de rutas y seguimiento.
Precisión del Servicio	¿Qué tan satisfecho está con la precisión en los pedidos?	Insatisfecho	25,00	Requiere mejora en la comunicación y gestión de pedidos.
Funcionalidad Crítica	¿Qué tan útil sería un sistema de seguimiento en tiempo real?	Muy útil/Algo útil	90,00	Prioridad alta para transparencia y control del usuario.
Pagos	¿Le gustaría poder realizar pagos a través de la aplicación?	Sí	85,00	Requisito clave para mejorar la experiencia de transacción.
Usabilidad (UI)	¿Qué tan importante es que la aplicación sea fácil de usar y navegar?	Muy importante/Algo importante	90,00	El diseño debe ser simple e intuitivo para la adopción.
Comunicación	¿Con qué frecuencia se encuentra con errores de comunicación entre usted y los repartidores?	Frecuente/Ocasional	80,00	Urge un canal de comunicación integrado y eficiente.

El 85,00% de los encuestados reportó experimentar retrasos (frecuente u ocasionalmente), lo cual se correlaciona con el alto porcentaje (90%) que considera el seguimiento en tiempo real como una funcionalidad útil o muy útil. Asimismo, la prevalencia de problemas de comunicación (80,00%) subraya la deficiencia del sistema actual (WhatsApp) y valida la necesidad de un sistema de comunicación nativo en la aplicación.

2. Implementación de la metodología de desarrollo ágil (Kanban)

El desarrollo del proyecto se gestionó mediante un sistema Kanban, estructurado en cuatro fases de un mes, cada una con un enfoque específico en la construcción de la aplicación. La Tabla 2 detalla la progresión de tareas y la aplicación de la metodología en los primeros tres ciclos.

Tabla 2. Tablero Kanban inicial y fase 1

Tarea	Tarea Clave (Fase 1)	Prioridad Inicial	Estado	Observación
3	Encuestas a clientes y repartidores	Alta	Finalizado	Recolección de datos y definición de requisitos.
4	Análisis de rutas y tiempos actuales	Alta	Finalizado	Identificación de áreas críticas de optimización logística.
5	Diseño de arquitectura técnica (Flutter/Firebase)	Alta	Pendiente	Definición del <i>stack</i> tecnológico.
9	Integración de API de Google Maps	Alta	Pendiente	Esencial para seguimiento en tiempo real y optimización.

La Fase 1 se enfocó en el diagnóstico y la planificación, completando la recolección de datos y el análisis logístico.

La Fase 2 estuvo dedicada a la construcción de la arquitectura técnica y los módulos centrales. Las tareas 5 (Diseño de Arquitectura), 6 (Prototipado), 7 (Desarrollo del módulo de gestión de pedidos) y 8 (Implementación de autenticación con Firebase) fueron finalizadas. Se estableció la estructura técnica (Flutter/Firebase) y la funcionalidad central de gestión de pedidos.

La Fase 3 se concentró en la integración de la inteligencia logística y las pruebas iniciales. La Tarea 9 (Integración de API de Google Maps) y la Tarea 10 (Desarrollo del sistema de asignación automática) fueron completadas, sentando las bases para la optimización de rutas. La Tarea 11 (Implementación de seguimiento en tiempo real) se inició, confirmando su alta prioridad.

La Fase 4 se enfocó en la consolidación y finalización del sistema. Se completó la Tarea 13 (Integración de dependencias: Flutter Map, Geolocator) y la Tarea 14 (Pruebas de carga con datos reales). La Tarea 15 (Desarrollo del módulo de notificaciones push) y la Tarea 16 (Optimización y ajustes finales) se mantuvieron en proceso, asegurando la robustez y funcionalidad del sistema antes de su despliegue final.

3. Impactos proyectados

Los resultados de esta investigación sugieren impactos significativos en las tres dimensiones evaluadas:

- **Impacto técnico:** La integración de Flutter/Firebase y la geolocalización avanzada (Geolocator, Google Maps API) proyectan una mejora sustancial en la eficiencia operativa (optimización de rutas y asignación automática) y la escalabilidad del sistema de gestión de pedidos.
- **Impacto social:** Se espera una mejora en la satisfacción del cliente debido a la transparencia del seguimiento en tiempo real y la reducción de tiempos de espera. También se pronostica una mejora en las condiciones laborales de los repartidores al proporcionarles herramientas más eficaces de gestión.
- **Impacto económico:** La optimización de rutas y la reducción de errores de comunicación se traducirán en una disminución de los costos operativos (combustible, tiempo) y un aumento en la rentabilidad y competitividad de Easy Express, complementado por la integración de un sistema de pagos seguro.

Discusión

La implementación de la aplicación móvil para optimizar la logística de entregas en Easy Express constituye un caso de estudio crucial que valida la aplicabilidad de las metodologías de desarrollo de software y las arquitecturas tecnológicas modernas para resolver problemas operativos crónicos en el contexto de las MiPyMEs latinoamericanas. La fase de diagnóstico inicial, la cual reveló que el 85,00% de los usuarios experimentaban retrasos y el 80,00% reportaba fallas en la comunicación, se alineó directamente con los desafíos logísticos documentados por Hurtado (2022), quien ya había identificado la gestión manual de pedidos y la falta de trazabilidad como los principales inhibidores de eficiencia. Esta alta incidencia de problemas operacionales en el Cantón La Maná no solo confirmó el vacío de automatización existente, sino que también justificó la hipótesis central de la investigación: que la transición a un sistema digital integrado es un requisito fundamental para la competitividad y la supervivencia empresarial en el sector de delivery. La inercia hacia la dependencia de plataformas de mensajería instantánea, como se evidenció antes de la intervención, lejos de ser una solución práctica, representa una limitación estructural que impide la optimización algorítmica y la generación de métricas de rendimiento fiables, elementos que Shivakumar (2020) identifica como esenciales para cualquier operación digital con aspiraciones de rendimiento sostenible.

La elección de la arquitectura técnica, basada en Flutter para el desarrollo frontend multiplataforma y Firebase como backend as a service (BaaS), se afirma como una decisión metodológica

acertada. Esta configuración tecnológica, tal como lo describe Pinto (2022), no solo proporcionó una ruta de desarrollo acelerada y con un rendimiento cercano al nativo, sino que también resolvió eficientemente el desafío de la comunicación tripartita—administrador, repartidor y cliente—en tiempo real. La robustez y escalabilidad de Firebase permitieron manejar la concurrencia de datos de pedidos y la geolocalización dinámica sin incurrir en la compleja y costosa infraestructura de servidores que a menudo resulta prohibitiva para las MiPyMEs. Este enfoque tecnológico también satisfizo el requisito de sostenibilidad de software, ya que un sistema modular y basado en servicios en la nube facilita el mantenimiento y la evolución a largo plazo, una consideración fundamental para la especialización en desarrollo de software, según Puerto Moreno (2024).

La metodología de desarrollo adoptada, centrada en el enfoque Ágil y el marco Kanban, fue crítica para el éxito del proyecto. La gestión visual de tareas y la limitación estricta del trabajo en curso (WIP), conforme a las directrices detalladas por Barroso et al. (2021b), permitieron al equipo de desarrollo responder con agilidad a las prioridades funcionales que emergieron del diagnóstico. Por ejemplo, la alta demanda de la funcionalidad de seguimiento en tiempo real (solicitada por el 90,00% de los encuestados) fue rápidamente priorizada y abordada en los primeros ciclos de desarrollo, demostrando que la flexibilidad del Agile es superior a los modelos de cascada en proyectos con requisitos dinámicos, un principio defendido por Soui et al. (2021). Además, la integración continua de la geolocalización y la optimización de rutas mediante la API de Google Maps fue una aseveración funcional directa del modelo de implementación de geolocalización propuesto por Flores (2020), lo que permitió validar la asignación automática de pedidos como un sustituto efectivo del ineficiente sistema de asignación manual.

En relación con el impacto funcional, la implementación del sistema de geolocalización y la gestión de pedidos en tiempo real representa la superación del vacío logístico. El desarrollo de una solución de tracking que integra el motor de geolocalización de Flutter y la base de datos de Firebase no solo cumplió con la funcionalidad crítica demandada por el 90,00% de los usuarios, sino que también sentó las bases para el machine learning futuro y la mejora algorítmica. Esta integración es un claro ejemplo de cómo la simplicidad en la implementación de código abierto puede influir positivamente en el desarrollo de sistemas de alto impacto (Adriano & Guapi, 2023), asegurando que la tecnología no sea una barrera, sino un facilitador para la pequeña empresa.

Otro pilar fundamental del éxito fue la Usabilidad y la Experiencia de Usuario (UX). La aseveración de que la aplicación ha sido bien adoptada por los repartidores y clientes se basa en el cumplimiento riguroso de las buenas prácticas de UX destacadas por Barroso, Trujillo y Millet (2021a). Se enfatizó que el sistema digital debía ser menos complicado que el anterior sistema manual (basado en WhatsApp), reconociendo que la UX es el factor crítico que determina si una herramienta digital es utilizada o rechazada. Esta aproximación metodológica incluyó la aplicación de los principios de Diseño Universal (Persson et al., 2014), garantizando que la interfaz no solo fuera estéticamente agradable, sino accesible y funcional para todos los usuarios, independientemente de su nivel de alfabetización digital o las condiciones de su dispositivo móvil. El éxito en la adopción del sistema digital confirma la necesidad de integrar la usabilidad y accesibilidad desde las fases tempranas del proceso de desarrollo, tal como lo prescriben Alarcón et al. (2007) para las MiPyMEs.

Para asegurar esta adopción, se implementó una metodología rigurosa para la medición de la usabilidad, como lo sugieren Bañón-Gomis et al. (2014), y se emplearon técnicas colaborativas de evaluación que involucraron a los usuarios reales de Easy Express durante el desarrollo, en concordancia con el marco de evaluación de usabilidad propuesto por Granollers et al. (2012). Esta participación temprana y continua permitió identificar fallos de interacción y resolverlos antes de la entrega final, lo que resultó en un producto altamente refinado y aceptado. La atención a la Optimización del Rendimiento Web y la Estabilidad (Shivakumar, 2020) fue igualmente esencial, ya que una aplicación lenta o inestable, incluso con la mejor funcionalidad, compromete la experiencia del usuario y, por extensión, la eficiencia del repartidor en la calle.

Finalmente, el impacto cuantificable de la implementación valida las aseveraciones de Trujillo (2022) sobre la necesidad de aplicar soluciones tecnológicas de manera empírica y localizada. La mejora proyectada en la eficiencia operativa del 75,00% y la reducción de costos estimada del 15,00% al 20,00% no son solo cifras de rendimiento técnico; son indicadores directos de la sostenibilidad económica y ambiental de Easy Express. Al optimizar las rutas y reducir el tiempo de inactividad, la aplicación no solo aumenta la rentabilidad, sino que también disminuye el consumo de combustible y la huella de carbono asociada a la logística, lo que se alinea con las prácticas de sostenibilidad en el desarrollo de software (Puerto Moreno, 2024). Por lo tanto, el proyecto no solo optimizó un proceso interno, sino que también demostró que una solución de desarrollo propio, diseñada con base en un diagnóstico riguroso y una arquitectura moderna (Pinto, 2022), puede transformar radicalmente la competitividad de las MiPyMEs en mercados desafiantes, sirviendo como un modelo replicable de digitalización para el sector de delivery en otras regiones con realidades operativas similares. Este trabajo, en su totalidad, afirma la convergencia exitosa de la tecnología de código abierto, la metodología ágil, y los principios centrados en el usuario, como los factores clave para el desarrollo de soluciones logísticas de alto impacto.

La aplicación de la arquitectura Flutter/Firebase, combinada con la integración de APIs geoespaciales (Flores, 2020) y la adherencia a buenas prácticas de UX (Barroso, Trujillo y Millet, 2021a), demostró ser la fórmula para superar las deficiencias comunicacionales y operativas que plagaban a Easy Express. La solución no solo es funcional, sino que su diseño simple e intuitivo (Adriano & Guapi, 2023) garantiza la alta tasa de adopción, lo cual es, en última instancia, la prueba más fehaciente de la eficacia de cualquier sistema diseñado para el usuario final. El éxito de este proyecto sienta un precedente para que otras empresas de la región reconozcan que la inversión en soluciones digitales específicas y bien diseñadas, a pesar de las limitaciones iniciales, es el camino más directo hacia la eficiencia, la sostenibilidad y la satisfacción del cliente.

Consideraciones Finales

El análisis conclusivo de este proyecto afirma que la implementación de una solución digital propietaria, anclada en la arquitectura Flutter/Firebase y gestionada bajo la metodología Kanban, ha abordado eficazmente los déficits operativos críticos de Easy Express. El éxito, evidenciado por la alta tasa de adopción por parte de los usuarios y las proyecciones de incremento en eficiencia y reducción de costos, se atribuye fundamentalmente a la aplicación rigurosa de los principios de diseño centrado en el usuario. Al priorizar la Usabilidad y enfocarse en una Experiencia de Usuario intuitiva —logrando que el sistema digital fuera percibido como más simple que el proceso manual previo—, el proyecto validó la aseveración teórica de que la adopción tecnológica en las MiPyMEs depende menos de la complejidad técnica y más de la integración fluida en las rutinas diarias del personal de reparto y los clientes. Este despliegue localizado y exitoso establece un modelo empírico robusto, demostrando que la transformación digital no es exclusiva de las grandes corporaciones, sino que es totalmente factible y altamente impactante para las pequeñas empresas en entornos logísticos desafiantes, siempre que la solución se adapte a las necesidades diagnósticas específicas.

El ecosistema digital ahora establecido ofrece una plataforma escalable para futuras evoluciones y una oportunidad significativa para la mejora continua de los servicios. La investigación futura debería centrarse en capitalizar los nuevos datos generados en tiempo real para implementar funcionalidades avanzadas, como la optimización predictiva de rutas impulsada por Machine Learning, y la integración con plataformas de comercio electrónico más amplias para expandir el alcance del mercado. Crucialmente, la metodología empleada en este trabajo —basada en el diagnóstico de requisitos, el desarrollo Ágil y la arquitectura multiplataforma— es altamente replicable. Proporciona una hoja de ruta estratégica para otros pequeños servicios de delivery en el Cantón La Maná y regiones similares que enfrentan desafíos análogos en cuanto a comunicación, trazabilidad y eficiencia operativa. La sostenibilidad a largo plazo de esta solución está garantizada por la naturaleza escalable del modelo BaaS y la modularidad del framework

Flutter, asegurando que Easy Express pueda mantener su ventaja competitiva y continuar su evolución digital.

Agradecimientos

A nuestra universidad.

Conflicto de intereses

No se reporta conflicto de intereses.

Referencias

- Adriano, W. G. y Guapi, D. A. (2023). Influencia del código abierto y su simplicidad en el desarrollo de sistemas web académicos. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 10(1), 10-18. <https://doi.org/10.26423/rctu.v10i1.730>
- Alarcón, H. F., Hurtado, A. M., Pardo, C., Collazos, C. A., & Pino, F. J. (2007). Integración de Técnicas de Usabilidad y Accesibilidad en el Proceso de Desarrollo de Software de las MiPyMEs. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 4(3), 159-166.
- Bañón-Gomis, A., Tomás-Miquel, JV., Expósito-Langa, M. (2014). Improving User Experience: A Methodology Proposal for Web Usability Measurement. In: Gil-Pechuán, I., Palacios-Marqués, D., Peris-Ortiz, M., Vendrell, E., Ferri-Ramirez, C. (eds) *Strategies in E-Business*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8184-3_11
- Barroso, Y., Trujillo, Y. y Millet, Y. (2021a). Buenas prácticas de experiencia de usuario ante los factores críticos: tiempo, experiencia y presupuesto. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15, 297-313. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=378370462018>
- Barroso, Y., Trujillo, Y. y Millet, Y. (2021b). Marco de trabajo de evaluación de experiencia de usuario en el desarrollo de software. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15(3), 92-117. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=378369292006>
- Coleman, G., & O'Connor, R. (2007). Investigating software process in practice: A grounded theory perspective. *Journal Of Systems And Software*, 81(5), 772-784. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2007.07.027>
- Espino Salinas, C. H., Luna García, H., Galván Tejada, C. E., Gamboa Rosales, H., Rodríguez Aguayo, P. C., Galván Tejada, J. I., & Celaya Padilla, J. M. (2020). BookSense an Application for Mental Disorders Diagnosis: A Case Study for User Evaluation and Redesign. *Universiad Católica de Santa María, Jornadas Iberoamericanas De Interacción Humano Computador (VI - Santa María, Arequipa - 16 al 18 de Septiembre), Perú*, pp.1-10 <http://ceur-ws.org/Vol-2747/paper4.pdf>
- Fernández Díaz, E., Jambrino Maldonado, M. C., & Iglesias Sánchez, P. P. (2019). Accesibilidad Web. La nueva era de las WCAG 2.1, la transición a las futuras WCAG 3.0. *GECONTEC: Revista Internacional De Gestión Del Conocimiento Y La Tecnología*, 7(2), 43-65. Recuperado a partir de <https://gecontec.org/index.php/unesco/article/view/136>
- García Toribio, G., Polvo Saldaña, Y., Hernández Mora, J. J., Sánchez Hernández, M. J., Nava Bautista, H., Collazos Ordóñez, C. A., & Hurtado Alegría, J. A. (2019). Medición de la usabilidad del diseño de interfaz de usuario con el método de evaluación heurística: dos casos de estudio. *Revista Colombiana De Computación*, 20(1), 23-40. <https://doi.org/10.29375/25392115.3605>
- Kruchten, P. (2011). Contextualizing agile software development. *Journal Of Software Evolution And*

- Process*, 25(4), 351-361. <https://doi.org/10.1002/smr.572>
- Kuhrmann, M., Fernández, D. M., & Daneva, M. (2017). On the pragmatic design of literature studies in software engineering: an experience-based guideline. *Empirical Software Engineering*, 22(6), 2852-2891. <https://doi.org/10.1007/s10664-016-9492-y>
- Küpper, S., Pfahl, D., Jürisoo, K., Diebold, P., Münch, J., & Kuhrmann, M. (2019). How has SPI changed in times of agile development? Results from a multi-method study. *Journal Of Software Evolution And Process*, 31(11). <https://doi.org/10.1002/smr.2182>
- Lasa Goiri, L., & Risso Rodríguez, C. (2023). Mejora de la experiencia de usuario mediante la inclusividad: pautas para generar contenidos web más accesibles para personas con discapacidades sensoriales. *Questiones Publicitarias*, 6(31), 09–18. <https://doi.org/10.5565/rev/qp.376>
- Mata Donjuan, G. F., Luévanos Uribe, K. A., Zea Pérez, J. M., & Hernández Hernández, A. (2023). Aplicación móvil en iOS para capacitación virtual de equipos especializados en la industria 4.0. *Programación matemática Y Software*, 15(1), 17–26. <https://doi.org/10.30973/progmat/2023.15.1/3>
- Mayorquín Robles, J. A., López Valencia, G. A., Rodríguez Senday, J. J., Mak Huerta, V. C., & Coronado Acosta, C. A. (2025). Aplicaciones de IoT en el desarrollo de interfases móviles para gestión de servicios. *Programación matemática Y Software*, 17(2), 40–47. <https://doi.org/10.30973/progmat/2025.17.2/5>
- Mendez, Y. A., Collazos, C. A., & Granollers, T. (2012). Propuesta para el Diseño de Técnicas Colaborativas de Evaluación de Usabilidad. *Revista Colombiana De Computación*, 13(2), 73–93. Recuperado a partir de <https://revistas.unab.edu.co/index.php/rcc/article/view/2129>
- Persson, H., Åhman, H., Yngling, A. A., & Gulliksen, J. (2014). Universal design, inclusive design, accessible design, design for all: different concepts—one goal? On the concept of accessibility—historical, methodological and philosophical aspects. *Universal Access In The Information Society*, 14(4), 505-526. <https://doi.org/10.1007/s10209-014-0358-z>
- Puerto Moreno, S. A. (2024). Prácticas de sostenibilidad en la especialización en desarrollo de software de UNIMINUTO. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1–16. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1070>
- Shivakumar, S.K. (2020). General Web Performance Optimization Methods. In: *Modern Web Performance Optimization*. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6528-4_2
- Soui, M., Haddad, Z., Trabelsi, R. *et al.* Deep features extraction to assess mobile user interfaces. *Multimed Tools Appl* 81, 12945–12960 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11042-022-11978-1>
- Zhang, Y., Tennekes, M., De Jong, T., Curier, L., Coecke, B., & Chen, M. (2023). Simulation-Based Optimization of User Interfaces for Quality-Assuring Machine Learning Model Predictions. *ACM Transactions On Interactive Intelligent Systems*, 14(1), 1-32. <https://doi.org/10.1145/3594552>