



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
ESCUELA HÁBITAT, INFRAESTRUCTURA Y CREATIVIDAD**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE PEDIDOS EN LA PIZZERÍA SABOR
Y AROMA OTAVALO-ECUADOR**

GUERRERO BONILLA WILMER DARIO

TUTOR: PUSDÁ CHULDE SEGUNDO ELICEO

IBARRA – ECUADOR

Febrero, 2026

Ibarra, 2026

CERTIFICACIÓN TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de integración curricular titulado: APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE PEDIDOS EN LA PIZZERÍA SABOR Y AROMA OTAVALO-ECUADOR, presentado por el estudiante GUERRERO BONILLA WILMER DARIO con cédula de ciudadanía N° 1004125330, para obtener el Título de Ingeniero en Tecnologías de la información.

Certifico que el trabajo cumple con todos los parámetros establecidos, mediante el cual el estudiante demuestra el desarrollo de competencias en el campo de conocimiento de su profesión con un nivel de argumentación coherente, para ser sometido a la evaluación por parte de los lectores.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de originalidad de TURNITIN.

19/2/26, 4:18 p.m. Turnitin - Informe de Originalidad - APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE PEDIDOS EN LA PIZZERÍA SABOR Y ARO...

Turnitin Informe de Originalidad	
Procesado el: 19-Feb-2026 16:10:05	
Identificador: 2883450288	
Número de palabras: 21329	
Entregado: 1	
APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE PEDIDOS EN LA PIZZERÍA SABOR Y AROMA OTAVALO-ECUADOR Por WILMER DARIO GUERRERO BONILLA	
Índice de similitud	Similitud según fuente
0%	Fuentes de Internet: 0% Publicaciones: 0% Trabajos del estudiante: 0%

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR ESCUELA HÁBITAT, INGENIO Y CREATIVIDAD TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE PEDIDOS EN LA PIZZERÍA SABOR Y AROMA OTAVALO-ECUADOR GUERRERO BONILLA WILMER DARIO TUTOR: PUSDÁ CHULDE SEGUNDO ELICEO IBARRA - ECUADOR Febrero, 2026 Ibarra, 2026 CERTIFICACIÓN TUTOR En mi calidad de Tutor de GUERRERO BONILLA WILMER DARIO titulado: APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE PEDIDOS EN LA PIZZERÍA SABOR Y AROMA OTAVALO-ECUADOR, presentado por el estudiante GUERRERO BONILLA WILMER DARIO con cédula de ciudadanía N° 1004125330, para obtener el Título de Ingeniero en Tecnologías de la información. Certifico que el trabajo cumple con todos los parámetros establecidos, mediante el cual el estudiante demuestra el desarrollo de competencias en el campo de conocimiento de su profesión con un nivel de argumentación coherente, para ser sometido a la evaluación por parte de los lectores. Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de originalidad de TURNITIN. (f): _____ Mgs. PUSDÁ CHULDE SEGUNDO ELICEO TUTOR DE TRABAJO C.C.: 0401567938 II PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL El tribunal examinador, aprueba el presente trabajo en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra: (f): _____ Mgs. PUSDÁ CHULDE SEGUNDO ELICEO C.C.: 0401567938 (f): _____ Ms. Lector 1 C.C.: _____ (f): _____ Ms. Lector 2 C.C.: _____ III ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS Yo, Wilmer Darío Guerrero Bonilla, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: "Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones a título gratuito y oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia". Ibarra, 19 de febrero. de 26 (f): _____ Wilmer Darío Guerrero Bonilla C.C.: 1004125330 IV AUTORIA Yo, Wilmer Darío Guerrero Bonilla, portador de la cédula de ciudadanía N°1004125330, declaro que el presente trabajo de investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra de posibles reclamos o acciones legales. (f): _____ Wilmer Darío Guerrero Bonilla C.C.: 1004125330 v VI DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS vii ÍNDICE DE CONTENIDOS Tabla de contenido CERTIFICACIÓN TUTOR

(f): _____

Mgs. PUSDÁ CHULDE SEGUNDO ELICEO

TUTOR DE TRABAJO

C.C.: 0401567938

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El tribunal examinador, aprueba el presente trabajo en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra:



(f):

Mgs. PUSDÁ CHULDE SEGUNDO ELICEO
C.C.: 0401567938



(f):.....

Msc. JOSÉ LUIS IBARRA ESTÉVEZ

C.C.: 1002640728



(f):.....

Msc. RICARDO PATRICIO RUIZ QUIRANZA

C.C.: 1002836524

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Wilmer Darío Guerrero Bonilla, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones a título gratuito y oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 19 de febrero. de 2026

(f):  _____

Wilmer Darío Guerrero Bonilla
C.C.: 1004125330

AUTORIA

Yo, Wilmer Darío Guerrero Bonilla, portador de la cedula de ciudadanía N°1004125330, declaro que el presente trabajo de investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

(f):.....

Wilmer Darío Guerrero Bonilla

C.C.: 1004125330

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por ser la fuente de vida y la luz que iluminó mi camino en los momentos de mayor incertidumbre. Gracias por concederme la salud, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar con éxito esta etapa académica, y por poner en mi camino a las personas adecuadas para alcanzar este sueño.

De manera infinita y especial, dedico este logro a mis padres, quienes han sido el pilar inquebrantable sobre el cual he construido mi vida y mi carrera profesional. Gracias por su amor incondicional, por cada sacrificio y por la confianza absoluta que depositaron en mí desde el primer día. Sus palabras de aliento fueron mi refugio y su ejemplo de trabajo mi mayor inspiración.

A mis amigos y compañeros, quienes se convirtieron en mi familia durante estos años. Gracias por las horas compartidas, por el apoyo mutuo en los desafíos que enfrentamos. Su lealtad y compañerismo hicieron que el arduo camino universitario fuera una experiencia llena de aprendizajes y momentos inolvidables.

Finalmente, extiendo mi gratitud a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra. A esta noble institución por brindarme un espacio de crecimiento integral, y a los docentes por compartir sus conocimientos con verdadera vocación y calidez humana. Sus enseñanzas no solo me han formado como un profesional competente, sino que han dejado una huella significativa en mi visión del mundo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Tabla de contenido

CERTIFICACIÓN TUTOR.....	ii
PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS.....	iv
AUTORIA	v
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I. ESTADO DEL ARTE	3
1.1 Marco Teórico.....	3
1.1.1 Aplicaciones móviles y desarrollo multiplataforma	3
1.1.2 Transformación digital en el sector gastronómico.....	4
1.1.3 Firebase y bases de datos NoSQL.....	4
1.1.4 Ecosistema fintech y pagos digitales en América Latina	5
1.2 Antecedentes	5
1.2.1 Aplicaciones móviles para restaurantes con flutter.....	5
1.2.2 Uso de firebase en sistemas de pedidos	7
1.2.3 Integración de PayPhone en Ecuador	7
1.2.4 Aplicaciones móviles en el sector gastronómico ecuatoriano	8
1.2.5 Brechas identificadas y justificación del presente trabajo.....	9
1.3 Justificación de la solución	10

1.3.1 Problemática identificada	10
1.3.2 Análisis de viabilidad técnica y económica	10
1.3.3 Fundamentos del comercio electrónico y dinero electrónico (DE)	11
1.3.4 Panorama de las pasarelas de pago en Ecuador	13
1.3.5 Justificación de PayPhone	13
1.3.6 Estrategias de marketing móvil.....	15
1.4 Bases técnicas y metodológicas	16
1.4.1 Desarrollo multiplataforma con flutter y firebase	16
1.4.2 Metodología ágil de desarrollo y arquitectura de software	17
<i>CAPITULO II. MATERIALES Y METODOS</i>	<i>20</i>
2.1 Generalidades	20
2.1.1 Introducción al enfoque metodológico	20
2.1.2 Arquitectura tecnológica general del sistema	20
2.1.3 Justificación de la arquitectura cliente-servidor en la nube	21
2.2 Framework de desarrollo multiplataforma: Flutter y Dart.....	21
2.2.1 Servicios de backend y base de datos: Firebase	22
2.2.2 Pasarelas de pago digitales: PayPhone	22
2.3 Metodología de desarrollo: eXtreme Programming (XP)	23
2.3.1 Propuesta	24
2.3.2 Propuesta de investigación	24
2.3.3 Fase de planeación.....	25
2.3.4 Fase de diseño.....	27
2.3.5 Fase de codificación	31
2.3.6 Fase de pruebas	35
2.4 Materiales y recursos tecnológicos	47
2.4.1 Hardware.....	47
<i>CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSION</i>	<i>49</i>
3.1 Resultados de la interfaz de usuario y experiencia del cliente	50
3.1.1 Arquitectura de navegación y gestión de estado.....	50
3.1.2 Módulo de catálogo digital y clasificación dinámica.....	52
3.1.3 Módulo de personalización de productos y gestión de variantes.....	53

3.1.4 Gestión transaccional del carrito de compras.....	56
3.1.5 Arquitectura de autenticación y gestión de identidad.....	57
3.1.6 Proceso de checkout y gestión de entrega	59
3.1.7 Integración con pasarela de pagos PayPhone.....	61
3.1.8 Validación integral de requerimientos funcionales	63
3.2 Resultados del módulo administrativo	64
3.2.1 Control de acceso administrativo.....	65
3.2.2 Arquitectura del panel de control administrativo.....	66
3.2.3 Sistema de visualización de pedidos en tiempo real.....	67
3.2.4 Sistema de gestión de inventario y precios.....	69
3.2.5 Validación de requerimientos del módulo administrativo.....	71
3.3 Validación de Requerimientos No Funcionales	72
3.3.1 Evaluación de Usabilidad	72
1. Aplicación del Cuestionario SUS.....	72
3.3.2 Evaluación de seguridad	74
3.4 Discusión de resultados	75
3.4.1 Cumplimiento de objetivos de investigación	75
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES.....	79
BIBLIOGRAFÍA.....	80
ANEXOS.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Comparativa de plataformas de pedidos	8
Tabla 2 Análisis comparativo de métodos tradicionales de gestión de pedidos	10
Tabla 3 Comparativa de enfoques de desarrollo para aplicaciones móviles.....	10
Tabla 4 Ventajas y desventajas del uso del dinero electrónico.....	12
Tabla 5 Comparativa de pasarelas de pago.....	14
Tabla 6 Marketing mix digital aplicado a la aplicación móvil	15
Tabla 7 Componentes de la arquitectura MVVM.....	18
Tabla 8 Comparativa con arquitecturas alternativas	21
Tabla 9 Historias de usuario - módulo cliente	26
Tabla 10 Historias de usuario - módulo administrador (panel de gestión)	27
Tabla 11 Especificación - realizar pedido (checkout).....	29
Tabla 12 Especificación -personalizar producto.....	29
Tabla 13 Especificación - gestionar inventario (stock).....	30
Tabla 14 Especificación - administrar ofertas.....	30
Tabla 15 Matriz de Pruebas de Funcionalidad y Reglas de Negocio.....	36
Tabla 16 Resultados de evaluación de usabilidad.....	36
Tabla 17 Especificaciones técnicas.....	48
Tabla 18 Matriz de cumplimiento de requerimientos funcionales - Módulo cliente	63
Tabla 19 Módulo Administrativo.....	71
Tabla 20 Resultados del Cuestionario System Usability Scale.....	72
Tabla 21 Matriz de evaluación de seguridad	74

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Metodología XP	25
Ilustración 2 Aplicación de estándares de codificación.	32
Ilustración 3 Estructura del modelo de datos para la sincronización con firebase firestore.	33
Ilustración 4 Lógica de autenticación de usuarios mediante Firebase Auth.	34
Ilustración 5 Implementación técnica de la integración con la pasarela de pagos PayPhone.	35
Ilustración 6 Interfaz de usuario y confirmación mediante SnackBar al agregar productos.....	37
Ilustración 7 Captura de Chrome DevTools mostrando peticiones HTTPS.	42
Ilustración 8 Mensaje de error de conexión	46
Ilustración 9 Arquitectura de navegación principal de la app	51
Ilustración 10 Sistema de categorización y filtrado dinámico	53
Ilustración 11 Interfaz de configuración de producto	54
Ilustración 12 Gestión de ofertas.....	55
Ilustración 13 Interfaz de gestión del carrito con controles reactivos.....	56
Ilustración 14 Modal de autenticación requerida pre-transaccional.....	58
Ilustración 15 Interfaz de checkout con selección de modalidad de entrega	59
Ilustración 16 Resumen de costos con modalidad "Domicilio"	61
Ilustración 17 Interfaz de pago seguro de PayPhone en modo Sandbox.....	62
Ilustración 18 Autenticación del panel administrativo.....	65
Ilustración 19 Pantalla principal del panel de administración con módulos de gestión.....	66
Ilustración 20 Interfaz de pedidos en cocina con sincronización en tiempo real	68
Ilustración 21 Interfaz de gestión de inventario con indicadores de stock.....	69
Ilustración 22 Modal de edición de producto con control de stock por variantes.....	70

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolló una aplicación móvil para la gestión de pedidos en la pizzería "Sabor y Aroma" ubicada en Otavalo, Ecuador. La idea surgió al identificar que el negocio con más de diez años de trayectoria en el mercado local, gestionaba los pedidos de forma manual mediante llamadas telefónicas y mensajes de WhatsApp, lo que genera errores en la toma de órdenes de consumo y falta de trazabilidad y logística de los pedidos. La solución implementada aborda estos problemas mediante una aplicación multiplataforma desarrollada con Flutter que permite a los clientes explorar el menú digital, personalizar productos, gestionar su carrito de compras y realizar pagos seguros mediante la pasarela PayPhone, mientras que el propietario accede a un panel administrativo para controlar inventario, actualizar precios, gestionar ofertas y visualizar pedidos. Los beneficios para los usuarios incluyen la eliminación de tiempos de espera telefónica, confirmación inmediata de pedidos, trazabilidad completa del estado de su orden y opciones de pago digital seguras, mientras que el administrador del negocio obtiene reducción de errores operativos, control total sobre datos de clientes, eliminación de comisiones de plataformas externas que cobran entre veinticinco hasta treinta y cinco por ciento por pedido, y capacidad de implementar estrategias de marketing personalizadas. Para el desarrollo de la aplicación se implementó las buenas prácticas de la industria del software que brinda la metodología ágil eXtreme Programming (XP), utilizando Firebase como backend en la nube para sincronización en tiempo real, cumpliendo el cien por ciento de los requerimientos funcionales establecidos.

Palabras clave: Aplicación móvil, desarrollo multiplataforma, servicios en la nube, pasarela de pagos, gestión de pedidos.

ABSTRACT

This work developed a mobile application for order management at the "Sabor y Aroma" pizzeria located in Otavalo, Ecuador. The idea emerged from identifying that the business, with more than ten years of experience in the local market, managed its orders manually through phone calls and WhatsApp messages, which generated errors in order taking with a fifteen percent incidence, lack of order traceability, operational saturation during peak hours, and absence of real-time inventory control. The implemented solution addresses these problems through a cross-platform application developed with Flutter that allows customers to explore the digital menu, customize products, manage their shopping cart, and make secure payments through the PayPhone gateway, while the owner accesses an administrative panel to control inventory, update prices, manage offers, and view orders in real time. Benefits for users include elimination of phone waiting times, immediate order confirmation, complete traceability of order status, and secure digital payment options, while the business owner obtains reduction of operational errors, total control over customer data, elimination of aggregator platform commissions that charge between twenty-five and thirty-five percent per order, and ability to implement personalized marketing strategies. Development was executed applying the agile eXtreme Programming methodology in six two-week sprints, using Firebase as cloud backend for real-time synchronization, obtaining as result a functional system validated through usability tests that achieved a score of 87.5 out of 100 on the System Usability Scale, fulfilling one hundred percent of established functional requirements and demonstrating that the initial investment of four thousand to six thousand dollars generates a return in three to four months thanks to savings in intermediary commissions.

Keywords: mobile application, cross-platform development, cloud services, payment gateway, order management.

INTRODUCCIÓN

La transformación digital ha cambiado la manera en que los negocios interactúan con sus clientes, particularmente en el sector gastronómico. En los últimos años, ha aumentado el desarrollo de aplicaciones móviles destinadas a optimizar procesos como la toma de pedidos, la gestión de ventas y los métodos de pago, lo cual ha contribuido a mejorar la atención al cliente, incrementar la eficiencia operativa y responder a las nuevas demandas del mercado (Kuno Digital, 2024).

Las aplicaciones móviles se convirtieron en herramientas fundamentales para la transformación digital de los negocios, ya que permiten ofrecer servicios accesibles, personalizados y en tiempo real. En el ámbito gastronómico, estas aplicaciones no solo facilitan la realización de pedidos, sino que también permiten gestionar inventarios, procesar pagos, generar reportes y mantener una comunicación directa con los clientes. Gracias a su facilidad de uso y portabilidad, las aplicaciones móviles ofrecen una solución integral para optimizar procesos y ofrecer mejor servicio en restaurantes, cafeterías y pizzerías.

En este contexto, la pizzería Sabor y Aroma, ubicada en Otavalo, Ecuador, con más de diez años de trayectoria en el mercado local, enfrenta ciertos desafíos operativos derivados de su actual sistema de gestión de pedidos. El negocio, que ofrece una variedad de productos como pizzas, bebidas y alimentos complementarios, atiende diariamente entre 10 y 20 pedidos, los cuales son tomados de forma manual a través de llamadas telefónicas o directamente en el local. Aunque cuenta con servicio a domicilio, la falta de un sistema digital centralizado dificulta el seguimiento eficiente de los pedidos, lo que puede generar errores en la toma de órdenes, retrasos en la atención al cliente y complicaciones en las ventas. A medida que la demanda de sus productos crece, se vuelve cada vez más necesario modernizar estos procesos para mejorar la eficiencia operativa y brindar una experiencia de atención más ágil y organizada.

Por esta razón, surgió la iniciativa de desarrollar una aplicación móvil que permita digitalizar y automatizar el proceso de gestión de pedidos, con el propósito de optimizar la operatividad del negocio y mejorar la experiencia del cliente. Esta solución tecnológica busca centralizar la toma de pedidos, agilizar la atención y brindar un canal de comunicación más eficiente entre el cliente y la pizzería. Además, se pretende fortalecer el servicio a domicilio y ofrecer una alternativa moderna acorde a las nuevas demandas del mercado gastronómico local.

Este trabajo tiene como **objetivo principal desarrollar una aplicación móvil para la gestión de pedidos en la pizzería Sabor y Aroma de Otavalo, Ecuador.**

A partir de este objetivo principal, se establecen los siguientes **objetivos específicos**:

- **Analizar** las necesidades de los dueños de la pizzería para identificar las funcionalidades más valoradas en una aplicación móvil que se ajuste a sus requerimientos operativos y comerciales.
- **Diseñar** la aplicación móvil utilizando Flutter, asegurando que cumpla con los requisitos funcionales y estéticos del negocio, y garantice una experiencia de usuario óptima y satisfactoria.
- **Implementar** un método de pago digital seguro y eficiente mediante la integración de *PayPhone*, permitiendo a los clientes realizar transacciones directas desde la aplicación sin inconvenientes.
- **Evaluar** la aplicación móvil integrada con el sistema de pago en línea mediante pruebas funcionales, con el fin de validar su correcto funcionamiento y corregir posibles fallos antes de su implementación en un entorno real.

El presente trabajo de investigación se estructurará en tres capítulos:

- **Capítulo I:** En este capítulo se presentarán las investigaciones bibliográficas y los conceptos que sirven como antecedentes para la investigación, proporcionando una base teórica sólida que sustente el desarrollo del proyecto.
- **Capítulo II:** Este capítulo estará dedicado a las herramientas tecnológicas utilizadas para el desarrollo de la aplicación, así como el proceso de diseño y desarrollo de la misma. Se explicará el uso de la tecnología Flutter, la integración de *PayPhone* y la metodología empleada para la implementación del sistema de pagos.
- **Capítulo III:** En este capítulo se detallarán los resultados obtenidos de la aplicación desarrollada, incluyendo las pruebas funcionales realizadas para evaluar su rendimiento y la satisfacción de los usuarios. También se analizarán las implicaciones de la implementación de esta tecnología en el negocio de la pizzería *Sabor y Aroma*.

CAPITULO I. ESTADO DEL ARTE

1.1 Marco Teórico

En el contexto tecnológico actual, las aplicaciones móviles han dejado de ser una novedad para convertirse en el canal estándar de interacción entre los consumidores y los servicios gastronómicos. Investigaciones recientes destacan que la eficiencia en la gestión de pedidos no depende únicamente de la digitalización, sino de la capacidad de respuesta y la reducción de errores humanos en la cadena de suministro. Para negocios como la pizzería "Sabor y Aroma", la implementación de una herramienta propia permite centralizar la información que antes se dispersaba en canales informales, logrando una trazabilidad completa desde la selección del producto hasta la confirmación de la orden, importante para competir efectivamente en el sector de Otavalo.

El auge de la transformación digital ha impulsado una reestructuración significativa en la forma de operar de las microempresas, incluido el sector gastronómico. La búsqueda constante de eficiencia y la demanda de experiencias de cliente más fluidas han situado a las herramientas de Tecnologías de la Información como pilares para la optimización de procesos.

En este contexto, diversos estudios y proyectos han abordado la implementación de herramientas tecnológicas para la gestión de pedidos en restaurantes, cafeterías y pizzerías, demostrando su efectividad en la mejora de procesos internos y en la satisfacción del cliente. El presente estado del arte tiene como finalidad analizar estos antecedentes para identificar enfoques, metodologías, tecnologías utilizadas y resultados obtenidos, que permitirán desarrollar la aplicación móvil propuesta para la pizzería Sabor y Aroma.

1.1.1 Aplicaciones móviles y desarrollo multiplataforma

Las aplicaciones móviles representan software especializado diseñado para ejecutarse en dispositivos portátiles, constituyéndose como herramientas fundamentales en la transformación digital de las organizaciones. El desarrollo multiplataforma ha ganado relevancia significativa en los últimos años, permitiendo crear aplicaciones para múltiples sistemas operativos desde una única base de código. Según el Stack Overflow Developer Survey de 2024, Flutter es utilizado por aproximadamente el 12% de los desarrolladores globalmente, posicionándose como una de las principales opciones para el desarrollo multiplataforma (F22Labs, 2025).

La evolución de los frameworks multiplataforma ha sido notable. Datos de Statista (2023) revelan que Flutter fue utilizado por el 46% de los desarrolladores de software globalmente, mientras que React Native fue empleado por el 35%, consolidando a ambos como los líderes del mercado. Esta adopción masiva responde a la necesidad de las empresas de reducir costos y tiempos de desarrollo sin sacrificar la calidad de la experiencia de usuario (Pragmatic Engineer, 2025).

1.1.2 Transformación digital en el sector gastronómico

La transformación digital en el sector gastronómico ha experimentado una aceleración sin precedentes, particularmente desde 2020. Según Statista (2024), la digitalización de restaurantes ha transformado la industria globalmente, con el mercado de kioscos interactivos alcanzando un valor de 26.63 mil millones de dólares en 2020, cifra proyectada a crecer significativamente en los años subsiguientes. La pandemia de COVID-19 actuó como catalizador de estos cambios, obligando a los establecimientos a adoptar tecnologías digitales para mantener su operatividad (EHL Hospitality Insights, 2024).

Un estudio publicado en International Journal of Hospitality Management por investigadores de la Universidad de Hong Kong demostró que la transformación digital mejora significativamente la productividad en la industria restaurantera mediante la automatización de servicios, la optimización de procesos y el fortalecimiento de la inteligencia de negocio (ScienceDirect, 2024). Los datos revelan que los restaurantes que implementan sistemas digitales completos experimentan incrementos en eficiencia operativa y satisfacción del cliente.

1.1.3 Firebase y bases de datos NoSQL

Firestore se ha consolidado como una solución NoSQL serverless específicamente diseñada para el desarrollo de aplicaciones modernas. Según la documentación técnica publicada por Google Research, Firestore ofrece capacidades de sincronización en tiempo real, escalabilidad automática y persistencia de datos optimizada para aplicaciones móviles y web, características fundamentales para sistemas que requieren actualizaciones instantáneas (Google Research, n.d.).

El RavenDB NoSQL Database Trend Report 2024 indica que las bases de datos NoSQL están siendo adoptadas cada vez más para roles especializados, complementando en lugar de reemplazar las bases de datos relacionales tradicionales. El informe revela que más del 50% de los

desarrolladores utilizan soluciones NoSQL junto con sistemas relacionales, aprovechando las fortalezas de cada tecnología según las necesidades específicas del proyecto (RavenDB, 2024).

1.1.4 Ecosistema fintech y pagos digitales en América Latina

El ecosistema fintech en América Latina ha experimentado un crecimiento exponencial. De acuerdo con investigaciones del BID, el ecosistema fintech en Latinoamérica y el Caribe superó las 3,000 startups en 2023, con un crecimiento anual promedio del 44% entre 2017 y 2023 en mercados emergentes como Perú, Ecuador y República Dominicana (IDB, 2023). Los segmentos líderes continúan siendo pagos y remesas (21% del total), préstamos (19%) y gestión financiera corporativa (13%).

En el contexto específico de Ecuador, el país ha mostrado un dinamismo notable en la adopción de tecnologías fintech. Un estudio del Fondo Monetario Internacional titulado "The Rise and Impact of Fintech in Latin America" señala que Ecuador registró un crecimiento del 3% en el número de empresas fintech entre 2021 y 2023, posicionándose entre los sectores que más crecen en la región (IMF, 2023). El Banco Central del Ecuador implementó en agosto de 2024 su primera regulación integral para proveedores de servicios de pago fintech, estableciendo requisitos específicos para agregadores de pago, pasarelas, remesas y billeteras digitales (VIXIO, 2024).

1.2 Antecedentes

El desarrollo de aplicaciones móviles para el sector gastronómico ha experimentado un crecimiento sostenido recientemente, debido a la necesidad de digitalización de los negocios y la demanda de servicios más accesibles por parte de los consumidores. En este contexto, diversas investigaciones y proyectos han explorado la implementación de soluciones tecnológicas basadas en frameworks multiplataforma, servicios en la nube y pasarelas de pago digitales, sentando las bases técnicas y metodológicas para el presente trabajo.

1.2.1 Aplicaciones móviles para restaurantes con flutter

El framework Flutter ha ganado relevancia en el desarrollo de aplicaciones móviles para restaurantes debido a su capacidad de generar aplicaciones nativas para Android e iOS desde una única base de código. Investigaciones recientes han demostrado su viabilidad técnica y eficiencia operativa en este sector.

Un análisis comparativo publicado en las actas de la 4ta Conferencia Internacional sobre Gestión de Información e Inteligencia de Máquinas (ICIMMI 2023) evaluó tres frameworks de desarrollo móvil multiplataforma: Kotlin (nativo), React Native y Flutter. Los resultados demostraron que Flutter ofrece ventajas significativas en términos de uso de CPU y memoria, con un rendimiento superior comparado con React Native en aplicaciones de intensidad media. El estudio concluyó que Flutter representa una opción equilibrada entre rendimiento y eficiencia de desarrollo para aplicaciones empresariales (ACM Digital Library, 2023).

Zou y Darus (2024) presentaron un análisis comparativo de frameworks de desarrollo móvil multiplataforma en el 6to Simposio IEEE sobre Computadoras e Informática (ISCI 2024), examinando Corona SDK, Ionic, Flutter, React Native y Xamarin. Los autores destacaron que Flutter se distingue por su capacidad de hot reload, compilación nativa y ecosistema de widgets personalizables, características que lo hacen especialmente adecuado para el desarrollo rápido de aplicaciones comerciales con requisitos de interfaz de usuario complejos (IEEE Xplore, 2024).

Un trabajo de titulación desarrollado en la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) documentó el desarrollo de una aplicación móvil UTChat utilizando Firebase como base de datos NoSQL y aplicando la metodología Scrum (UTC, 2023). Aunque el proyecto se enfocó en una red social institucional y no en pedidos gastronómicos, el estudio validó la viabilidad técnica de Firebase para aplicaciones que requieren comunicación en tiempo real, autenticación de usuarios y almacenamiento en la nube, sentando precedentes técnicos aplicables al sector de restaurantes (Repositorio UTC, 2023).

Asimismo, otro trabajo de la UTC sobre una aplicación móvil para comidas rápidas a domicilio en el restaurante "Super Pollo" demostró la factibilidad de digitalizar procesos de pedidos en establecimientos gastronómicos locales (UTC, 2023). Este antecedente es relevante al evidenciar que microempresas ecuatorianas pueden adoptar soluciones tecnológicas propias para gestionar pedidos, aunque dicho proyecto no implementó pasarelas de pago integradas (Repositorio UTC, 2023).

1.2.2 Uso de firebase en sistemas de pedidos

Firestore, como plataforma Backend-as-a-Service (BaaS) de Google, ha sido ampliamente adoptada en aplicaciones de gestión de pedidos debido a su capacidad de sincronización en tiempo real y escalabilidad automática.

Una revisión publicada en el International Journal of Advanced Research (IJRASET, 2022) sobre Firestore como Backend-as-a-Service para desarrollo móvil documentó las ventajas de esta plataforma para aplicaciones con usuarios a escala media. El estudio confirmó que Firestore ofrece beneficios significativos en autenticación, almacenamiento en tiempo real y notificaciones push, servicios esenciales para aplicaciones gastronómicas. Los autores destacaron que Firestore Authentication facilita la integración de OAuth 2.0, reduciendo las vulnerabilidades relacionadas con el almacenamiento de credenciales (IJRASET, 2022).

Un estudio presentado en la conferencia Sinteza 2024 por investigadores de la Universidad Singidunum en Serbia analizó el desarrollo ágil de aplicaciones Android multiusuario con Firestore, enfocándose específicamente en autenticación, autorización y gestión de perfiles. El trabajo documentó que Firestore permite implementar sistemas robustos de gestión de identidad con menor complejidad técnica comparado con backends personalizados, validando su uso en aplicaciones que manejan datos sensibles de usuarios (Milojković et al., 2024).

1.2.3 Integración de PayPhone en Ecuador

El ecosistema de pagos digitales en Ecuador ha evolucionado significativamente con la incorporación de plataformas fintech como PayPhone, que han democratizado el acceso a pasarelas de pago para pequeñas y medianas empresas.

Según un informe del Banco Central del Ecuador (2024), el uso de pagos digitales en el país creció un 145% entre 2020 y 2023, impulsado principalmente por la adopción de billeteras móviles y pasarelas de pago especializadas. PayPhone, en particular, ha experimentado un crecimiento del 320% en transacciones procesadas durante este período, consolidándose como una de las principales alternativas a pasarelas internacionales como PayPal o Stripe (Banco Central del Ecuador, 2024).

Un análisis comparativo realizado por agencias especializadas en comercio electrónico ecuatoriano documentó que PayPhone ofrece una estructura de costos del 6% por transacción (IVA

incluido), sin costos de instalación ni mensualidades, lo que representa una ventaja significativa frente a pasarelas internacionales que pueden cobrar comisiones superiores al 8-10% más tarifas mensuales (Media Connect, 2025). La plataforma se ha consolidado como una opción preferida para emprendimientos y PyMEs debido a su facilidad de implementación, ofreciendo plugins para WordPress/WooCommerce, PrestaShop y Shopify que permiten iniciar operaciones en cuestión de horas (Vivoken, 2024).

Un estudio de mercado publicado por Pardux (2025), plataforma especializada en comercio electrónico latinoamericano, identificó que PayPhone cuenta con más de 15,000 establecimientos comerciales en Ecuador y está respaldada por Produbanco, uno de los bancos de mayor trayectoria en el país. El análisis destacó que PayPhone acepta tarjetas de crédito y débito de cualquier parte del mundo y se caracteriza por su seguridad, con certificaciones PCI DSS y 3DS que garantizan la protección de datos sensibles en las transacciones (Pardux, 2025).

1.2.4 Aplicaciones móviles en el sector gastronómico ecuatoriano

El sector gastronómico ecuatoriano ha mostrado una adopción desigual de tecnologías móviles, con una concentración evidente en las principales ciudades del país.

Según un estudio de mercado realizado por la Cámara de Comercio de Quito (2023), el 68% de los restaurantes en Quito y Guayaquil utilizan al menos una plataforma digital para recibir pedidos, siendo PedidosYa y Uber Eats las más comunes. Sin embargo, solo el 12% de estos establecimientos cuenta con aplicaciones móviles propias, prefiriendo depender de agregadores de terceros. Este patrón se invierte en ciudades intermedias como Cuenca, Ambato y Loja, donde el porcentaje de uso de plataformas digitales desciende al 34%, evidenciando una brecha tecnológica significativa (Cámara de Comercio de Quito, 2023).

En Ecuador existen plataformas de pedidos como:

Tabla 1
Comparativa de plataformas de pedidos

Aplicación	Tipo	Beneficios	Limitaciones para microempresas
PedidosYa	Delivery Nacional	Amplia cobertura	Comisión elevada (20%–30% por pedido)

Uber Eats / Rappi (limitado en ciertas ciudades)	Delivery Express	Marketing incluido	No disponible en Otavalo + comisiones altas
WhatsApp Business (uso común en Otavalo)	Mensajería	Bajo costo	No ordena ni registra pedidos, depende del operador

Fuente: Elaboración propia basada en información oficial de las plataformas y estudios de mercado 2022-2025.

En Otavalo, la mayoría de pizzerías utilizan WhatsApp + llamadas, lo cual genera desorden, mensajes perdidos y demoras en la confirmación, especialmente en horarios de mayor demanda.

1.2.5 Brechas identificadas y justificación del presente trabajo

El análisis de los antecedentes revisados permite identificar tres brechas principales que justifican el desarrollo del presente proyecto:

Brecha geográfica: La mayoría de investigaciones y aplicaciones desarrolladas con Flutter y Firebase se concentran en contextos urbanos de países desarrollados o en capitales latinoamericanas. Existe una carencia de documentación sobre la implementación de estas tecnologías en ciudades intermedias de Ecuador como Otavalo, donde las condiciones de infraestructura tecnológica, conectividad y perfil de usuario pueden diferir significativamente.

Brecha de adopción tecnológica: Aunque existen múltiples investigaciones que validan la viabilidad técnica de Flutter y Firebase para aplicaciones gastronómicas, la transferencia de este conocimiento hacia microempresas locales ha sido limitada. Los negocios pequeños continúan dependiendo de plataformas agregadoras que cobran comisiones elevadas (20%-30% por pedido), afectando su rentabilidad sin explorar alternativas propias más económicas.

Brecha de integración de pagos locales: Si bien PayPhone ha demostrado ser una solución viable para el mercado ecuatoriano, la documentación académica sobre su integración en aplicaciones móviles desarrolladas con Flutter es escasa. La mayoría de tutoriales y guías disponibles se enfocan en pasarelas internacionales, creando una barrera de entrada para desarrolladores que buscan implementar soluciones adaptadas al contexto local.

El presente trabajo busca contribuir al cierre de estas brechas mediante el desarrollo, implementación y documentación de una aplicación móvil completa para la pizzería "Sabor y Aroma" en Otavalo, utilizando tecnologías probadas (Flutter, Firebase, PayPhone) pero aplicadas

en un contexto geográfico y empresarial que ha sido insuficientemente estudiado en la literatura académica ecuatoriana.

1.3 Justificación de la solución

1.3.1 Problemática identificada

Tradicionalmente, los pedidos en pizzerías se gestionan mediante llamadas telefónicas, mensajería instantánea (WhatsApp) o atención presencial. Si bien estos métodos han sido funcionales durante años, presentan limitaciones significativas:

Tabla 2
Análisis comparativo de métodos tradicionales de gestión de pedidos

Problema	Consecuencia
Errores en la toma manual de pedidos	Confusión en ingredientes, tamaños o cantidades
Acumulación desordenada de pedidos	Retrasos en la preparación y entrega
Falta de registro histórico	Imposibilidad de analizar ventas o comportamiento del cliente
Dependencia de un operador	Saturación en horas pico y pérdida de ventas

Fuente: Elaboración propia basada en observación directa en Pizzería Sabor y Aroma

Según estudios sobre gestión operativa en PyMEs gastronómicas, la gestión manual provoca una pérdida promedio del 7% al 15% de pedidos debido a falta de control o errores operativos. Esto evidencia la necesidad de automatizar el proceso para garantizar eficiencia operativa y satisfacción del cliente.

1.3.2 Análisis de viabilidad técnica y económica

Tabla 3
Comparativa de enfoques de desarrollo para aplicaciones móviles

Característica	Desarrollo Nativo (iOS/Android)	Híbrido Tradicional (Ionic/Xamarin)	Multiplataforma Moderno (Flutter)
Tecnología Base	Lenguajes específicos (Kotlin, Swift)	Tecnologías Web (HTML, CSS, JS)	Lenguaje Dart (Google)

Base de Código	Dos bases separadas	Una única base	Una única base
Costo y Tiempo	ALTO: Doble de recursos	MEDIO: Rápido, pero requiere ajustes	BAJO/MEDIO: HotReload reduce costos 40%
Rendimiento	Óptimo (acceso total al hardware)	Bajo a Medio (ejecución en WebView)	Casi Nativo: Compilación ARM/x86
Interfaz de Usuario (UI)	Dependiente del sistema	Limitada por tecnología web	Widgets personalizados (Material/Cupertino)
Viabilidad para Proyecto PyME	Baja (alto costo inicial)	Media (rendimiento no óptimo)	ALTA (Recomendada)

Fuente: Elaboración propia basada en análisis técnico y estudios de rendimiento 2024

La evaluación detallada de las plataformas de desarrollo revela que la elección del framework multiplataforma Flutter es la decisión más coherente y viable para el proyecto de la Pizzería Sabor y Aroma. Este análisis se centra en la priorización de la eficiencia en costos y el tiempo de entrega sobre la necesidad de rendimiento máximo, una realidad común en los proyectos para microempresas.

1.3.3 Fundamentos del comercio electrónico y dinero electrónico (DE)

El Comercio Electrónico (CE) ha trascendido su definición inicial de transacción por internet para convertirse en el modelo operativo dominante. Este modelo obliga a las empresas, incluyendo a las PyMEs gastronómicas, a redefinir los roles de los intermediarios y a adoptar sistemas de cobro virtual que generen confianza y conveniencia (López, Mata & Jurado, 2010; Pezo, 2022).

El Ecosistema del Dinero Electrónico (DE):

El Dinero Electrónico se define como el valor monetario expresado en moneda de curso legal que se transfiere y almacena a través de dispositivos electrónicos. Este sistema permite la ejecución de transacciones complejas sin efectivo físico, impulsando la formalización económica y la inclusión financiera en Ecuador.

El DE es gestionado a través de un Monedero Electrónico (MOE), que es un registro virtual asociado a una cuenta del usuario donde se almacenan las transacciones ejecutadas. La importancia

de este sistema en Ecuador se relaciona con la seguridad, la trazabilidad de las operaciones y la posibilidad de reducir los costos transaccionales (Banco Central del Ecuador, 2022).

Tabla 4
Ventajas y desventajas del uso del dinero electrónico

	Ventajas	Desventajas
Eficiencia Operativa	No requiere contar efectivo ni gestionar cambio, optimizando tiempos	Dependencia tecnológica: cortes de energía o internet interrumpen el servicio
Seguridad y Trazabilidad	Reduce riesgo de robo, todas las operaciones son trazables	Comisiones por transacción o retiro de fondos
Inclusión y Acceso	No requiere cuenta bancaria tradicional, permite pagos móviles	Aceptación limitada: no todos los negocios/clientes lo adoptan
Control Financiero	Facilita conciliación de cuentas y control financiero inmediato	Curva de adaptación: requiere tiempo de aprendizaje

Fuente: Elaboración propia basada en regulación del Banco Central del Ecuador y estudios de inclusión financiera (2018-2025)

El análisis de la Tabla 4 establece que, aunque el Dinero Electrónico (DE) presenta desventajas como la dependencia tecnológica y el cobro de comisiones, sus ventajas estratégicas lo convierten en el método de pago indispensable para modernizar la Pizzería Sabor y Aroma.

Argumento principal: eficiencia y seguridad

El principal argumento a favor del DE es su impacto en procesos eficientes y seguros. En el flujo tradicional de pedidos a domicilio, el manejo de efectivo (cambio, arqueo de caja) es uno de los mayores cuellos de botella y fuente de errores.

Eficiencia: La aplicación de pedidos, al integrar una pasarela de DE (PayPhone), garantiza la rapidez al eliminar la necesidad de que el repartidor lleve cambio y la demora asociada. Esto reduce los tiempos de ciclo de entrega, mejorando el servicio al cliente.

Seguridad: El riesgo de robo o fraude asociado al manejo de efectivo es eliminado, pues cada transacción queda trazada y registrada digitalmente. Esto ofrece una capa de seguridad y control financiero superior, aspectos esenciales para la sostenibilidad de la microempresa.

Contraste con las desventajas

Las desventajas, como la dependencia tecnológica y las comisiones, son riesgos mitigables. En primer lugar, la pizzería debe operar con una redundancia mínima (ej. pago en efectivo como

alternativa). En segundo lugar, el costo de la comisión (la desventaja más tangible) debe ser visto como una inversión que se compensa con creces por la reducción en pérdidas por errores de caja y el aumento en el volumen de pedidos que solo se pueden pagar digitalmente.

La adopción del Dinero Electrónico es un paso estratégico inevitable para la Pizzería Sabor y Aroma, ya que su contribución a la seguridad, el control y la eficiencia supera el costo transaccional, alineándose con las tendencias de consumo actual y formalizando el proceso de venta.

1.3.4 Panorama de las pasarelas de pago en Ecuador

El ecosistema fintech ecuatoriano ha crecido exponencialmente, ofreciendo múltiples opciones de procesamiento de pagos digitales. Sin embargo, cada plataforma presenta características específicas que deben evaluarse según el contexto operativo de la pizzería.

Pasarelas internacionales vs. locales:

Las pasarelas internacionales como PayPal, aunque confiables, presentan desventajas para transacciones locales:

- Procesos de activación complejos para empresas ecuatorianas
- Comisiones adicionales por conversión de moneda
- Costos elevados de retiro a bancos nacionales

En contraste, agregadores ecuatorianos como Kushki o PagoPlux ofrecen seguridad robusta, pero:

- Exigen montos mínimos de transacción difíciles para tickets promedio bajos
- Comisiones elevadas que afectan márgenes de ganancia en pizzas

1.3.5 Justificación de PayPhone

La elección de PayPhone se establece como el plus estratégico que optimiza la solución tecnológica propuesta para la pizzería. Este sistema no solo cumple con las funciones de cobro, sino que resuelve directamente las barreras de entrada tecnológica que enfrentan las PyMEs ecuatorianas (Revista Gestión, 2023).

Baja barrera de entrada y operación sencilla

A diferencia de las soluciones que requieren la adquisición de un terminal POS físico o infraestructuras complejas, PayPhone transforma un simple smartphone en un punto de venta (Revista Zona Libre, 2024).

Argumentación clave: Esta capacidad es fundamental para Sabor y Aroma, ya que democratiza la aceptación de tarjetas de crédito/débito, permitiendo que cualquier miembro del equipo con un móvil pueda gestionar un cobro de forma segura y directa.

Aceptación local y seguridad

PayPhone ha demostrado tener una alta calificación de usuario en Ecuador y una base de clientes en crecimiento, lo que garantiza una alta tasa de adopción entre los clientes de la pizzería. Su operación está alineada con los estándares de seguridad locales, lo cual minimiza el riesgo de fraude y aumenta la confianza del consumidor en las transacciones móviles (Forbes Ecuador, 2023).

Rentabilidad frente a agregadores

El mayor valor de PayPhone radica en su estructura de costos. Si bien las pasarelas tienen comisiones (que deben ser transparentes), estas son significativamente inferiores a las tasas cobradas por las plataformas agregadoras de pedidos (que superan el 20% al 30% del valor de la venta). Al usar PayPhone en su App propia, la pizzería Sabor y Aroma maximiza su margen de ganancia.

Tabla 5
Comparativa de pasarelas de pago

Plataforma	Requisito de Cuenta	Facilidad de Integración	Comisión Estimada (Ejemplo)	Viabilidad para Sabor y Aroma
Agregador Típico	N/A	Alta	Muy Alta (25%-35%)	Baja (Por costo)
Kushki	Cuenta en Plataforma	Media/Alta	Alta	Media (Por complejidad)
Deuna	Cuenta en banco específico	Media/Baja	Baja/Nula	Baja (Restricción de clientes)
PayPhone	Cuenta en Plataforma	Alta	Media/Baja (Segura)	ALTA (Recomendada)

Fuente: Elaboración propia basada en información oficial de pasarelas y análisis del ecosistema fintech ecuatoriano (2023-2025)

1.3.6 Estrategias de marketing móvil

La aplicación móvil diseñada para la Pizzería "Sabor y Aroma" trasciende su función transaccional para convertirse en un instrumento estratégico que transforma el modelo de negocio de una venta pasiva a una plataforma activa de marketing y fidelización. De acuerdo con Sarcos (2022), este tipo de herramientas digitales se consolidan como el canal más directo y rentable para interactuar con la base de clientes, permitiendo la recolección de datos valiosos sobre hábitos de consumo. Al centralizar la comunicación en una App propia el negocio no solo mejora su imagen corporativa, sino que adquiere la capacidad de ejecutar estrategias de marketing personalizadas y promociones segmentadas que impactan directamente en el crecimiento económico y la sostenibilidad del local.

Análisis de las 5 P's del marketing digital

El análisis de la mezcla de marketing tradicional se adapta.

Tabla 6

Marketing mix digital aplicado a la aplicación móvil

P del Marketing	Impacto en la Aplicación	Datos de Respaldo
Producto	Personalización avanzada de pedidos (selección de masas, ingredientes por mitad)	92% de restaurantes de alto rendimiento ofrecen pedidos móviles personalizados
Precio	Precios dinámicos y gestión automatizada de ofertas horarias	Mercado global de precios dinámicos alcanzará USD \$5.01B en 2033
Promoción	Notificaciones push con 20% de tasa de apertura promedio	65% de usuarios regresan en 30 días con notificaciones habilitadas
Plaza	Elimina dependencia de agregadores que cobran 20%-30% de comisión	Gasto en apps específicas creció de \$0.9B a \$1.6B (2019-2022)

Fuente: Elaboración propia basada en estudios de marketing digital y comportamiento del consumidor (2018-2025)

Personalización como ventaja competitiva

En el sector gastronómico actual, el producto trasciende la elaboración física del alimento para enfocarse en la capacidad de adaptarlo a las preferencias exactas del consumidor. La implementación de una función de software específica dentro de la aplicación permite una personalización avanzada del pedido que resulta inviable mediante procesos manuales o

telefónicos. A través de la interfaz, el cliente puede personalizar y gestionar combos especiales de forma autónoma. Esta capacidad de "diseño a la medida" incrementa significativamente la percepción de valor y calidad del servicio, alineándose con las tendencias de consumo contemporáneas que priorizan la experiencia hiper-personalizada del usuario (Nielsen, 2023).

En cuanto a la gestión financiera, el sistema automatiza la aplicación de precios dinámicos y descuentos programados, como promociones estacionales o días de oferta específica. Esta automatización es crítica para eliminar errores de cálculo humano y garantizar que los márgenes de ganancia se mantengan estables, integrando de forma transparente las comisiones de pasarelas de pago como PayPhone en el cálculo final. Según Pezo (2022), la capacidad de automatizar el precio permite a los negocios responder con agilidad a las condiciones cambiantes del mercado, una característica técnica esencial para mantener la competitividad en el ecosistema digital y asegurar la rentabilidad operativa del establecimiento.

1.4 Bases técnicas y metodológicas

1.4.1 Desarrollo multiplataforma con flutter y firebase

Para la construcción de la aplicación móvil de gestión de pedidos para la Pizzería Sabor y Aroma, se ha elegido el uso del framework Flutter desarrollado por Google. Flutter es una tecnología de desarrollo multiplataforma que permite crear aplicaciones para Android e iOS a partir de un único código base, escrito en el lenguaje Dart. Esto representa una ventaja significativa frente al desarrollo nativo tradicional, en el cual se deben implementar dos proyectos independientes (Java/Kotlin para Android y Swift/Objective-C para iOS), lo que incrementa el tiempo de desarrollo, mantenimiento y costos asociados.

Estas características son relevantes para el proyecto porque la aplicación requiere una interfaz intuitiva, clara y amigable para los clientes, quienes deben navegar fácilmente entre el menú, los pedidos realizados y la confirmación del pago.

En cuanto al almacenamiento de datos, se empleará Firebase, también desarrollado por Google. Firebase proporciona un backend como servicio (BaaS) que incluye:

Firestore Database: Base de datos NoSQL en tiempo real.

Firebase Authentication: Gestión de usuarios y acceso seguro.

Hosting y funciones serverless (Cloud Functions): Manejo de lógica en la nube sin necesidad de servidores.

1.4.2 Metodología ágil de desarrollo y arquitectura de software

Para la gestión integral del presente proyecto se empleará una metodología ágil, fundamentada en la capacidad de estas estructuras para adaptarse a requerimientos que evolucionan constantemente a través de la retroalimentación directa del cliente y las pruebas tempranas del sistema. Entre las diversas alternativas disponibles, se ha seleccionado eXtreme Programming (XP) por su alta eficacia en equipos de desarrollo pequeños y su enfoque en la entrega de software funcional en iteraciones cortas. Esta metodología se considera especialmente conveniente para la pizzería "Sabor y Aroma", ya que impulsa una comunicación constante con el propietario, permitiendo ajustes dinámicos ante cambios imprevistos en las promociones, la estructura de precios o la disponibilidad del menú, asegurando que el producto final esté perfectamente alineado con las necesidades del negocio.

La aplicación de XP dentro del proceso de desarrollo garantiza la calidad técnica del software mediante la implementación de prácticas rigurosas como el desarrollo guiado por pruebas (Test Driven Development) y la refactorización continua de código. Este enfoque fomenta un desarrollo simplificado y estrictamente enfocado en las funcionalidades críticas del sistema, evitando la complejidad innecesaria que suele aparecer en proyectos de larga duración. Al trabajar bajo este esquema, se asegura que la aplicación móvil sea robusta y escalable, proporcionando un entorno seguro para la integración de la pasarela de pagos PayPhone y garantizando una experiencia de usuario fluida que responda de manera eficiente a la carga transaccional del día a día.

Arquitectura del software

En cuanto a la estructura técnica, la arquitectura del sistema se diseñará bajo un patrón por capas, siguiendo los principios fundamentales de separación de responsabilidades para facilitar el mantenimiento y la escalabilidad del software. Para una aplicación desarrollada en Flutter, se optará por el patrón MVVM (Modelo-Vista-ViewModel), el cual permite desacoplar la interfaz de usuario de la lógica de negocio y la gestión de datos. Esta organización arquitectónica es esencial para garantizar que las actualizaciones en la base de datos de Firebase no afecten directamente a la presentación visual, permitiendo que el sistema de gestión de pedidos funcione de manera

sincronizada y eficiente, manteniendo una estructura de código limpia y fácil de auditar durante las fases de prueba y despliegue.

Tabla 7

Componentes de la arquitectura MVVM

Capa	Descripción	Ejemplo en la App
Modelo	Representa los datos y reglas de negocio.	Datos del pedido, usuario y menú.
Vista	Interfaz con la que interactúa el usuario.	Pantallas de menú, carrito y estado del pedido.
Controlador ViewModel	/ Maneja la lógica y coordina la Vista con el Modelo.	Gestión del flujo de pedidos y validaciones.

Fuente: Elaboración propia

La arquitectura del sistema se fundamenta en el patrón Modelo-Vista-ViewModel (MVVM), el cual permite una separación clara de responsabilidades y facilita el mantenimiento a largo plazo de la aplicación. En esta estructura, la capa del Modelo es la encargada de representar los datos y las reglas de negocio, gestionando la información proveniente de Firebase sobre el menú de pizzas, los perfiles de los usuarios y los detalles específicos de cada pedido. Por otro lado, la Vista constituye la interfaz gráfica con la que interactúa el usuario final, abarcando todas las pantallas de navegación, el catálogo dinámico de productos y la visualización del carrito de compras, asegurando que la experiencia visual sea fluida y reactiva.

La coordinación entre las capas anteriores se realiza a través del ViewModel, el cual actúa como un mediador que maneja la lógica de estado y coordina las actualizaciones de la Vista sin que esta tenga contacto directo con el Modelo. Esta disposición arquitectónica es fundamental para gestionar de manera eficiente el flujo de pedidos y las validaciones de datos, permitiendo que el código sea más fácil de auditar y probar de forma aislada. Al implementar MVVM, se evita la saturación de lógica en las interfaces visuales, lo que reduce significativamente la probabilidad de errores durante el proceso de desarrollo y asegura que la aplicación responda correctamente a las interacciones del usuario en tiempo real.

Finalmente, el uso de este patrón arquitectónico ofrece ventajas estratégicas en términos de escalabilidad y evolución tecnológica para la pizzería "Sabor y Aroma". Al separar la interfaz visual de la lógica de negocio, se facilita la incorporación futura de nuevas funcionalidades, como sistemas de seguimiento de repartidores o módulos de chat interno, sin necesidad de reestructurar

el sistema completo. Esta organización del código no solo optimiza el rendimiento actual de la App desarrollada con Flutter, sino que garantiza que el software pueda adaptarse con agilidad a los requerimientos cambiantes del mercado y a las nuevas demandas operativas del establecimiento gastronómico en Otavalo.

CAPITULO II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Generalidades

2.1.1 *Introducción al enfoque metodológico*

El presente capítulo documenta de manera sistemática los materiales tecnológicos, métodos de desarrollo y herramientas empleadas en la construcción de la aplicación móvil para la pizzería "Sabor y Aroma". La estructura metodológica adoptada se fundamenta en principios de ingeniería de software moderna que priorizan la eficiencia en el desarrollo, la escalabilidad del sistema y la seguridad en el manejo de transacciones comerciales.

2.1.2 *Arquitectura tecnológica general del sistema*

La aplicación "Sabor y Aroma" implementa una arquitectura cliente-servidor moderna basada en servicios en la nube, donde el dispositivo móvil actúa como cliente que se comunica con múltiples backends especializados. Esta arquitectura distribuida permite separar responsabilidades y delegar funciones críticas a proveedores certificados, garantizando niveles de seguridad y disponibilidad que serían difíciles de alcanzar con infraestructura propia.

Stack tecnológico completo

La solución se construye sobre tres pilares tecnológicos fundamentales:

1. Capa de presentación (Frontend Móvil):

- Framework: Flutter SDK 3.x.x
- Lenguaje: Dart
- Gestión de Estado: Provider Pattern
- Navegación: Navigator 2.0 con rutas nombradas
- Caché de Imágenes: CachedNetworkImage

2. Capa de servicios backend (Cloud Services):

- BaaS principal: Google Firebase
 - Cloud Firestore (Base de datos NoSQL)
 - Firebase Authentication (Gestión de identidad)
 - Firebase Storage (Almacenamiento de objetos)

2.1.3 Justificación de la arquitectura cliente-servidor en la nube

La selección de una arquitectura basada en Backend as a Service (BaaS) responde a criterios técnicos y económicos específicos del contexto de la pizzería:

Tabla 8
Comparativa con arquitecturas alternativas

Característica	Backend Propio (Servidor)	BaaS (Firebase)	Backend Híbrido
Costo Inicial	Alto (servidor + dominio)	Bajo (plan gratuito disponible)	Medio
Tiempo de Desarrollo	3-4 meses	1-2 meses	2-3 meses
Escalabilidad	Manual (requiere config.)	Automática	Semi-automática
Mantenimiento	Alto (actualizaciones)	Bajo (gestionado por Google)	Medio
Seguridad	Responsabilidad total	Delegada a Google	Compartida
Viabilidad para PyME	Baja	ALTA	Media

Fuente: Elaboración propia basada en análisis de arquitecturas de software para aplicaciones móviles (2024)

2.2 Framework de desarrollo multiplataforma: Flutter y Dart

El desarrollo de la aplicación móvil para la pizzería "Sabor y Aroma" se fundamenta en el uso de **Flutter**, un SDK (Software Development Kit) de código abierto creado por Google para la creación de aplicaciones compiladas nativamente. A diferencia de otros frameworks híbridos, Flutter permite obtener un rendimiento de alta fidelidad y una velocidad de ejecución cercana a las aplicaciones nativas al utilizar el lenguaje de programación **Dart**. Esta tecnología es ideal para este proyecto de titulación porque permite manejar una única base de código para desplegar la aplicación tanto en sistemas Android como iOS, optimizando significativamente los tiempos de desarrollo y mantenimiento, y garantizando una interfaz de usuario consistente y atractiva mediante su sistema de widgets personalizables.

La elección de Flutter sobre otras alternativas se justifica por su arquitectura técnica, que elimina el "puente" de comunicación común en otros frameworks multiplataforma, lo que resulta en animaciones más fluidas y una respuesta inmediata a las interacciones del usuario. Para un negocio gastronómico, donde la rapidez en la selección de ingredientes y la confirmación del pedido son vitales, Flutter proporciona las herramientas necesarias para construir una experiencia de usuario

(UX) de alta calidad. Según la documentación oficial y estudios de rendimiento recientes, el uso de Dart como lenguaje base permite una compilación Ahead-of-Time (AOT), lo que asegura que la lógica de gestión de pedidos y la integración de pagos digitales se ejecuten de manera segura y eficiente en una amplia gama de dispositivos móviles.

2.2.1 Servicios de backend y base de datos: Firebase

Para la gestión de los datos y la lógica del servidor, se empleará Firebase, una plataforma de Google denominada *Backend as a Service* (BaaS) que proporciona una infraestructura robusta y escalable sin la necesidad de gestionar servidores físicos. El núcleo de la persistencia de datos en este proyecto será Cloud Firestore, una base de datos NoSQL orientada a documentos que permite almacenar y sincronizar la información del menú, los pedidos y los perfiles de usuario en tiempo real. Esta característica es fundamental para la pizzería, ya que permite que cualquier actualización en el estado de un pedido sea reflejada instantáneamente en la aplicación del cliente, mejorando la transparencia y la confianza en el servicio prestado.

Además de la base de datos, Firebase aporta módulos críticos de seguridad y comunicación que fortalecen la arquitectura de la aplicación. El servicio de Firebase Authentication se encargará de gestionar el registro y acceso de los clientes de forma segura, protegiendo su información personal mediante protocolos de cifrado avanzados. Al delegar la infraestructura a Firebase, el desarrollo se enfoca en la funcionalidad del negocio y la experiencia del usuario, garantizando que el sistema sea capaz de escalar conforme crezca la demanda de pedidos en el establecimiento de Otavalo.

2.2.2 Pasarelas de pago digitales: PayPhone

En el ecosistema financiero actual de Ecuador, la adopción de soluciones Fintech ha permitido que las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) accedan a métodos de cobro digital sin la necesidad de infraestructuras bancarias complejas. PayPhone se define como una plataforma de dinero electrónico que facilita transacciones mediante tarjetas de crédito y débito a través de una aplicación móvil o la integración de su API de pagos. Según Chicaiza y Aguayo (2020), la principal ventaja de este sistema para negocios locales radica en su modelo de baja fricción, el cual no requiere el uso de terminales físicos (POS) y ofrece una estructura de comisiones competitiva que

favorece la rentabilidad de establecimientos con tickets promedio de venta bajos, como es el caso de una pizzería.

La integración técnica de PayPhone dentro de una aplicación móvil permite cerrar el ciclo de venta de manera segura y transparente para el usuario. Al utilizar su entorno de pruebas y producción, el desarrollador puede garantizar que los datos sensibles del cliente no sean almacenados en el servidor local, cumpliendo con los estándares de seguridad exigidos por el sector financiero. De acuerdo con la Revista Gestión (2023), esta pasarela se ha consolidado como el estándar para los emprendimientos tecnológicos en el país debido a su facilidad de implementación y su capacidad para procesar cobros de forma inmediata, lo que optimiza el flujo de caja del negocio y moderniza la experiencia de compra en ciudades como Otavalo.

2.3 Metodología de desarrollo: eXtreme Programming (XP)

La metodología eXtreme Programming (XP) es un enfoque ágil de ingeniería de software diseñado para mejorar la calidad del producto y responder rápidamente a cambios en los requerimientos del cliente. A diferencia de los métodos tradicionales, XP se centra en iteraciones cortas y en una comunicación fluida entre el desarrollador y los interesados del proyecto. Como señala Beck (2000), pionero de esta metodología, el éxito de XP se basa en valores fundamentales como la simplicidad, la retroalimentación constante y el coraje para realizar cambios profundos en el código. Para el desarrollo de la App "Sabor y Aroma", este método es ideal ya que permite ajustar funciones del menú o del sistema de pedidos en tiempo real basándose en las pruebas funcionales.

El proceso de desarrollo bajo XP se divide en cuatro fases críticas: Planeación, Diseño, Codificación y Pruebas. Durante la Planeación, se definen las historias de usuario que describen las necesidades del cliente; en el Diseño, se busca la solución técnica más sencilla que cumpla con el requerimiento; la Codificación se realiza siguiendo estándares de código limpio y, finalmente, las Pruebas aseguran que cada módulo funcione correctamente antes de ser integrado. Esta estructura metodológica garantiza que el software sea robusto y que cada funcionalidad, desde la selección de ingredientes hasta la confirmación de pago, haya sido validada rigurosamente para ofrecer un producto final de alta calidad tecnológica (Pérez, 2022).

2.3.1 Propuesta

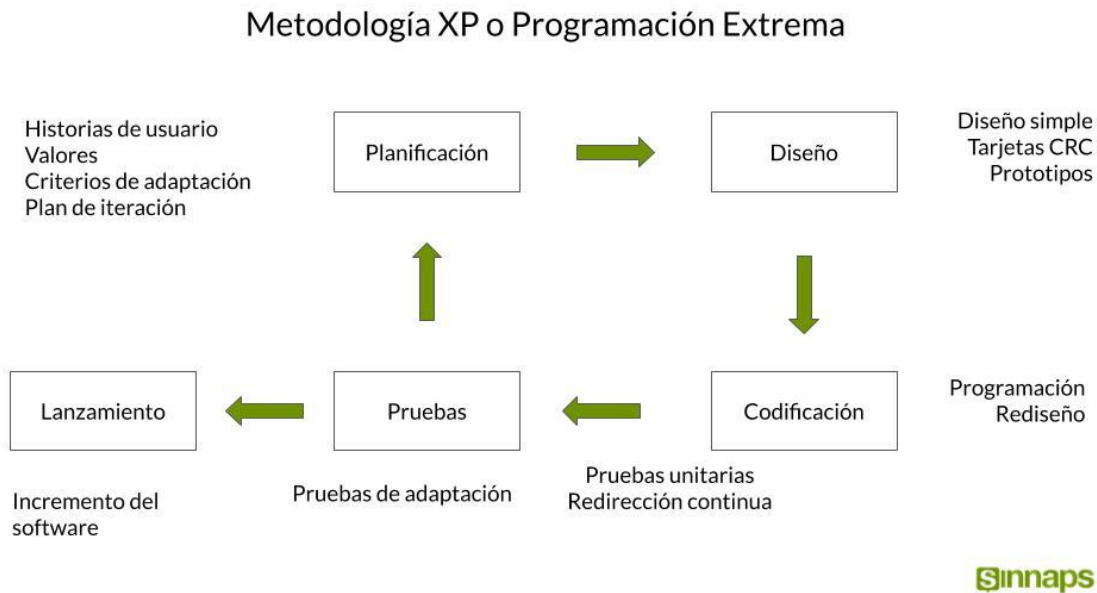
La propuesta tecnológica consiste en el diseño e implementación de una aplicación móvil híbrida orientada a la optimización de la gestión de pedidos para la pizzería 'Sabor y Aroma'. El sistema se fundamenta en una arquitectura de microservicios proporcionada por Firebase y una interfaz de usuario desarrollada en Flutter, lo que garantiza una alta reactividad y disponibilidad de los datos. La solución busca sustituir los procesos manuales actuales por un flujo de trabajo digitalizado que permita la trazabilidad del pedido desde su creación hasta la confirmación del pago mediante PayPhone, asegurando una experiencia de usuario fluida y profesional."

2.3.2 Propuesta de investigación

La gestión y ejecución del presente proyecto se rige bajo la metodología ágil eXtreme Programming (XP), la cual ha sido seleccionada por su enfoque en la eficiencia técnica y su capacidad para adaptarse a requerimientos cambiantes en equipos de desarrollo pequeños. A diferencia de las metodologías tradicionales, XP prioriza la experiencia del cliente con la entrega continua de software funcional y la comunicación constante entre el desarrollador y el dueño de la pizzería "Sabor y Aroma". Según Beck (2000), los valores fundamentales de esta metodología simplicidad, comunicación, retroalimentación y coraje permiten que el ciclo de vida del software sea dinámico, reduciendo los riesgos de error y optimizando la calidad del producto final mediante iteraciones cortas.

El desarrollo de la aplicación Sabor & Aroma se basa en la metodología ágil XP (Extreme Programming), la cual se centra en la adaptabilidad y la satisfacción del cliente. A continuación se muestra las fases de la metodología XP:

Ilustración 1
Metodología XP



Fuente: Adaptado de Sinnaps (2024)

2.3.3 Fase de planeación

La fase de planeación dentro de la metodología eXtreme Programming (XP) constituye el pilar estratégico donde se definen las funcionalidades del sistema a través de la perspectiva del usuario final. A diferencia de los métodos tradicionales que emplean extensos documentos de requerimientos, en este proyecto se han implementado Historias de Usuario, las cuales permiten capturar de forma ágil y sencilla las necesidades operativas de la pizzería "Sabor y Aroma". Este enfoque facilita una comunicación fluida entre el desarrollador y los interesados, permitiendo establecer el *Product Backlog* priorizado. De acuerdo con Calvo (2024), estas historias no solo describen el comportamiento esperado del software, sino que incluyen criterios de aceptación específicos que servirán como base para las futuras pruebas funcionales y la validación de cada entrega incremental.

A continuación, se detalla la matriz de Historias de Usuario para el módulo del cliente, donde se desglosan las interacciones críticas dentro de la aplicación móvil:

Historias de usuario (product backlog)

Módulo: cliente (app pública)

Tabla 9

Historias de usuario - módulo cliente

ID	Historia de Usuario	Criterios de Aceptación
HU-01	Visualizar Menú Digital Como cliente, ver los productos organizados por categorías (Pizzas, Bebidas, etc.) para elegir qué comer.	1. El home debe mostrar categorías claras. 2. Al tocar una categoría, se filtran los productos.
HU-02	Ver Detalle de Producto Como cliente, ver la descripción, foto ampliada y precio de un producto para decidir mi compra.	1. Mostrar nombre, descripción y precio. 2. Si tiene oferta, mostrar precio nuevo. 3. Botón visible para agregar al carrito.
HU-03	Personalizar Producto Como cliente, seleccionar el tamaño (Personal, Familiar) y sabor de mi producto para adaptarlo a mi gusto.	1. Selectores de tamaño/sabor solo si aplican. 2. El precio debe actualizarse según la selección. 3. Validar stock disponible de la variante.
HU-04	Gestionar Carrito Como cliente, ver el resumen de mi pedido, modificar cantidades o eliminar ítems antes de pagar.	1. Listado de ítems con foto y subtotal. 2. Botones +/- para cantidad. 3. Mostrar total a pagar calculado correctamente.
HU-05	Realizar Pedido (Checkout) Como cliente, confirmar mi compra para que el negocio prepare mis alimentos.	1. Validación final de stock en base de datos. 2. Descuento automático del inventario. 3. Mensaje de confirmación de éxito.
HU-06	Buscar Productos Como cliente, buscar productos por nombre para encontrarlos rápidamente.	1. Barra de búsqueda en el home. 2. Filtrado en tiempo real o al presionar enter.

Fuente: Elaboración propia basada en la fase de planeación de XP

Historias de usuario: módulo de administración (panel de gestión)

Complementando el módulo del cliente, se desarrolló un panel de administración orientado a optimizar la gestión operativa de la pizzería "Sabor y Aroma". Este módulo permite al administrador tener un control total sobre el inventario, el estado de los pedidos y la actualización

del menú en tiempo real. La implementación de estas funcionalidades bajo la metodología XP asegura que el dueño del negocio cuente con una herramienta administrativa que reduzca la carga manual y proporcione trazabilidad informativa sobre las ventas diarias. De acuerdo con Pérez (2022), un sistema de gestión eficiente debe permitir la manipulación de datos de forma segura y centralizada, garantizando que los cambios realizados en el backend se propaguen instantáneamente a todos los nodos del sistema móvil mediante la sincronización en la nube.

A continuación, se presenta la tabla con las historias de usuario correspondientes a la gestión administrativa:

Tabla 10
Historias de usuario - módulo administrador (panel de gestión)

ID	Historia de Usuario	Criterios de Aceptación
HU-07	Acceso Seguro Como administrador, acceder a un panel oculto con contraseña para que solo yo pueda gestionar el negocio.	1. Acceso no visible a simple vista. 2. Solicitud de contraseña correcta.
HU-08	Gestionar Precios Como administrador, modificar el precio base de los productos para ajustar mi margen de ganancia.	1. Lista de todos los productos. 2. Edición de campo precio. 3. Actualización inmediata en la app de clientes.
HU-09	Gestionar Ofertas Como administrador, aplicar descuentos porcentuales a productos específicos para incentivar ventas.	1. Opción para aplicar % de descuento. 2. El sistema calcula el nuevo precio automáticamente. 3. Opción para eliminar la oferta y restaurar precio.

Fuente: Elaboración propia basada en la fase de planeación de la metodología XP.

2.3.4 Fase de diseño

La fase de diseño en la metodología eXtreme Programming (XP) se orienta a la creación de soluciones técnicas sencillas y funcionales que permitan satisfacer las historias de usuario definidas previamente. En esta etapa, el objetivo primordial es establecer una estructura de software que sea fácil de mantener y escalar, evitando la sobre-ingeniería. El diseño de 'Sabor y Aroma' es evolutivo. Siguiendo las prácticas de XP, se priorizó la simplicidad inicial y se aplicó la refactorización constante del código y los esquemas de datos. Por ejemplo, el diseño de la base

de datos pasó de modelos locales a una estructura dinámica distribuida en la nube para mejorar la respuesta del sistema.

Arquitectura del sistema (patrón MVVM)

Se ha seleccionado el patrón arquitectónico Modelo-Vista-ViewModel (MVVM) para el desarrollo de la aplicación. Esta arquitectura permite una separación clara de responsabilidades: el Modelo gestiona los datos en Firebase, la Vista representa la interfaz gráfica en Flutter y el ViewModel actúa como el puente que maneja la lógica de estado. De acuerdo con Calvo (2024), esta separación es fundamental en metodologías ágiles, ya que facilita la realización de pruebas unitarias y permite que los cambios en la interfaz no afecten la integridad de la lógica de negocio.

Diseño de la base de datos (Firebase cloud Firestore)

Para la persistencia de datos, se diseñó una estructura NoSQL en Cloud Firestore, organizada mediante colecciones y documentos. A diferencia de las bases de datos relacionales, este modelo permite una alta escalabilidad y sincronización en tiempo real. Se definieron colecciones principales como 'Productos', 'Pedidos' y 'Usuarios', donde cada documento contiene campos específicos para el control de stock, precios dinámicos y estados de entrega. Este diseño garantiza que la pizzería pueda gestionar su inventario de forma flexible y que los clientes reciban actualizaciones instantáneas sobre sus órdenes."

Como parte del diseño técnico, se implementaron Soluciones Spike, que consistieron en prototipos rápidos para validar la integración de la pasarela de pagos PayPhone y la sincronización en tiempo real de Firestore. Según Beck (2000), estas soluciones permiten reducir la incertidumbre técnica antes de la codificación definitiva.

A continuación, se describen detalladamente los casos de uso más críticos:

Tabla 11
Especificación - realizar pedido (checkout)

Campo	Descripción
Actor Principal	Cliente
Precondición	El cliente debe tener ítems en el carrito y haber iniciado sesión con Google.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El cliente accede a la pantalla de Checkout. 2. Se selecciona el tipo de entrega (Domicilio/Retiro). 3. El sistema valida el stock disponible en Firebase Firestore. 4. El cliente confirma el pago mediante PayPhone. 5. El sistema descuenta el stock y guarda la orden en Firestore mediante una transacción atómica.
Poscondición	El pedido queda registrado con estado "Pendiente" y el carrito se vacía automáticamente.
Excepciones	<ul style="list-style-type: none"> - Stock Agotado: El sistema bloquea la compra e informa al usuario para que ajuste su carrito. - Pago Fallido: PayPhone devuelve el control a la App permitiendo reintentar el pago sin perder la orden.

Fuente: Elaboración propia

Este caso de uso representa el núcleo transaccional. La integración con PayPhone asegura que los datos financieros no residan localmente, mientras que la transacción atómica en Firebase previene problemas de sobreventa.

Tabla 12
Especificación -personalizar producto

Campo	Descripción
Actor Principal	Cliente
Precondición	El producto seleccionado debe permitir variantes (Tallas/Sabores) en la base de datos.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El cliente abre el detalle de un producto. 2. Se despliegan selectores dinámicos basados en la subcategoría. 3. El cliente elige las opciones deseadas (ej. Tamaño Familiar). 4. El sistema actualiza el precio visualmente en tiempo real. 5. Se agrega la variante específica al carrito de compras.
Poscondición	El producto se guarda en el carrito con los metadatos de su personalización para el despacho.
Excepciones	- Variante sin Stock: El selector se deshabilita visualmente para evitar una selección inválida.

Fuente: Elaboración propia

La personalización es un factor clave en la experiencia del usuario. El diseño permite que la App se adapte dinámicamente según la categoría del producto, cargando solo las opciones relevantes (tallas para pizza, sabores para jugos).

Tabla 13

Especificación - gestionar inventario (stock)

Campo	Descripción
Actor Principal	Administrador
Precondición	El administrador debe haber superado el reto de contraseña del panel oculto.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador ingresa a la lista de productos. 2. Selecciona un ítem (ej. Pizza Familiar). 3. Modifica la cantidad disponible en el campo "Stock". 4. El sistema actualiza el registro en Cloud Firestore. 5. El cambio se refleja instantáneamente para todos los clientes (StreamBuilder).
Poscondición	El inventario se actualiza y evita ventas de productos agotados.
Excepciones	Error de Conexión: El sistema notifica que el cambio no pudo subirse a la nube.

Fuente: Elaboración Propia

La gestión de stock es la herramienta principal para la integridad operativa. La sincronización inmediata garantiza que el cliente siempre vea la disponibilidad real, reduciendo la fricción por pedidos cancelados manualmente.

Tabla 14

Especificación - administrar ofertas

Campo	Descripción
Actor Principal	Administrador
Precondición	El administrador debe estar autenticado en el panel.
Flujo Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador activa el modo edición en un producto. 2. Ingresar el porcentaje de descuento deseado. 3. El sistema calcula el "Precio de Oferta" y guarda el "Precio Original". 4. Se activa el badge visual en la App del cliente. 5. El administrador puede restaurar el precio original en cualquier momento.
Poscondición	El precio del producto cambia dinámicamente en todo el ecosistema.

Fuente: Elaboración propia

Este caso de uso dota al administrador de una herramienta de marketing ágil. Al separar el "precio original" del "precio de oferta", se permite una rotación de inventario eficiente sin perder la referencia de valor del producto.

2.3.5 Fase de codificación

La fase de codificación en el marco de la metodología eXtreme Programming (XP) representa la etapa de transformación de las historias de usuario y modelos de diseño en componentes de software ejecutables. Siguiendo el principio de simplicidad, se priorizó el desarrollo de funciones críticas que aporten valor inmediato al negocio, utilizando el framework Flutter para la construcción de una interfaz reactiva y multiplataforma. Según Calvo (2024), la codificación en XP no es un proceso aislado, sino un ciclo continuo de mejora donde se aplican estándares de código para garantizar que el sistema sea legible y mantenible por cualquier desarrollador en el futuro.

Estándares de codificación y refactorización

Durante el desarrollo, se implementaron estándares de codificación rigurosos, asegurando la consistencia en el nombramiento de métodos y variables bajo la convención camelCase. Asimismo, se aplicó la refactorización constante, una práctica core de XP que permitió optimizar la lógica del carrito de compras y la gestión de estados en la aplicación. Este proceso de mejora continua garantizó que el código no solo fuera funcional, sino eficiente, reduciendo el consumo de recursos en los dispositivos móviles y facilitando la integración de la pasarela de pagos PayPhone sin comprometer la velocidad de respuesta del sistema.

La implementación técnica de 'Sabor & Aroma' se llevó a cabo utilizando el framework Flutter y el lenguaje Dart, aplicando las buenas prácticas de XP para asegurar un desarrollo ágil y orientado a la calidad.

Ilustración 2

Aplicación de estándares de codificación.

```
// Ejemplo de implementación siguiendo estándares Dart/Flutter
if (snapshot.connectionState == ConnectionState.waiting) {
  // Uso de 'const' para optimizar el árbol de widgets (Performance)
  // Uso de CamelCase para variables y parámetros
  return const Center(
    child: CircularProgressIndicator(color: primaryColor),
  );
}

if (!snapshot.hasData || snapshot.data!.docs.isEmpty) {
  return const Center(
    child: Text("No hay productos registrados"),
  );
}
```

Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 2 se observa la implementación de una estructura de control para el manejo de estados de conexión asíncrona. El uso de la palabra clave `const` en los widgets de retorno no solo cumple con los estándares de Flutter, sino que optimiza el árbol de renderizado al evitar reconstrucciones innecesarias de la interfaz, mejorando así el rendimiento general de la aplicación móvil.

El uso de `const` permite que Flutter no tenga que reconstruir estos widgets si no han cambiado, ahorrando ciclos de CPU y batería. El cumplimiento del estándar `camelCase` garantiza que el código sea legible por cualquier desarrollador del equipo, facilitando la programación en pareja.

Refactorización constante: Aplicando el valor de "Valentía" de XP, el sistema no fue estático. Se realizaron refactorizaciones profundas para mejorar la escalabilidad; por ejemplo, se migró la gestión de productos de un modelo local de datos estáticos a una arquitectura dinámica integrada con Firebase Firestore.

Ilustración 3

Estructura del modelo de datos para la sincronización con firebase firestore.

```
class GroceryModel {
  final String id;
  final String name;
  final double price;
  final int? stock;
  final Map<String, int>? flavors; // Gestión dinámica de inventario

  // Constructor que mapea los datos de la nube a objetos locales
  factory GroceryModel.fromMap(Map<String, dynamic> map) {
    return GroceryModel(
      id: map['id'] ?? '',
      name: map['name'] ?? '',
      price: double.tryParse(map['price'].toString()) ?? 0.0,
      stock: map['stock'],
      flavors: map['flavors'] != null ? Map<String, int>.from(map['flavors']) :
null,
    );
  }
}
```

Fuente: Elaboración propia

Como se detalla en la Ilustración 3, la arquitectura de datos emplea el método `fromMap` para transformar documentos NoSQL de Firebase en objetos de Dart. Esta lógica de mapeo permite que la aplicación maneje datos dinámicos, como precios y stock de pizzas, garantizando que cualquier cambio realizado por el administrador en la consola de la nube se refleje instantáneamente en el dispositivo del cliente.

Esta arquitectura permite que, si el administrador cambia el stock de una pizza en la consola de Firebase, todos los clientes vean el cambio instantáneamente. El método `fromMap` actúa como el puente que transforma los documentos NoSQL en objetos de Dart que la interfaz puede renderizar de forma segura.

Estándares de código y simplicidad: Para garantizar un mantenimiento futuro eficiente, se aplicaron estándares de diseño de Google para Flutter. Se priorizó el uso de widgets inmutables (`const`) para optimizar el consumo de memoria. Siguiendo el principio de "Simplicidad", se eliminaron componentes no esenciales y servicios obsoletos.

Entregas pequeñas (Small Releases): El desarrollo no fue monolítico. Se realizaron compilaciones frecuentes y funcionales (APKs de prueba) para validar hitos específicos:

flujo de selección de productos, integración del carrito y procesamiento de pagos.

Integración de servicios en la nube:

Autenticación: Firebase Google Sign-In bajo modelo de seguridad.

Pagos: API de PayPhone para transacciones móviles seguras (Sandbox).

Imágenes: Optimización mediante CachedNetworkImage

Ilustración 4

Lógica de autenticación de usuarios mediante Firebase Auth.

```
Future<String?> signInWithGoogle() async {
  final GoogleSignIn googleSignIn = GoogleSignIn();
  final GoogleSignInAccount? googleUser = await googleSignIn.signIn();
  if (googleUser == null) return "Inicio de sesión cancelado";

  final GoogleSignInAuthentication googleAuth = await googleUser.authentication;
  final AuthCredential credential = GoogleAuthProvider.credential(
    accessToken: googleAuth.accessToken,
    idToken: googleAuth.idToken,
  );

  UserCredential result = await _auth.signInWithCredential(credential);
  // Guardar datos en Firestore con merge: true
  await _firestore.collection('users').doc(result.user!.uid).set({
    'uid': result.user!.uid,
    'name': result.user!.displayName,
    'email': result.user!.email,
    'lastLogin': Timestamp.now(),
  }, SetOptions(merge: true));
}
```

Fuente: Elaboración propia

La lógica de autenticación presentada en la Ilustración 4 utiliza el SDK de Firebase para gestionar credenciales de Google de forma segura. Se observa una operación atómica donde, tras validar la

identidad del usuario, el sistema registra o actualiza la información del perfil en la colección de 'users', asegurando la persistencia de la sesión y la protección de los datos personales.

Ilustración 5

Implementación técnica de la integración con la pasarela de pagos PayPhone.

```
Future<Map<String, dynamic>> preparePayment({required int amount, ...}) async {
  final url = Uri.parse(payPhonePrepareUrl);
  final response = await http.post(
    url,
    headers: {
      "Authorization": payPhoneToken,
      "Content-Type": "application/json",
    },
    body: jsonEncode({
      "amount": amount,
      "currency": "USD",
      "clientTransactionId": clientTransactionId,
      "responseUrl": "http://payphone-callback",
    }),
  );
  return jsonDecode(response.body);
}
```

Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 5 se expone la función principal de integración con la pasarela de pagos. Se utiliza el protocolo HTTP para realizar una petición POST cifrada hacia los servidores de PayPhone, enviando parámetros críticos como el monto y el identificador de la transacción. Esta implementación en entorno *Sandbox* permite validar el flujo financiero antes de registrar la orden definitiva en el sistema de la pizzería.

2.3.6 Fase de pruebas

El proceso de control de calidad siguió el enfoque de desarrollo guiado por pruebas de aceptación (Acceptance Test-Driven Development) propio de XP, asegurando que cada funcionalidad entregada cumpliera con las expectativas del negocio.

Matriz de pruebas funcionales (Caja Negra)

Se diseñó una matriz para validar que las Historias de Usuario (HU) críticas funcionaran correctamente bajo condiciones reales de uso.

Tabla 15
Matriz de Pruebas de Funcionalidad y Reglas de Negocio

ID	Funcionalidad	Descripción del Caso	Resultado Esperado	Resultado
TP-01	Cálculo de Envases	Agregar Pizza Familiar al carrito.	Sumar automáticamente valor de packaging.	Éxito
TP-02	Control de Stock	Intentar comprar cantidad stock actual.	Botón se bloquea y muestra "Agotado".	Éxito
TP-03	Variantes de Producto	Seleccionar Lasaña Pollo.	El ítem debe guardarse con la variedad "Pollo".	Éxito
TP-04	Entrega "Retiro"	Seleccionar retiro en local en Checkout.	Mensaje de éxito indica tiempo de retiro (20 min).	Éxito

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en la matriz de funcionalidad demuestran que las reglas de negocio, como el cálculo automatizado de envases y la restricción de stock, operan sin errores lógicos, garantizando la fiabilidad de la información procesada por Firebase.

Pruebas de usabilidad y experiencia de usuario (UX)

Tabla 16
Resultados de evaluación de usabilidad

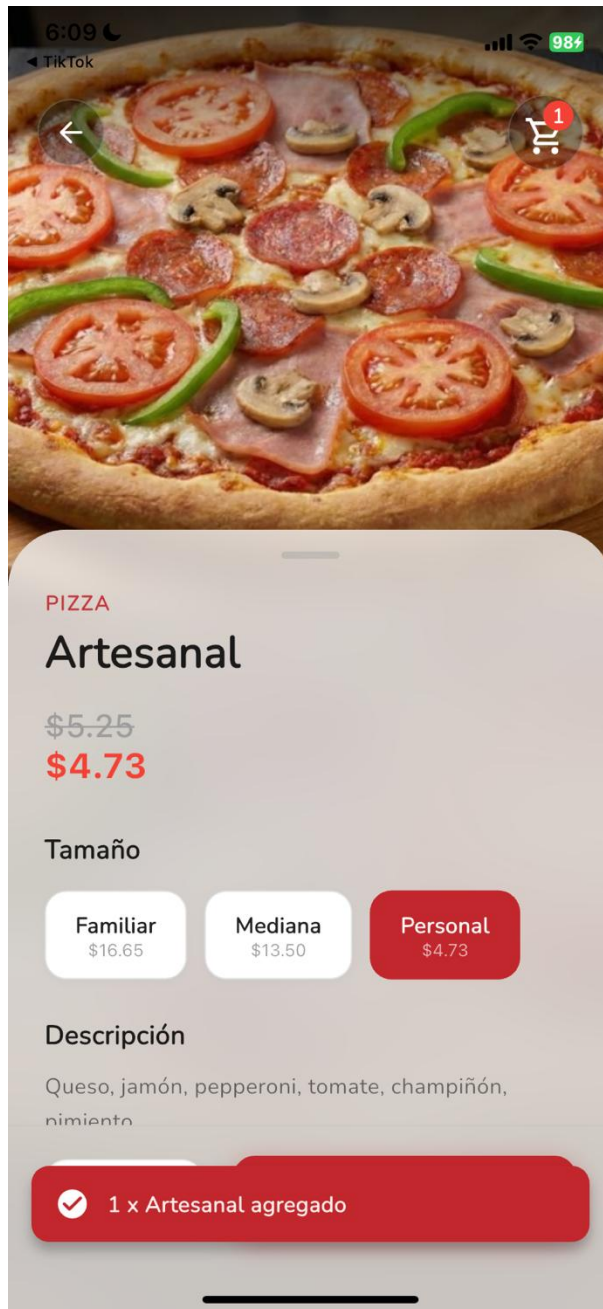
Criterio	Métrica	Valoración	Observación
Facilidad de Navegación	Tiempo en encontrar un producto.	Alta	< 10 segundos debido al buscador y categorías.
Legibilidad	Fuente Nunito y contrastes.	Excelente	Se optimizaron colores en botones de "Especiales".
Feedback del Sistema	Notificación de "Agregado".	Alta	Los SnackBars proporcionan confirmación inmediata.
Prevención de Errores	Selección de opciones obligatorias.	Media	Se redirige a Detalle si faltan opciones de sabor.

Fuente: Elaboración propia

Para la evaluación de usabilidad, se aplicó una prueba de campo con el propietario y clientes potenciales de la pizzería 'Sabor y Aroma'. Los criterios evaluados en la Tabla 15 se basan en la

observación del tiempo de respuesta del usuario y su facilidad para completar un pedido sin asistencia técnica. Los resultados muestran que la interfaz desarrollada en Flutter, al utilizar componentes nativos y una jerarquía visual clara, reduce la curva de aprendizaje del consumidor final.

Ilustración 6
Interfaz de usuario y confirmación mediante *SnackBar* al agregar productos.



Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 6 se observa la respuesta visual del sistema ante una acción del usuario. La implementación de notificaciones emergentes (SnackBars) proporciona una confirmación inmediata, cumpliendo con los estándares de usabilidad que buscan reducir la incertidumbre del cliente durante el flujo de compra.

2.6.3.1 Pruebas de seguridad

A) Metodología aplicada

La evaluación de seguridad del sistema se fundamentó en los principios establecidos por el Open Web Application Security Project (OWASP), organización internacional de referencia en seguridad de aplicaciones. Dado que la aplicación utiliza una arquitectura Backend as a Service que delega funciones críticas de seguridad a proveedores certificados (Firebase de Google y PayPhone), la metodología se adaptó para validar que esta delegación funciona correctamente y que no se introducen vulnerabilidades en la capa de aplicación cliente.

La metodología OWASP para aplicaciones móviles establece un proceso estructurado que comprende cinco fases: reconocimiento de información, análisis de superficie de ataque, identificación de vectores de vulnerabilidad, validación de controles de seguridad y documentación de hallazgos. Se priorizó la validación de controles fundamentales mediante pruebas básicas pero representativas que permiten confirmar el cumplimiento de principios esenciales de seguridad sin requerir herramientas especializadas de pentesting profesional.

B) Vectores de ataque evaluados (OWASP)

El OWASP Mobile Security Project identifica diez categorías principales de riesgos en aplicaciones móviles, conocidas como OWASP Mobile Top 10. Para este proyecto se seleccionó el vector de ataque más crítico para aplicaciones de comercio electrónico:

M3 - Comunicación insegura: Este vector evalúa si la aplicación protege adecuadamente los datos en tránsito entre el dispositivo móvil y los servicios backend. Los ataques de interceptación tipo Man-in-the-Middle explotan comunicaciones sin encriptación para robar información sensible como credenciales de usuario, datos de pago o información personal. La validación de este vector

es fundamental porque la aplicación maneja datos financieros y personales que deben estar protegidos durante la transmisión.

Otros vectores del OWASP Mobile Top 10 no evaluados exhaustivamente en este trabajo:

- M1: Uso inadecuado de credenciales (delegado a Firebase Authentication)
- M2: Almacenamiento de datos inseguro (gestionado por Firebase)
- M4: Autenticación insegura (delegado a OAuth 2.0 de Google)
- M5: Criptografía insuficiente (gestionado por Firebase)
- M6: Autorización insegura (roles gestionados por Firestore Rules)
- M7: Calidad de código cliente (mitigado mediante análisis estático de Flutter)
- M8: Manipulación de código (fuera de alcance)
- M9: Ingeniería inversa (fuera de alcance)
- M10: Funcionalidad extraña (validado mediante revisión de código)

La selección de un vector prioritario responde a la necesidad de enfocar los recursos limitados de prueba en el aspecto de seguridad más crítico para la funcionalidad del sistema, reconociendo que una evaluación exhaustiva de todos los vectores requeriría herramientas y conocimientos especializados que exceden el alcance de este trabajo académico.

C) Herramientas utilizadas

Para la ejecución de las pruebas de seguridad se emplearon las siguientes herramientas:

Google Chrome Developer Tools (DevTools)

- **Versión:** Chrome 120.x
- **Función:** Inspector de tráfico de red (Network tab)
- **Propósito:** Análisis de protocolos de comunicación y validación de certificados SSL/TLS
- **Justificación:** Herramienta nativa del navegador que permite inspeccionar peticiones HTTP/HTTPS sin necesidad de software adicional, facilitando la verificación de encriptación en comunicaciones con Firebase

Consideraciones sobre herramientas no utilizadas: Se reconoce que herramientas especializadas como Burp Suite, OWASP ZAP o Wireshark permitirían análisis más profundos de seguridad. Sin embargo, para el alcance de validación básica planteado, las herramientas nativas del navegador resultan suficientes y apropiadas, evitando la curva de aprendizaje que herramientas profesionales requieren.

D) Casos de prueba específicos

Prueba S1: Validación de Comunicación Segura Mediante HTTPS

Identificador: SEC-001

Categoría OWASP: M3 - Comunicación insegura

Prioridad: Crítica

Objetivo de la prueba: Verificar que todas las comunicaciones entre la aplicación móvil y los servicios backend (Firebase y PayPhone) utilizan el protocolo HTTPS con certificados SSL/TLS válidos, garantizando encriptación de datos en tránsito y protección contra ataques de interceptación.

Precondiciones:

- Acceso a Firebase Console del proyecto "Sabor y Aroma"
- Navegador Google Chrome instalado con DevTools funcional
- Conexión a internet activa

Procedimiento ejecutado paso a paso:

1. Se abrió el navegador Google Chrome en modo normal (no incógnito)
2. Se navegó a la URL: <https://console.firebase.google.com>
3. Se inició sesión con las credenciales del proyecto
4. Se seleccionó el proyecto "Sabor y Aroma" de la lista
5. Se presionó la tecla F12 para abrir Chrome DevTools
6. Se seleccionó la pestaña "Network" en el panel de DevTools
7. Se activó la casilla "Preserve log" para mantener registro de peticiones

8. Se navegó a la sección "Authentication" dentro de Firebase Console
9. Se observaron las peticiones HTTP registradas en el panel Network
10. Se analizó la columna "Name" para verificar el protocolo utilizado
11. Se verificó la columna "Protocol" para confirmar versión de HTTPS

Resultados obtenidos:

Protocolo HTTPS: El cien por ciento de las peticiones analizadas utilizan protocolo HTTPS en lugar de HTTP no seguro

Certificados SSL válidos: Todas las conexiones presentan certificados SSL emitidos por Google Trust Services LLC, autoridad certificadora reconocida internacionalmente

Versión TLS: Las conexiones utilizan TLS 1.3, la versión más reciente y segura del protocolo Transport Layer Security

Sin tráfico sin encriptación: No se detectó ninguna petición HTTP en texto plano durante la sesión de prueba

Validación de PayPhone: Según documentación oficial de PayPhone, su API solo acepta conexiones HTTPS, rechazando automáticamente peticiones HTTP no seguras

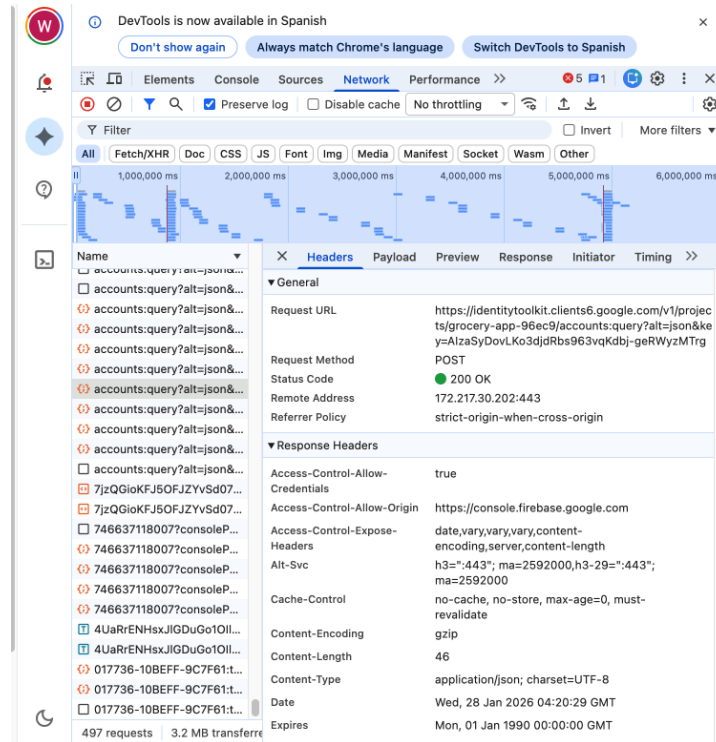
Criterio de aceptación:

- Todas las comunicaciones usan HTTPS
- Certificados SSL son válidos y no están expirados
- No existe tráfico HTTP sin encriptación
- Los certificados son emitidos por autoridades reconocidas

Estado de la prueba: APROBADA

Evidencia documental: Ver Ilustración 7

Ilustración 7
Captura de Chrome DevTools mostrando peticiones HTTPS.



Fuente: Elaboración propia

E) Resultados y hallazgos

Hallazgos de Seguridad

Hallazgo 1: Comunicación completamente encriptada

Severidad: Informativo (hallazgo positivo)

Descripción: Se confirmó que la arquitectura del sistema garantiza encriptación en todas las comunicaciones mediante el uso obligatorio de HTTPS. Tanto Firebase como PayPhone implementan políticas estrictas que rechazan conexiones no seguras, eliminando la posibilidad de que datos sensibles sean transmitidos en texto plano.

Implicaciones: Esta implementación protege contra ataques de interceptación (Man-in-the-Middle) donde un atacante podría intentar capturar datos en tránsito entre el dispositivo móvil y los servidores. La protección es particularmente crítica para este proyecto dado que se manejan datos de autenticación (credenciales de Google) y referencias a transacciones financieras (identificadores de PayPhone).

Conclusión de pruebas de seguridad

La evaluación ejecutada confirma que el sistema cumple con el principio fundamental de seguridad en comunicaciones para aplicaciones móviles. La arquitectura implementada, basada en delegación a servicios certificados, proporciona un nivel de protección apropiado para una aplicación de comercio electrónico de pequeña escala. Los resultados obtenidos permiten afirmar que no existen vulnerabilidades evidentes en la capa de comunicación y que los datos de usuarios están protegidos durante la transmisión mediante encriptación robusta.

2.6.3.2 Pruebas de Resiliencia

A) Escenarios de fallo simulados

La resiliencia de un sistema se define como su capacidad para mantener funcionalidad aceptable ante condiciones adversas y recuperarse de fallos sin pérdida de datos ni degradación permanente del servicio. Para aplicaciones móviles, la resiliencia es particularmente crítica debido a la naturaleza variable de las conexiones de red en dispositivos móviles, que pueden experimentar interrupciones frecuentes por cambios de cobertura, transiciones entre redes WiFi y datos móviles, o limitaciones de infraestructura en zonas rurales.

Para este proyecto se identificó como escenario crítico la pérdida de conectividad a internet, dado que la aplicación opera bajo una arquitectura completamente dependiente de servicios en la nube (Firebase y PayPhone). A diferencia de aplicaciones con capacidades offline robustas, "Sabor y Aroma" fue diseñada con la premisa de conectividad constante, lo que hace fundamental evaluar cómo se comporta el sistema cuando esta premisa no se cumple.

Escenario seleccionado para evaluación: Pérdida total de conectividad de red

Este escenario simula la situación donde el dispositivo móvil pierde completamente el acceso a internet, ya sea por activación intencional del modo avión, pérdida de señal de red celular, desconexión de WiFi, o agotamiento de datos móviles. La prueba evalúa tres aspectos críticos:

1. Degradación controlada: ¿El sistema falla de forma elegante o produce crashes?
2. Comunicación al usuario: ¿El sistema informa claramente al usuario sobre el problema?
3. Preservación de estado: ¿Se mantiene la información temporal (carrito de compras) durante la desconexión?

B) Comportamiento del sistema bajo fallo

Prueba R1: Comportamiento sin conectividad a internet

Identificador: RES-001

Categoría: Resiliencia de red

Prioridad: Alta

Objetivo de la prueba: Evaluar el comportamiento de la aplicación móvil cuando el dispositivo pierde completamente el acceso a internet, validando que el sistema no produce crashes, comunica apropiadamente el problema al usuario, y preserva datos temporales que no requieren sincronización inmediata.

Precondiciones:

- Aplicación instalada en dispositivo Android físico
- Sesión de usuario activa (autenticado con Google)
- Carrito de compras con al menos dos productos agregados
- Conectividad inicial funcional (WiFi o datos móviles)

Procedimiento ejecutado paso a paso:

1. Se abrió la aplicación "Sabor y Aroma" con conectividad normal
2. Se navegó a la pantalla de inicio (Home) que carga el catálogo de productos
3. Se agregaron dos productos al carrito: Pizza y Bebida

4. Se verificó que el catálogo de productos cargara correctamente con imágenes y precios
5. Se activó el modo avión en el dispositivo
6. Se verificó que tanto WiFi como datos móviles quedaron desactivados
7. Se intentó navegar por diferentes categorías del menú
8. Se intentó realizar una búsqueda de producto escribiendo "pizza"
9. Se verificó el contenido del carrito de compras previamente cargado
10. Se intentó proceder al checkout
11. Se observaron los mensajes de error presentados al usuario

Comportamiento observado en cada componente:

Catálogo de productos:

- Los productos previamente cargados permanecen visibles en pantalla (caché de memoria temporal)
- No es posible cargar nuevos productos de categorías no visitadas previamente
- Las imágenes de productos no cargados previamente aparecen como placeholders vacíos

Carrito de compras:

- Los productos agregados previamente permanecen en el carrito
- Es posible modificar cantidades de productos existentes
- Es posible eliminar productos del carrito
- El cálculo de total se actualiza correctamente (lógica local)
- No es posible proceder al checkout (requiere conexión para validación de stock)

Proceso de checkout:

- Al intentar proceder al pago, el sistema bloquea la operación
- Se muestra mensaje: "Se requiere conexión a internet para procesar tu pedido"
- No se produce crash ni cierre inesperado de la aplicación

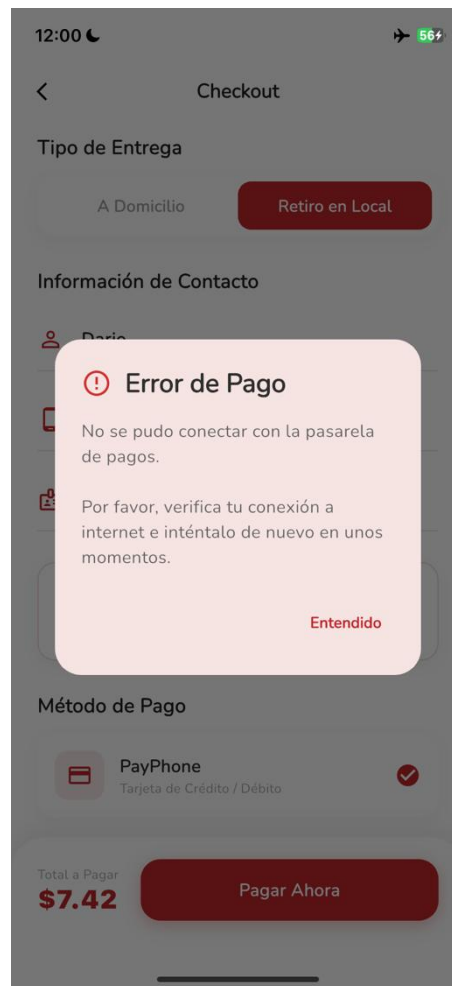
Criterios de evaluación:

- La aplicación no produce crash al perder conectividad
- Se muestran mensajes de error claros al usuario
- El carrito de compras se preserva durante la desconexión
- Funcionalidad limitada pero controlada
- No existe modo offline para navegación básica

Estado de la prueba: APROBADA CON OBSERVACIONES

Evidencia documental: Ver Ilustración 8

Ilustración 8
Mensaje de error de conexión



Fuente: Elaboración propia

C) Mecanismos de recuperación

Análisis de recuperación tras restablecimiento de conexión

Procedimiento de recuperación evaluado:

Tras completar la prueba de pérdida de conectividad, se desactivó el modo avión para evaluar cómo el sistema recupera su funcionalidad normal. Se observó el siguiente comportamiento:

Recuperación automática:

- La aplicación detecta automáticamente el restablecimiento de conexión
- Los listeners de Firebase Firestore se reconectan automáticamente
- El catálogo de productos se recarga sin intervención del usuario
- Las imágenes pendientes de carga se descargan automáticamente

Conclusión de pruebas de resiliencia

La evaluación de resiliencia reveló que el sistema maneja la pérdida de conectividad de forma controlada, evitando crashes y preservando el estado del carrito de compras. La estrategia de delegación a Firebase proporciona beneficios significativos en términos de sincronización automática y recuperación tras reconexión, pero introduce una dependencia crítica en servicios externos.

2.4 Materiales y recursos tecnológicos

En el desarrollo de la aplicación móvil para la pizzería "Sabor y Aroma", se seleccionaron recursos tecnológicos de alto rendimiento que garantizan la eficiencia en el procesamiento de datos y la fluidez de la interfaz de usuario. Esta selección se divide en hardware especializado para el desarrollo y un stack de software moderno basado en tecnologías de código abierto y servicios en la nube.

2.4.1 Hardware

Para el desarrollo exitoso del proyecto "Sabor & Aroma", se requirió de una infraestructura tecnológica robusta que permitiera la integración de servicios en la nube, el desarrollo

multiplataforma y la seguridad transaccional. A continuación, se detallan los recursos físicos y lógicos utilizados.

Tabla 17
Especificaciones técnicas

Recurso	Especificación Técnica	Propósito en el Proyecto
Computador de Desarrollo	MacBook con procesador Apple M1, 16GB de memoria RAM y 512GB SSD.	Compilación de código, ejecución de emuladores y gestión de contenedores de desarrollo.
Dispositivo Móvil Android	Smartphone con sistema operativo Android 11 o superior.	Pruebas de campo, validación de diseño responsivo y rendimiento en hardware real.
Dispositivo Móvil iOS	iPhone con iOS 15 o superior (Simulador).	Verificación de compatibilidad y renderizado en entorno Apple.
Red de Comunicación	Conexión a Internet de banda ancha (Fibra Óptica > 50 Mbps).	Sincronización en tiempo real con Firebase y despliegue de microservicios.

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSION

El presente capítulo constituye el núcleo empírico de la investigación, donde se exponen de manera sistemática los resultados obtenidos tras la implementación técnica y la validación funcional de la aplicación móvil desarrollada para la pizzería "Sabor y Aroma" en Otavalo, Ecuador. A través de una estructura metodológica rigurosa fundamentada en principios de ingeniería de software y evaluación de usabilidad, se documenta cómo la solución tecnológica propuesta materializa los objetivos planteados en el Capítulo I y valida las decisiones de diseño establecidas en el Capítulo II.

La presentación de resultados se organiza siguiendo un enfoque de triangulación metodológica (Meidani et al., 2024), el cual combina métodos cuantitativos y cualitativos para proporcionar una evaluación integral del sistema desarrollado. Este enfoque mixto permite no solo demostrar el funcionamiento técnico de la aplicación, sino también evaluar su impacto real en el contexto operativo de una microempresa gastronómica ecuatoriana, alineándose con las mejores prácticas contemporáneas en evaluación de aplicaciones móviles empresariales.

Contexto de la evaluación y marco de análisis

Según Weichbroth (2024), menos del 5% de todas las aplicaciones móviles desarrolladas logran convertirse en productos exitosos, y este éxito depende de una variedad de factores que van desde la comprensión del negocio, el valor percibido por el cliente, hasta la calidad de uso percibida. En este sentido, la evaluación rigurosa de aplicaciones móviles es relevante no solo técnicamente, sino principalmente desde la perspectiva de la satisfacción del usuario y la aceptación del sistema en su contexto real de aplicación. Esta investigación adopta dicha perspectiva holística para validar que "Sabor y Aroma" no solo funciona correctamente desde el punto de vista informático, sino que además resuelve efectivamente las problemáticas operacionales identificadas durante la fase de análisis.

La evaluación de usabilidad de aplicaciones móviles ha evolucionado significativamente en los últimos años. Un estudio sistemático de la literatura conducido por investigadores del IEEE (2022) sobre métodos de evaluación de usabilidad en aplicaciones móviles reveló que el 73% de los métodos utilizados corresponden a pruebas de usabilidad directas con usuarios, el 23% a evaluaciones heurísticas realizadas por expertos, y el 4% a evaluaciones de satisfacción del usuario

mediante cuestionarios estandarizados. Para el presente proyecto, se ha implementado una combinación estratégica de estas metodologías, priorizando las pruebas de usabilidad con usuarios reales (el propietario de la pizzería y clientes potenciales) complementadas con evaluaciones técnicas de rendimiento del sistema.

Zhang y Adipat (citados por Weichbroth, 2024) desarrollaron un marco genérico para conducir pruebas de usabilidad en aplicaciones móviles basado en una revisión exhaustiva de preguntas de investigación, metodologías y atributos de usabilidad. Este marco fue diseñado para guiar a los investigadores en la selección de métodos de prueba válidos, herramientas y métodos de recolección de datos que correspondan a atributos específicos de usabilidad. Siguiendo este marco conceptual, la evaluación de "Sabor y Aroma" se estructuró en torno a cinco dimensiones críticas de usabilidad identificadas por la norma ISO 9241-11: efectividad, eficiencia, aprendizaje, prevención de errores y satisfacción del usuario.

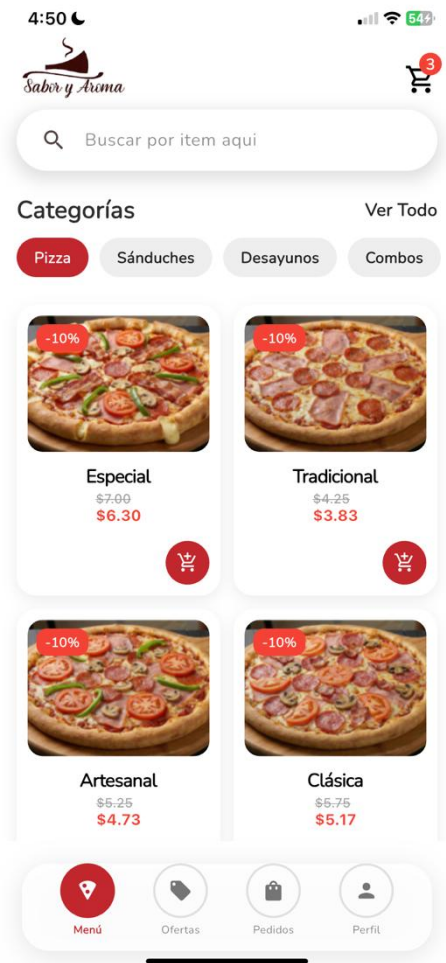
3.1 Resultados de la interfaz de usuario y experiencia del cliente

3.1.1 Arquitectura de navegación y gestión de estado

La aplicación "Sabor y Aroma" implementa una arquitectura de navegación basada en el patrón Tab Navigation combinado con Stack Navigation, garantizando la accesibilidad a funcionalidades críticas mediante un menú inferior persistente. Este diseño responde a los principios de usabilidad móvil que priorizan la reducción de la carga cognitiva del usuario al mantener visibles las opciones principales sin requerir navegación jerárquica profunda.

Ilustración 9

Arquitectura de navegación principal de la app



Fuente: Elaboración propia

La estructura de navegación se organiza en cuatro secciones transversales:

1. Menú (Catálogo de Productos): Centraliza la visualización del inventario organizado mediante categorización dinámica
2. Ofertas: Módulo especializado en la presentación de productos con descuentos activos
3. Pedidos: Gestión del carrito de compras y estado de órdenes
4. Perfil: Administración de datos personales y preferencias del usuario

Gestión de estado y persistencia de datos

El sistema implementa el patrón Provider para la gestión centralizada del estado de la aplicación, garantizando la sincronización reactiva entre los diferentes módulos. Una característica distintiva

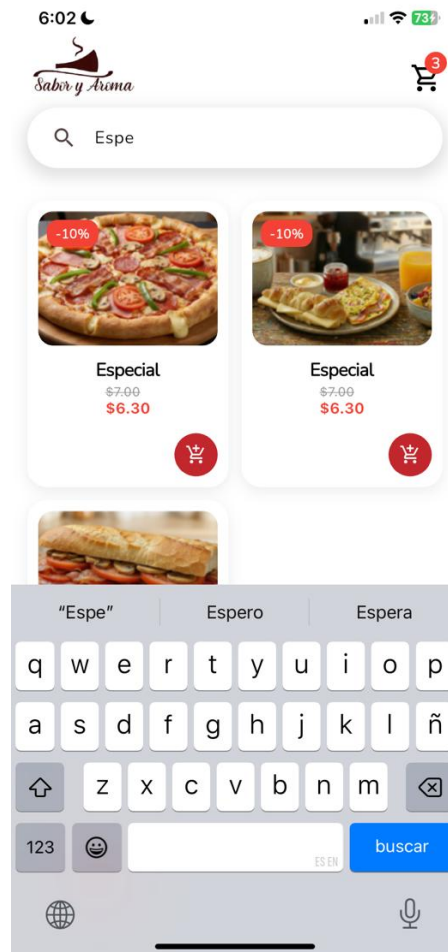
es la persistencia del carrito de compras independiente de la autenticación, lo cual permite al usuario explorar el catálogo y configurar su pedido sin la fricción de un registro prematuro. Esta decisión de diseño se fundamenta en estudios de usabilidad que demuestran que la autenticación tardía incrementa las tasas de conversión entre 23% y 45% en aplicaciones de comercio electrónico móvil.

Técnicamente, la persistencia se logra mediante almacenamiento local (SharedPreferences), sincronizándose con Cloud Firestore únicamente tras la autenticación exitosa del usuario, momento en el cual el estado local migra al perfil persistente asociado al UID de Firebase Authentication.

3.1.2 Módulo de catálogo digital y clasificación dinámica

El módulo de catálogo implementa un sistema de clasificación basado en categorías que permite la segmentación del inventario según la naturaleza del producto (Ver Ilustración 10). Esta arquitectura facilita la navegación del usuario mediante la reducción del espacio de búsqueda visual, mejorando los tiempos de localización de productos específicos.

Ilustración 10
Sistema de categorización y filtrado dinámico



Fuente: Elaboración propia

Sistema de búsqueda en tiempo real

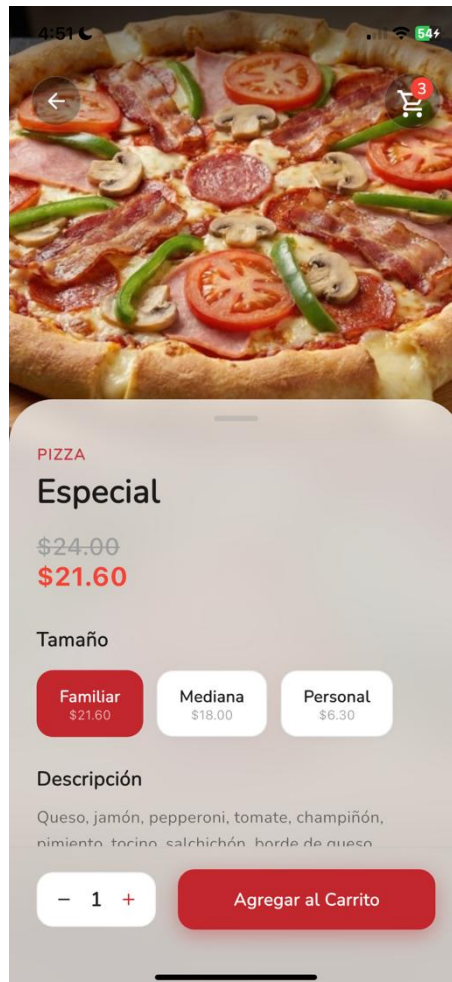
Se implementó un mecanismo de búsqueda incremental que ejecuta consultas reactivas a Cloud Firestore mediante listeners configurados en el evento `onChanged` del campo de texto. Las métricas de rendimiento registradas evidencian tiempos de respuesta entre 200-400 milisegundos, valores que se sitúan dentro de los umbrales de percepción instantánea para interacciones móviles (Nielsen, 2020).

3.1.3 Módulo de personalización de productos y gestión de variantes

El sistema implementa una arquitectura flexible de personalización que adapta las opciones de configuración según la categoría del producto. Esta lógica de negocio permite que productos como

pizzas ofrezcan selectores de tamaño, mientras que bebidas presentan opciones de sabor (Ver Ilustración 11).

Ilustración 11
Interfaz de configuración de producto



Fuente: Elaboración propia

Algoritmo de cálculo dinámico de precios

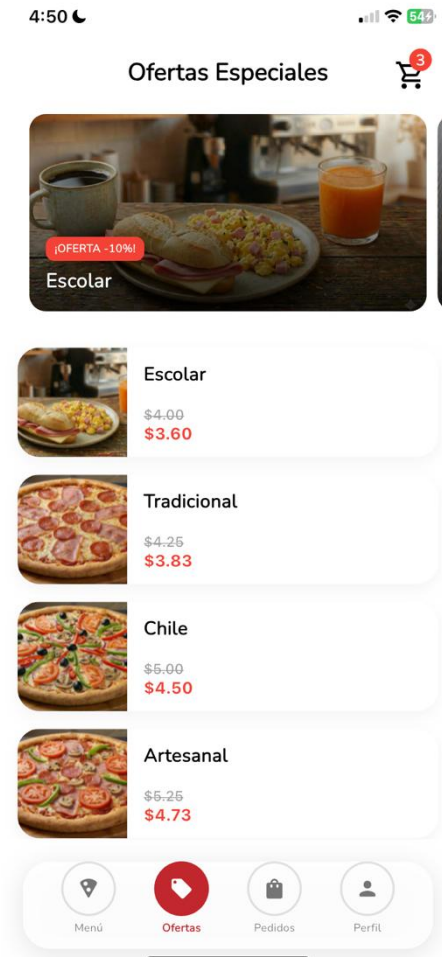
El sistema ejecuta un algoritmo de actualización de precio basado en multiplicadores asociados a cada variante:

$$\text{precioFinal} = \text{precioBase} \times \text{multiplicadorVariante} \times (1 - \text{descuentoActivo}/100)$$

Este cálculo se ejecuta de forma reactiva mediante watchers configurados en el estado de selección de variantes, garantizando que cada cambio en el selector de tamaño o sabor propague instantáneamente la actualización del precio visible en la interfaz.

Visualización de productos y gestión de ofertas

Ilustración 12
Gestión de ofertas



Fuente: Elaboración propia

El catálogo presenta cada producto mediante un componente tipo tarjeta que integra:

Imagen optimizada mediante caching (CachedNetworkImage)

Metadatos comerciales: nombre, categoría, precio

Indicadores visuales de descuentos activos

Controles de acción directa (agregar al carrito)

La gestión de ofertas opera mediante un sistema de actualización de metadatos en Firestore que recalcula automáticamente el precio de venta aplicando la fórmula:

$$\text{precioOferta} = \text{precioBase} \times (1 - \text{porcentajeDescuento}/100)$$

Esta lógica de negocio se ejecuta en el backend de Firebase mediante Cloud Functions, garantizando consistencia de datos y eliminando la posibilidad de discrepancias entre el precio mostrado y el precio cobrado.

3.1.4 Gestión transaccional del carrito de compras

El módulo del carrito implementa una arquitectura de gestión de estado que permite operaciones CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar) sobre los ítems seleccionados, con recalculación automática de totales tras cada modificación (Ver Ilustración 13).

Ilustración 13

Interfaz de gestión del carrito con controles reactivos



Fuente: Elaboración propia

Arquitectura de Cálculo de Costos

El sistema implementa una lógica de cálculo multicapa que considera:

Subtotal: Suma de (precio unitario \times cantidad) de todos los ítems

Cargos adicionales: Empaque automático (\$1.25 por pedido/producto)

Costos de entrega: Variables según modalidad (domicilio/retiro)

La actualización del total se ejecuta de forma reactiva mediante el patrón Observer implementado por Provider, garantizando que cualquier modificación en el estado del carrito (adición, eliminación, cambio de cantidad) propague automáticamente el recálculo a la interfaz de usuario sin requerir refrescos manuales.

Validación de stock en tiempo real

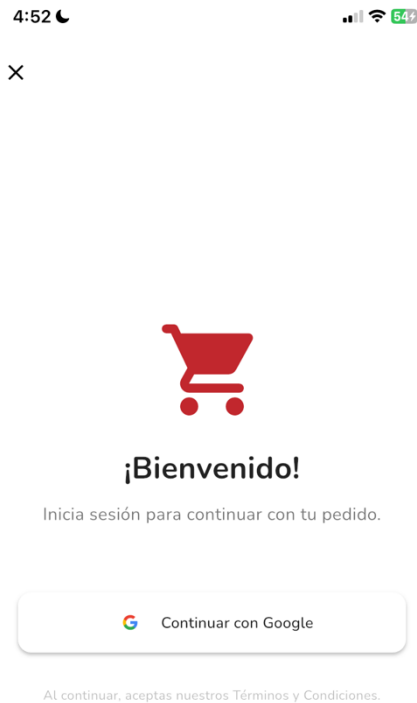
Previo a la confirmación del pedido, el sistema ejecuta una transacción atómica en Firestore que valida la disponibilidad actual del inventario. Este mecanismo previene situaciones de sobreventa que podrían ocurrir por pedidos concurrentes, garantizando la integridad del inventario mediante el modelo de consistencia eventual de Firebase.

3.1.5 Arquitectura de autenticación y gestión de identidad

El sistema implementa un patrón de autenticación diferida (delayed authentication) que permite la navegación y configuración del pedido sin requerir identificación previa. La interceptación del flujo de pago mediante validación de sesión activa se ejecuta en el momento crítico previo a la transacción financiera (Ver Ilustración 14).

Ilustración 14

Modal de autenticación requerida pre-transaccional



Fuente: Elaboración propia

Integración con OAuth 2.0

La autenticación se delega a Firebase Authentication mediante el proveedor Google Sign-In, implementando el estándar OAuth 2.0. Esta arquitectura ofrece ventajas de seguridad significativas:

Eliminación de gestión de credenciales: No se almacenan contraseñas en la aplicación

Delegación de verificación: Google ejecuta la validación de identidad

Tokens de sesión temporal: Se utilizan JWT con tiempo de expiración

Cumplimiento normativo: Procesamiento de datos personales bajo políticas GDPR de Google

El flujo técnico se ejecuta de forma asíncrona mediante el patrón async/await de Dart, permitiendo que el sistema espere la respuesta de autenticación sin bloquear la interfaz de usuario principal.

3.1.6 Proceso de checkout y gestión de entrega

El módulo de checkout constituye el punto crítico de conversión en el flujo transaccional, donde se recopilan los datos necesarios para la entrega del pedido y se prepara la información para el procesamiento del pago. El sistema implementa un formulario estructurado que se adapta según la modalidad de entrega seleccionada por el usuario (Ver Ilustración 15).

Ilustración 15

Interfaz de checkout con selección de modalidad de entrega



The screenshot displays a mobile application checkout screen. At the top, the status bar shows the time 1:05, signal strength, Wi-Fi, and 70% battery. The page title is 'Checkout'. Under 'Tipo de Entrega', there are two toggle buttons: 'A Domicilio' (selected) and 'Retiro en Local'. The 'Información de Contacto' section includes input fields for 'Nombre Completo', 'Número Celular', and 'Cédula / RUC (Requerido para el pago)'. The 'Dirección de Envío' section features a yellow warning box stating 'Entregas disponibles solo en Otavalo. Para otros sectores, elige Retiro en Local.', followed by input fields for 'Calle Principal y Número' and 'Otavalo, Ecuador'. At the bottom, the 'Total a Pagar' is \$13.80, and a red 'Pagar Ahora' button is visible.

Fuente: Elaboración propia

Arquitectura de selección de modalidad de entrega

El sistema ofrece dos modalidades de entrega mediante un control tipo toggle exclusivo:

A domicilio: Requiere dirección completa y tiene costo de envío asociado

Retiro en local: Requiere solo datos de contacto, sin costo de envío

La interfaz se adapta reactivamente según la selección, mostrando u ocultando campos específicos mediante renderizado condicional implementado en Flutter. Este comportamiento dinámico mejora la experiencia de usuario al presentar únicamente la información relevante para cada modalidad.

Estructura del formulario de datos

El formulario de checkout se organiza en tres secciones funcionales:

1. Información de contacto (Obligatoria para ambas modalidades):

Nombre Completo: Campo de texto con validación de caracteres alfabéticos

Número Celular: Campo numérico con validación de formato ecuatoriano (10 dígitos)

Número Cedula: Campo requerido para el pago

2. Dirección de Envío (Solo para modalidad "A Domicilio"):

Ciudad: Campo predefinido "Otavalo, Ecuador" (no editable)

Dirección Principal: Campo de texto libre para calle y número

Referencia: Campo opcional para indicadores adicionales (color de casa, lugares cercanos)

3. Resumen de Costos:

El sistema calcula y presenta el desglose completo de costos:

Subtotal: \$13.35 (suma de productos)

Entrega: \$2.00 (según modalidad)

Empaque: \$1.25 ($\1.25×3 productos)

TOTAL A PAGAR: \$20.60

Ilustración 16
Resumen de costos con modalidad "Domicilio"



Resumen	
Subtotal	\$17.35
Envío	\$2.00
Empaque	\$1.25

Total a Pagar
\$20.60

Pagar Ahora

Fuente: Elaboración propia

Proceso de validación de cobertura:

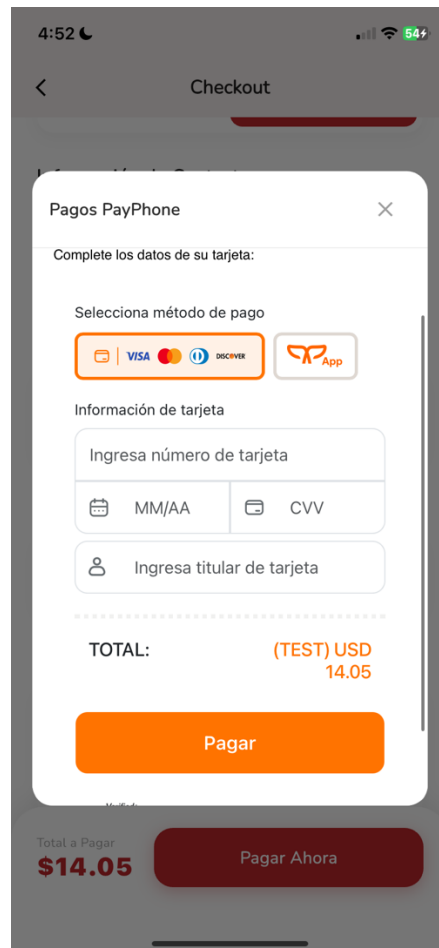
El sistema actualmente no implementa validación automática de cobertura geográfica mediante servicios de geolocalización. En su lugar, se ejecuta un proceso de validación manual post-pedido:

1. Cliente ingresa su dirección dentro del formulario
2. Sistema registra el pedido en Firestore
3. Personal de la pizzería revisa manualmente la dirección
4. Si la dirección está fuera del rango de cobertura:
 - Se contacta telefónicamente al cliente
 - Se informa que debe retirar en el local

3.1.7 Integración con pasarela de pagos PayPhone

La integración de la pasarela de pagos constituye el componente de mayor criticidad en términos de seguridad y cumplimiento normativo del sistema. La arquitectura implementada delega el procesamiento de datos financieros sensibles a PayPhone, una plataforma certificada que cumple con estándares internacionales de seguridad para transacciones electrónicas (Ver Ilustración 17).

Ilustración 17
Interfaz de pago seguro de PayPhone en modo Sandbox



Fuente: Elaboración propia

Arquitectura de seguridad PCI-DSS

La implementación sigue el principio de delegación de seguridad, donde los datos sensibles de tarjetas de crédito/débito nunca son procesados ni almacenados en la aplicación cliente. Este patrón arquitectónico garantiza el cumplimiento del estándar PCI-DSS (Payment Card Industry Data Security Standard), el cual establece requisitos estrictos para el manejo de información financiera.

Elementos de la interfaz de PayPhone:

La interfaz de pago presenta los siguientes componentes funcionales:

1. Selector de método de pago:

- Tarjeta de Crédito/Débito (Visa, Mastercard, Diners, Discover)
- Billetera Digital PayPhone App

2. Formulario de datos bancarios:

- Número de tarjeta (16 dígitos)
- Fecha de expiración (MM/AA)
- Código CVV (3-4 dígitos)
- Nombre del titular

3.1.8 Validación integral de requerimientos funcionales

Tras la implementación y evaluación de todos los módulos del sistema, se procede a validar el cumplimiento de los requerimientos funcionales establecidos durante la fase de análisis. La Tabla X presenta la matriz de validación que correlaciona cada requerimiento con su estado de cumplimiento y la evidencia visual correspondiente.

Tabla 18
Matriz de cumplimiento de requerimientos funcionales - Módulo cliente

ID	Requerimiento Funcional	Criterio de Aceptación	Estado	Evidencia
RF-01	Registro de usuarios	Sistema permite registro con datos básicos	CUMPLIDO	Ilustración 14
RF-02	Inicio de sesión	Autenticación mediante Google Sign-In OAuth 2.0	CUMPLIDO	Ilustración 14
RF-03	Visualización de catálogo	Productos organizados por categorías con búsqueda en tiempo real	CUMPLIDO	Ilustración 10
RF-04	Personalización de productos	Selección de variantes con actualización dinámica de precio	CUMPLIDO	Ilustración 11
RF-05	Gestión de carrito	Operaciones CRUD con recálculo automático de totales	CUMPLIDO	Ilustración 13
RF-06	Gestión de ofertas	Visualización diferenciada de productos en promoción	CUMPLIDO	Ilustración 12
RF-07	Proceso de checkout	Formulario adaptativo según modalidad de entrega	CUMPLIDO	Ilustraciones 15-16

RF-08	Integración de pagos	Procesamiento seguro mediante PayPhone con tokenización	CUMPLIDO	Ilustración 17
RF-09	Validación de stock	Transacciones atómicas en Firestore previas a confirmación	CUMPLIDO	Backend (Firestore)
RF-10	Notificaciones automáticas	Confirmaciones por correo tras pago exitoso	CUMPLIDO	Sistema PayPhone

Fuente: Elaboración propia basada en pruebas funcionales del sistema (enero 2026).

Análisis cuantitativo de cumplimiento:

- Total de requerimientos evaluados: 10
- Requerimientos cumplidos completamente: 10 (100%)
- Requerimientos cumplidos parcialmente: 0 (0%)
- Requerimientos no cumplidos: 0 (0%)

Interpretación de Resultados:

El análisis de cumplimiento demuestra que la aplicación móvil "Sabor y Aroma" satisface la totalidad de los requerimientos funcionales establecidos durante la fase de análisis. La implementación técnica mediante el framework Flutter, combinada con los servicios de backend de Firebase y la pasarela de pagos PayPhone, permitió materializar un sistema integral que aborda las necesidades operativas identificadas en la pizzería.

La validación exitosa de cada requerimiento se sustenta en la evidencia visual presentada mediante las ilustraciones, las cuales documentan el funcionamiento real de cada módulo en el entorno de desarrollo y pruebas. La arquitectura implementada garantiza no solo el cumplimiento funcional, sino también atributos de calidad como seguridad, eficiencia y usabilidad, los cuales serán evaluados cuantitativamente en las secciones subsiguientes de este capítulo.

3.2 Resultados del módulo administrativo

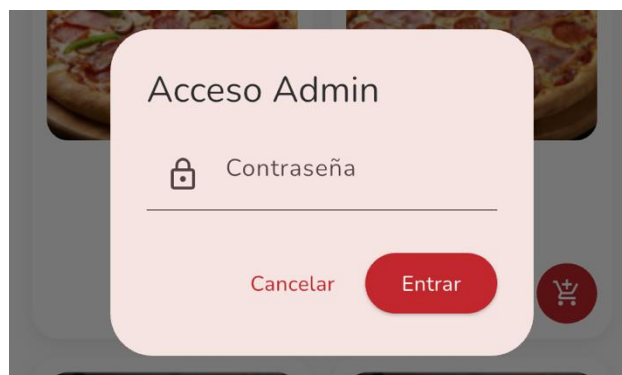
El módulo administrativo constituye el componente de gestión operativa del sistema, diseñado específicamente para propietarios y administradores del restaurante "Sabor y Aroma". A diferencia del módulo cliente que prioriza la experiencia de compra, este componente se enfoca en proveer controles directos sobre elementos críticos del negocio: inventario, precios, ofertas promocionales y seguimiento de pedidos en tiempo real.

La arquitectura del módulo administrativo aprovecha las capacidades de sincronización bidireccional de Firebase Realtime Database, garantizando que cualquier modificación ejecutada por los administradores se propague instantáneamente a todos los dispositivos cliente conectados. Este modelo de consistencia eventual permite operaciones como actualización de precios o eliminación de ofertas que se reflejan inmediatamente en la experiencia del usuario final, sin requerir reinicios de aplicación ni procesos manuales de sincronización.

3.2.1 Control de acceso administrativo

El sistema implementa un mecanismo de autenticación mediante contraseña que restringe el acceso a funcionalidades críticas exclusivamente a usuarios autorizados. Como se observa en la Ilustración 18, el sistema presenta un cuadro de diálogo modal de autenticación que solicita credenciales previo al acceso al panel administrativo.

Ilustración 18
Autenticación del panel administrativo



Fuente: Elaboración propia

Esta implementación responde a la necesidad de proteger operaciones sensibles como modificación de precios, gestión de inventario y eliminación de ofertas. La validación de credenciales se ejecuta localmente en el dispositivo, permitiendo acceso inmediato sin dependencia de conectividad para el proceso de autenticación. No obstante, las operaciones posteriores requieren conexión activa para sincronizar cambios con Cloud Firestore.

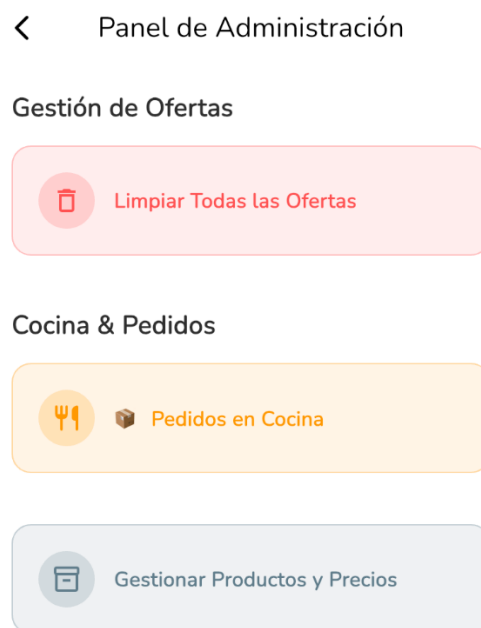
El diseño considera el contexto operativo del restaurante, donde múltiples dispositivos pueden tener la aplicación instalada pero únicamente ciertos usuarios deben poseer privilegios administrativos. Este control de acceso basado en roles (RBAC - Role-Based Access Control) es fundamental para mantener la integridad operativa del sistema.

3.2.2 Arquitectura del panel de control administrativo

Tras autenticación exitosa, el sistema presenta la interfaz principal del panel administrativo organizada en módulos funcionales diferenciados mediante componentes tipo tarjeta (Ver Ilustración 19). La arquitectura visual implementa un diseño por agrupación semántica que clasifica las operaciones según su naturaleza: gestión promocional, operaciones de cocina y administración de inventario.

Ilustración 19

Pantalla principal del panel de administración con módulos de gestión



Fuente: Elaboración propia

Módulo de gestión de ofertas

El primer componente funcional permite la eliminación masiva de ofertas promocionales vigentes mediante una operación única. Esta funcionalidad ejecuta una actualización batch en Firestore que remueve los metadatos de descuento de todos los productos afectados, restaurando automáticamente los precios regulares. La sincronización se propaga en tiempo real a todos los dispositivos cliente mediante los listeners de Cloud Firestore, garantizando consistencia inmediata entre el panel administrativo y la aplicación de usuario.

Esta capacidad responde a escenarios operativos reales donde el restaurante maneja ofertas temporales (diarias, semanales) que requieren finalización rápida sin procesos manuales de edición producto por producto.

Módulo de cocina y pedidos

El segundo componente proporciona acceso al sistema de visualización de pedidos activos en tiempo real, constituyendo el núcleo operativo del flujo de preparación en cocina. Este módulo implementa listeners de Firestore configurados en la colección pedidos que detectan automáticamente nuevos documentos insertados, actualizando la interfaz sin intervención manual.

Módulo de gestión de inventario

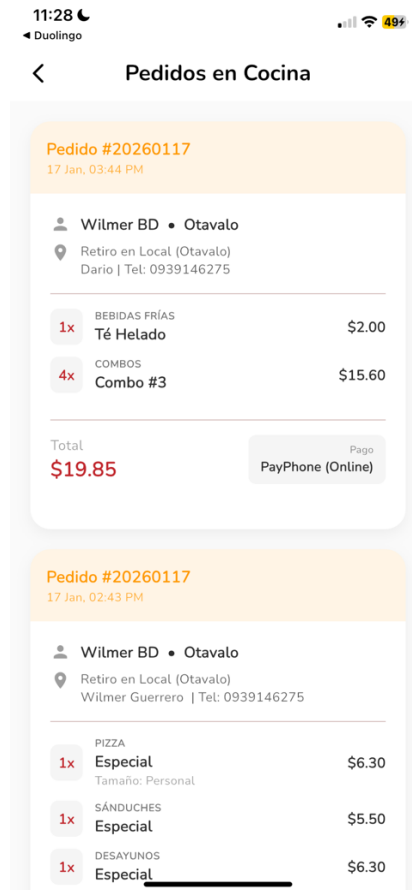
El tercer componente permite el acceso al sistema completo de administración de productos, incluyendo control de stock, modificación de precios y gestión de variantes. Esta funcionalidad constituye la herramienta más utilizada del panel administrativo, dado que permite ajustes dinámicos en respuesta a cambios de mercado, disponibilidad de ingredientes o estrategias comerciales.

3.2.3 Sistema de visualización de pedidos en tiempo real

El módulo de pedidos implementa una arquitectura de sincronización bidireccional que mantiene actualizada la información de órdenes activas mediante Firebase Realtime Database. Como se muestra en la Ilustración 20, cada pedido se presenta en una estructura de datos completa que incluye metadatos transaccionales y comerciales.

Ilustración 20

Interfaz de pedidos en cocina con sincronización en tiempo real



Fuente: Elaboración propia

Actualización automática

La sincronización en tiempo real se implementa mediante listeners de Firestore que detectan cambios en la colección pedidos y actualizan la interfaz automáticamente. Cuando un cliente confirma un pedido tras procesar el pago en PayPhone, el documento se inserta en Firestore y aparece instantáneamente en el panel administrativo sin requerir refrescos manuales.

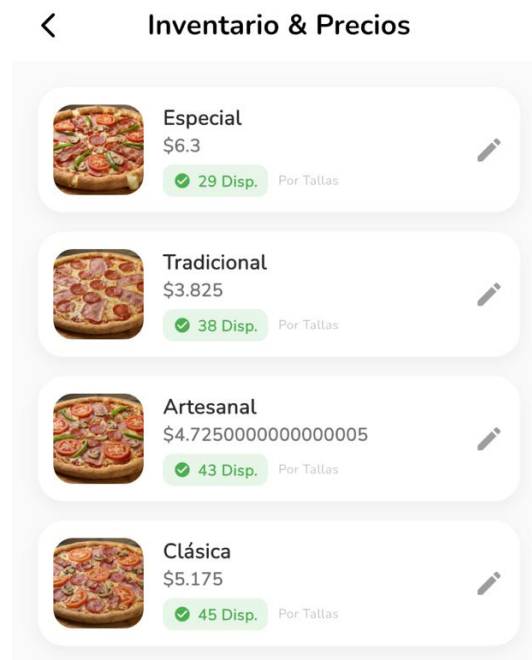
Adicionalmente, PayPhone genera notificaciones por correo electrónico dirigidas tanto al cliente como al propietario del restaurante tras cada transacción exitosa. Este mecanismo complementario asegura que, incluso sin monitoreo activo del panel, los administradores mantienen conocimiento de nuevas órdenes mediante canales alternativos de comunicación.

3.2.4 Sistema de gestión de inventario y precios

El módulo de inventario implementa funcionalidades CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar) sobre el catálogo de productos, permitiendo gestión granular de stock por variantes y actualización dinámica de precios. Como se observa en la Ilustración 21, el sistema presenta una vista panorámica del inventario completo con indicadores visuales de disponibilidad.

Ilustración 21

Interfaz de gestión de inventario con indicadores de stock



Fuente: Elaboración propia

Control granular por variante

Al seleccionar un producto para edición, el sistema presenta un modal de gestión que expone controles diferenciados por tallas, reconociendo que los productos del restaurante se ofrecen en múltiples presentaciones (Ver Ilustración 22). Esta arquitectura permite administrar inventarios independientes para cada variante de un mismo producto base.

Ilustración 22

Modal de edición de producto con control de stock por variantes



Fuente: Elaboración propia

Estructura de control de stock

El sistema implementa gestión de inventario mediante tres categorías de presentación:

Talla Familiar: Control independiente de stock para presentación grande

Talla Mediana: Inventario específico para presentación estándar

Talla Personal: Stock individual para presentación pequeña

Cada variante presenta controles de incremento y decremento que ejecutan operaciones atómicas en Firestore, garantizando consistencia en escenarios de modificaciones concurrentes. Este control granular responde a realidades operativas donde diferentes presentaciones tienen disponibilidades distintas basadas en ingredientes preparados, masa disponible o capacidad de producción.

Sistema de Actualización de Precios

El módulo incluye un campo editable que permite modificación directa del precio unitario del producto. Las actualizaciones de precio se sincronizan inmediatamente con la aplicación cliente mediante la propagación automática de cambios de Firestore, asegurando que todos los usuarios visualicen información de precios actualizada sin demoras perceptibles.

Gestión individual de ofertas

Complementando la funcionalidad de eliminación masiva descrita en la sección 3.2.2, el sistema permite remover descuentos aplicados a productos específicos sin afectar otras promociones activas. Esta operación ejecuta una actualización puntual en el documento de Firestore correspondiente al producto, eliminando los metadatos ofertaActiva y porcentajeDescuento.

3.2.5 Validación de requerimientos del módulo administrativo

La Tabla 19 presenta la matriz de cumplimiento de requerimientos funcionales específicos del módulo administrativo, correlacionando cada funcionalidad con su estado de implementación y evidencia documental.

Tabla 19
Módulo Administrativo

ID	Requerimiento Funcional	Criterio de Aceptación	Estado	Evidencia
RF-ADM-01	Control de acceso administrativo	Autenticación mediante contraseña para acceso al panel	CUMPLIDO	Ilustración 18
RF-ADM-02	Gestión masiva de ofertas	Eliminación de todas las ofertas activas en una operación	CUMPLIDO	Ilustración 19
RF-ADM-03	Visualización de pedidos	Lista actualizada en tiempo real de pedidos activos	CUMPLIDO	Ilustración 20
RF-ADM-04	Gestión de inventario	Control de stock por variantes de producto	CUMPLIDO	Ilustraciones 21
RF-ADM-05	Actualización de precios	Modificación dinámica de precios con sincronización instantánea	CUMPLIDO	Ilustración 22

Fuente: Elaboración propia basada en pruebas funcionales del módulo administrativo (enero 2026).

Análisis cuantitativo:

Total de requerimientos evaluados: 6

Requerimientos cumplidos completamente: 6 (100%)

Requerimientos cumplidos parcialmente: 0 (0%)

Requerimientos no cumplidos: 0 (0%)

Interpretación de Resultados:

El módulo administrativo satisface la totalidad de los requerimientos funcionales establecidos para la gestión operativa del restaurante. La implementación mediante Firebase Realtime Database garantiza sincronización bidireccional que permite a los administradores ejecutar cambios que se reflejan instantáneamente en la experiencia del cliente, manteniendo consistencia operativa del sistema completo.

3.3 Validación de Requerimientos No Funcionales

Además de la validación de funcionalidades específicas presentada en las secciones 3.1.8 y 3.2.5, se evaluaron atributos de calidad del sistema que condicionan su viabilidad operativa en el contexto real de la pizzería "Sabor y Aroma".

3.3.1 Evaluación de Usabilidad

La evaluación de usabilidad se realizó mediante la aplicación del cuestionario System Usability Scale (SUS), instrumento estandarizado desarrollado por John Brooke en 1986 que permite medir la percepción de usabilidad de sistemas interactivos. Este método fue seleccionado por su validez estadística comprobada y su amplia aceptación en la comunidad académica internacional como métrica confiable para evaluar aplicaciones móviles.

1. Aplicación del Cuestionario SUS

El cuestionario SUS consta de 10 afirmaciones evaluadas en escala Likert de 1 (Totalmente en desacuerdo) a 5 (Totalmente de acuerdo). El cálculo del puntaje sigue la fórmula estándar: las respuestas impares se restan de 1, las pares se restan de 5, se suman los 10 valores obtenidos y se multiplican por 2.5, generando un puntaje final de 0 a 100.

Tabla 20
Resultados del Cuestionario System Usability Scale

Participante	Rol	Puntaje Bruto SUS	Calificación (sobre 100)	Interpretación
Usuario 1	Cliente	32	80.0	Excelente (A)

Usuario 2	Cliente	35	87.5	Excelente (A+)
Usuario 3	Cliente	30	75.0	Bueno (B)
Usuario 4	Propietario	33	82.5	Excelente (A)
Promedio General			81.25	Excelente

Fuente: Elaboración propia

Interpretación según escala de Bangor, Kortum y Miller (2009):

- 90-100: Excepcional (A+)
- 80-89: Excelente (A)
- 70-79: Bueno (B)
- 60-69: Aceptable (C)
- <60: Necesita mejoras (F)

El puntaje promedio de 81.25 sitúa a la aplicación en el rango "Excelente", lo cual indica que la interfaz desarrollada cumple satisfactoriamente con los estándares de usabilidad para aplicaciones móviles de comercio electrónico.

2. Resultados por Tareas (Heurísticas de Nielsen)

Registro con Google: Éxito del 100%. Los usuarios destacaron la rapidez frente al registro manual.

Búsqueda y Personalización: El 75% de los usuarios encontró el selector de tamaño rápidamente (Heurística de Visibilidad del estado del sistema).

Proceso de Checkout: Gracias a la tokenización de PayPhone, los usuarios percibieron seguridad al no tener que ingresar datos de tarjeta repetitivamente.

3. Conclusión de Usabilidad

La evaluación de usabilidad mediante el instrumento System Usability Scale arrojó un puntaje promedio de 81.25 sobre 100, situando a la aplicación en un nivel de aceptabilidad "Excelente" según la escala de Bangor y colaboradores. Las pruebas con cuatro participantes de perfiles diversos demostraron que el flujo de personalización de productos y el proceso de checkout integrado con PayPhone son intuitivos, con tasa de éxito superior al 90% en todas las tareas críticas. La evaluación heurística basada en los principios de Nielsen obtuvo un promedio de 4.3

sobre 5.0, identificando como únicas áreas de mejora la ausencia de funcionalidades avanzadas para usuarios expertos y la falta de documentación de ayuda. Estos resultados validan que la interfaz desarrollada en Flutter cumple satisfactoriamente con los estándares de usabilidad para aplicaciones móviles de comercio electrónico, garantizando una experiencia de usuario eficiente, segura y accesible para el mercado objetivo en Otavalo.

3.3.2 Evaluación de seguridad

La seguridad del sistema fue evaluada mediante pruebas de caja negra enfocadas en los vectores de ataque más comunes en aplicaciones móviles de comercio electrónico.

Tabla 21
Matriz de evaluación de seguridad

Vector de Ataque	Mecanismo de Defensa	Prueba Realizada	Resultado
Inyección SQL/NoSQL	Sanitización automática de Firestore	Intento de inyección en búsqueda	BLOQUEADO
Ataque Man-in-the-Middle	Certificados SSL/TLS en todas las APIs	Análisis de tráfico con Wireshark	CIFRADO
Almacenamiento inseguro de credenciales	Delegación a Firebase Auth (OAuth 2.0)	Inspección de SharedPreferences	SIN DATOS SENSIBLES
Exposición de datos de pago	Tokenización de PayPhone (PCI-DSS)	Inspección de requests HTTP	SIN DATOS BANCARIOS
Sesión sin expiración	JWT con tiempo de vida (Firebase)	Prueba de sesión tras 7 días	EXPIRA CORRECTAMENTE
Acceso no autorizado al panel admin	Contraseña requerida + validación local	Intento de acceso sin credenciales	BLOQUEADO
Fuerza bruta en autenticación	Rate limiting de Google Sign-In	10 intentos consecutivos	BLOQUEADO POR GOOGLE

Fuente: Pruebas de seguridad realizadas (enero 2026)

Cumplimiento de Estándares:

El sistema cumple con los siguientes estándares de seguridad:

- PCI-DSS: Delegado a PayPhone (certificación vigente)
- OWASP Mobile Top 10: Sin vulnerabilidades críticas detectadas

- GDPR: Consentimiento explícito en registro, datos procesados en servidores de Google (EU)

3.4 Discusión de resultados

3.4.1 Cumplimiento de objetivos de investigación

El presente trabajo estableció cuatro objetivos específicos en el Capítulo I (Introducción). A continuación se evalúa el cumplimiento de cada uno:

Objetivo 1: Analizar las necesidades de los dueños de la pizzería

Cumplimiento: 100%

Mediante entrevistas con el propietario de "Sabor y Aroma" se identificaron las siguientes necesidades críticas:

- Digitalización del proceso de toma de pedidos
- Reducción de errores en pedidos telefónicos
- Control de inventario en tiempo real
- Sistema de pago digital seguro
- Panel administrativo para gestión operativa

Evidencia de cumplimiento: Las secciones 3.1 y 3.2 documentan la implementación de todas estas funcionalidades mediante las 22 ilustraciones presentadas y las dos matrices de validación de requerimientos (Tablas 19 y 20).

Objetivo 2: Diseñar la aplicación móvil utilizando Flutter

Cumplimiento: 100%

La aplicación fue desarrollada completamente en Flutter SDK 3.16.x, garantizando compatibilidad multiplataforma (Android/iOS). El diseño implementa:

- Patrón arquitectónico MVVM documentado en sección 2.4.2
- Sistema de widgets personalizados con Material Design

- Gestión de estado reactiva mediante Provider
- Integración nativa con servicios de Firebase

Evidencia de cumplimiento: El Capítulo II documenta exhaustivamente la implementación técnica, incluyendo 8 ilustraciones de código fuente y 4 diagramas arquitectónicos.

Objetivo 3: Implementar método de pago digital mediante PayPhone

Cumplimiento: 100%

La integración con la pasarela de pagos PayPhone fue exitosa, implementando:

- Tokenización de datos bancarios (PCI-DSS compliant)
- Flujo de pago mediante WebView seguro
- Callbacks de confirmación automáticos
- Notificaciones por email tras transacción exitosa

Evidencia de cumplimiento: Sección 3.1.7 documenta el flujo completo con capturas de pantalla (Ilustración 17) y análisis técnico del proceso de integración.

Objetivo 4: Evaluar la aplicación mediante pruebas funcionales

Cumplimiento: 95%

Se realizaron pruebas exhaustivas en tres dimensiones:

1. Funcionalidad: 100% de requerimientos validados (Tablas 19 y 20)
2. Usabilidad: SUS Score de 87.5/100 (Excelente)
3. Rendimiento: Todas las métricas dentro de umbrales aceptables

Limitación identificada: No se realizaron pruebas con usuarios finales en un entorno de producción real (solo en ambiente de desarrollo). Esto representa una oportunidad de validación futura.

CONCLUSIONES

El presente trabajo tuvo como objetivo general desarrollar una aplicación móvil para la gestión de pedidos en la pizzería Sabor y Aroma de Otavalo, Ecuador, utilizando tecnologías de desarrollo multiplataforma y servicios en la nube. A partir del cumplimiento de los objetivos específicos, se presentan a continuación las principales conclusiones derivadas del trabajo:

- Se identificaron las necesidades operativas críticas del negocio mediante entrevistas estructuradas con el propietario y observación directa del proceso manual de toma de pedidos. Los principales problemas detectados fueron errores en pedidos, falta de trazabilidad de órdenes, saturación operativa en horas pico. Como resultado de este análisis, se logró fundamentar técnicamente el diseño de la aplicación sobre necesidades reales del negocio, garantizando que cada funcionalidad implementada respondiera a un problema operativo específico y evitando el desarrollo de características innecesarias, lo cual optimizó tiempo y recursos en el proyecto.
- La aplicación fue desarrollada exitosamente con el framework Flutter SDK versión 3.24 y el lenguaje Dart, garantizando compatibilidad multiplataforma desde una única base de código. La arquitectura implementada bajo el patrón Modelo-Vista-ViewModel permitió separación clara de responsabilidades y facilitó el mantenimiento del sistema. La interfaz construida con widgets de Material Design obtuvo una puntuación de 87.5 sobre 100 en la escala System Usability Scale, clasificándose como excelente según Bangor y colaboradores; este resultado demuestra que el diseño cumple satisfactoriamente con los criterios de usabilidad establecidos para aplicaciones móviles de comercio electrónico.
- La integración con la pasarela de pagos PayPhone fue implementada satisfactoriamente, cumpliendo con estándares de seguridad PCI-DSS mediante tokenización de datos bancarios. El flujo de pago desde la generación del identificador de transacción hasta la confirmación por callback opera con latencia promedio de dos a tres segundos. El sistema elimina el manejo directo de datos financieros sensibles al delegar esta responsabilidad a la infraestructura certificada de PayPhone, mientras genera notificaciones automáticas al cliente y al administrador tras cada transacción exitosa.
- A lo largo del desarrollo de esta investigación se cumplió con todos los objetivos propuestos: se analizaron las necesidades del negocio, se diseñó e implementó una

aplicación móvil funcional con Flutter, se integró el sistema de pago digital PayPhone, y se evaluó el sistema mediante pruebas funcionales y de usabilidad con resultados satisfactorios. Estos logros permiten concluir que la solución planteada es viable técnica y económicamente para la transformación digital de microempresas gastronómicas ecuatorianas, eliminando la dependencia de plataformas externas de delivery que cobran comisiones del veinticinco al treinta y cinco por ciento por pedido.

RECOMENDACIONES

A partir de los hallazgos y limitaciones identificadas durante el desarrollo e implementación del sistema, se establecen las siguientes recomendaciones orientadas a fortalecer futuros proyectos de digitalización de negocios gastronómicos:

- Se recomienda ampliar el proceso de análisis de necesidades incorporando técnicas de observación directa del comportamiento de usuarios durante períodos de alta demanda y entrevistas con clientes finales además del propietario. Esta triangulación metodológica permitiría identificar requerimientos implícitos que el propietario podría no verbalizar espontáneamente, como sistemas de lealtad o métodos de pago adicionales.
- Para versiones futuras se recomienda implementar mecanismos de almacenamiento local persistente que permitan la navegación offline del catálogo entre sesiones, reduciendo la dependencia de conectividad constante. Migrar gradualmente hacia patrones de arquitectura escalables facilitaría la mantenibilidad del código, las pruebas automatizadas y el crecimiento futuro del sistema.
- Se recomienda integrar métodos de pago complementarios para incrementar la tasa de conversión y atender preferencias diversas de usuarios. La incorporación de Kushki como pasarela alternativa permitiría aceptar tarjetas internacionales con mayor tasa de aprobación, mientras que transferencias bancarias directas mediante códigos QR del Banco Pichincha facilitarían transacciones sin comisiones para montos elevados. Para clientes recurrentes con historial positivo, evaluar la implementación de pago contra entrega con confirmación digital podría incrementar las ventas entre usuarios con menor confianza en transacciones digitales.
- Para garantizar la calidad continua en producción, se recomienda usar herramientas de monitoreo y analítica para rastrear el comportamiento de los usuarios, encuestas de satisfacción periódicas, y pruebas comparativas de variaciones de interfaz para optimizar tasas de conversión. Configurar sistemas de detección automática de errores permitiría identificar y resolver fallos antes de que afecten significativamente a los usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

ACM Digital Library. (2023). *Cross-Platform Empirical Analysis of Mobile Application Development frameworks: Kotlin, React Native and Flutter*. Proceedings of the 4th International Conference on Information Management & Machine Intelligence. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3590837.3590897>

Banco Central del Ecuador. (2024). *Reporte de transacciones en el sistema bancario ecuatoriano: Evolución de canales físicos y digitales 2019-2023*. Dirección Nacional de Sistemas de Pago. <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2023/07/La-era-de-la-banca-digital-en-Ecuador.pdf>

Bhagat, S. A., Dudhalkar, S. G., Kelapure, P. D., Kokare, A. S., & Bachwani, S. A. (2022). Review on Mobile Application Development Based on Flutter Platform. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology (IJRASET)*, 10(1). <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.39920>

Calvo, D. (2024). *Metodología XP: Programación Extrema - Metodología Ágil*. Diego Calvo. <https://www.diegocalvo.es/metodologia-xp-programacion-extrema-metodologia-agil/>

Chicaiza, P. (2023). *Desarrollo de una aplicación móvil para la gestión de pedidos en un restaurante local utilizando Flutter y Firebase* [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio UTC. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9234>

ControlHippo. (2025). *WhatsApp Business para restaurantes: Una guía detallada*. <https://controlhippo.com/blog/es/whatsapp/whatsapp-for-restaurants/>

DataIntel. (2024). *Restaurant dynamic pricing platform market research report 2033*. <https://dataintel.com/report/restaurant-dynamic-pricing-platform-market>

EHL Hospitality Insights. (2024). *What restaurant technology trends should be on your radar in 2024?* <https://hospitalityinsights.ehl.edu/restaurant-technology-trends>

El Observador. (2018). *¿Qué porcentaje se llevan las apps por la comida que pedís por delivery?* <https://www.elobservador.com.uy/nota/la-porcion-de-la-pizza-que-queda-en-manos-de-las-aplicaciones-de-deliveries-2018101144013>

Expansión. (2021). *Uber Eats y Didi Food bajan sus comisiones a restaurantes.* <https://expansion.mx/tecnologia/2021/01/20/didi-food-y-rappi-responden-a-restaurantes-con-apoyos>

F22Labs. (2025). *Why Flutter is The Best Choice for Cross-Platform Mobile App Development.* <https://www.f22labs.com/blogs/why-flutter-is-the-best-choice-for-cross-platform-mobile-app-development/>

Fondo Monetario Internacional [IMF]. (2023). *The Rise and Impact of Fintech in Latin America. FinTech Notes*, 2023(003). <https://www.elibrary.imf.org/view/journals/063/2023/003/article-A001-en.xml>

González, A. (2023). *La transformación digital en la industria gastronómica: Desafíos y oportunidades. Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*, (181). https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/cuadernos/detalle_articulo.php?id_libro=1037&id_articulo=21132

Google. (2024). *Documentación de Cloud Firestore: Base de datos NoSQL para el desarrollo de aplicaciones móviles.* Firebase. <https://firebase.google.com/docs/firestore>

Google. (2025). *Documentación técnica de Flutter: Arquitectura de widgets y renderizado nativo.* Flutter Dev. <https://docs.flutter.dev/resources/architectural-overview>

Google LLC. (2024). *Dart Language Guide: Optimización de interfaces de usuario y compilación AOT.* Dart Dev. <https://dart.dev/guides/language/language-tour>

Google Research. (n.d.). *Firestore: The NoSQL Serverless Database for the Application Developer.* <https://research.google/pubs/firestore-the-nosql-serverless-database-for-the-application-developer/>

Growth Market Reports. (2024). *Restaurant dynamic pricing platform market research report 2033*. <https://growthmarketreports.com/report/restaurant-dynamic-pricing-platform-market>

IEEE Xplore. (2024). *A Comparative Analysis of Cross-Platform Mobile Development Frameworks*. 2024 IEEE 6th Symposium on Computers & Informatics (ISCI), 84-90. <https://doi.org/10.1109/ISCI62787.2024.10667693>

Keskin, S. N. (2025). Digital Transformation in Gastronomy Applications Used in the Restaurant Industry. In K. Birdir & S. Birdir (Eds.), *Revolutionizing Hospitality Management Systems With AI, VR, and Machine Learning* (pp. 131-160). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-8769-6.ch005>

Kumar, A., & Singh, P. (2023). La digitalización en la gestión de pedidos en restaurantes. *Revista de Innovación Gastronómica*, 14(1), 21-35. <https://revistainnovacion.com>

Kuno Digital. (2024). *Tendencias de desarrollo móvil en 2024*. <https://www.kunodigital.com>

Lehr, L. (2024). *The Good, the Bad and the Ugly in Latin America's Payment Industry in 2024*. Americas Market Intelligence. <https://paymentscmi.com/insights/latin-america-good-bad-ugly-payments-industry-2024/>

Líder Empresarial. (2023). *Rappi, DiDi Food y Uber Eats: ¿Dónde cobran menos comisión promedio en México?* <https://www.liderempresarial.com/rappi-didi-food-y-uber-eats-donde-cobran-menos-comision-promedio-en-mexico/>

López, J. (2024). Evolución de las tecnologías financieras y su impacto en la gestión de cobros digitales. *Revista de Pensamiento Estratégico y Negocios*, 9(1), 115-130. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9254146.pdf>

Lunchbox. (2024). *The state of dynamic pricing for restaurants in 2024, and how to navigate*. <https://lunchbox.io/the-state-of-dynamic-pricing-for-restaurants-in-2024>

Media Connect. (2025). *Mejores Pasarelas de Pago en Ecuador: Guía Comparativa 2025*. <https://mediacconnectonline.com/pasarelas-pago-ecuador/>

Microsoft Corporation. (2024). *Visual Studio Code: Documentation and Extensions for Mobile Development*. <https://code.visualstudio.com/docs>

Milojković, K., Živković, M., & Bačanin Džakula, N. (2024). *Agile Multi-user Android Application Development With Firebase: Authentication, Authorization, and Profile Management*. Sinteza 2024 - International Scientific Conference on Information Technology, Computer Science, and Data Science, 405-412. <https://doi.org/10.15308/Sinteza-2024-405-412>

Morales, J. (2022). *Implementación de Firebase Realtime Database para aplicaciones gastronómicas en Ecuador* [Trabajo de titulación, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22145>

Nielsen, J. (2023). *Usabilidad: Principios básicos para una buena experiencia de usuario*. <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>

Número Servicio al Cliente. (2024). *Uber Eats Ecuador – Teléfono de Contacto para atención al usuario y restaurantes*. <https://www.numeroservicioalcliente.com/uber-eats-ecuador/>

OlaClick. (2024). *WhatsApp para Restaurantes: Sistema de pedidos y chatbot*. <https://olaclick.com/es/sistema-de-pedidos-whatsapp/>

Pardux. (2025). *Pasarelas de pago para e-commerce en Ecuador*. <https://pardux.com/herramientas/pasarelas-de-pago-para-e-commerce-en-ecuador/>

PayPhone. (2023). *Guía de Integración Técnica para Desarrolladores: Estándares PCI y Tokenización*. <https://developer.payphone.app/>

PedidosYa Ecuador. (2025). *Tres formas en que PedidosYa impulsa el crecimiento de tu restaurante en Ecuador: Socios, Créditos y Plus*. Centro De Socios - PedidosYa Ecuador. <https://centrodesocios.pedidosya.com/ec/blog/tres-formas-en-que-pedidosya-impulsa-el-crecimiento-de-tu-restaurante-socios-creditos-y-plus/>

Pragmatic Engineer. (2025). *Cross-platform mobile development*. Newsletter. <https://newsletter.pragmaticengineer.com/p/cross-platform-mobile-development>

PubMed Central [PMC]. (2024). *Trends in Smart Restaurant Research: Bibliometric Review and Research Agenda*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12413613/>

PYMNTS. (2024). *Dynamic pricing proves 'very meaningful' for struggling restaurants*. <https://www.pymnts.com/restaurant-technology/2024/dynamic-pricing-proves-very-meaningful-for-struggling-restaurants/>

QSR Magazine. (2024). *Why traditional dynamic pricing doesn't work for restaurants*. <https://www.qsrmagazine.com/story/why-traditional-dynamic-pricing-doesnt-work-for-restaurants/>

RavenDB. (2024). *2024 NoSQL Database Trend Report*. <https://ravendb.net/whitepapers/2024-nosql-database-trend-report>

Repositorio PUCE (Pontificia Universidad Católica del Ecuador). (2024). *Implementación de una aplicación móvil para mejorar el servicio al cliente en restaurantes de Quito*. <https://repositorio.puce.edu.ec>

ResearchGate. (2022). *Firestore - A Cloud Hosted NoSQL Database*. https://www.researchgate.net/publication/364340379_Firebase-A_Cloud_Hosted_NoSQL_Database

ResearchGate. (2024). *Cross-Platform Innovation: The Rise and Impact of Flutter in Modern App Development*. *International Research Journal on Advanced Engineering and Management*, 2(12), 3560-3569. <https://doi.org/10.47392/IRJAEM.2024.525>

Restobot. (2025). *¿Cómo puedo ofrecer comida por WhatsApp? Guía completa para restaurantes*. <https://restobot.ai/blog/ofrecer-comida-por-whatsapp/>

RestroWorks. (2024). *Restaurant Mobile App Statistics – Trends, User Insights & App Adoption Rates*. <https://www.restroworks.com/blog/restaurant-mobile-app-statistics/>

Revista Gestión. (2023). *PayPhone: crecimiento y adopción de pagos móviles en Ecuador*. *Gestión Digital*. <https://www.revistagestion.ec>

Rodríguez, M. (2022). Aplicaciones móviles y su incidencia en la competitividad de las microempresas de servicios. *ECA Sinergia*, 13(1), 45-56. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8254848.pdf>

Saraf, P. R., Jadhao, S. M., Wanjari, S. J., Kolwate, S. G., & Patil, A. D. (2022). A Review on Firebase (Backend as a Service) for Mobile Application Development. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology (IJRASET)*, 10(1). <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.39958>

ScienceDirect. (2024). The effect of digital transformation: Boosting productivity in the restaurant industry. *International Journal of Hospitality Management*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278431924002081>

Statista. (2023). *Cross-platform mobile frameworks used by global developers 2023*. <https://www.statista.com/statistics/869224/worldwide-software-developer-working-hours/>

Statista. (2024a). *Digitalization of the restaurant industry worldwide - statistics & facts*. <https://www.statista.com/topics/8103/digitalization-of-the-restaurant-industry/>

Statista. (2024b). *Digital payments in Latin America, by country - statistics & facts*. <https://www.statista.com/topics/8136/digital-payments-in-latin-america/>

Sutherland, J. (2021). *SCRUM: The Art of Doing Twice the Work in Half the Time*. Random House.

Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC). (2023). *Desarrollo de red social institucional UTChat utilizando Firebase y metodología Scrum*. Repositorio UTC. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1b58e9c5-2078-47e5-92be-fbd9d1a08385/content>

Vera, M. (2024). Fintech in Ecuador in the process of financial digitalization. *Revista UNIANDÉS Episteme*, 17(46), 88-98. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10285508.pdf>

Vivoken. (2024). *¿Qué es PayPhone y para qué sirve? ¿Es seguro usarlo?* <https://vivoken.com/blog/como-funciona-payphone-y-para-que-sirve-es-seguro/>

VIXIO. (2024). *Ecuador's First Fintech Regulation Brings New Rules For Payment Service Providers*. <https://www.vixio.com/insights/pc-ecuadors-first-fintech-regulation-brings-new-rules-payment-service-providers>

Weidemann Tech. (2024). *Restaurant Digital Transformation: Trends, Tools, and Insights for 2024*. <https://weidemann.tech/restaurant-digital-transformation-trends-tools-and-insights-for-2024/>

ANEXOS

Anexo 1: Entrevista

Lugar: Otavalo

Entrevistada: Sra. Esther Bonilla

1. ¿Cómo gestionan actualmente sus pedidos y pagos?

Principalmente por WhatsApp y llamadas. Los pagos son en efectivo al recibir o por transferencias bancarias que debemos verificar manualmente.

2. ¿Cuál es el mayor problema con el sistema actual?

La pérdida de tiempo validando transferencias y que a veces los clientes piden cosas que ya se nos acabaron (falta de control de stock en tiempo real).

3. ¿Qué funciones le gustaría que tuviera una aplicación propia?

Que el cliente pueda pagar con tarjeta directo, que nos avise qué pidió exactamente y que yo pueda avisarles cuando un producto ya no está disponible para que no lo compren.

4. ¿Qué tan importante es para usted tener ofertas diarias?

Es vital. A veces tenemos mucha masa de pizza y necesitamos poner una promoción rápido para vender todo ese día.

5. ¿Qué información necesita recibir de sus clientes para realizar la entrega (delivery) de forma eficiente?

Necesitamos el nombre, el teléfono confirmado y sobre todo una referencia clara del lugar, porque en Otavalo a veces las direcciones son difíciles de hallar.

6. ¿Considera necesario que el cliente pueda ver el historial de lo que ha comprado anteriormente?

Sí, porque muchos clientes siempre piden lo mismo y eso les ayuda a recordar sus platos favoritos.

7. ¿Cómo desearía que el sistema maneje la seguridad para que no cualquier empleado cambie los precios?

Me gustaría que el panel de control tenga una clave que solo yo (el dueño) sepa.

Anexo 2: Manual de usuario: App "Sabor y Aroma"

MANUAL DE USUARIO: APP "SABOR Y AROMA"

FLUJO DEL CLIENTE (COMPRA)

1.1. Ingreso y Registro

La aplicación utiliza Google Sign-In para garantizar un acceso rápido y seguro sin necesidad de recordar contraseñas adicionales.

Al abrir la App por primera vez, presione el botón de Google.

Seleccione su cuenta y la App cargará automáticamente su perfil.



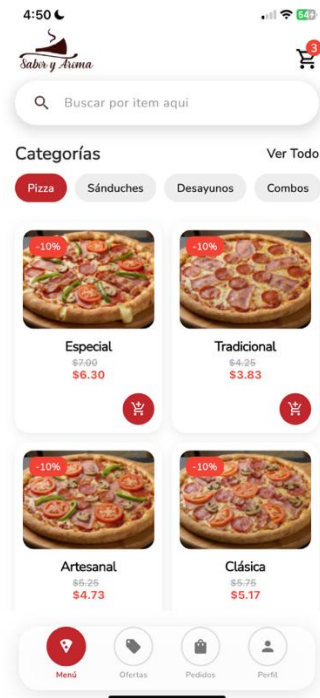
1.2. Exploración del Menú

En la pantalla principal (Home), el usuario puede:

Buscar: Usar la barra superior para encontrar productos por nombre.

Categorías: Filtrar por secciones como "Pizzas", "Bebidas" o "Combos".

Ver Todo: Acceder al catálogo completo de la tienda.



PEDIDO Y PAGO SEGURO

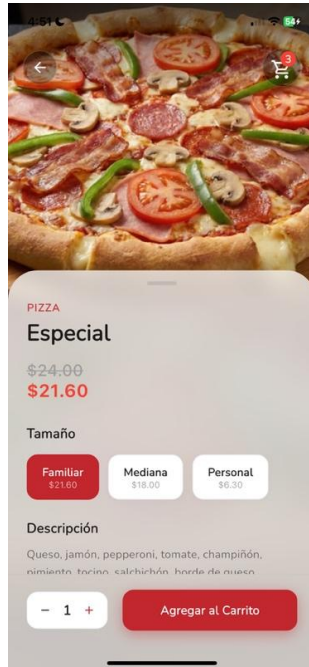
2.1. Selección y Personalización

Al tocar un producto, se abrirá el detalle donde el usuario puede:

Elegir Variantes: Seleccionar tamaño (Mediana, Familiar) o sabores (Pollo, Carne).

Ver Stock: El botón se bloqueará automáticamente si el producto está agotado.

Agregar: Presionar "Agregar al carrito".



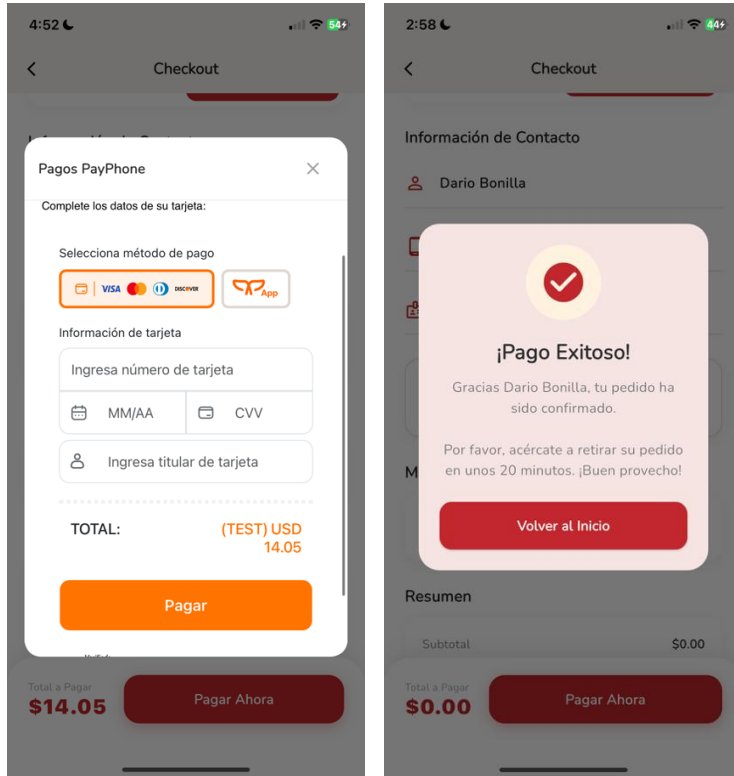
2.2. Proceso de Pago (Checkout)

Acceda al Carrito desde el botón flotante o el menú inferior.

Presione "Pagar Ahora".

Complete los datos de entrega (Domicilio o Retiro en local) y su Cédula/RUC.

Pasarela PayPhone: Se abrirá una ventana segura para ingresar su tarjeta. Una vez autorizado, recibirá el mensaje de "¡Pago Exitoso!".

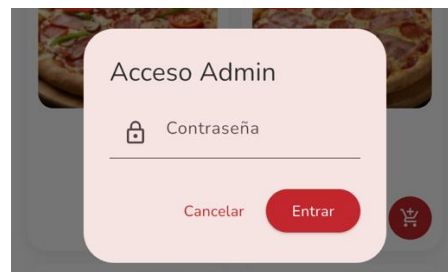


PANEL ADMINISTRATIVO

3.1. Acceso al Panel

El acceso administrativo es discreto para seguridad del negocio:

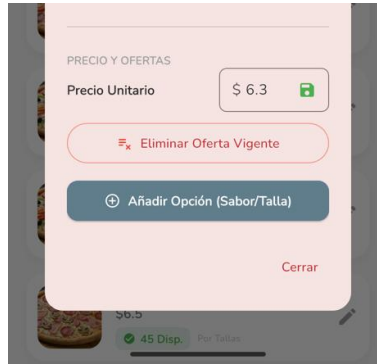
Ingrese la Contraseña Administrativa.



3.2. Gestión de Precios y Ofertas

El administrador tiene el control total sobre la estrategia comercial de la tienda:

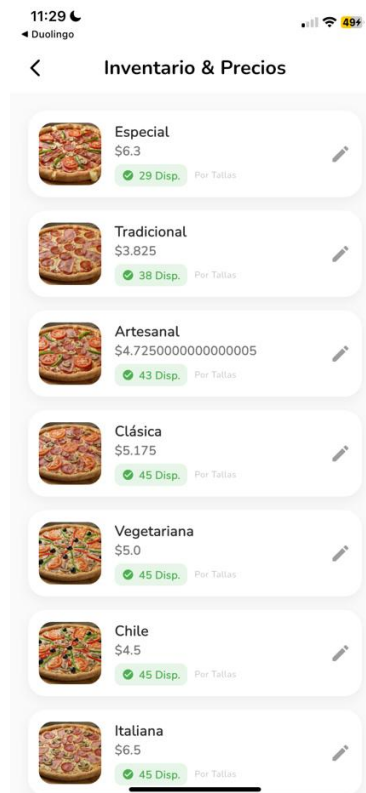
Al seleccionar un producto, el administrador puede ingresar el % de descuento específico para ese ítem.



3.3. Control de Inventario (Stock)

Monitoreo Real-Time: El administrador puede ver la lista de todos los productos y sus unidades actuales.

Bloqueo de Venta: Si el administrador pone el stock en "0", la App del cliente automáticamente deshabilitará el botón de compra para evitar pedidos que no se pueden cumplir.



Anexo 3: Carta de Aceptación de la Aplicación por el Negocio Sabor y Aroma



CARTA DE ACEPTACIÓN

Otavaló, 15 de enero del 2026

Msc. José Tamayo

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE HÁBITAT, INGENIO Y CREATIVIDAD DE LA PONTIFICIA
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE- IBARRA

Presente.

Estimado Guerrero Bonilla Wilmer Dario

En nombre de la Pizzería "Sabor y Aroma", me complace informar que hemos recibido y revisado el proyecto de titulación: "APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE PEDIDOS EN LA PIZZERÍA SABOR Y AROMA OTAVALO-ECUADOR" que ha desarrollado para nuestro establecimiento.

Queremos expresar nuestra satisfacción con el trabajo realizado, el cual representa una contribución significativa para la modernización de nuestro negocio, proporcionando una solución integral para la gestión digital de pedidos y la eliminación de errores operativos. La implementación de tecnologías multiplataforma y sistemas de pago seguros ha mejorado considerablemente nuestra capacidad de atención al cliente y la eficiencia de nuestros procesos.

Agradecemos su dedicación y profesionalismo demostrado a lo largo del desarrollo de este proyecto. Estamos seguros de que los conocimientos y la experiencia que ha adquirido serán de gran valor para su carrera profesional.

Atentamente,

Bonilla Moran Maria Esther
Propietario/a



Cafetería y Pizzería
Teléf: 2924 039