



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Posgrado

Maestría de Tecnologías de la Información y Comunicación

**DOMICILIOSGT.COM, SISTEMA MÓVIL DE INFORMACIÓN PARA LA COMPRA Y VENTA
DE PRODUCTOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Ing. Libardo Rodríguez Martínez

Asesorado por el MsC. Ing. Edwin Estuardo Zapeta Gómez

Guatemala, septiembre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DOMICILIOSGT.COM, SISTEMA MÓVIL DE INFORMACIÓN PARA LA COMPRA Y VENTA
DE PRODUCTOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. LIBARDO RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

ASESORADO POR EL MSC. ING. EDWIN ESTUARDO ZAPETA GÓMEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y
COMUNICACIÓN**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de La Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Ing. Marlon Antonio Pérez Türk
EXAMINADOR	Ing. Estuardo Echeverria Nova
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DOMICILIOSGT.COM, SISTEMA MÓVIL DE INFORMACIÓN PARA LA COMPRA Y VENTA
DE PRODUCTOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado, con fecha junio de 2020.



Ing. Libardo Rodríguez Martínez

DTG. 387.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **DOMICILIOSGT.COM, SISTEMA MÓVIL DE INFORMACIÓN PARA LA COMPRA Y VENTA DE PRODUCTOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el Ingeniero Libardo Rodríguez Martínez, estudiante del programa de **Maestría de Tecnologías de la Información y Comunicación**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, septiembre de 2021

AACE/cc



Guatemala, Agosto 2021

EEPFI-1256-2021

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y verificar la aprobación del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística al Trabajo de Graduación titulado: **“DOMICILIOSGT.COM, SISTEMA MÓVIL DE INFORMACIÓN PARA LA COMPRA Y VENTA DE PRODUCTOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA”** presentado por el Ingeniero **Libardo Rodríguez Martínez** quien se identifica con carné **201890532** correspondiente al programa de **Maestría en Tecnologías de la Información y la Comunicación**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





Guatemala, Agosto 2021

EEPFI-1255-2021

Como coordinador de la **Maestría en Tecnologías de la Información y la Comunicación** doy el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **“DOMICILIOSGT.COM, SISTEMA MÓVIL DE INFORMACIÓN PARA LA COMPRA Y VENTA DE PRODUCTOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA”** presentado por el Ingeniero **Libardo Rodríguez Martínez** quien se identifica con carné **201890532**.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”




Mtro. Ing. Marlon Antonio Pérez Turk
Coordinador de Maestría
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Guatemala, Agosto de 2021

EEPFI-1257-2021

En mi calidad como asesor del profesional **Libardo Rodríguez Martínez** quien se identifica con carné **201890532** procedo a dar el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **"DOMICILIOSGT.COM, SISTEMA MÓVIL DE INFORMACIÓN PARA LA COMPRA Y VENTA DE PRODUCTOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA"** quien se encuentra en el programa de **Maestría en Tecnologías de la Información y la Comunicación** en la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Estuardo Zapeta
Ingeniería en Ciencias y Sistemas
Colegiado 12767

Mtro. Edwin Estuardo Zapeta Gómez
Asesor

ACTO QUE DEDICO A:

Mi madre

Clara Ines Martínez, por el amor incondicional brindado, por inculcarme valores fundamentales en mi desarrollo profesional y como persona, por su paciencia, su apoyo en mis proyectos y por siempre estar ahí para mí.

Mi padre

José Libardo Rodríguez, por el amor incondicional brindado, por darme siempre los mejores consejos, por haber creído en mí brindándome siempre la mejor educación, por su confianza y apoyo a mis proyectos.

Mi hermana

Paola Andrea Rodríguez, por ser mi ejemplo para seguir, por darme siempre el consejo más adecuado a cada situación, por impulsarme a cumplir mis metas y sobre todo por restaurar mi fe en la humanidad, enseñándome siempre a ser mejor persona.

Mi familia

Por el apoyo brindado, por siempre estar pendientes de mí e impulsarme a cumplir mis metas.

Mis amigos

Por brindarme su amistad, por enseñarme siempre cosas nuevas, por formar parte de mi crecimiento como persona y como profesional.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi asesor

Por tomarse el tiempo y la dedicación necesaria para lograr culminar mi trabajo de graduación, y por impulsarme a seguir con mis estudios.

Mis catedráticos

Por compartir sus conocimientos, por ser excelentes profesionales y por brindar ayuda y consejos.

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por permitirme estudiar fuera de mi país de origen y así poder llevarme la mejor experiencia a nivel académico de Guatemala.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
GLOSARIO	V
RESUMEN.....	VII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	IX
OBJETIVOS.....	XIII
MARCO METODOLÓGICO	XV
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES	1
2. JUSTIFICACIÓN	5
3. ALCANCES	7
3.1. Resultados.....	7
3.2. Técnicos	7
3.3. Investigativos.....	8
4. MARCO TEÓRICO.....	11
4.1. Sistemas de gestión de bases de datos (DBMS)	11
4.1.1 Bases de datos para dispositivos móviles	12
4.1.2 Arquitectura DB móviles	12
4.2. Tecnología móvil y arquitectura.....	13
4.2.1 Aplicaciones móviles nativas	13
4.2.2 Aplicaciones móviles web	15
4.2.3 Aplicaciones móviles híbridas.....	17

4.3.	Bases de datos no relacionales.	19
4.3.1	Bases de datos en memoria.....	19
4.3.2	Bases de datos documentales.	20
4.3.3	Bases de datos de grafos.....	21
4.4.	Comercio electrónico E-COMMERCE.....	22
4.5.	Experiencia de usuario (UX)	22
4.6.	Seguridad y privacidad en tecnología móvil	24
5.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	27
5.1.	Descripción del experimento	27
5.1.1	Diseño	27
5.1.2	Escenario local	32
5.1.3	Escenario servidor.....	37
5.1.4	Funcionalidades de la aplicación.....	40
5.1.5	Limitaciones	47
5.2.	Implementación de Prototipo.....	47
5.2.1	Desarrollo de código fuente.....	47
5.2.2	Alojamiento de aplicación.....	50
5.2.3	Pruebas funcionales	50
6.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	51
	CONCLUSIONES.....	53
	RECOMENDACIONES	55
	REFERENCIAS	57
	APÉNDICES.....	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Arquitectura tradicional de una base de datos móvil.....	12
2.	Estructura de las aplicaciones nativas	15
3.	Estructura de las aplicaciones web	17
4.	Estructura de las aplicaciones híbridas.....	18
5.	Esquema base de datos documental y base de datos de grafos	21
6.	Guía para el diseño de aplicaciones móviles	23
7.	Diagrama de casos de uso.....	27
8.	Diagrama de secuencia.....	29
9.	Diagrama de clases.	30
10.	Diagrama de despliegue	31
11.	Encuesta de desarrolladores de StackOverflow año 2015.....	33
12.	Índice TIOBE (programming community index).....	34
13.	IDE Xcode con Swift como lenguaje de desarrollo.....	36
14.	Consolas Firebase	38
15.	Petición datos colección administrador	41
16.	Pantalla principal aplicación DomiciliosGT.com	42
17.	Pantalla de registro de conductor y registro de usuario	43
18.	Pantalla principal.....	44
19.	Pop Up conductor	45
20.	Diagrama de arquitectura general de la solución	46
21.	AppDelegate, StoryBoard, ViewController	49
22.	Simulador Xcode 11.4.1	50

TABLAS

I.	Variables.....	XVI
II.	Diagrama de casos de uso	28
III.	Comparativa IDEs.....	35
IV.	Requerimientos mínimos del dispositivo móvil	37
V.	Requerimientos mínimos de hardware	39
VI.	Requerimientos mínimos de hardware pruebas	39
VII.	Características comerciales de software de desarrollo.....	40

GLOSARIO

API	Interfaz de programación de aplicaciones (<i>Application Programming Interface</i>), conjunto de subrutinas, funciones y procedimientos que ofrece una librería para la utilización de otro software.
DBMS	Sistemas de administración de base de datos (<i>DataBase Management System</i>), conjunto de programas que permiten el almacenamiento, modificación y extracción de información de una base de datos.
EDGE	Tarifas de datos realizadas para evolución GSM (<i>Enhanced Data Rates for GSM Evolution</i>), mejora a las redes de telefonía móvil, que permite que las redes actuales de GSM ofrezcan servicios 3G dentro de las frecuencias existentes.
GSM	Sistema global para comunicaciones móviles (<i>Global System for Mobile communications</i>), estándar en telecomunicaciones móviles a nivel global.
IDE	Entorno de desarrollo integrado (<i>Integrated Development Environment</i>), ampliación que proporciona servicios integrales para facilitar el desarrollo de software.

JSON

Notación de objeto Javascript (*JavaScript Object Notation*), formato de texto sencillo para el intercambio de datos utilizado en el consumo de servicios Web.

WAP

Protocolo de aplicaciones inalámbricas (*Wireless Application Protocol*), estándar internacional para aplicaciones que utilizan comunicaciones inalámbricas.

RESUMEN

Para nadie es un secreto que los dispositivos móviles se han convertido en uno de los principales centros de trabajo inalámbrico, donde se guarda una gran cantidad de información, la mayoría de dicha información es de carácter secreto, como contraseñas, información privilegiada como números de tarjetas de crédito entre otros, por lo anterior es importante que los estándares de seguridad de los dispositivos móviles sean cada vez mejores, y más aún los estándares de seguridad de aplicaciones que usamos frecuentemente. La implementación de características de seguridad como acceso de inicio de sesión único (SSO), controles de prevención de fuga de datos (DLP), soporte de cifrado, son valiosos para asegurar la confidencialidad de los datos, pero es importante y de vital importancia tener una balanza entre lo seguro y lo eficiente, es necesario encontrar ese equilibrio para dar solución a todas las necesidades.

Las plataformas que se encuentran actualmente en el mercado de Guatemala cuentan con servicio a domicilio limitado. La falta de soluciones eficaces, seguras y que generen una agradable experiencia de usuario, justifica la creación de un sistema que proponga una arquitectura adecuada y un modelo de comunicación entre sistemas DBMS. Por tal motivo se desarrolló una aplicación móvil, para la compra y venta de productos en el área metropolitana de la ciudad de Guatemala, para dispositivos con sistema operativo iOS. El tipo de estudio midió el rendimiento de la aplicación mediante indicadores que permitieron calcular velocidad, parámetros de seguridad y respuesta de comunicación entre DBMS; por otro lado, el estudio es su parte cualitativa evaluó la experiencia por medio de la opinión de los usuarios al interactuar con un prototipo funcional; el diseño de los módulos o componentes que hacen parte del prototipo, se basaron en una arquitectura nativa móvil; fue de vital importancia

que la fase documental haya llegado a su fin, pues las herramientas y uso de estas mismas formaron el esqueleto de la estructura del diseño del prototipo.

Como se planteó desde un comienzo la aplicación está enfocada en un único sistema operativo, en este caso y para poder cumplir con los lineamientos y alcances de esta, se decidió usar Swift como lenguaje de programación, Xcode como entorno de desarrollo y Firebase como base de datos, brindando alta disponibilidad, respaldado como servicio de Google, compatible con múltiples lenguajes, garantizando un crecimiento horizontal, debido su servicio en la nube que funciona en tiempo real.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mercado mundial de apps ha alcanzado cifras récord en descargas e ingresos, hoy en día la mayoría de las personas hacen uso de la tecnología móvil para suplir las necesidades de su diario vivir, desde consultas médicas, viajes urbanos hasta el uso de aplicaciones para relaciones sentimentales. Pero para lograr el éxito de una aplicación, es de gran importancia basar la construcción de esta en estándares altos de calidad, ya que encontramos en el mercado dos grandes proveedores de este servicio, los cuales exigen esquemas de calidad para realizar publicaciones en sus respectivas tiendas de aplicaciones; Hablamos concretamente de App Store de Apple para sistemas operativos iOS y de Google Play Store de Google para sistemas operativos Android.

Para llevar el control y estándares de alta calidad, los desarrolladores de aplicaciones móviles se han visto en la necesidad de minimizar la mayor cantidad de errores de programación, que implique una mala reputación hacia la empresa o hacia ellos mismos. Un ejemplo clásico de este tipo de errores es desarrollar una aplicación que solo funcione en teléfonos de última generación, dejando atrás a un gran porcentaje que no maneja tal gama en sus dispositivos inteligentes. El no especificar para qué celulares fue diseñada la aplicación, genera una serie de confusiones, pues si los teléfonos no son congruentes con la aplicación, causara fallas a nivel técnico, dañando de esta forma la reputación del desarrollador o la empresa dueña del producto. Uno de los mayores problemas de la calidad de las aplicaciones móviles es que los desarrolladores no se acoplan a la fase de vida de ciclo del desarrollo, puesto que se centran en la funcionalidad, dejando de lado la seguridad y el rendimiento, que a la hora de

calificar o decidir si va a ser una aplicación que una persona desea mantener en su celular, es bastante influyente.

Hoy en día la mayoría de aplicaciones móviles funcionan con sistemas de gestión de bases de datos o por sus siglas en inglés DBMS (Database Management System), donde la comunicación entre las bases de datos móviles y las bases de datos corporativas, funciona dependiendo de la situación que se presente, bien sea si se pretende trabajar con la totalidad de la base de datos, o si se busca desempeño y rendimiento, bajando un fragmento de los datos, y trabajar localmente desde el dispositivo móvil; dicha comunicación se presenta de manera intermitente y con intervalos de tiempos cortos para ciertos tipos de aplicaciones, o de manera continua para aplicaciones que buscan veracidad, cálculos exactos y un correcto manejo de la información.

Las principales características que ofrecen estos sistemas en términos de funcionalidad se basan en comunicación a servidores centralizados, sincronización entre el servidor centralizado y la base de datos móvil, gestión y análisis de los datos almacenados en la base de datos del dispositivo móvil. Las ventajas de utilizar bases de datos móviles radican en evitar el uso de tecnología extra para la obtención constante de información de una base de datos centralizada, pero para lograr esta ventaja es preciso que la construcción y el diseño de la base se rijan bajo altos estándares de calidad, sin olvidar las limitaciones de los dispositivos móviles, enfocadas en disponibilidad de recursos, almacenamiento de datos y seguridad de estos.

Se puede detectar que dos de los problemas que presentan este tipo de sistemas, se centran en la gestión de la base de datos móvil y la comunicación entre esta base y una base de datos corporativa. Como se mencionó

anteriormente existen una serie de factores que influyen en la decisión a la hora de diseñar una base de datos móvil, resumidos en cinco grupos:

- Consistencia de datos y concurrencia: una base de datos móvil debe ser capaz de funcionar tanto online como offline, por ende, es sumamente importante la calidad de su diseño de sincronización con las bases centralizadas para asegurar la fidelidad de los datos.
- Sincronización y resolución de conflictos: puesto que el alto flujo de acceso a la base de datos por medio de múltiples usuarios genera constantes inconsistencias, se da solución a la misma fragmentando y replicando la información, para que cada usuario posea la información que necesita y por ende sea más fácil su actualización.
- Seguridad: la seguridad como en todos los sistemas de tecnología e información es un pilar fundamental para el éxito de cualquier aplicación, y no son la excepción en el diseño de las bases de datos móviles, ya que es vital mantener la confidencialidad de los datos; esto se puede hacer por medio de encriptación y autenticación de usuarios.
- Alta disponibilidad: las bases de datos deben estar disponibles, sin importar el horario, caída de servidores o fallas del sistema.

Conociendo las características ideales de las bases de datos móviles, cabría analizar si un servidor centralizado responde a dichas necesidades, o si, por el contrario, es inevitable romper el paradigma relacional y usar bases NoSql para desarrollar una arquitectura más acorde al creciente mundo de la información y el continuo uso de dispositivos móviles.

Pregunta central

- ¿Qué sistema de información con enfoque a e-commerce ofrece una arquitectura móvil que asegure alto rendimiento, comunicación eficiente entre DBMS y cumplimiento de estándares de seguridad?
- Preguntas auxiliares
- ¿Qué tipo de arquitectura para dispositivos móviles se necesita para el manejo de transacciones en términos de seguridad y la optimización de tiempos de respuesta en el desarrollo de una solución de e-commerce?
- ¿Qué componentes se requieren para desarrollar un modelo de comunicación entre un DBMS móvil y el DBMS corporativo, sin limitarse al uso de servidores centralizados?
- ¿Qué tecnologías a nivel de lenguaje de programación, APIs, se necesitan para el desarrollo de un sistema que ofrezca alta disponibilidad, compatibilidad con los diferentes dispositivos que se encuentran actualmente en el mercado y crecimiento horizontal para la compra de productos desde dispositivos móviles?
- ¿Se pueden usar servidores no centralizados y bases de datos no relacionales sin afectar la seguridad y confidencialidad de los datos?

OBJETIVOS

General

Desarrollar el prototipo de una aplicación móvil, para la compra y venta de productos en el área metropolitana de la ciudad de Guatemala, para dispositivos con sistema operativo iOS, con una arquitectura que asegure un alto rendimiento, una comunicación eficiente entre DBMS y cumpla con estándares de seguridad.

Específicos

- Seleccionar la arquitectura móvil adecuada, para crear un balance entre eficiencia, experiencia de usuario y seguridad.
- Desarrollar el prototipo funcional que genere transacciones seguras y eficientes entre cliente y proveedor en cualquier zona de la capital guatemalteca.
- Evaluar y seleccionar las tecnologías más adecuadas en términos de lenguajes de programación, APIs y bases de datos que permitan alta disponibilidad, compatibilidad y crecimiento horizontal para la compra de productos desde dispositivos móviles.
- Evaluar el uso de servidores no centralizados para la implementación de bases de datos no relacionales, sin que esto afecte los protocolos de seguridad y confidencialidad de los datos.

MARCO METODOLÓGICO

- Tipo de investigación

El tipo de estudio usado en la presente investigación se define como mixto, debido a que por la parte cuantitativa busca medir el rendimiento de la aplicación mediante indicadores que permitan calcular velocidad, parámetros de seguridad y respuesta de comunicación entre DBMS; por otro lado, en el estudio cualitativo se busca evaluar la experiencia por medio de la opinión de los usuarios al interactuar con un prototipo funcional para sistemas operativos iOS, con el objetivo de evaluar y detallar las siguientes variables:

Comunicación entre DBMS móvil y DBMS corporativo, seguridad móvil, comercio electrónico y experiencia de usuario; expresado en pruebas que validen el rendimiento de la arquitectura a utilizar, seguridad móvil en términos transaccionales, tiempo de respuesta y diseño enfocado al usuario final.

- Diseño de investigación

El diseño que corresponde a la investigación es un diseño experimental, el cual consiste en la implementación de un prototipo de una aplicación móvil, enfocado en la compra y venta de productos, específicamente para dispositivos con sistema operativo iOS, dicho prototipo cuenta con una arquitectura que asegura un alto rendimiento, una comunicación eficiente entre DBMS y cumple con estándares de seguridad. En el diseño se identificaron y cuantificaron el tipo de tecnologías usadas, además que se jugó con el uso de estándares y variables para el correcto desarrollo del prototipo.

- Alcances de investigación

El tipo de alcance de la investigación se define como descriptivo de enfoque cuantitativo, pues se recolectan datos de diferentes tipos de tecnologías y arquitecturas móviles, además de variables a estudiar, enfocadas a la experiencia de usuario y seguridad móvil, para su respectivo análisis y medición, y así lograr el balance entre eficiencia, experiencia de usuario y seguridad.

- Variables de investigación

En el desarrollo de la investigación, se definieron las variables que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla I. **Variables**

Variables	Definición	Sub Variables	Indicadores	Dimensiones
Experiencia de usuario	Conjunto de factores y elementos relativos a la interacción del usuario, con el dispositivo móvil, que como resultado pretende obtener una percepción positiva o negativa del servicio.	Usabilidad	Grado de aceptación de la app en función de la usabilidad y la simplicidad de esta.	Cualitativa
		Navegabilidad	Tiempo de respuesta en acceder a los componentes de la app.	Cuantitativa

Continuación de tabla I.

Seguridad móvil	Medidas de Seguridad	Grado de Cualitativa
	seguridad transaccional	confiabilidad
	establecidas	
	para la	
	protección de	
	datos	
	personales y	
	transaccionales.	

Fuente: elaboración propia.

- Técnicas de recolección de información

Se realiza una pequeña muestra con algunos establecimientos ubicados en zona 16, de la ciudad de Guatemala, como lo son tiendas, restaurantes y cualquier otro tipo de comercio que desee participar en la inclusión de su empresa en el proyecto de investigación y que usen iOS como sistema operativo; con el fin de alimentar los datos mínimos para que se pueda realizar una transacción exitosa entre usuario final, domiciliario y proveedor del producto.

El método de recolección de datos se realiza dentro de la plataforma, después de que las personas hayan aceptado su participación en el proyecto de investigación; Para lograr mejor acogida en la muestra de investigación, se les entregaron a los comercios que participaran en el proyecto piloto, información, destacando los beneficios de la aplicación para mejorar su mercado.

- Fases del estudio
 - Revisión documental (24 semanas)

Se realizó una investigación para determinar cuál es la arquitectura más adecuada, para la correcta implementación de un sistema e-commerce, para sistemas operativos iOS, creando un balance entre eficiencia, experiencia de usuario y seguridad. Tomando en cuenta el uso de bases de datos no relacionales como alternativa de comunicación entre DBMS, sin limitarse al uso de servidores centralizados.

- Análisis y diseño de la APP (8 semanas)

Se realizó el diseño de los módulos o componentes que hacen parte del prototipo, enfocado en una arquitectura nativa móvil. Fue de vital importancia que la fase documental haya llegado a su fin, pues las herramientas y uso de estas mismas son el esqueleto de la estructura del diseño del prototipo

Como se planteó desde un comienzo la aplicación está enfocada en un único sistema operativo, en este caso y para poder cumplir con los lineamientos y alcances de esta, se decide usar Swift como lenguaje de programación y se usó la herramienta Xcode como IDE (Integrated Development Environment) para sistemas operativos iOS.

El diseño y la estructura del prototipo comprenden los componentes de la solución propuesta, los cuales son:

- Funcionalidades del producto
- Clases y características de usuarios
- Entorno operativo
- Requerimientos funcionales

- Reglas de negocio
 - Requerimientos de interfaces externas
 - Requerimientos no funcionales
- Implementación de prototipo (32 semanas)

Debido a que el prototipo está limitado a dispositivos con sistema operativo iOS, la implementación y recolección de datos implicó un mayor esfuerzo; pero cuando se tuvo el universo a analizar, la implementación solo se enfocó en la publicidad de descarga de la aplicación en la tienda de aplicaciones correspondiente, en este caso la AppStore, debido a que el proceso de publicación de aplicaciones en esta tienda ya está establecido.

- Resultados (2 semanas)

Se pretende obtener transacciones concretas, seguras y que el usuario maneje una experiencia tal, que comience a ver la aplicación como una forma de expansión de mercado de la pequeña y mediana empresa, pues él no incurrir en gastos adicionales para la venta y repartición de sus productos, de la mano con tecnología eficaz, segura y llamativa es un incentivo para el uso y expansión de la aplicación.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años la evolución de tecnologías orientadas a aplicaciones móviles ha permitido un incremento en el mercado en términos económicos, sociales y culturales. Hoy en día los dispositivos móviles forman parte del diario vivir, desde la manera como mejora la calidad de vida en ámbitos laborales, o como herramientas de entretenimiento.

La presente investigación se refiere a la implementación de una aplicación digital para dispositivos móviles iOS como herramienta de comunicación, comercio electrónico y fortalecimiento de los estándares de seguridad y usabilidad para la comunidad guatemalteca.

La característica principal de esta propuesta evaluada en los antecedentes del primer capítulo es el aprovechamiento del crecimiento constante que ha tenido el mercado de teléfonos y dispositivos inteligentes, que permiten la creación de nuevas aplicaciones digitales según la necesidad, este estudio se enfocara en la metrópoli de la ciudad capital.

En el capítulo dos se podrá leer la justificación en la que se basa esta investigación, donde se denota la necesidad del uso de la tecnología expresado en aplicaciones móviles, la innovación de dispositivos y sistemas para aumentar la experiencia de usuario a través de tecnología móvil, dicha tecnología debe acoger factores como los altos estándares de seguridad, una comunicación adecuada, alto rendimiento y un crecimiento horizontal.

Para justificar esta propuesta es necesario analizar, estándares de calidad información eficiente y eficaz. Uno de los principales funcionamientos de esta herramienta es satisfacer la necesidad de comunicación, compra y venta de productos por medio de un sistema seguro, confiable y sobre todo que garantice una experiencia de usuario satisfactoria.

Los alcances de la investigación detallados en el capítulo número tres, se enfocan en resolver el problema de la falta de una plataforma que permita realizar compras de una manera segura, rápida, fácil de usar y que sea incluyente con todos los sectores de la capital, sin importar que tan alejados se encuentren, además en un segundo plano generar empleo, atacando uno de los problemas que más afecta a la sociedad guatemalteca.

El marco teórico, está apoyado por una serie de conceptos los cuales se consideran necesarios para la efectiva solución de la aplicación y el debido desarrollo del prototipo; comenzando con una breve introducción de los sistemas de gestión de bases de datos (DBMS), como canalizadores para la administración de sistemas que controlan el orden, el almacenamiento, recuperación, seguridad e integridad de los datos.

En el capítulo número seis, discusión de resultados, se hace una comparación de las diferentes variables identificadas, la experiencia de usuario, como variable general de usabilidad y navegabilidad, sobresale como factor fundamental en el desarrollo del prototipo a implementar; por otro lado, la seguridad móvil, se determina como una variable necesaria en cualquier sistema, para proporcionar medidas de protección de datos personales y transaccionales.

Los resultados del análisis de los datos obtenidos en la investigación y el desarrollo del prototipo mostraran la mejora general en el uso de aplicaciones

móviles enfocadas en el comercio electrónico, con excelentes parámetros de seguridad, y la facilidad del uso de la aplicación.

1. ANTECEDENTES

Las primeras aplicaciones móviles datan de finales de los 90's, las cuales cumplían funciones básicas que suplían las necesidades acordes con la tecnología de los dispositivos de la época. La evolución de las app's ha tenido un crecimiento exponencial gracias a las diferentes innovaciones en tecnología WAP por sus siglas en inglés (Wireless Application Protocol) y la transmisión de datos EDGE por sus siglas en inglés (Enhanced Data Rates for GSM Evolution), GSM (Global System for Mobile communications); lo que estuvo de la mano del desarrollo a gran escala del mundo de los celulares inteligentes, comenzando con el lanzamiento del iPhone en el 2007 con su sistema operativo iOS, y cientos de propuestas de smartphones, entre ellas Android.

Entre julio y agosto del 2013 fue publicado el volumen 12 número 4 en la revista Electronic Commerce Research and Applications titulado From e-commerce to social commerce: A close look at design features en la que se denota el avance del comercio electrónico, y la importancia del ámbito social en la implementación de un modelo de éxito en la construcción de una aplicación; teniendo como pilares fundamentales, las características de diseño y el concepto de comercio social. Es de vital importancia para esta investigación tener claro a que parte de la sociedad va dirigida la aplicación, para lograr que la plataforma pueda tener éxito, este artículo además describe las herramientas necesarias para enfocar el diseño en el ámbito social, encaminados a modelos de éxito ya establecidos (Zhao y Morad, 2013).

En el 2014 fue publicado el volumen 5 número 2 de la revista Database System Journal del departamento de informática económica y cibernética, de la

universidad de estudios económicos de Bucarest titulado *The Transition from RDBMS to NoSQL. A Comparative Analysis of Three Popular Non-Relational Solutions: Cassandra, MongoDB and Couchbase*. En donde los autores efectúan un estudio comparativo de una posible transformación de métodos RDBMS por sus siglas en inglés (Relational database management system) con las bases de datos NoSql más significativas del mercado actualmente, enfocan su estudio en la necesidad de lidiar con el incremento de datos y la complejidad del estudio de los mismos; puntos esenciales como lo son la disponibilidad, la versatilidad de los datos, el escalamiento horizontal y el uso de bases de datos NoSql en aplicaciones para dispositivos móviles, donde Couchbase, lleva la delantera y enriquece esta investigación por ser una base de datos open source, y que su documentación este orientada al diseño interactivo de aplicaciones móviles (Băzăr e Iosif, 2014).

El 23 de septiembre del 2014 fue publicado un paper titulado *Mobile traffic categorization and policy for network use optimization while preserving user experience* en el que se describe la manera como se implementa un método que detecta el tráfico de origen y destino de una aplicación móvil, entre el dispositivo y el servidor host, teniendo siempre presente la experiencia de usuario, pues las redes existentes no tienen en cuenta los diferentes tipos de tráfico y las prioridades respecto a aplicaciones móviles, que requieren soluciones frecuentes de bajo volumen de pequeña cantidad de datos; la tecnología usada en esta solución mejora la experiencia del usuario, o por lo menos no la impacta negativamente. Este *paper* aporta una guía fundamental a la investigación, pues predice los problemas que no son tenidos en cuenta al mejorar el ancho de banda del canal de datos en los estándares de nueva generación como lo son 3.5G, LTE, 4G y WiMAX, pues es necesario contemplar el ancho de banda del canal de señalización que predice patrones de comportamiento del usuario, los cuales son un pilar para el éxito de esta investigación (Luna y Backholm, 2014).

El 15 de abril del 2017 la revista Journal of Network and Computer Applications en su volumen 84 publica el artículo titulado *Security and privacy challenges in mobile cloud computing: Survey and way ahead* donde enfoca sus estudios en el auge del crecimiento de las aplicaciones móviles y con él la vulnerabilidad de estas y la amenaza latente por sus recursos limitados. Además de plantear el paradigma de la computación en la nube; este artículo contribuye a la investigación pues si bien existen muchos desafíos respecto a la seguridad, se han identificado soluciones de seguridad que contrarrestan dichos desafíos. Precisamente hablando de la importancia de tener una balanza entre lo seguro y lo eficiente, es necesario encontrar ese equilibrio para dar solución a todas las necesidades sin que con la mejora de una se afecte la otra (Muhammad, Mollah, Kalam, Azad y Vasilakos, 2017).

Para finalizar en el 2018 nuevamente de la revista Database System Journal fue publicado el volumen 9 número 1, titulado *Designing a Carrier Optimized Route Mobile Application*, el cual basa su investigación en la arquitectura de una aplicación móvil enfocada a la optimización del envío de paquetes; es tan enriquecedor este artículo para el progreso de la investigación, pues orienta de manera detallada el bosquejo de la plataforma móvil, como el uso de nuevas tecnologías para el desarrollo de una arquitectura mejor fundamentada (Mazare y Oprea 2018).

2. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo se desarrolla en la línea de investigación del área de innovación de dispositivos y sistemas para aumentar la experiencia del usuario a través de tecnología móvil, creando un sistema que logre hacer más eficiente el proceso de compra, y que al mismo tiempo genere empleo, resolviendo así dos grandes problemas que aquejan a la sociedad guatemalteca, uno de ellos, la falta de oportunidad laboral que existe actualmente en el país y la otra, la necesidad de compra de comida rápida sin salir de casa.

Las plataformas que se encuentran actualmente en el mercado de Guatemala cuentan con servicio a domicilio limitado, o no abarcan todas las zonas existentes en la ciudad. La falta de soluciones eficaces, seguras y que generen una agradable experiencia de usuario, justifica la creación de un sistema que proponga un modelo de comunicación entre sistemas DBMS, sin limitarse a los sistemas centralizados ya existentes.

El crecimiento desenfrenado de dispositivos móviles para uso diario de diversas tareas justifica aún más la creación de una aplicación que brinde altos estándares de seguridad en transacciones de compra y venta de productos, además de que asegure un alto rendimiento y un crecimiento horizontal, enfocado a la mejor experiencia para el usuario final.

El sistema de información se encargará de la cobertura en la ciudad capital, ofreciendo un servicio que cumpla con cualquiera de las necesidades del cliente, desde el traslado de documentos, envío de comida hasta cualquier tipo de objeto olvidado.

Es de vital importancia establecer una arquitectura nativa, enfocada en dispositivos móviles, que abarque todas las necesidades de una plataforma de comercio electrónico, ágil, segura y amigable, que evolucione de manera continua a la experiencia de usuario, y que esté ligada a las nuevas tecnologías; este tipo de arquitectura se adapta totalmente a las funcionalidades y características del dispositivo móvil, tanto en los recursos del sistema como los recursos del hardware obteniendo así una mejor experiencia; proporciona una mayor seguridad, puesto que no usa ninguna clase de plugin ni Javascript, evitando la inserción de nuevas capas de complejidad que son susceptibles a ataques, mejora la duración de la batería, ya que el código está optimizado para la arquitectura haciendo un uso más adecuado de los distintos núcleos de CPU/GPU y necesita menos capas de software para ejecutarse.

3. ALCANCES

3.1 Resultados

- Se evaluaron las bondades de la implementación de la arquitectura nativa en el desarrollo de un sistema de comercio electrónico.
- Se evaluó la seguridad que ofrece la aplicación y el grado de usabilidad de acuerdo con los comentarios de los usuarios en la App Store.
- Se evaluó la disponibilidad, compatibilidad y el crecimiento del sistema en función de las compras realizadas.
- Por medio de pruebas de velocidad, versatilidad, seguridad y confidencialidad de datos realizadas en la investigación y desarrollo del prototipo, se determinó y concluyó la viabilidad del uso de servidores no centralizados con bases de datos no relacionales.

3.2 Técnicos

- Se diseñó e implementó un sistema e-commerce basado en una arquitectura móvil nativa para sistemas operativos iOS, con el uso de bases de datos no relacionales, creando un balance entre la eficiencia, la experiencia de usuario y la seguridad.
- Se configuraron los registros y certificados correspondientes para poder publicar la aplicación de e-commerce en la tienda oficial de Apple, la App

Store; registro de dispositivos móviles para las respectivas pruebas de la aplicación con las herramientas del Developer Program de Apple, y desde la herramienta Xcode con cuenta de desarrollador; Se generó un ID para la aplicación, y se creó un perfil de aprovisionamiento y diseño de descripción de la app.

- Se usó Swift como lenguaje de código abierto, para el desarrollo del prototipo basado en una aplicación de arquitectura nativa, aprovechando su enfoque en seguridad, y uso de convenciones de programación modernas para ayudar a mantener la seguridad del software. Además, se empleó Firebase como base de datos NoSQL, tanto en el servidor de pruebas, como en el dispositivo haciendo uso de su solución móvil.
- La perspectiva técnica del uso de servidores no centralizados se alineó en un enfoque investigativo y de pruebas, con Firebase como base de datos y así se determinó que no afectan los protocolos de seguridad y la confidencialidad de los datos.

3.3 Investigativos

- Investigación, análisis y selección de arquitecturas de sistemas móviles que ofrecieron ventajas en el desarrollo de un modelo de e-commerce.
- La investigación tuvo como foco principal, el desarrollo de un prototipo móvil exclusivo para dispositivos con sistema operativo iOS, que apunten a realizar transacciones seguras entre usuarios del sistema.

- La investigación no se enfocó solo en el desarrollo funcional de la aplicación, sino que buscó estipular y seleccionar las tecnologías más adecuadas, en términos de lenguaje de programación, APIs y bases de datos, y de esta forma determinar las capacidades de la arquitectura seleccionada para la compra de productos desde dispositivos móviles.
- Investigación y evaluación de la implementación de bases de datos no relacionales, sin limitarse al uso de servidores centralizados.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Sistemas de gestión de bases de datos (DBMS)

DBMS por sus siglas en inglés, Data Base Management System, son procedimientos de gestión de datos que controlan el almacenamiento, recuperación, orden, integridad y seguridad de los datos, en una base de datos específica. Estos procedimientos logran trabajar con lenguajes de programación tradicionales, o incluso pueden contener su propio lenguaje. Trabajan como interfaz entre la base de datos, el usuario y las diferentes aplicaciones manejadas, convirtiendo los datos en información notable para la organización, ya sea a nivel operativo o estratégico.

Los procedimientos de gestión de datos admiten ejecutar mayor control a los administradores, asimismo apoyan con el progreso de derivaciones al momento de ejecutar consultas que ayuden con la gestión empresarial.

Una de las características primordiales de los DBMS, es el manejo y construcción de la base de datos, suministrando el desempeño de oficios como lo son el esclarecimiento de los datos, su fácil manipulación, una rápida gestión, representación de relaciones complicadas entre datos, seguridad y validez. Por otro lado, es necesario resaltar algunas de sus desventajas, como lo es la gran inversión de implementación tanto en hardware como en software y conocimiento para el manejo del sistema, la vulnerabilidad a fallos gracias a que es por definición un sistema centralizado y la deficiencia en algunos tipos de datos (datos gráficos, multimedia entre otros) (Ramakrishban, 2000).

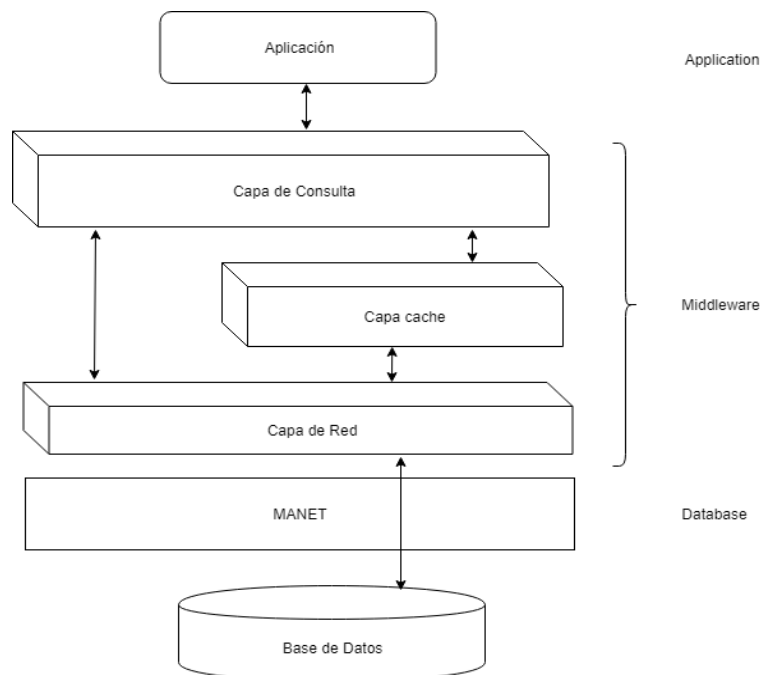
4.1.1 Bases de datos para dispositivos móviles

Las bases de datos móviles contienen un diseño y una serie de factores que asisten al trabajo de los dispositivos, debido a sus recursos limitados, es fundamental considerar el almacenamiento y la disponibilidad de los datos, la seguridad de la información, procesamiento de consultas, manejo de transacciones, tiempos de respuesta, control de concurrencia y adaptabilidad al entorno.

4.1.2 Arquitectura DB móviles

Un procedimiento distribuido de datos se compone de 3 capas principales: la capa de aplicación, la capa de Middleware y la capa de base de datos

Figura 1. **Arquitectura tradicional de una base de datos móviles**



Fuente: elaboración propia.

El flujo funciona de la siguiente manera: la capa de aplicación recibe una consulta realizada por el usuario, es procesada por el dispositivo pasando por la capa de Middleware, donde es enviada por red a una base de datos centralizada, quien responde la consulta, para regresar bajo el mismo flujo hasta llegar al usuario, con la respuesta de la consulta solicitada. Por otro lado, la capa de Middleware acoge tres subcapas; la capa de red, la capa cache y la capa de consulta; La capa de red es la delegada de la comunicación con la base de datos centralizada, la capa cache acumula la información recurrente por parte del usuario; por último, está la capa de consulta, quien es la encargada de analizar los query's solicitados por el usuario, análisis y sintaxis de la consulta a realizar (Martínez, 2015).

4.2 Tecnología móvil y arquitectura

La implementación de aplicaciones para móviles se fundamenta en su arquitectura, pues en oposición a el desarrollo acostumbrado, los dispositivos móviles poseen características peculiares, como lo son, la limitación en el uso de la batería, interrumpida conectividad, una amplia gama de sensores usados como recolectores de información, tiendas de aplicaciones, asimismo drivers especiales como requerimientos del diseño de la arquitectura.

En la actualidad encontramos tres tipologías de aplicaciones móviles: Aplicaciones nativas, aplicaciones híbridas y aplicaciones web.

4.2.1 Aplicaciones móviles nativas

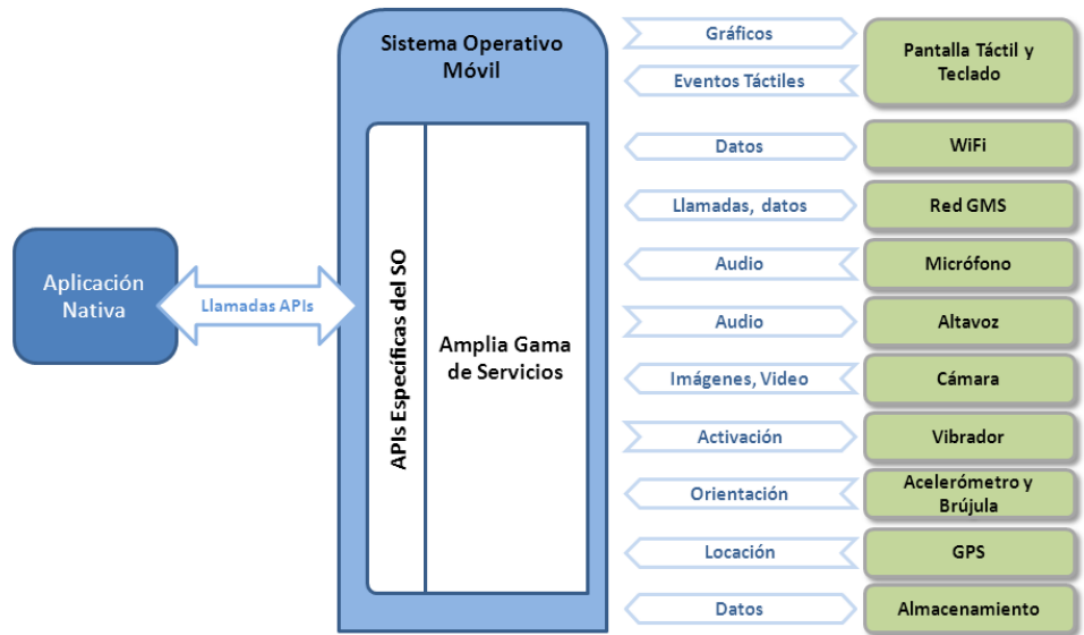
Las aplicaciones móviles nativas, son construidas para un sistema operativo explícito, mediante un entorno de desarrollo, el cual maneja bibliotecas particulares instalando un SDK por sus siglas en inglés Software Development

Kit, para plataformas independientes. Dependiendo del tipo de sistema operativo del dispositivo, el lenguaje de programación a utilizar será distinto. Se encuentran dentro de los más importantes, iOS que se desarrolla bajo el lenguaje Object C, C, C++ o Swift; y para el sistema operativo Android que se desarrolla en lenguaje Java.

Se pueden identificar una serie de ventajas y desventajas con el uso de este tipo de aplicaciones, dentro de las principales ventajas se encuentran: el aprovechamiento de todos los recursos disponibles en el dispositivo móvil, todo tipo de sensores y componentes que vienen incorporados, no requiere conexión a internet para la ejecución de aplicaciones instaladas, las aplicaciones deben ser incorporadas en una tienda de aplicaciones, por lo que para ser ejecutadas, previamente deben ser descargadas del store. Y dentro de las principales desventajas se puede decir que las aplicaciones nativas son exclusivas para un sistema operativo en específico, por ende, el código fuente no puede ser reutilizado, lo que conlleva al incremento en tiempo y costo de producción (Martínez, 2015).

En la figura 2, se muestra la estructura para aplicaciones nativas, las cuales recurren a APIs especiales, que a su vez acceden a las diferentes funcionalidades del dispositivo móvil.

Figura 2. **Estructura de las aplicaciones nativas**



Fuente: Martínez (2015). *Arquitectura para la implementación de sistemas móviles basados en servicios de geolocalización y crowdsourcing.*

4.2.2 Aplicaciones móviles web

Las aplicaciones web, se diferencian de las anteriores, en que estas deben ser ejecutadas desde un navegador móvil, dentro de los más importantes podemos encontrar:

Safari para iOS, Opera Mobile, Skyfire, Dolphin, Firefox, Android Browser, Internet Explorer Mobile, Myriad Browser, Chrome. Son aplicaciones en su mayoría desarrolladas bajo el comando de lenguajes de programación web como

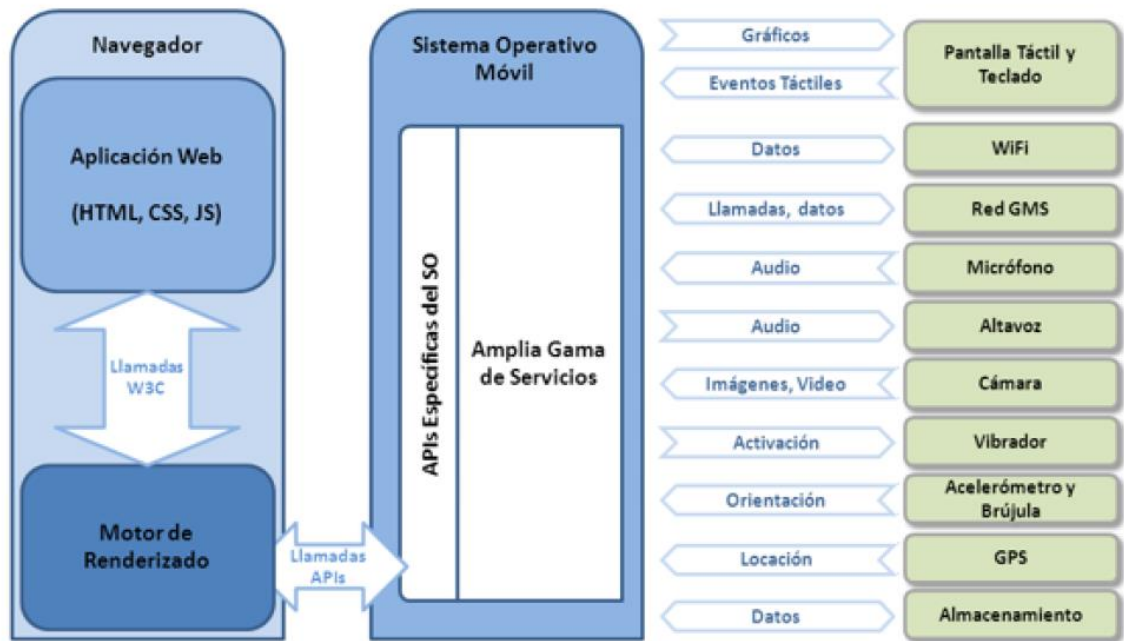
lo es HTML, CSS y JavaScript, y un framework para el desarrollo de esta, como por ejemplo JQuery Mobile, Sencha, Kendo UI, entre otros.

Al igual que en las aplicaciones nativas, existen ventajas y desventajas que acompañan el desarrollo de una aplicación web; una de las ventajas, es que se pueden ejecutar en múltiples dispositivos móviles y no se requiere de aprobación por ninguna tienda de aplicaciones.

Dentro de las desventajas se encuentra el acceso limitado a los recursos del sistema, evitando que estos sean usados de la manera óptima, no existe ninguna tienda de aplicaciones para su venta y distribución, para su uso es requerida la conexión a internet, la experiencia de usuario suele ser desagradable, debido a el tamaño y posición de los componentes, además de que los tiempos de respuesta son mucho más lentos, en comparación con una aplicación nativa (Martínez, 2015).

En la figura 3, se puede observar la estructura de una aplicación web, con funciones de dispositivos móviles.

Figura 3. Estructura de las aplicaciones web



Fuente: Martínez (2015). *Arquitectura para la implementación de sistemas móviles basados en servicios de geolocalización y crowdsourcing.*

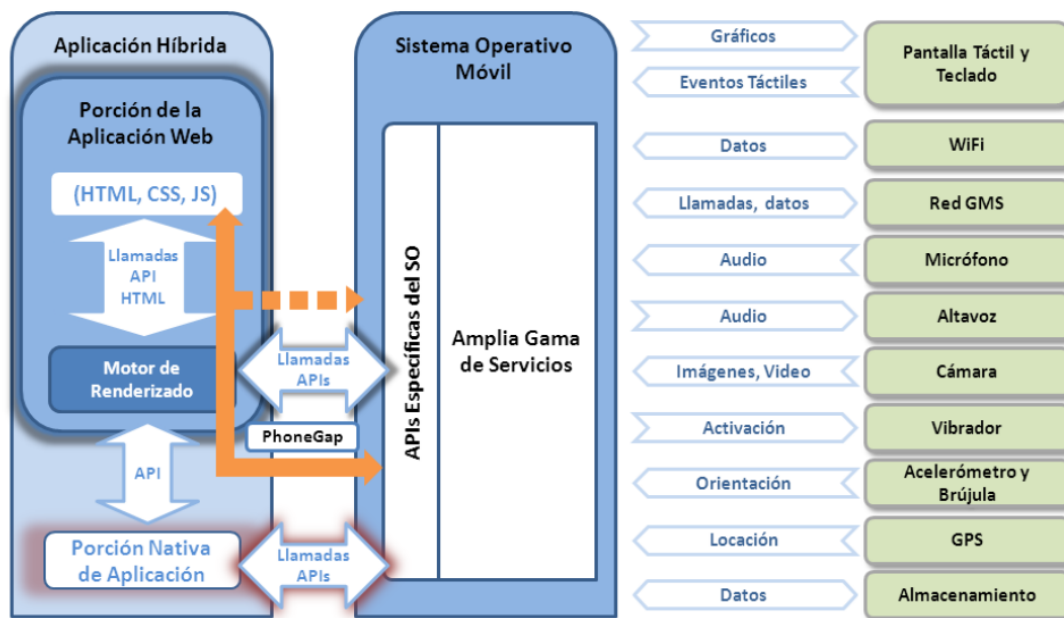
4.2.3 Aplicaciones móviles híbridas

Las aplicaciones híbridas son una combinación entre las aplicaciones nativas y las web, su desarrollo se basa en lenguajes de programación web y frameworks dedicados para la creación de las mismas, como lo es PhoneGap; este tipo de aplicaciones permite que el desarrollo se base en múltiples lenguajes de programación, y evita la creación de dos aplicaciones aun si el sistema operativo es distinto; utiliza en su mayoría, los recursos del dispositivo móvil y del sistema operativo, el costo del desarrollo es mucho menor al de una aplicación nativa, permite el uso de distintas tecnologías, y permite una ejecución multiplataforma, además que su distribución puede ser por medio de una tienda

de aplicaciones. Puede que el desarrollo de este tipo de aplicaciones sea más complejo a la hora de sincronizar, debido a que sigue procedimientos de compilación para la generación de un ejecutable como las nativas, y maneja estándares de ejecución en navegadores como las webs; para finalmente ser subido a un paquete de distribución en una tienda de aplicaciones (Martínez, 2015).

En la figura 4, se puede observar la interacción entre la parte web y la parte nativa, donde el PhoneGap funciona como mediador, permitiendo que el código fuente pueda ser ejecutado por varias plataformas, y permitiendo que la aplicación web acceda a los diferentes elementos del dispositivo móvil.

Figura 4. **Estructura de las aplicaciones híbridas**



Fuente: Martínez (2015). *Arquitectura para la implementación de sistemas móviles basados en servicios de geolocalización y crowdsourcing.*

4.3 Bases de datos no relacionales

El incremento de uso de bases de no relaciones ha mejorado de forma exponencial la manera en la cual se gestiona su administración de datos no estructurados, de un modo mucho más rápido y sencillo; es conveniente el uso de las NoSQL para su ejecución en dispositivos móviles, convirtiéndose en bases idóneas en cuanto a recursos se refiere y ahorro de batería. Por otro lado, es necesario poner mucha atención en ámbitos como lo son la sincronización y la conectividad entre la base de datos móvil NoSQL y la base del servidor SQL, pues por lo general son complejas, debido a que corren sobre distintas plataformas, abriendo la puerta a un nuevo enlace de sincronización de datos unilaterales a través de una conectividad inalámbrica (Zulkafli y Basri, 2018).

4.3.1 Bases de datos en memoria

Estas bases cada vez son más populares hasta el punto de que muchas bases de datos se almacenan completamente en memoria, gracias a la tendencia del uso de procesadores cada vez más potentes. Dichas bases almacenan los datos en la memoria principal, facilitando de esta manera los tiempos de respuesta.

Las ventajas primordiales que se obtienen al usar estas bases, radican en su velocidad y durabilidad, debido a que acumulan la información en la RAM, haciendo mil veces más rápidos los tiempos de respuesta en comparación con los discos duros tradicionales, son más veloces que las optimizadas en disco, puesto que el acceso al disco es más lento que la memoria de acceso a la optimización interna; al ejecutar una cantidad menor de instrucciones de la CPU para ingresar a los datos que se encuentran en memoria, elimina tiempo de búsqueda y mejora el beneficio predecible del disco (Diaconu y Freedman, 2016).

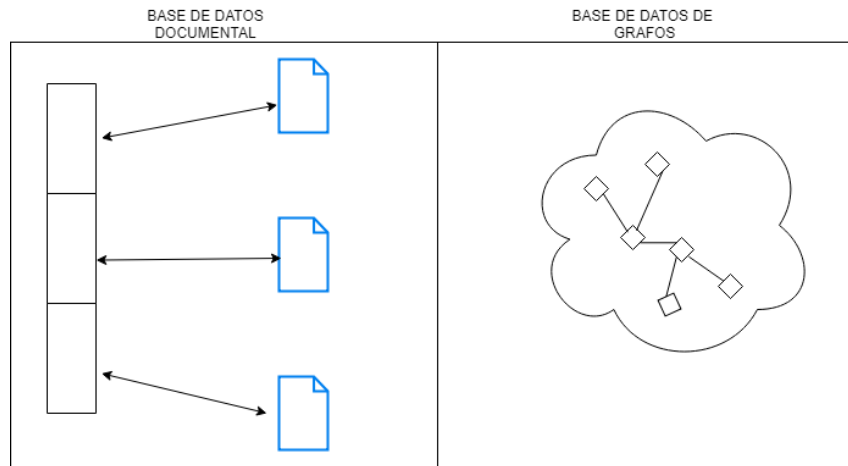
4.3.2 Bases de datos documentales

Fueron creadas para el almacenamiento de datos semiestructurados, generalmente en formatos JSON o XML. Debido al gran uso de datos semiestructurados implementados en la acumulación de información, han ido naciendo sistemas de gestión los cuales se especializan en su manipulación.

Las bases documentales admiten su almacenamiento en términos de documentos. Los documentos son autónomos entre sí, como en las filas en una base relacional, con la salvedad que estas no tienen restricciones y no pertenecen a ningún esquema. Como las bases llave - valor, las bases de datos documentales aprovechan la aplicación de la tabla hash. A diferencia de relacionales, en las que cada instancia de datos tiene el mismo formato que las demás, las documentales acumulan cada uno de los datos relacionados, y las instancias pueden ser diferente a todas las demás. Además, debido a la semiestructura del documento, dichas bases ofrecen un buen rendimiento para grandes conjuntos de datos y son flexibles para tratar con los mismos (Yaowen, 2016).

En la figura 5, se puede observar una tabla comparativa entre una base de datos documental y una base de datos de grafos.

Figura 5. **Esquema base de datos documentales y base de datos de grafos**



Fuente: elaboración propia.

4.3.3 Bases de datos de grafos

Una base de datos orientada a grafos es aquella en la que los datos son representados como nodos y aristas, para modelizar la correlación entre nodos, permitiendo una navegación más eficiente que en un modelo relacional; los datos se acumulan como propiedades de nodos y bordes, conjuntamente la estructura de gráficos brinda una alta accesibilidad y escalabilidad en un entorno distribuido.

Las bases de gráficos acaudalan los datos en métodos de gráficos, que son una clase de distribución de datos altamente interconectada. Es ventajoso para los sitios web de redes sociales, como Facebook y Twitter, ya que es fácil representar a los actores sociales como los nodos, los bordes como la relación entre los usuarios y las propiedades como la información social sobre los usuarios (Yaowen, 2016).

4.4 Comercio electrónico E-COMMERCE

Se puede definir el comercio electrónico como el comercio de bienes y servicios a través de medios electrónicos; es tal el impacto que tiene hoy en día el e-commerce, que ha generado una revolución en todo tipo de mercados, de la mano de los desarrollos en internet y las tecnologías basadas en la Web.

El diseño de comercio electrónico móvil abarca todo tipo de transacciones referentes a la búsqueda de productos, compra y venta de estos; lo que hace pensar y centrar la atención en que el comercio electrónico está estrechamente ligado a la experiencia de usuario, pues la capacidad de ver y comprender fácilmente los productos es fundamental para que los clientes tomen una decisión de compra. Los usuarios no pueden comprar productos que no pueden encontrar o entender.

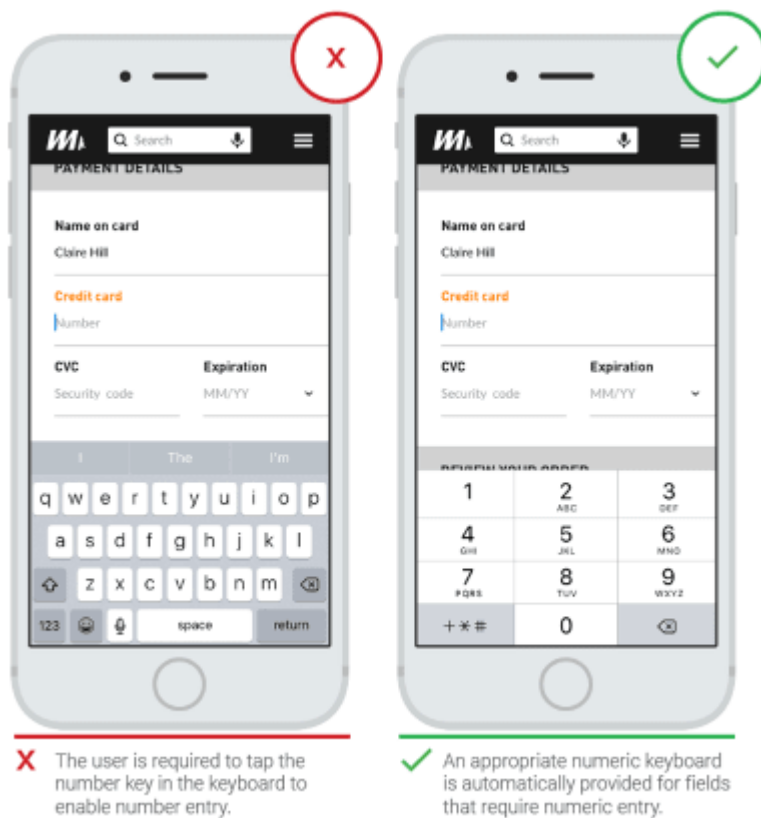
En los últimos años, el rápido desarrollo del comercio electrónico se ha transformado en una parte esencial de las naciones más desarrolladas, pues cada vez la confianza respecto a las transacciones realizadas en plataformas exige una experiencia de usuario cada vez mejor, brindando servicios más completos, ágiles y dinámicos (Jayanthi, 2017).

4.5 Experiencia de usuario (UX)

Como se mencionó en el inciso anterior, el éxito de un sistema está atado a la experiencia de usuario, y con experiencia de usuario se habla del conjunto de elementos y variables que intervienen en la interacción de una persona con un dispositivo en concreto. Es tan fundamentales la tecnología en la vida diaria, que cualquier persona puede acceder a cualquier tipo de producto o servicio, desde cualquier parte del mundo con solo tener conexión a internet.

En la figura 6, se puede observar un ejemplo de una guía de diseño para aplicaciones móviles.

Figura 6. **Guía para el diseño de aplicaciones móviles**



Fuente: Babich, N. (2018). *A comprehensive guide to mobile app design*. Consultado el 17 de noviembre de 2018. Recuperado de <https://www.smashingmagazine.com/2018/02/comprehensive-guide-to-mobile-app-design/>

El diseño de las interfaces, toma gran importancia cuando de interacción persona – computadora se trata, pues ya no solo se está en la búsqueda de la funcionalidad de los sistemas o aplicaciones, si no el flujo y la experiencia, con las que estas se desarrollen; por lo anterior se requiere de personal idóneo, un

equipo que tenga competencias multidisciplinarias, pues van a ser los encargados del diseño y la construcción de interfaces móviles y webs, ya que cabe recordar que los dispositivos móviles deben priorizar en el uso de sus recursos. Es por todo lo anterior que el UX es un pilar fundamental en el desarrollo de un proyecto que involucre una aplicación móvil (Brooks, 1995).

4.6 Seguridad y privacidad en tecnología móvil

Hoy en día las tecnologías móviles están estrechamente relacionadas con tecnologías en la nube y arquitectura orientada a Servicios (SOA). Conocida comúnmente como MCC por sus siglas en inglés Mobile Cloud Computing.

Los dispositivos móviles permiten a los usuarios la ejecución de aplicaciones cada vez más robustas, en términos de potencia de cálculo y almacenamiento, trasladando dichas funcionalidades fuera de los teléfonos móviles hacia la nube, sin olvidar las capacidades limitadas que tienen estos dispositivos, como lo es la duración de su batería y el espacio de almacenamiento. Y es precisamente por el espacio de almacenamiento que nacen los principales peligros potenciales en el uso de servicios en la nube para dispositivos móviles, debido a la baja capacidad, usuarios almacenan información sensible en la nube, como lo son contactos, calendarios y mensajes SMS, pues los servicios en la nube aún son vulnerables más aun cuando se habla de pérdida de datos, ya sea por un fallo tecnológico, o si los datos salen del negocio. Es decir que las amenazas de seguridad que se observan en la computación en la nube convencional son heredadas a MCC, pues en modelos de arquitectura, el servidor de la nube remoto viene siendo el mismo que un proveedor de computación de la nube convencional. Además de eso se adicionan problemas más específicos de los dispositivos móviles, como lo son los canales de comunicación inalámbrica.

Para lograr mitigar estos problemas de seguridad, se han implementado modelos de seguridad para aplicaciones elásticas compuestas de *weblets*, los cuales pueden migrar desde y hacia la nube desde un dispositivo móvil. Respecto al tema de privacidad se ha logrado mitigar gracias a la infraestructura de clave pública (PKI), siendo una muy buena solución, siempre y cuando el dispositivo no cuente con restricción de recursos (Jara, 2017).

5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

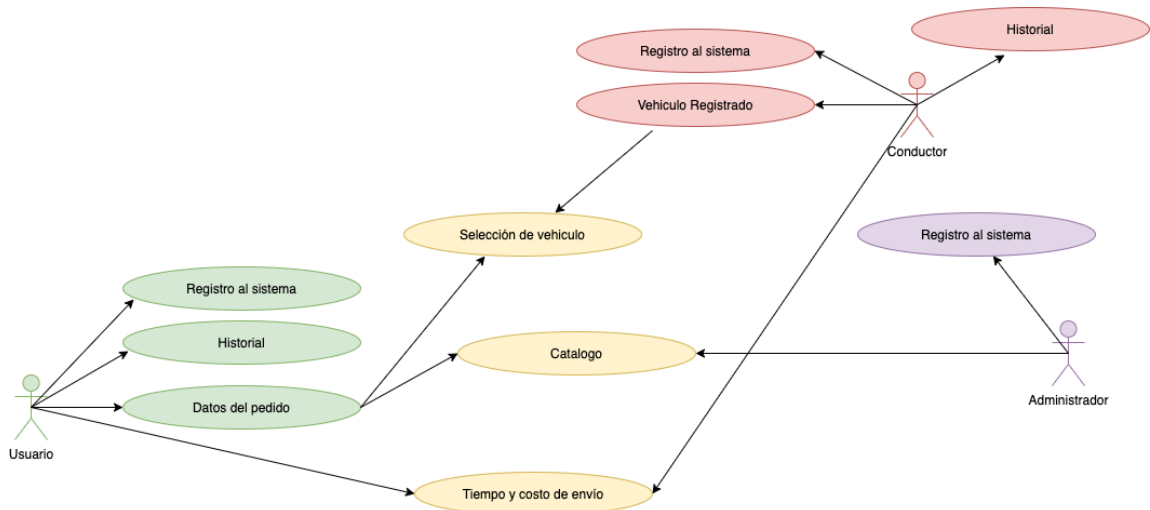
5.1 Descripción del experimento

A continuación, se detallan las características esenciales del sistema; dichas características comprenden la definición de los objetivos, arquitectura de software, tecnologías aplicadas, definición de estructuras, diagramación del modelo, diagramas de casos de uso, máquinas de estado, límites y alcances del sistema

5.1.1 Diseño

- Casos de uso

Figura 7. Diagrama de casos de uso



Fuente: elaboración propia.

Tabla II. Diagrama de casos de uso

Nivel del caso de uso: sistema de información	
Nombre del caso de uso: compra y venta de productos	
Actor principal: usuario – conductor - administrador	
Tipo de caso de uso: concreto	
Objetivo: envió de un producto.	
Precondiciones: estar debidamente registrado	
Pos – condiciones:	Éxito: envió exitoso Fracaso: cancelación
Curso normal	Alternativas
Registro usuario	
Validación de correo electrónico y contraseña	
Ingreso a menú principal	
Solicitud de pedido	Puede seleccionar prioridad en el pedido. (1hora – 4 horas – transcurso del día)
Datos de pedido	Selección de producto de catálogo de establecimientos participantes
Información de lugar de recogida y de entrega del pedido	Puede solicitar nombre y teléfono alternativo.
Selección de vehículo	Puede escoger entre 4 tipos de vehículos.
Confirmación de pedido y costo de transacción	
Entrega de pedido	
Firma electrónica	Foto de estado de pedido
Registro Conductor	
Validación de correo electrónico y contraseña	
Ingreso a menú principal	
Ver solicitudes de pedidos	Solo aparecerán las solicitudes realizadas con el vehículo registrado
Aceptación de pedido	
Recolección de pedido	
Foto de estado del pedido	
Entrega de pedido	

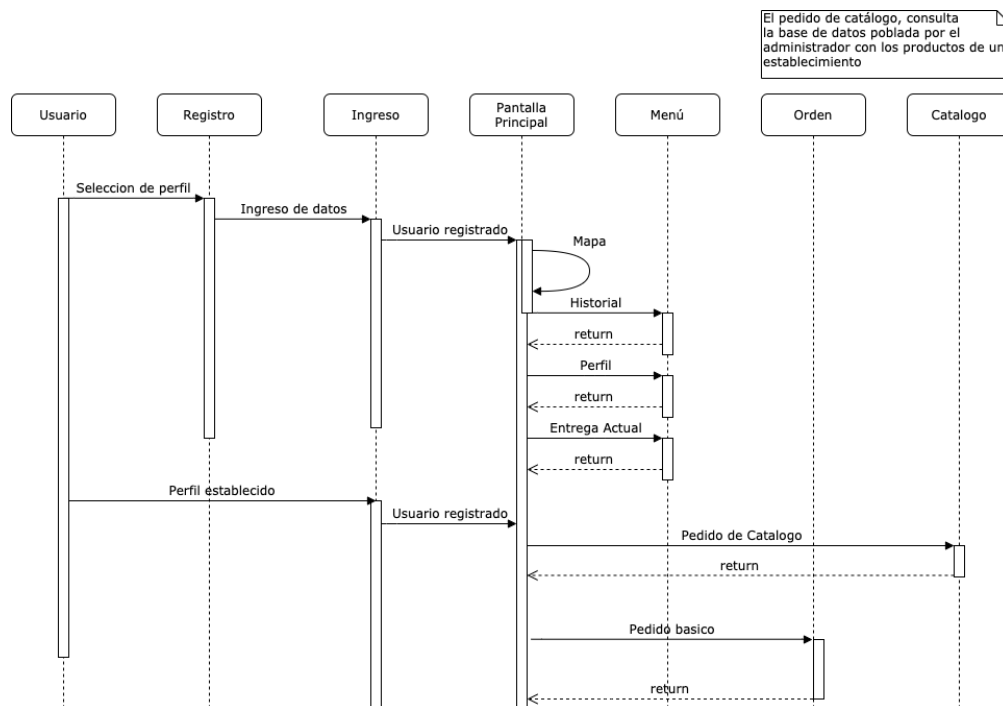
Continuación de tabla II.

Firma electrónica	
Firma electrónica	Foto de estado de pedido
Registro Administrador	
Ingreso de catálogo de productos y precios	Foto y descripción del producto
Fin del caso de uso	
Asociaciones de extensión: Calculo de costo de envío (Parámetros definidos en tamaño, distancia y selección de vehículo)	

Fuente: elaboración propia.

- Diagrama de secuencia

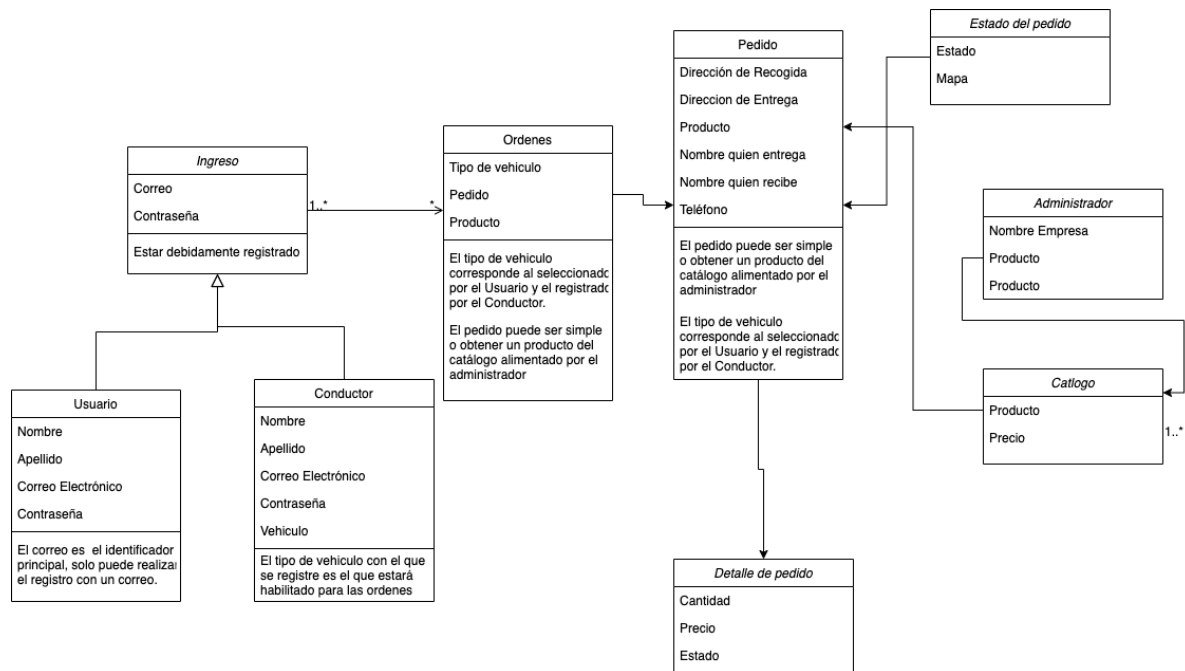
Figura 8. Diagrama de secuencia



Fuente: elaboración propia.

- Diagrama de clases

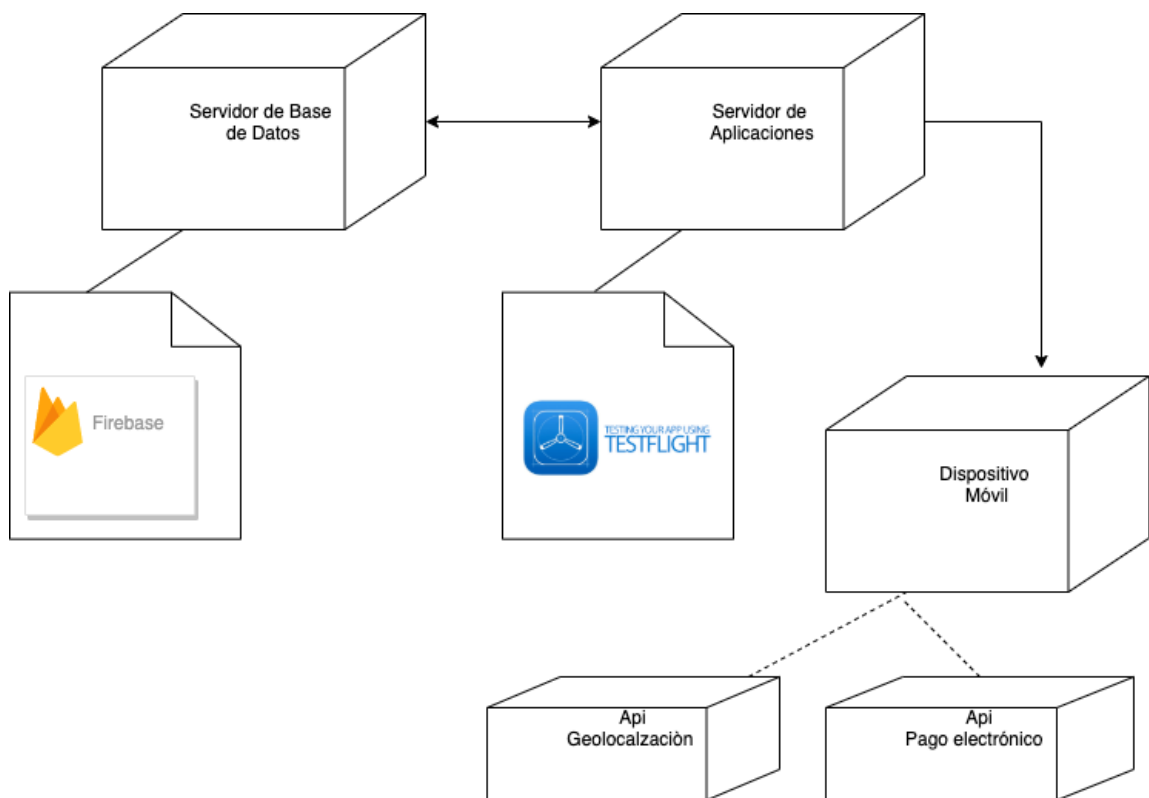
Figura 9. Diagrama de clases



Fuente: elaboración propia.

- Diagrama de despliegue

Figura 10. **Diagrama de despliegue**



Fuente: elaboración propia.

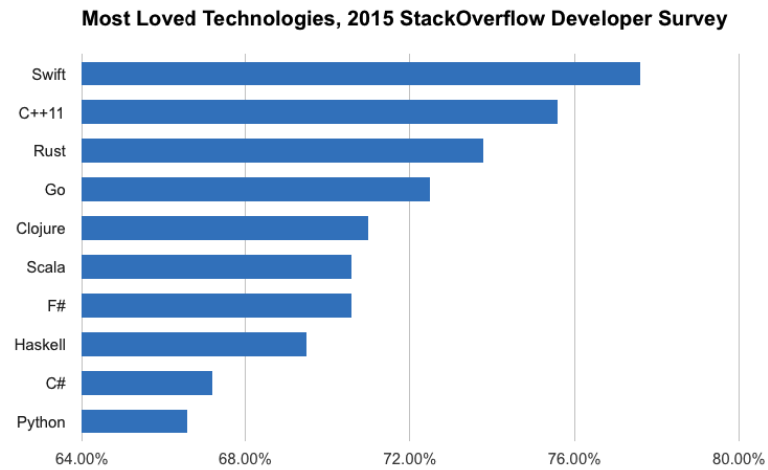
5.1.2 Escenario local

- Ambiente de desarrollo

Uno de los temas principales en los que se basó la investigación corresponde a la selección de la arquitectura móvil adecuada, para crear un balance entre eficiencia, experiencia de usuario y seguridad. Se demostró que una arquitectura nativa asegura la independencia respecto a la interfaz de usuario, una ganancia considerable hablando del rendimiento, sin mencionar el control total de todos los recursos disponibles del móvil ya que este tipo de arquitectura se adapta en su totalidad con las funcionalidades y características del dispositivo, obteniendo de esta forma una mayor experiencia de usuario (UX).

El lenguaje de programación que más se adecua al tipo de necesidades a cubrir fue Swift, debido a su sintaxis alineada, medidas de seguridad para evitar errores, rapidez frente a otros lenguajes nativos, y su crecimiento tecnológico al ser de código abierto desde el año 2015. (Ver figuras 11 y 12).

Figura 11. **Encuesta de desarrolladores de StackOverflow año 2015**

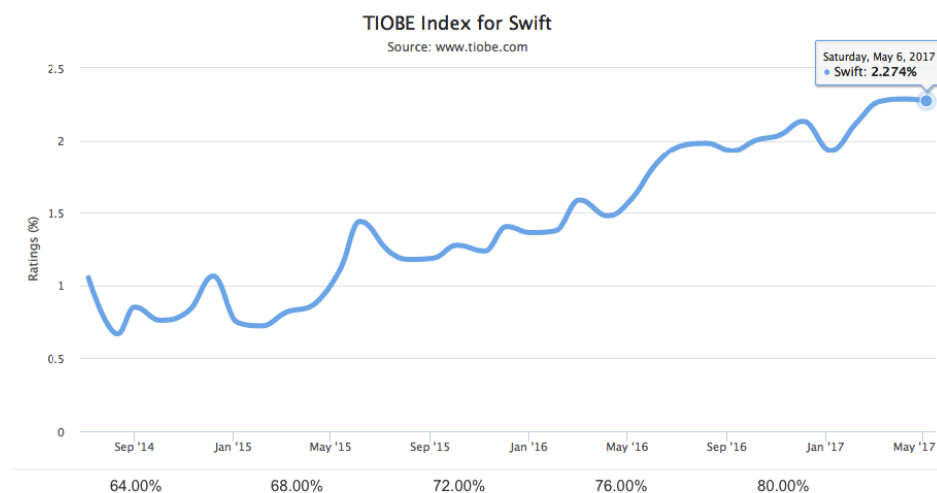


Fuente: StackOverflow Developer Survey. (2015). *Most Loved Technologies*.

Consultado el 1 de diciembre de 2018. Recuperado de

<https://sitiobigdata.com/2019/01/31/lenguaje-swift-bueno-y-malo/#>

Figura 12. Índice TIOBE (programming community index)



Fuente: StackOverflow Developer Survey. (2015). *Most Loved Technologies*.

Consultado el 1 de diciembre de 2018. Recuperado de

<https://sitiobigdata.com/2019/01/31/lenguaje-swift-bueno-y-malo/#>

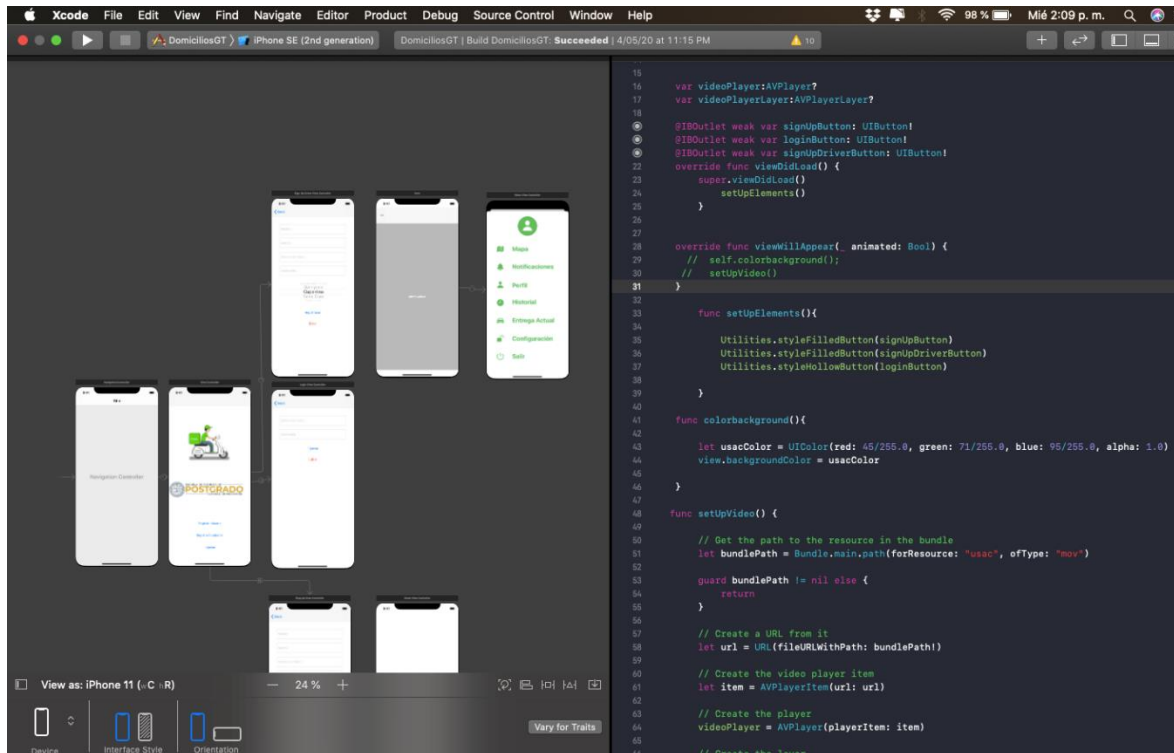
Teniendo en cuenta lo anterior se tuvieron en cuenta una serie de IDEs (Integrated Development Environment) para el desarrollo del prototipo en lenguaje Swift, siendo Xcode el seleccionado, por ser este el ID nativo (ver tabla III).

Tabla III. **Comparativa IDEs**

IDEs	Características
Xcode	Tiene una interfaz ventajosa, soporte de autocompletado y muchas otras características que hacen que la ingeniería Swift sea adecuada y entendible, además de ser el IDE oficial de Apple.
Atom	Tiene una gran cantidad de paquetes de código abierto creados por la comunidad GitHub que le permitirán personalizar el IDE para un desarrollo versátil y multiplataforma con autocompletado, navegación avanzada y otras características útiles.
AppCode	Fue creado para mejorar el rendimiento del desarrollo al proporcionar algunas herramientas de refactorización similares a las disponibles en Android Studio, pero carece de guiñes gráficos, y viene con una cuota de suscripción

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. IDE Xcode con Swift como lenguaje de desarrollo



Fuente: elaboración propia.

- Requerimientos mínimos

La aplicación es funcional en los siguientes dispositivos móviles iOS, (ver tabla IV) pero cabe destacar que las pruebas funcionales sin el uso de un simulador se realizaron en un iPhone 11 Pro.

Tabla IV. **Requerimientos mínimos del dispositivo móvil**

Dispositivo
iPhone 8
iPhone 8 plus
iPhone 11
iPhone 11 Pro
iPhone 11 Pro-Max

Fuente: elaboración propia.

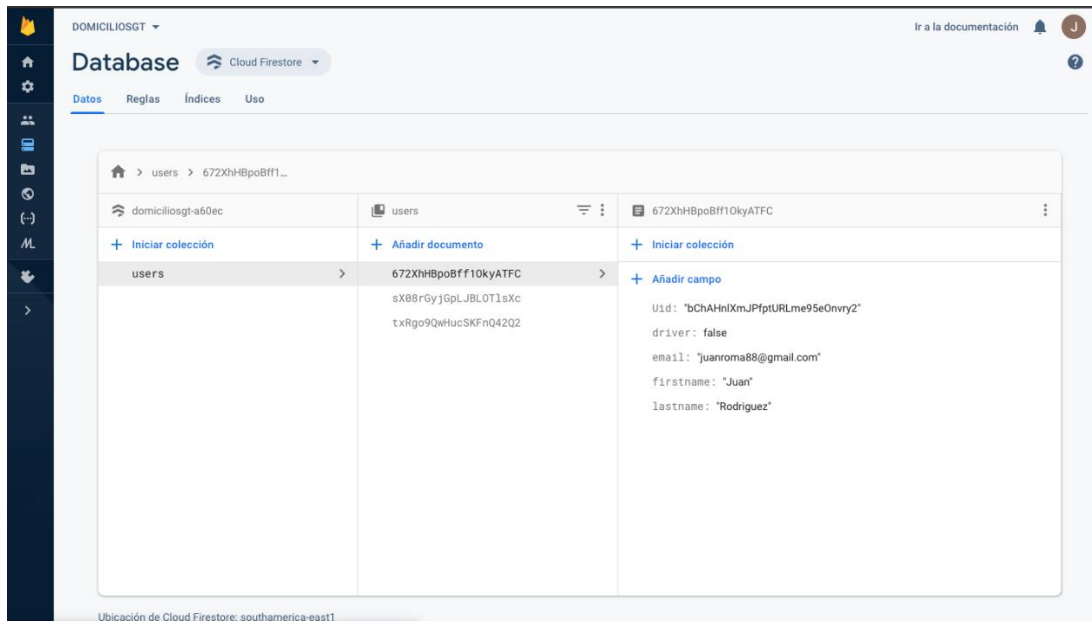
5.1.3 Escenario servidor

- Alojamiento web

El alojamiento de la aplicación móvil se encuentra en testFligth, habilitada para probadores externos. TestFligth brinda la posibilidad de generar una versión beta de la aplicación y de esta forma poder recolectar información para solucionar posibles errores, usando únicamente una dirección de correo electrónico.

El alojamiento de la base de datos se encuentra en Firebase, una plataforma móvil creada por Google. La plataforma está subida en la nube y está disponible para diferentes plataformas como iOS, Android y web. Contiene diversas funciones para que cualquier desarrollador pueda combinar y adaptar la plataforma a medida de sus necesidades.

Figura 14. Consolas Firebase



Fuente: elaboración propia.

- **Requerimientos mínimos**

Los requerimientos mínimos usados para la construcción de la aplicación se encuentran detallados en las siguientes tablas (ver tablas V, VI y VII).

Tabla V. **Requerimientos mínimos de hardware**

Características	Requisitos mínimos
Procesador	Core i5 o Superior

Continuación de tabla V.

Sistema Operativo	Mac OS (<i>Macintosh Operating System</i>)
RAM	4GB
Almacenamiento	128GB
Software Adicional	• Xcode • Firebase

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Requerimientos mínimos de hardware pruebas**

Características	Requisitos mínimos
Procesador	A8 16GB
Sistema Operativo	iOS 8
RAM	1GB
Almacenamiento	16GB

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Características comerciales de software de desarrollo**

Software	Tipo de licencia
OS X Catalina	Gratuito
Xcode	Gratuito
CouchBase	Versión gratuita

Continuación de tabla VII.

Pttrns	Versión gratuita
Source Tree	Versión gratuita
CocoaPods	Gratuito
POSTMAN	Gratuito
FireBase	Versión gratuita
TestFlight	Versión gratuita
Crashlytics	Versión gratuita
Quicktime Player	Gratuito
Swift	Gratuito

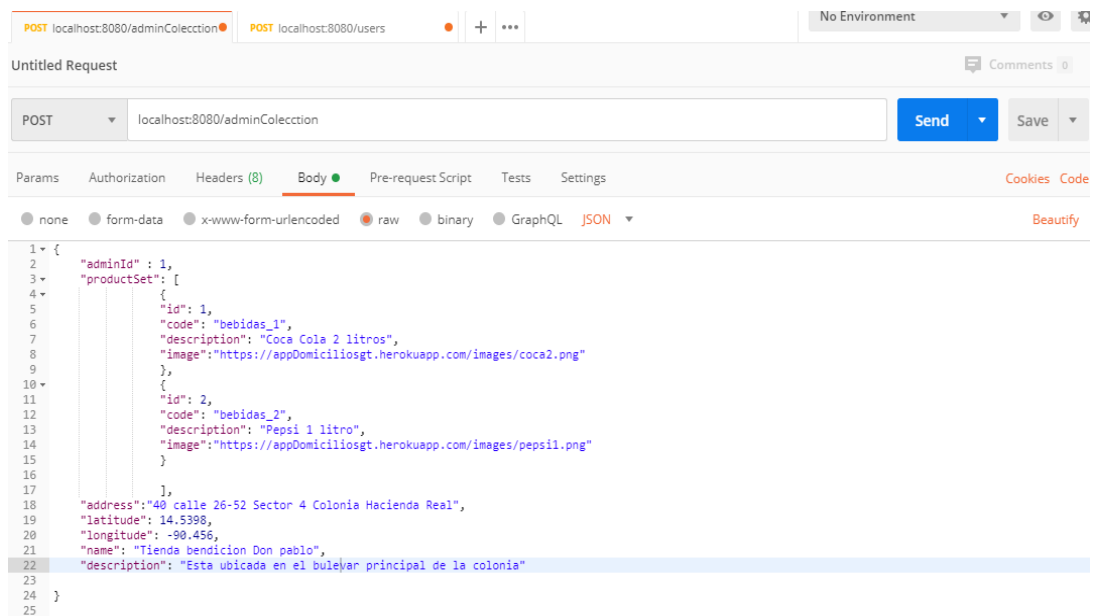
Fuente: elaboración propia.

5.1.4 Funcionalidades de la aplicación

- Interfaz administradora

La interfaz de administrador será manejada desde el gestor de firebase, donde se ingresaron las colecciones en formato JSON de los catálogos con sus respectivos productos de 5 establecimientos.

Figura 15. **Petición datos colección administrador**



Fuente: elaboración propia.

- **Interfaz de usuario**

El flujo de pantallas de la interfaz de usuario se compone de 3 pantallas principales, explicadas a continuación:

Al abrir la aplicación, muestra la primera pantalla, la cual tiene 3 botones principales, registro de usuario, registro de conductor o domiciliario, y un botón de ingreso a la aplicación para quienes estén previamente registrados en la base de datos. (Ver figura 16).

Figura 16. **Pantalla principal aplicación DomiciliosGT.com**



Fuente: elaboración propia.

Al dar al botón de registro de conductor, o registro de usuario se muestra la siguiente pantalla, la cual está diseñada para obtener una serie de datos personales, y en el caso del conductor, el vehículo que quiere registrar. (Ver figura 17).

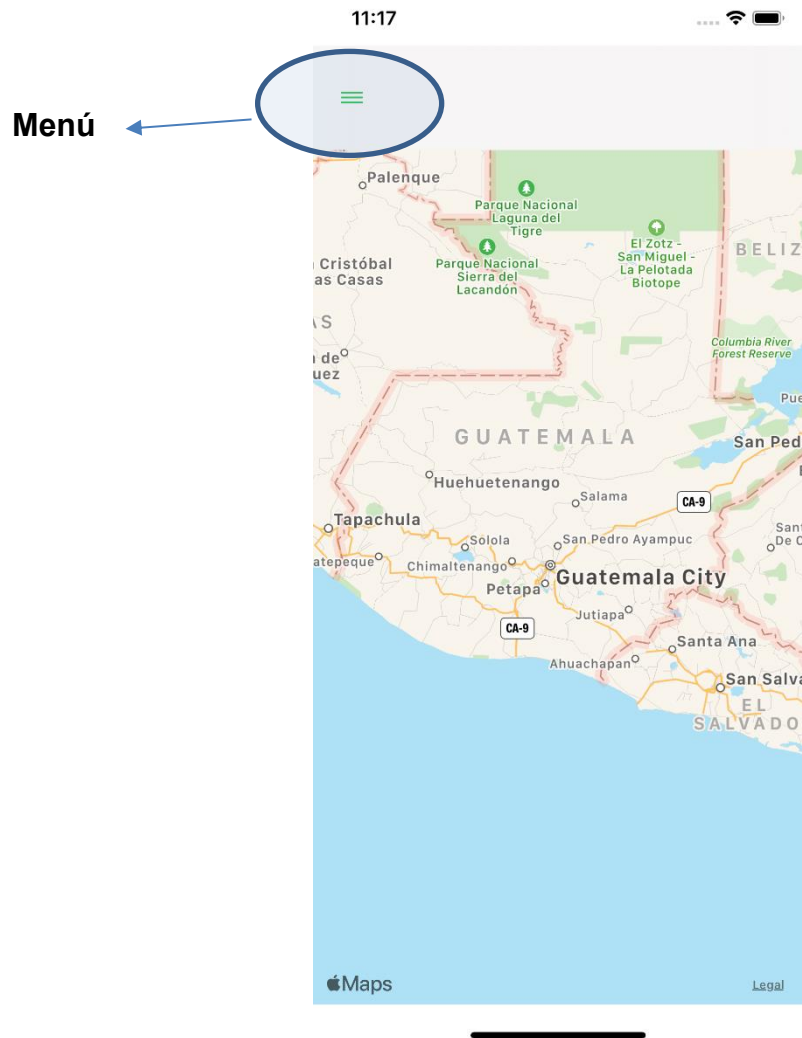
Figura 17. **Pantalla de registro de conductor y registro de usuario**

The image displays two mobile application registration screens side-by-side. The left screen, titled 'Registro de conductor', features a 'Back' button at the top left. It contains five input fields: 'Nombre', 'Apellido', 'Correo Electronico', 'Contraseña', and a dropdown menu for vehicle type with options 'Automovil', 'Motocicleta', 'Bicicleta', and 'Puede Usar'. A green 'Registrarse' button is positioned below the fields. The right screen, titled 'Registro de usuario', has a similar layout with fields for 'Correo Electronico', 'Contraseña', and a vehicle type dropdown, followed by a green 'Registrarse' button. Both screens show a status bar at the top with the time '11:16' and standard mobile icons.

Fuente: elaboración propia.

Al llenar los campos requeridos, y estar debidamente bloqueado dentro de la aplicación, la siguiente pantalla que muestra, es la principal, la cual se compone del mapa el cual marca la ubicación actual, y un menú ubicado en la parte superior izquierda, que varía según el registro (usuario y conductor).

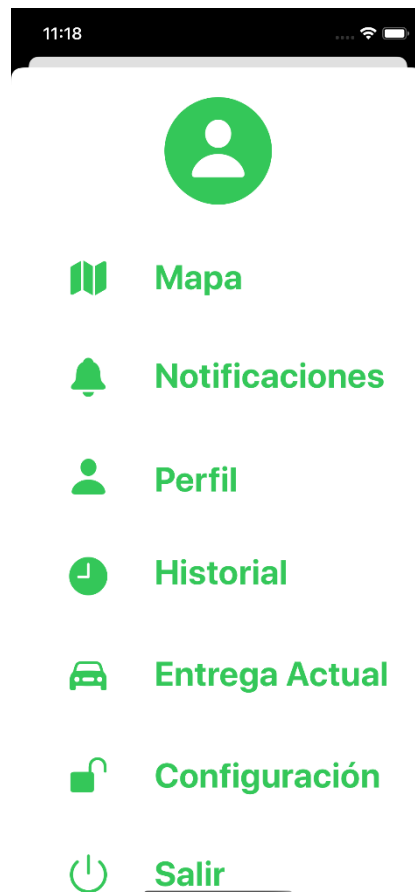
Figura 18. **Pantalla principal**



Fuente: elaboración propia.

Si se selecciona el botón menú  , se desplegará un catálogo de opciones para el usuario y uno para el conductor según corresponda.

Figura 19. **Pop Up conductor**



Fuente: elaboración propia.

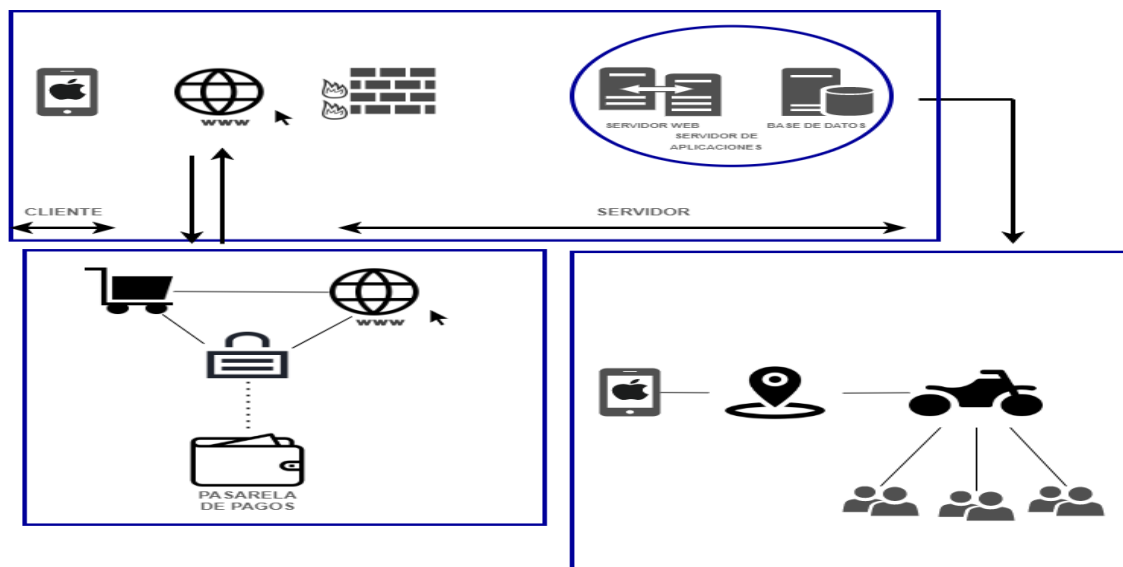
- Arquitectura general de la solución

La arquitectura general de la solución a nivel de la implementación es el flujo de una arquitectura nativa iOS enfocada en un comercio electrónico, entre el dispositivo móvil donde se ejecuta la interfaz de usuario y parte de la lógica de la aplicación, la parte del *backend*, que para los alcances de esta investigación los ingreso se realizaron de manera manual por medio de colecciones de datos en formato JSON, acá se encuentra el acceso a la base de datos, archivos,

imágenes, entre otros y la parte central de la lógica de la aplicación, además un web service que funciona como enlace para el intercambio entre estos dos. Por otro lado, se observa el flujo del proceso de compra de un producto, pasando por capas de seguridad y validación.

El motivo de la selección de esta arquitectura para la implementación del prototipo obedece a las ventajas obtenidas en la investigación realizada, como lo fueron, un acceso completo al dispositivo, en software y hardware, rendimiento, mejor experiencia de usuario y sus potentes herramientas nativas de código abierto desarrolladas para pruebas y análisis.

Figura 20. **Diagrama de arquitectura general de la solución**



Fuente: elaboración propia.

5.1.5 Limitaciones

- Alcance y limitaciones

Por el momento el prototipo funciona únicamente en dispositivos iOS, puesto que fue desarrollada en un lenguaje de programación nativo; la base de datos de registros y catálogos es independiente, por lo que se podría iniciar el desarrollo en lenguajes para Android, y aprovechar al máximo los recursos de este. Por otro lado, está diseñado para ser usado en un entorno local, lo que no limita su futura expansión para un uso más globalizado, también cabe mencionar que existen APIs más robustas en términos de geolocalización y medios de pago, si se piensa en un tipo de negocio más establecido.

En términos del lenguaje de programación usado, pese a ser la última versión en el mercado y tener excelentes características de velocidad y seguridad, Swift es un idioma demasiado joven, lo que implica numerosas modificaciones en sus versiones, además de su limitación en bibliotecas nativas.

5.2 Implementación de prototipo

Se realizó la implementación y el despliegue de la primera versión del prototipo funcional.

5.2.1 Desarrollo de código fuente

El lenguaje usado para el desarrollo del prototipo fue Swift en su versión número 5, con el IDE Xcode en su versión número 11.4.1. Se implementó una programación orientada a protocolos, que son características fundamentales del

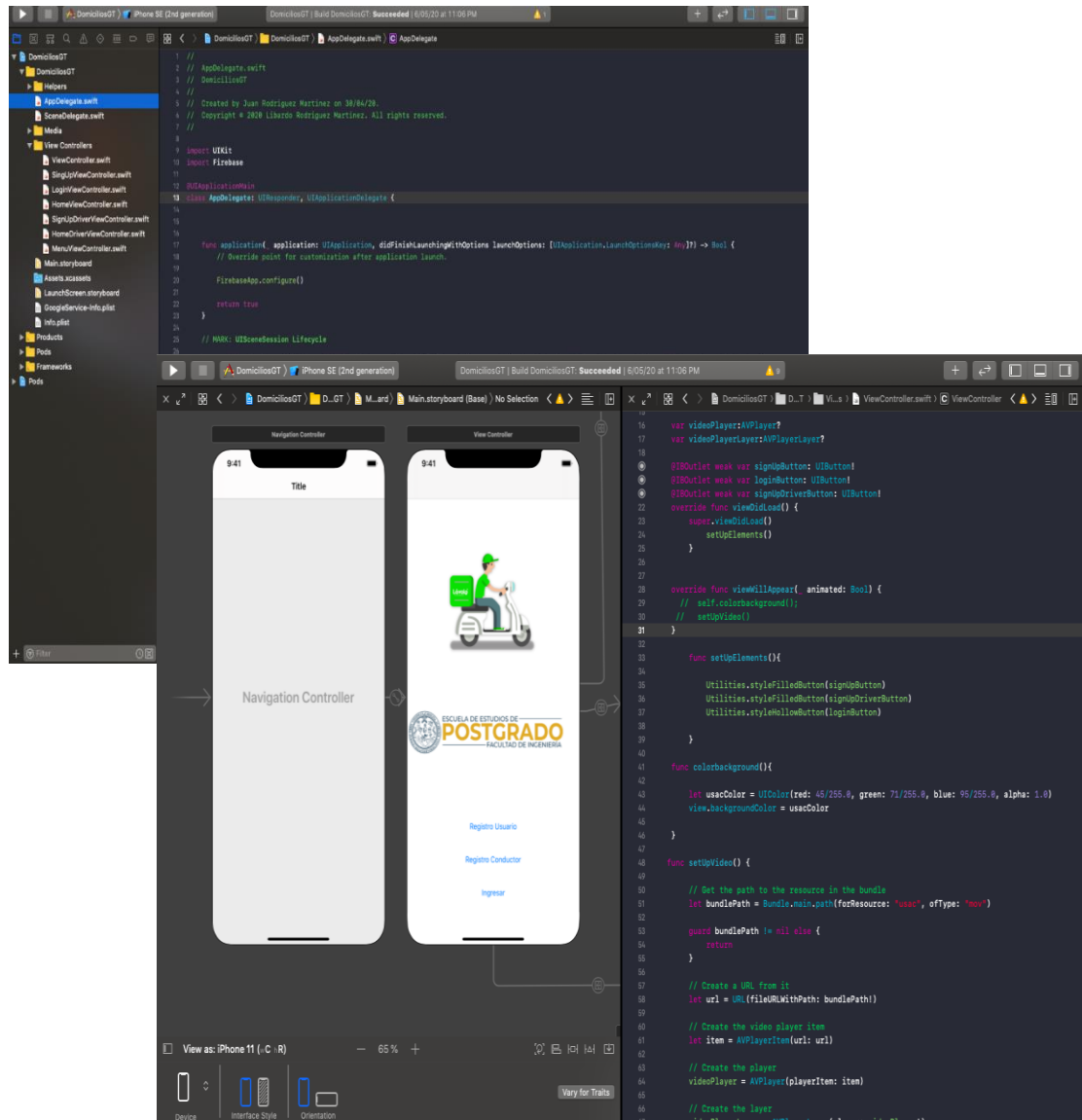
lenguaje, desempeñando un papel de liderazgo en la estructura de la biblioteca de Swift y son un método común de abstracción.

Dentro de las tecnologías evaluadas, el lenguaje de programación seleccionado fue Swift, gracias a una serie de características confirmadas a la hora de la implementación del prototipo, destacando la seguridad, al proporcionar medidas para evitar errores y mejorar la legibilidad; su rapidez, ya que fue construido pensando en rendimiento, como lo indica Apple, es un lenguaje robusto e intuitivo, fácil de usar y de código abierto; Gestión automática de la memoria , tecnología destinada a agregar un recolector de basura.

Hablando del IDE, Xcode, cumple las expectativas como entorno de desarrollo adecuado para la construcción de aplicaciones móviles basadas en iOS, es una herramienta completa, cómoda y potente. Fundamental en la selección de tecnologías en pro del prototipo construido.

La estructura del proyecto se divide en 3 grupos fundamentales, AppDelegate, es el fichero encargado de delegar el comportamiento básico de la aplicación, el contenedor de funciones de arranque y cierre, un StoryBoard que contiene todos los ficheros de interfaz de la aplicación, contenedor de elementos, como lo son: botones, vistas, etiquetas, imágenes, por mencionar algunos, también incluye las herramientas para la implementación de *constraints*, fundamentales para adaptar la posición de los objetos según su orientación y dispositivo. Dentro de las características más potentes y funcionales del StoryBoarda, está la navegación entre pantallas, interconexión, invocación y secuencia. Por último, un ViewController como modelo de la vista que representa el StoryBoard y la vista principal, además de existir un controlador por cada pantalla generada, es el encargado de la funcionalidad de los componentes agregados, la lógica de desarrollo.

Figura 21. AppDelegate, StoryBoard, ViewController



Fuente: elaboración propia.

5.2.2 Alojamiento de aplicación

El alojamiento de la aplicación móvil se encuentra en testFlight, habilitada para probadores externos.

5.2.3 Pruebas funcionales

Las pruebas funcionales se realizaron en su mayoría con ayuda del simulador nativo del IDE Xcode versión 11.4.1 de Apple. El simulador es realmente potente, ya que nos permite interactuar como si estuviéramos manejando la aplicación desde el dispositivo, con la mayoría de sus características, su sistema de depuración facilita la comprensión de errores en los puntos de quiebre o *breakpoints*.

Figura 22. **Simulador Xcode 11.4.1**



Fuente: elaboración propia.

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La implementación del prototipo dio como resultado una aplicación móvil desarrollada en una arquitectura nativa, que resultó ser la más adecuada, para conseguir el balance entre eficiencia, experiencia de usuario y seguridad; usando las tecnologías apropiadas, como lo fue el lenguaje de programación, APIs y base de datos. La implementación y uso de Firebase como base de datos en la nube, se adecua perfectamente a las tecnologías usadas, brindando alta disponibilidad, compatibilidad y crecimiento horizontal, además de dejar la puerta abierta al desarrollo de la aplicación para otros sistemas operativos.

Al tener una aplicación móvil desarrollada en una arquitectura nativa, las ventajas respecto a velocidad, control y aprovechamiento de los recursos del dispositivo se ven opacadas, al no ser un desarrollo multiplataforma, ya que en el caso específico del prototipo solo podrían usarlo usuarios y conductores poseedores de un iPhone.

La capa de administración de datos de los productos usados por la aplicación funciona de una manera manual, lo que imposibilita un crecimiento en cuanto al número de establecimientos que quisieran vender sus productos en la plataforma, si se pasara a un escenario de una aplicación en la vida real. Esto abre oportunidades para nuevas implementaciones, enfocadas a niveles web para la administración, y poder hacer uso de la aplicación móvil

Se evaluaron diferentes bases de datos no relacionales, dando como resultado y mejor opción, la implementación de un sistema alojado en la nube,

como lo es firebase, y de esta manera evitar complicaciones de administración de bases de datos puesto que solo se trabaja con los datos y su estructura mas no con la administración de los servidores; el acoplamiento de las tecnologías nativas con esta base de datos brinda ventajas en el tiempo de la implementación de la base de datos, cosa que no hubiese sucedido con lenguajes multiplataforma. El perfecto acople entre lenguajes nativos y bases de datos no centralizadas dan el éxito a el prototipo en iOS y alienta a crear una versión nativa para Android, ya que la base funciona de la misma manera, ahorrando la investigación de la parte de los datos.

CONCLUSIONES

1. Se desarrolló el prototipo de una aplicación móvil exclusiva para dispositivos iOS, la cual recibe en su capa de administración información de manera manual por medio de colecciones de datos en formato JSON de los catálogos de establecimientos con sus respectivos insumos. La aplicación se encarga de la compra y venta de estos productos en el área metropolitana de la ciudad de Guatemala; implementando una arquitectura nativa, que aseguro un alto rendimiento, comunicación eficiente y estándares de seguridad.
2. La arquitectura móvil implementada, genera un balance favorable entre eficiencia, experiencia de usuario y seguridad, en dispositivos con sistema operativo iOS.
3. El prototipo desarrollado es funcional, generan transacciones seguras en un ambiente controlado, en la ciudad de Guatemala, entre cliente y proveedor.
4. Las tecnologías más adecuadas en la construcción e implementación del prototipo, para la compra y venta de productos, desde dispositivos móviles iOS, fueron Swift como lenguaje de programación, Xcode como entorno de desarrollo y Firebase como base de datos, brindando alta disponibilidad, respaldado como servicio de Google, compatible con múltiples lenguajes, garantizando un crecimiento horizontal, debido su servicio en la nube que funciona en tiempo real.

5. Se evaluó el uso de servidores no centralizados, implementando Firebase como base de datos no relacional, para almacenar y sincronizar datos en tiempo real, garantizando los protocolos de seguridad y confidencialidad de los datos.

RECOMENDACIONES

1. El prototipo fue desarrollado en un único sistema operativo, en este caso en iOS, por lo que podría desarrollarse una investigación para su versión en Android, con las mismas características enfocadas en ese sistema operativo.
2. El prototipo es funcional en un entorno de pruebas controlado, si se quiere lanzar la aplicación al mercado es necesario presentarlo como producto final en la app Store de Apple; por lo que se puede realizar un estudio de oportunidad de negocio con una solución completa, que incluya los sistemas operativos predominantes en el mercado y su parte administrativa.
3. La inserción de productos a la base de datos se hace de manera manual, por lo que se puede realizar una investigación sobre la implementación de un administrador web que sea interoperable con el prototipo ya desarrollado, para formar un modelo de negocio más real a nivel empresarial.
4. Debido a que la aplicación debe ser usada por los habitantes de la ciudad de Guatemala, se debería realizar un estudio de oportunidad y publicidad para dar a conocer las ventajas de la aplicación.
5. Es conveniente realizar pruebas con usuarios reales de forma masiva, por lo que se podría realizar una investigación enfocada en crear estrategias

para probar aplicaciones y poder lanzarlas al mercado disminuyendo el riesgo de errores en producción.

REFERENCIAS

1. Asensio, A. (12 de diciembre, 2012) *Paradigma tecnología para negocio* [Mensaje en un blog]. Recuperado de:
<https://www.paradigmadigital.com/techbiz/la-base-datos-nosql-movil-necesita/>
2. Baqer, M. M. y Kalam, A.A. Vasilakos, A. (Abril, 2017). *Security and privacy challenges in mobile cloud computing: Survey and way ahead. Journal of Network and Computer Applications*, 84(1), 38-54 Recuperado de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1084804517300632>
3. Băzăr, C. y Cosmin, S. L. (2014). The Transition from RDBMS to NoSQL. A Comparative Analysis of Three Popular Non-Relational Solutions: Cassandra, MongoDB and Couchbase. *Database System Journal* 5(2), pp. 49-59 Recuperado de:
http://www.scce.ac.in/e_journals/16_5.pdf
4. Connolly, T.M. y Begg C.E. (2010). *Sistemas de bases de datos, un enfoque práctico*. (4ª ed.) Madrid, España: Editorial Addison Wesley
5. Diaconu, C. y Freedman, C.S. (2016). *In-memory database system*. Washington, United States: Microsoft Corporation. Recuperado de:
<https://patents.google.com/patent/US9251214B2/en>
6. Franke, D. y Weise, C (Marzo, 2012) *Providing a Software Quality Framework for Testing of Mobile Applications*. Berlin: IEEE. doi: 10.1109/ICST.2011.18

7. Frederick, P. y Brook, J. (1975) *The mythical man-month*. Boston, United States: Pearson.
8. Huang, Z. Benyoucef, M. (2013). *From e-commerce to social commerce: A close look at desing features*. *Electronic Commerce Research and Applications* 12(4), 246-259 Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S156742231200124X>
9. Ickin, S. Wac, K. Fiedler, M. (Abril, 2012) Factors influencing quality of experience of commonly used mobile applications. *Institute of Electrical and Electronics Engineers* 50(4), 48-56 Recuperado de: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6178833/>
10. InnovaAge (26 de abril, 2017) *Apps Híbridas vs Nativas vs Generadas. ¿Qué decisión tomar?* [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.innovaportal.com/innovaportal/v/696/1/innova.front/apps-hibridas-vs-nativas-vs-generadas-que-decision-tomar>
11. Jayanthi L.N. (27 de noviembre, 2017) *Role of e-commerce in modern business* [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://ejournal.srmuniv.ac.in/ojs/index.php/management/issue/view/10>
12. Martínez M.R (2015). *Arquitectura para la implementación de sistemas móviles basados en servicios de geolocalización y crowdsourcing*. (Tesis de maestría). Universidad Abierta Interamericana, Buenos Aires, Argentina.

13. Mazare, L.C. y Oprea, S.V. (2018). Designing a Currier Optimized Route Mobile Application. *Database System Journal*, 9 (1), 1-12 Recuperado de: http://dbjournal.ro/archive/29/29_1.pdf
14. McCreary, D. y Kelly, A. (2014). *Making Sense of NoSQL. A Guide for managers and the rest of us. Shelter Island, NY: MANNING SHELTER ISLAND.* Recuperado de: <http://www.bigdata.ir/wp-content/uploads/2016/08/5FB45AB6A5AEEC2E405B214983F9A04B.pdf>
15. Luna, M. y Backholm, A. (2014). *Mobile traffic categorization and policy for network use optimization while preserving user experience.* California, Unated States: Seven Networks. Recuperado de: <https://patents.google.com/patent/US8843153B2/en>
16. Ortiz, N. Duarte, D., Mora, M. y Caicedo, F. (2013). *Arquitectura y diseño de bases de datos móviles.* *Revista Digital Tecnología, Investigación y Academia TIA*, 1(1), 1-9. Recuperado de: <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tia/article/download/4296/6014>
17. Ramakrishnan J. (2000) *Database Management Systems.* Madison: McGraw-Hill. Recuperado de: <http://196.223.158.148/bitstream/handle/123456789/6209/931.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
18. Yaowen C. (2016). *Comparison of Graph Databases and Relational Databases When Handling Large-Scale Social Data.* Washington, Unated States: Microsoft Corporation. Recuperado de: <https://patents.google.com/patent/US9251214B2/en>

19. Zulkafli, A.Z. Basri, S. (Septiembre, 2018). *Image Synchronization Gateway for NoSQL Document Database and Server-side SQL Database in Mobile Environment*. AIP. doi: 10.1063/1.5055559 Recuperado de: <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5055559?class=pdf>

APÉNDICES

Apéndice 1. **Variables, tipos e indicadores**

Variables	Definición	Sub Variables	Indicadores	Dimensiones
Experiencia de usuario	Conjunto de factores y elementos relativos a la interacción del usuario, con el dispositivo móvil, que como resultado pretende obtener una percepción positiva o negativa del servicio.	Usabilidad	Grado de aceptación de la app en función de la usabilidad y la simplicidad de esta.	Cualitativa
		Navegabilidad	Tiempo de respuesta en acceder a los componentes de la app.	Cuantitativa
Seguridad móvil	Medidas de seguridad establecidas para la protección de datos personales y transaccionales.	Seguridad transaccional	Grado de confiabilidad	Cualitativa

Fuente: elaboración propia.