

Aplicación de búsqueda y reserva de sitio de parqueo (ParkingApp)

(Autor)

Danuil Fernando Gómez Naranjo



**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
Bogotá, 2021**

Aplicación de búsqueda y reserva de sitio de parqueo (ParkingApp)

(Autor)

Danuil Fernando Gómez Naranjo

**Desarrollo Tecnológico presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO DE SISTEMAS**

Director

Wilson Mauro Rojas Reales

Ingeniero de Sistemas y Especialista en Seguridad Informática

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
Bogotá, 2021**

Dedicataria
Dedico este trabajo a Dios, a mi familia, amigos y demás personas que han estado presentes en este proceso desde su inicio hasta esta etapa de culminación a todos y cada uno de ellos.
Gracias.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

Extiendo un agradecimiento especial a mi familia que me han apoyado incondicionalmente para lograr este objetivo, que, sin su valioso apoyo, soporte y estímulo, este logro no hubiera sido posible.

Del mismo modo agradecer a mi director y profesor de la carrera de ingeniería Ingeniero Wilson Rojas que, sin su guía y sabios consejos, este trabajo no habría sido posible.

Gracias a todos y cada uno.

TABLA DE CONTENIDO

1. SITUACIÓN PROBLEMA.....	2
1.1 DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO A INTERVENIR.....	2
1.2 ANÁLISIS DEL CONTEXTO DESDE EL MODELO BIOPSIICOSOCIAL Y CULTURAL.....	2
1.3 DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
2. SOLUCIÓN DE INGENIERÍA.....	5
2.1 OBJETIVOS: GENERALES Y ESPECÍFICOS.....	5
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN Y RESULTADOS ESPERADOS.....	6
2.3 ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN DEL MODELO BPSC.....	6
2.4 TABLA DE ENTREGABLES.....	7
2.5 VARIABLES A MEDIR.....	8
2.6 METODOLOGÍA.....	8
2.6.1 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO.....	8
2.6.2 USO DE LA METODOLOGÍA.....	9
2.6.3 CRONOGRAMA.....	10
2.7 ACUERDO CON EL CLIENTE.....	11
2.8 COMPONENTE ÉTICO.....	11
3. MARCO REFERENCIAL.....	12
3.1 ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE.....	12
3.2 MARCO TEÓRICO.....	14
4. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	15
4.1 FASE DE ANÁLISIS.....	15
4.1.1 INGENIERÍA DE REQUISITOS.....	15
4.2 FASE DE DISEÑO.....	16
4.2.1 DIAGRAMA DE CASOS DE USO.....	16
4.2.2 DIAGRAMA DE COMPONENTES.....	17
4.2.3 DIAGRAMA DE DESPLIEGUE.....	18
4.3 FASE DE DESARROLLO.....	19
4.3.1 ESTRATÉGIA DE DESARROLLO.....	20
4.3.2 MODELO DE DATOS.....	20
4.3.3 DESARROLLO DEL MANJEADOR DE SERVICIOS.....	23

4.3.4	DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL.....	25
4.3.5	DESARROLLO DE APLICACIÓN WEB.....	26
4.4	FASE DE PRUEBAS.....	27
4.4.1	FASE DE VALIDACIÓN EN LA ACADEMIA.....	28
4.4.2	FASE DE VALIDACIÓN EN LA ESTÁTICA.....	28
4.4.3	FASE DE VALIDACIÓN DINÁMICA.....	28
5.	RESULTADOS.....	29
5.1	RESULTADOS FASE DE DESARROLLO.....	29
5.2	FASE DE PRUEBAS.....	29
6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS / DISCUSIÓN.....	31
7.	CONCLUSIONES.....	34
8.	RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	36
9.	LECCIONES APRENDIDAS.....	37
10.	REFERENCIAS.....	38
11.	ANEXOS.....	40
11.1	BPSC MODELO DEL PROBLEMA.....	40
11.2	BPSC MODELO DE LA SOLUCIÓN.....	41
11.3	WBS.....	41
11.4	DIAGRAMA DE COMPONENTES.....	42
11.5	INVENTARIO DE SERVICIOS.....	43
11.6	CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	43

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Entregables Acordados.....	7
Tabla 2 Lista de requerimientos.....	15
Tabla 3 Datos simulación de tiempos sin uso de ParkingApp	29

LISTA DE GRÁFICOS

Ilustración 1 Cronograma del proyecto	11
Ilustración 2 Diagrama de Casos de uso	17
Ilustración 3 Diagrama de Componentes	18
Ilustración 4 Diagrama de Despliegue	19
Ilustración 5 Modelo de datos	21
Ilustración 6 Inventario de servicios	24
Ilustración 7 Tiempo promedio de búsqueda de parqueadero por aplicación	30
Ilustración 8 Comparativa de Tiempos Obtenidos	32

GLOSARIO

Ciclo de Desarrollo de Software: El Proceso para el desarrollo de software, también denominado ciclo de vida del desarrollo de software es una estructura aplicada al desarrollo de un producto de software.

Destino: Lugar final del trayecto de un usuario.

Lugar Disponible: Ubicación desocupada dentro de un parqueadero.

Metodología: Conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica, un estudio o una exposición doctrinal.

Origen: Lugar de partida de un trayecto de un usuario.

Parqueadero: Lugar donde los automóviles pueden permanecer estacionados.

Puesto de Parqueo: Ubicación dentro del parqueadero para el estacionamiento de un vehículo.

Tráfico de Parqueo: Circulación de vehículos buscando parqueadero.

Tiempo de Parqueo: Tiempo empleado por el ubicar un parqueadero y estacionar el vehículo en un lugar disponible.

Tiempo de Trayecto: Tiempo empleado en ir del origen al destino por el usuario.

Usuario: Que usa habitualmente un servicio.

Vehículo: Aparato con o sin motor que se mueve sobre el suelo, en el agua o el aire y sirve para transportar cosas o personas, especialmente el de motor que circula por tierra.

Aplicación de búsqueda y reserva de sitio de parqueo (parkingapp)

Gomez Danuil

Resumen

Se pretende desarrollar una solución tecnológica que realice las operaciones de búsqueda y reserva de un lugar de estacionamiento en la ciudad de Bogotá.

Esta pretensión se llevará a cabo mediante la construcción de una aplicación móvil y una aplicación web para la gestión del aparcamiento y la administración de una plataforma.

En este documento se mostrará el trabajo del análisis contextual y el proceso de ingeniería llevado a cabo para la construcción de los artefactos estimado para la solución propuesta.

Partiendo de este contexto y utilizando los medios disponibles, es posible diseñar y construir un sistema de información geo posicional que, en tiempo real, resuelva el problema.

Palabras clave: Parqueadero, Desarrollo móvil, Desarrollo web, Desarrollo ágil.

Abstract

The aim is to develop a technological solution that performs the operations of search and reservation of a parking place in the city of Bogota.

This pretension will be carried out through the construction of a mobile application and a web application for parking management and the administration of a platform.

This paper will show the contextual analysis work and the engineering process carried out for the construction of the artifacts estimated for the proposed solution.

Starting from this context and using the available means, it is possible to design and build a geo positional information system that, in real time, solves the problem.

Key Words: Parking, Mobile development, Web development, Agile Development.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo busca explorar una oportunidad que tienen muchas ciudades latinoamericanas en términos de encontrar un lugar de estacionamiento con las condiciones de tráfico de estas ciudades; especialmente Bogotá, que es el lugar para el que estamos desarrollando esta propuesta de solución.

Para identificar si esta es una oportunidad viable que constituya una necesidad que pueda ser resuelta mediante un artefacto tecnológico de software, se realizó un análisis del problema a través del modelo biopsicosocial y cultural que permitió identificar que en la ciudad de Bogotá no existe ningún dispositivo que pueda brindar un servicio de búsqueda y reserva de un lugar de estacionamiento.

En el proceso de identificación y análisis del problema, se utilizó el modelo biopsicosocial y cultural para evaluar y analizar la propuesta de solución que permita generar un cambio en el entorno identificado, con los actores y costumbres en la ciudad de Bogotá.

Se propone una solución compuesta por tres artefactos de software que conforman una arquitectura distribuida compuesta por una aplicación móvil que utilizarán los conductores, un módulo de administración de servicios y una aplicación web donde los administradores de los aparcamientos y de la app gestionarán sus respectivos roles.

Para el proceso de construcción de software, se implementó una metodología híbrida entre SCRUM y Mobile-D que nos permite generar la producción de código para los tres artefactos (Aplicación móvil, Aplicación web, Módulo de servicios) sin detrimento de la documentación generada por el proceso de construcción de software, logrando un proceso de ciclo de software eficiente.

Construido el artefacto solución, se realizaron las pruebas de software de rigor para verificar la calidad del producto elaborado, y se expuso a una serie de simulaciones con distintos destinos para evaluar la calidad de las respuestas dadas, en comparación con las emitidas por las aplicaciones seleccionadas.

Para finalizar, se realiza una comparación con los datos arrojados de las simulaciones permitiéndonos evaluar si desde las simulaciones se consiguió la reducción del tiempo esperado buscando mejoría en la tarea de buscar un sitio de parqueo en la ciudad de Bogotá.

1. SITUACIÓN PROBLEMA

Este capítulo trata de la descripción del contexto y del proceso de identificación de la situación problemática. Para la descripción del contexto, nuestro cliente nos cuenta una idea para resolver una situación difícil para uno de los varios conductores de coches que se enfrentan cada día. La identificación y descripción de la situación problemática a intervenir, el modelo biopsicosocial y cultural es la herramienta principal para el análisis y comprensión en los cuatro ejes que este modelo nos propone para llevarlo y visión general para un contexto a intervenir potencialmente.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO A INTERVENIR

El contexto de intervención se identifica en las grandes ciudades del mundo como la ciudad de Bogotá en Colombia. El tráfico en este tipo de ciudades es uno de los problemas más comunes para los conductores de automóviles y buscar un aparcamiento disponible es una tarea muy difícil, y, en múltiples situaciones la realización es imposible [1].

Muchas ciudades de todo el mundo, como Baltimore, San Francisco o Toronto, tienen un grave problema con el tráfico de parqueaderos. Estas ciudades tienen un departamento como la SFMTA (Agencia Municipal de Transporte de San Francisco) [2] con la única misión de gestionar el problema del tráfico. El hecho de que estas agencias existan es una prueba de que las grandes ciudades tienen un problema creciente con un aspecto del tráfico, y a medida que crecen, esta misma situación se vuelve compleja.

Esta parte del tráfico representa un componente cada vez más importante en la calidad de vida de grandes ciudades como Bogotá, en la que ciertas partes no son atractivas para las personas que buscan lugares de residencia debido a los prejuicios que tienen.

1.2 ANÁLISIS DEL CONTEXTO DESDE EL MODELO BIOPSIOSOCIAL Y CULTURAL

Para este análisis se utilizará el modelo biopsicosocial y cultural con la ayuda de sus 4 ejes fundamentales para analizar el contexto desde múltiples puntos de vista para tener una visión lo más amplia posible.

Los 4 ejes que propone el modelo son las creencias, las costumbres, el artefacto y el entorno. Cada uno de estos aspectos se desarrollará para identificar sus puntos clave, para identificar las oportunidades de mejora dentro del contexto seleccionado.

Medio ambiente: El medio ambiente se encuentra en la ciudad de Bogotá. Esta ciudad tiene serios problemas de congestión de tráfico, especialmente con los conductores que aparcan sus coches. La ciudad de Bogotá tiene alrededor de 2,4 millones de vehículos circulando cada día [3] y 2.643 negocios de estacionamiento legal, por lo que este número desequilibrado representa un problema para una necesidad de estacionamiento.

Costumbres: Muchos conductores estacionan sus vehículos en lugares y negocios no autorizados, y esto genera congestión en el lugar donde se encuentra el vehículo porque genera una situación de tráfico de estacionamiento [1], generando congestión de tráfico por la acción indebida.

Creencias: Muchos conductores creen que como no hay suficientes plazas de aparcamiento en la ciudad para cubrir el número de vehículos, es mejor aparcar en la calle o en lugares no autorizados, porque según ellos, sus recados no llevan demasiado tiempo y no merece la pena pagar el valor de un aparcamiento.

Artefacto: En este momento en la ciudad de Bogotá, no existe un artefacto que publique el estado de los estacionamientos a los conductores para evitar la congestión vehicular y el estacionamiento no autorizado de vehículos en la vía pública.

Todas las dimensiones presentadas anteriormente permiten una visión general del problema y dado que en las grandes ciudades no existe un sistema o algún tipo de procedimiento para parquear fuera de los lugares habilitados, se presenta la problemática que se pretende resolver.

En la ciudad de Bogotá los conductores estacionan sus vehículos en cualquier parte de la vía pública causando todo tipo de problemas como los mencionados y principalmente generando un impacto negativo en el tráfico y en la calidad de vida de sus habitantes.

Para más información, véase el anexo 11.1

1.3 DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Un problema de las grandes ciudades del mundo es aparcar temporalmente el parque móvil que circula. Muchos países del primer mundo comenzaron a resolver esta vicisitud a través de aplicaciones que permiten a los usuarios buscar y reservar una plaza de aparcamiento cerca de su ubicación actual.

Una investigación realizada [6-10] sobre aplicaciones con funcionalidades similares en el ámbito de América Latina permitió determinar que dichas aplicaciones en nuestros mercados no están disponibles, por lo que se identifica una oportunidad en el mercado local (Bogotá) para proveer una aplicación que permita a sus usuarios acceder a los servicios mencionados. Cabe destacar que una propuesta de solución para este tipo de necesidades en las grandes ciudades de Colombia puede tener un impacto positivo en la mejora de la circulación y el tiempo de búsqueda de un lugar de estacionamiento disponible "parking traffic" y más cuando uno de los factores que más influye en los atascos, son los vehículos estacionados en la vía pública. Solucionar esta necesidad puede significar una mejora en el tráfico, ya que se dejarían de lado las situaciones estresantes derivadas de no conseguir un lugar autorizado para estacionar. Con la solución propuesta el usuario tendría a su disposición información fiable que le permitiría tomar las acciones más adecuadas para solucionar su problema.

Por otro lado, en los países del primer mundo se han implantado este tipo de soluciones para mejorar los tiempos de aparcamiento, lo que ha llevado a las ciudades a adoptar tecnologías que las conviertan en un tráfico inteligente en el que los atascos se produzcan por otros factores distintos a la búsqueda de aparcamiento.

Dentro de la revisión que se realizó se identificó que en la ciudad de Bogotá existen "2.643 parqueaderos, de los cuales 1.196 son privados y 1.438 son de la ciudad, pero administrados por privados" a corte de diciembre 19 de 2019 y que estos no cuentan con un servicio que les permita ser ubicados por los usuarios que requieran de sus servicios por medio de un sistema de información y adicionalmente tampoco cuentan con un medio para realizar un reserva efectiva de un sitio de parqueo disponible que estos tengan en el momento.

2. SOLUCIÓN DE INGENIERÍA

Después de analizar el problema y su contexto, a continuación, se desarrollarán los aspectos que conforman la solución propuesta. Se hará un análisis desde el contexto del modelo biopsicosocial y cultural delimitado por los objetivos propuestos de la construcción que permite una búsqueda y reserva de espacio de estacionamiento disponible en un establecimiento legalmente constituido en la ciudad de Bogotá.

Se dará a conocer la variable o variables a medir para determinar la eficacia de la solución propuesta y la metodología a seguir para la construcción de este artefacto tecnológico.

2.1 OBJETIVOS: GENERALES Y ESPECÍFICOS.

Los objetivos generales y específicos determinados para este proyecto son los siguientes

- **Objetivo general**

Desarrollar una aplicación móvil para el sistema operativo Android que permita la búsqueda y reserva de espacios en estacionamientos autorizados y legalmente constituidos en la ciudad de Bogotá.

- **Objetivos específicos**

1. Realizar un análisis comparativo de las diferentes aplicaciones que hoy día existen en el mercado para definir funcionalidades innovadoras e implementarlas en el producto.
2. Identificar y tipificar los establecimientos de parqueo legalmente constituidos en la ciudad de Bogotá.
3. Comparar los tiempos de búsqueda de un lugar disponible de parqueo vs el tiempo de la misma búsqueda sin el uso de esta herramienta.

Se plantea la siguiente pregunta a resolver: ¿Qué efecto tiene la inclusión de un artefacto de software en una ciudad con condiciones de tráfico vehicular como Bogotá en el mejoramiento de los tiempos de búsqueda y parqueo de vehículos?

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN Y RESULTADOS ESPERADOS

La solución propuesta consiste en una aplicación móvil para Android que permite a los conductores buscar y reservar una plaza de aparcamiento en un establecimiento legal. En varias ciudades de Estados Unidos y Europa se han implantado aplicaciones de este tipo, como parking panda que presta este servicio.

En América Latina no existen aplicaciones en el mercado que ofrezcan este servicio. Después de buscar en las tiendas de aplicaciones para Android, no encontramos ninguna que tenga al menos una funcionalidad similar a la que ofrece la aplicación parking panda.

La aplicación propuesta permitirá a los conductores introducir una dirección o destino y buscará aparcamientos con plazas disponibles cerca del destino, el conductor podrá elegir el aparcamiento que se ajuste a las opciones propuestas y realizar la respectiva reserva de una plaza disponible en el establecimiento seleccionado.

Con esta aplicación se pretende que el tiempo de búsqueda de una plaza de aparcamiento se reduzca por parte de los usuarios de la aplicación ya que, como conductores, saben dónde van a estar situados cuando lleguen a su destino.

2.3 ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN DEL MODELO BPSC

El uso del modelo Biopsicosocial y cultural como marco de referencia para analizar el impacto de la solución de la misma manera que se utilizó para entender el contexto a intervenir, se utilizarán los mismos ejes principales que este propone.

Solución Modelo BPSC

Artefacto: Aplicación móvil parkinapp para buscar una plaza de aparcamiento disponible y reservarla para un conductor.

Medio ambiente: Ciudad de Bogotá.

Creencias: La aplicación tratará de cambiar las creencias de que los estacionamientos están siempre llenos en sectores concurridos de la ciudad, además de reducir los tiempos de estacionamiento en estos lugares promoviendo tiempos de estacionamiento más cortos, además de informar a los conductores de los precios oficiales de los estacionamientos establecidos por la administración local y mejorar la imagen de estos establecimientos.

Costumbres: Con la transformación de las creencias expuestas en el diagrama, se busca que las costumbres adoptadas por muchos conductores de la ciudad de parquear en lugares no autorizados paulatinamente desaparezcan, porque con la aplicación, el conductor dispone de una herramienta que le permite reservar sitio de parqueo.

A partir del análisis biopsicosocial y cultural del contexto analizado, la propuesta de solución a la problemática identificada se orienta a la creación de un artefacto tecnológico de software que se convierta en la herramienta que permita ordenar el caos vehicular que se genera por las costumbres nocivas que han adoptado los conductores al estacionar sus vehículos cuando llegan a su destino.

El objetivo de esta solución propuesta es reducir los tiempos de tráfico ocioso en la búsqueda de un lugar de estacionamiento en una zona específica designada por el conductor, mediante la prestación de un servicio que le permite buscar y reservar el lugar de estacionamiento de su conveniencia, lo que permite que no se desvíe sin rumbo en la zona de destino, sino que vaya sin demora a su lugar reservado, por lo tanto el tráfico de estacionamiento se reduce y el tiempo de búsqueda es de estacionamiento, mejorando así las condiciones de tráfico en la ciudad y por lo tanto la calidad de vida de los sectores, y, además, los conductores que utilizan esta herramienta se les impide incurrir en malos hábitos de conducción, como el ejemplo de estacionar los sitios que no están permitidos, que puede dar lugar a sanciones tales como multas de tráfico.

Para más detalles, véase el anexo 11.2

2.4 TABLA DE ENTREGABLES

1 Entregables Acordados

Proyect	Título	Descripción
Parkinapp	Actas de la reunión	Documentos de reuniones y acuerdos.
Parkinapp	Documentos de especificación de requisitos.	Documentos con una especificación de los requisitos de aplicación.
Parkinapp	Diagramas de arquitectura	Artefacto tecnológico solicitado por el cliente.
Parkinapp	Diagrama de despliegue	Soporte de plan de despliegue.
Parkinapp	Artefacto de software (Producto)	Artefacto tecnológico solicitado por el cliente.
Parkinapp	Manuales (Usuario, técnico)	Manuales de aplicación.
Parkinapp	Plan de pruebas	Plan de pruebas estáticas y dinámicas de la aplicación

2.5 VARIABLES A MEDIR

Este proyecto pretende reducir los tiempos de búsqueda de vehículos con la aplicación que, sin el uso de esta, consiguiendo así una mejora para los conductores al poner a su disposición información que les permita reservar una plaza de aparcamiento en su lugar de destino antes de llegar, evitando todos los malos hábitos de conducción que proliferan en la ciudad.

En definitiva, la variable que se mide para este proyecto es el tiempo de búsqueda de parqueadero de parkingapp en comparación con aplicaciones de búsqueda similares.

2.6 METODOLOGÍA

La metodología propuesta para llevar a cabo este proyecto es una combinación de dos marcos de desarrollo ágil, uno es SCRUM y el otro se llama Mobile-D. Con estos dos marcos, buscamos utilizar lo mejor de cada uno de ellos para entregar el mayor valor posible a nuestro cliente.

Con SCRUM, cada una de las iteraciones a realizar se estructurará para lograr el objetivo del proyecto y entregar valor lo antes posible, con Mobile-D se especificarán y optimizarán los tiempos y recursos para el desarrollo de una aplicación móvil usando su metodología de planificación priorización y estimación de tiempos para el cumplimiento de las tareas a desarrollar en cada uno de los sprints, con el único fin de construir la aplicación móvil con la mayor calidad posible dentro de los tiempos establecidos y acordados.

2.6.1 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO

Para este proyecto se propusieron los siguientes paquetes de trabajo correspondientes al ciclo de desarrollo de la ingeniería del software. (Véase el anexo 11.3)

Se propone una fase de análisis en la que se llevará a cabo todo lo relacionado con los aspectos de desarrollo que se requieren datos estadísticos del parqueadero de Bogotá, número de parqueaderos en la ciudad, requerimientos de nuestro cliente, y todo lo relacionado con aspectos de entendimiento del negocio.

En la fase de diseño, se proporcionarán todas las condiciones técnicas necesarias para llevar a cabo el proyecto, dentro del cual se realizarán los diagramas, flujos entre otros soportes para diseñar la estructura de la aplicación, es decir, las semillas sobre las que se utilizarán las fases futuras. construirá y probará la aplicación requerida.

En la fase de desarrollo, la construcción de la aplicación, se llevará a cabo en un total de 12 sprints, cada uno de 15 días y con las respectivas ceremonias seleccionadas de cada una de las metodologías propuestas para llevar a cabo los desarrollos y los avances.

En la fase de pruebas se llevarán a cabo ensayos sobre el terreno, siempre que las condiciones sanitarias de la ciudad lo permitan, con el fin de realizar las mediciones oportunas y recoger las opiniones de los usuarios para llevar a cabo ajustes y mejoras.

2.6.2 USO DE LA METODOLOGÍA

La forma de utilizar la metodología propuesta se hará de la siguiente manera. Con Mobile-D se priorizarán las historias de usuario iniciando con aquellas que aporten el mayor valor a la solución. Como establece esta metodología, las historias con el mayor impacto en el producto [11] debe ser priorizado, en el que los tiempos estrictos debe establecerse para determinar los ajustes necesarios entre sprints o fases para no gastar demasiado tiempo y perjudicar el desarrollo.

En las primeras fases del proyecto, Mobile-D se utilizará para gestionar los requisitos y diseños de los diagramas necesarios para el proyecto.

Con la metodología SCRUM se utilizará la gestión del trabajo, esta metodología se utilizará con los sprints y algunas de las ceremonias que lo componen, en resumen, los sprints se utilizarán para la organización y seguimiento del plan de trabajo además de las revisiones de los sprints y la retrospectiva [6] para planificar y evaluar las tareas realizadas y pendientes.

La aplicación de la metodología propuesta se realizará de la siguiente manera por la metodología SCRUM, utilizaremos los tiempos que establece la duración de las iteraciones, que en el caso de nuestro proyecto serán sprints de 15 días. Por otro lado, la planificación será realizada por el equipo de desarrollo donde, a través de la metodología Mobile-D, se priorizarán las historias del product backlog y sprint backlog para cada una de las iteraciones a realizar.

Como se está utilizando la hibridación de metodologías, utilizaremos los aspectos que más nos permitan generar valor para el proyecto y el artefacto, por lo que no haremos los siguientes rituales propuestos por SCRUM, que incluyen el sprint diario y la revisión del sprint. El sprint diario, al considerarse una reunión tan corta y que no nos aporta un valor diferente a la hora de conocer el estado de las tareas, será sustituida por una reunión que cualquiera de los miembros puede solicitar para aclarar o establecer algún criterio según considere la cita de la reunión, debido a las previsiones de tiempo que tienen ambas partes de este proyecto, cabe destacar que estas reuniones se pueden programar en cualquier momento bajo mutuo acuerdo de ambas partes.

Mobile-D es una metodología de programación extrema (XP) por lo que la documentación generada en estas metodologías es bastante escasa, Para subsanar esta dificultad, se incluye durante el proceso de desarrollo la obligación para cada uno de los miembros del equipo de desarrollo documentar aquellos procesos que consideren necesarios para lograr el entendimiento necesario evitando así confusiones durante el curso de las diferentes fases del proyecto.

Durante el proceso de planificación de un sprint, se elaborará una lista de artefactos a entregar para esa iteración, que contará con el aval del equipo de desarrollo que se encargará de realizar las tareas planificadas y generar los artefactos. Cada sprint debe contemplar un tiempo para las correcciones o cambios que el cliente nos pueda sugerir, lo que nos permite ajustar el artefacto con el menor costo posible para que el proceso genere el mayor valor, cabe destacar que este tiempo no debe superar la mitad de un sprint.

Cada vez que se celebre una reunión con el cliente, se generará un acta en la que constarán los aspectos a corregir, las aceptaciones y los compromisos de ambas partes.

Esta es la forma en que se llevará a cabo la metodología para el proyecto de desarrollo de la aplicación ParkingApp.

2.6.3 CRONOGRAMA

Dentro de lo estipulado para el proyecto, se propuso el siguiente cronograma, que incluye desde julio de este año hasta julio del año siguiente en el que entregaremos los artefactos descritos en la tabla de entregables.

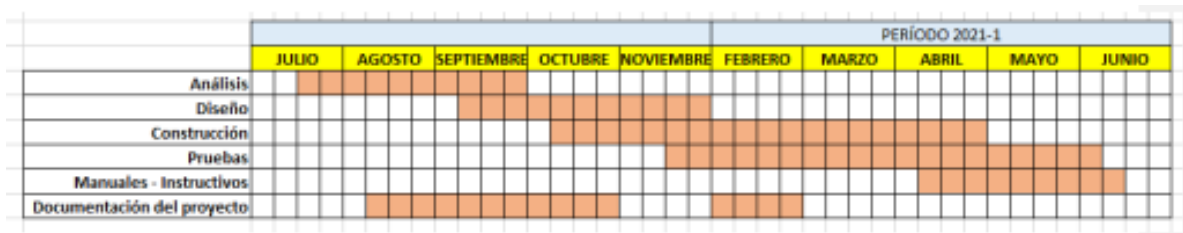


Ilustración 1 Cronograma del proyecto

Para una mejor comprensión, véase el anexo 11.6.

2.7 ACUERDO CON EL CLIENTE

Según lo discutido con el cliente, podemos utilizar el proceso de ingeniería de software que se va a realizar para la construcción de la aplicación para la realización del proyecto de grado, pero todos los derechos económicos y morales de la aplicación pertenecen a Global IT SAS.

2.8 COMPONENTE ÉTICO

Dentro de los acuerdos, me comprometo a no divulgar y mantener con absoluta confidencialidad los datos, código fuente y demás artefactos intermedios que se generen a partir del proceso de ingeniería utilizado para construir la aplicación y sabiendo que estos pertenecen a Global IT SAS, pero como parte de los acuerdos se permite utilizar estos mismos artefactos e información para fines académicos sin perjuicio o posible violación de la propiedad que tiene el cliente.

3. MARCO REFERENCIAL

En este capítulo se referencia cómo se han sido los procesos desarrollados este tipo de iniciativas en otras partes del mundo, qué elementos comparten con la situación actual que se da en la ciudad de Bogotá, y qué otros los diferencian. Así mismo, qué tipo de soluciones se propusieron, qué técnicas se utilizaron para lograr los resultados mostrados en sus estudios, y en qué estado se encuentran actualmente este tipo de aplicaciones.

3.1 ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

Muchas de las herramientas de este estilo que se han implementado en el mundo se basan en el uso de la inteligencia artificial como explican Yuecheng Rong & cia en su artículo, mediante el uso de técnicas de machine learning con big data en tiempo real en la reducción de lo que ellos llaman "Traffic parking" [1] y la reducción de tiempos con el uso de estas tecnologías aplicadas a la solución de este problema. En este tipo de aplicaciones, el servicio se cobra a través de una pasarela de pago mediante un dispositivo móvil que facilita y evita al máximo el error humano entre los actores del sistema [2]. Por otro lado, otras ciudades que se denominan "ciudades inteligentes" incluyen esta tecnología en sus infraestructuras públicas, de manera que la información sobre las plazas de aparcamiento disponibles está a disposición de todos los conductores de esta [3].

Debido a que la disponibilidad de plazas de aparcamiento es bastante difícil de controlar en la ciudad china de Xi'an, se lleva a cabo un experimento de predicción mediante una red neuronal que permite predecir qué aparcamientos tienen plazas disponibles a determinadas horas del día [4]. Pero no todo es el uso de la inteligencia artificial, también ha habido propuestas basadas en técnicas como el crowdsourcing para generar modelos que identifiquen los lugares de aparcamiento disponibles con base en las decisiones de los modelos estacionarios [5]. Todas estas experiencias han sido implementadas en países como China y Estados Unidos, generalmente en países del primer mundo, lo que nos permite identificar una oportunidad para adoptar las experiencias realizadas por ellos. En el ámbito local (Bogotá), no se ha identificado la aplicación de esta tecnología para resolver esta necesidad, además, debido a las difíciles condiciones de tráfico de la ciudad, una propuesta de solución tendría que considerar un sistema de alta complejidad, que con los avances tecnológicos podría darse en un futuro no muy lejano.

Las metodologías ágiles como SCUM y mobile-D siendo estas de naturaleza iterativa e incremental se presenta la oportunidad de combinarlas para obtener las ventajas de ambas [6]. Con esta combinación esperamos obtener los resultados de un ritmo de desarrollo de la solución acorde con el tiempo previsto y los requerimientos establecidos, esto con base en los resultados que obtenidos de un estudio de desarrollo de una aplicación móvil que utiliza inteligencia artificial y un sistema GPS

como el que vamos a implementar razón por la cual lo tomamos como referencia [7].

Se espera obtener una aplicación con las funcionalidades core de la solución y utilizar el tiempo restante del proyecto en la finalización de detalles como documentaciones, manuales y otros artefactos finales e intermedios [8]; además de llevar el control de las actividades y el procedimiento de los datos recolectados en la medida que se lleven a cabo las fases del desarrollo de software como lo sugiere las metodologías ágiles [9][10].

3.2 MARCO TEÓRICO

Para los habitantes de las grandes ciudades y en especial para los propietarios de vehículos, saber dónde ubicar sus vehículos cuando no están en sus lugares de residencia es un problema y en especial cuando en ciudades como Bogotá que tienen un gran número de vehículos motorizados circulando diariamente y no tienen suficiente espacio para estacionar la gran mayoría [3-5]. Este problema no es exclusivo de esta, sino de todas las grandes ciudades del mundo como San Francisco por ejemplo que tiene un departamento exclusivo para asuntos relacionados con el "Parking Traffic".

Al buscar aplicaciones similares en América Latina, éstas no están disponibles, tal y como informa la aplicación Parking Panda.

Todos estos esfuerzos buscan replicar los casos exitosos como por ejemplo el de la ciudad china de Xi'an, que vio una mejora en los atascos relacionados con el tráfico de estacionamiento del 20% [6-10] y sería de gran impacto si estos resultados se pueden tener para la ciudad de Bogotá.

Estas metodologías permitirán una rápida estimación y priorización para centrar los esfuerzos en la construcción de la aplicación sin descuidar los otros aspectos que implica un proceso de ingeniería como las pruebas, la documentación y otros artefactos intermedios que son necesarios para el control de calidad y la estimación. progreso del proyecto [11-15].

4. DESARROLLO METODOLÓGICO

En este capítulo se mostrará el detalle del proceso de desarrollo de la solución y las decisiones de diseño, desarrollo, entre otras, que se tomarán durante el proceso de ingeniería de software utilizado para la construcción de este artefacto de software para demostrar cómo evoluciona el proceso de ingeniería de software.

En cuanto a la metodología disponible para el desarrollo del proyecto, éste se llevará a cabo a través de iteraciones y éstas serán controladas con las ceremonias de la metodología scrum. Como se ha descrito en el apartado de metodología, no se pretende el uso riguroso de ninguna de las metodologías, sólo se incorporarán los aspectos que más valor aporten al desarrollo y feliz conclusión del proyecto.

4.1 FASE DE ANÁLISIS

4.1.1 INGENIERÍA DE REQUISITOS

Para esta etapa de análisis y entendimiento de lo que el cliente desea, se realizó una revisión de artefactos similares implementados en otros contextos como parking panda, de la cual se identificaron requerimientos fundamentales sobre los cuales se esbozará una idea primaria de cómo debe ser concebida esta aplicación, dentro de los requerimientos e identificación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2 Lista de requerimientos

Requirement ID	Name
R01	El sistema debe permitir buscar una plaza de aparcamiento dada una dirección
R02	El sistema debe permitir reservar una plaza de aparcamiento elegida por el usuario
R03	El sistema debe permitir al aparcamiento añadir una plaza de aparcamiento
R04	El sistema debe permitir al aparcamiento modificar la información de una plaza de aparcamiento
R05	El sistema debe permitir al aparcamiento eliminar una plaza de aparcamiento previamente registrada
R06	El sistema debe permitir al administrador de ParkingApp generar informes de usuarios
R07	El sistema debe permitir que el administrador de ParkingApp genere informes de los aparcamientos
R08	El sistema debe permitir al administrador de ParkingApp generar informes de beneficios
R09	El sistema debe estar construido con una arquitectura de servicios
R10	El sistema debe ser implementado como una aplicación móvil
R11	El sistema debe implementar los colores designados por el cliente Global IT

R12	El sistema debe funcionar en el sistema operativo Android
R13	El sistema debe funcionar a partir de la versión 6 de Android
R14	El sistema debe proporcionar funcionalidades de acuerdo a los roles identificados
R15	El sistema debe proporcionar soporte en inglés y español
R16	El sistema debe proporcionar una guía de usuario para los diferentes roles
R17	El sistema debe proporcionar un acuerdo de uso a los usuarios y a los aparcamientos
R18	El sistema debe permitir que los usuarios y los aparcamientos se registren
R19	El sistema debe permitir a los usuarios y a los aparcamientos entrar en el sistema
R20	El sistema debe permitir que el administrador de ParkingApp entre en el sistema
R21	El sistema debe permitir al usuario cancelar la búsqueda de un aparcamiento
R22	El sistema debe permitir al usuario cancelar una reserva de aparcamiento
R23	El sistema debe permitir al usuario cancelar una adición de plaza de aparcamiento
R24	El sistema debe permitir al usuario cancelar la modificación de una plaza de aparcamiento
R25	El sistema debe permitir al usuario cancelar la eliminación de una plaza de aparcamiento

Elaboración Propia

Con los requisitos anteriores, se iniciaron los primeros diseños de los componentes que se proponen para la columna vertebral de la aplicación, que ahora se explicarán con la suficiencia requerida.

4.2 FASE DE DISEÑO

4.2.1 DIAGRAMA DE CASOS DE USO

En primer lugar, se realizó una visión gráfica de los requisitos funcionales desde un punto de abstracción bastante general para poder realizar la primera discriminación de funcionalidades según los actores y roles que el cliente quiere en el sistema, por lo que se realizó un diagrama preliminar de casos de uso para lograr esta visualización.

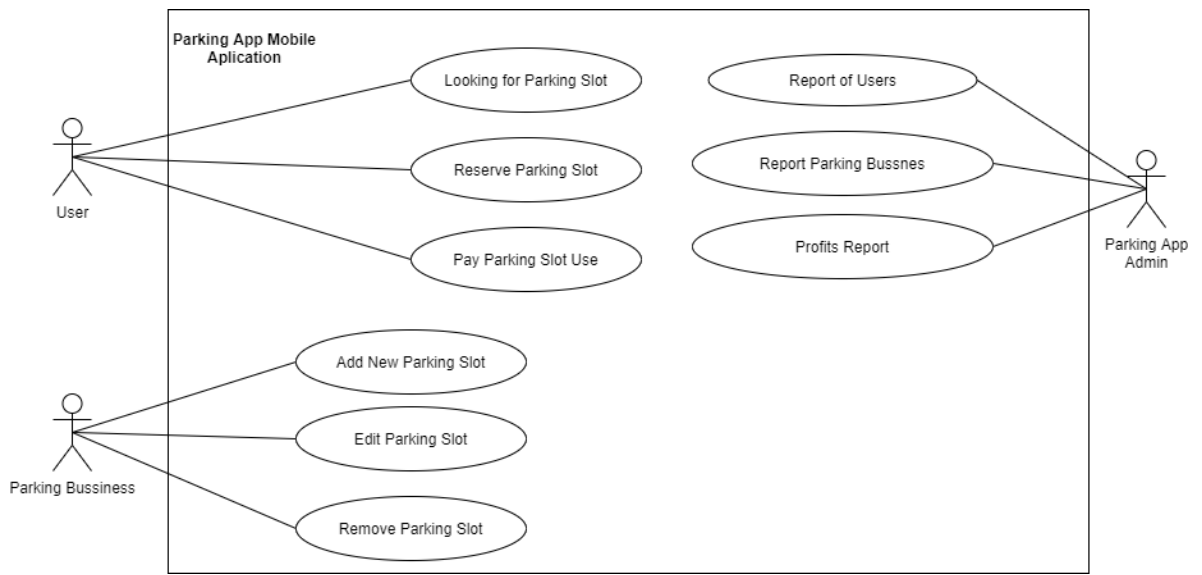


Ilustración 2 Diagrama de Casos de uso

Debido a la naturaleza de este diagrama, solo se ilustran los requerimientos funcionales, que para este caso muestra las actividades que cada uno de los actores que interactúan con el sistema deben ser capaces de realizar cada vez que se utilice la aplicación.

4.2.2 DIAGRAMA DE COMPONENTES

Con base a los requerimientos planteados anteriormente se generó una forma de tener una idea del artefacto y los componentes que deben ser desarrollados y en qué orden para lograr la mayor producción de valor posible.

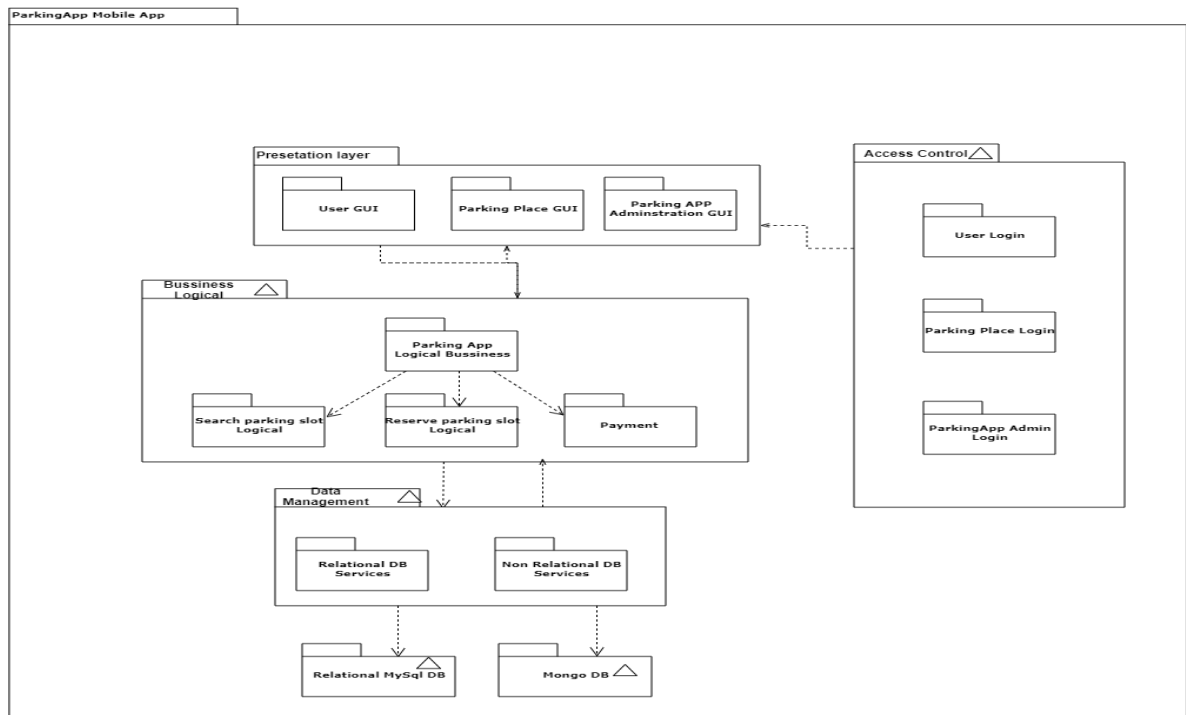


Ilustración 3 Diagrama de Componentes

Véase el anexo 11.4 para más información

Luego de realizar este diagrama, se puede determinar que el artefacto está conformado por 3 grandes componentes que pueden ser trabajados de manera independiente. Se identifica un componente de autenticación que permitirá a los usuarios registrarse e identificarse ante el sistema. El otro componente identificado es el encargado de la presentación que interactúa con los usuarios respectivamente. Un componente de gestión de datos que proporcionará los servicios de gestión de la base de datos que, por lo que se ve en este diagrama, gestionará dos bases de datos. Por último, el componente de lógica de negocio que se encarga de orquestar y gestionar todas las peticiones y dar sentido a la aplicación para proporcionar el servicio y las funcionalidades esperadas.

4.2.3 DIAGRAMA DE DESPLIEGUE

Dentro de la idea que se ha formado de cómo debe ser la aplicación, se genera un diagrama de despliegue para identificar de forma más aterrizada qué componentes deben empezar a desarrollarse, teniendo en cuenta que el equipo del proyecto está conformado por 2 personas las encargadas de la construcción de la aplicación. el diagrama de componentes que se genera inicialmente es el siguiente:

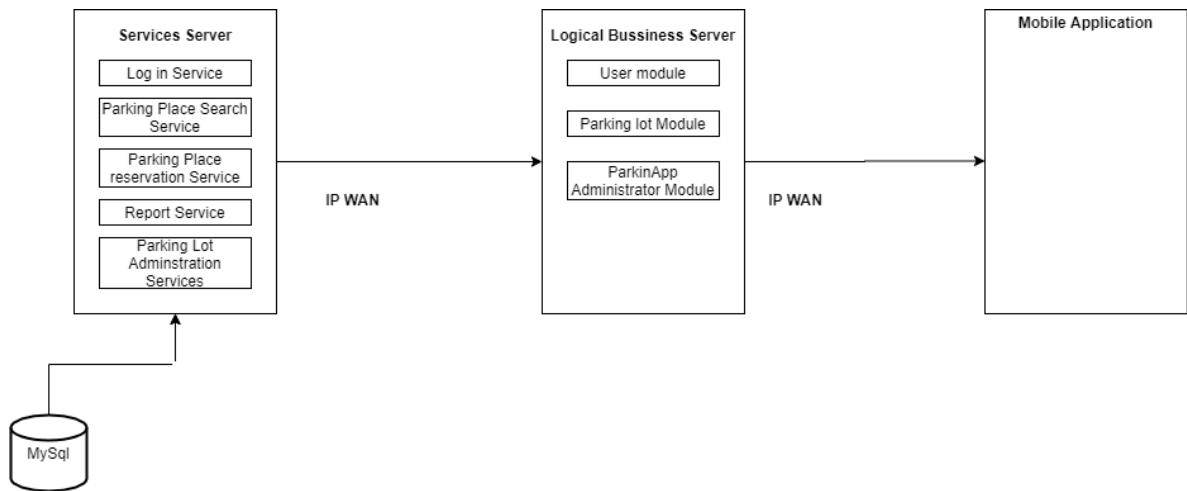


Ilustración 4 Diagrama de Despliegue

Con este diagrama, la idea de la aplicación a construir se logra de la siguiente manera: la aplicación se compone de tres grandes artefactos, cada uno con funciones específicas que permiten el desarrollo de estos de manera independiente.

De acuerdo con los diagramas presentados anteriormente, la creación de la aplicación se organiza de forma distribuida ya que cada uno de los componentes se encuentra en servidores separados. Para lograr esta separación de manera fácil y eficiente se utilizará la plataforma Heroku ya que cada uno de los servidores y servicios puede ser gestionado sin afectar a los demás componentes además del soporte e información que esta plataforma pone a disposición. de sus usuarios nos da la confianza de esta debidamente respaldada para el desarrollo de nuestra actividad.

4.3 FASE DE DESARROLLO

Para el desarrollo de la solución es necesario entender que los artefactos de software que se van a desarrollar están diseñados y encaminados según los roles identificados en las etapas anteriores (Usuarios, Administradores de parqueadero, Administrador de parkingapp), con el fin de que todos los roles puedan operar con independencia se han propuesto tres artefactos aplicación móvil (usuarios), y portal web (Administradores de parqueadero y parkingapp) y un tercer artefacto que es el encargado de toda la lógica de negocio que se provee por medio de microservicios, que de acuerdo con el diseño hecho en las fases anteriores será el que cumpla la función de manejador de servicios, el orquestador de las peticiones que reciban de los programas antes mencionados.

Para llevar a cabo la fase de desarrollo a continuación se explica la estrategia que usaremos para desarrollar la solución, además de las funcionalidades que cada uno de los artefactos debe realizar.

4.3.1 ESTRATÉGIA DE DESARROLLO

La estrategia que se utilizará para el desarrollo de los servicios que consumirá este servidor de servicios será la estrategia bottom-to-top. Esto significa que primero se crearán los modelos de datos necesarios para que los servicios que se van a construir se diseñen teniendo en cuenta el modelo de datos que van a utilizar para realizar la tarea que requieren.

4.3.2 MODELO DE DATOS

Para el modelo de datos, se procedió a realizar el diseño del modelo de datos referente a la base de datos relacional ya que gestionará los datos sensibles de la aplicación como son la información de los usuarios, las plazas de aparcamiento, los vehículos y las tarifas relacionadas con el servicio prestado, el modelo propuesto para esta tarea es el siguiente:

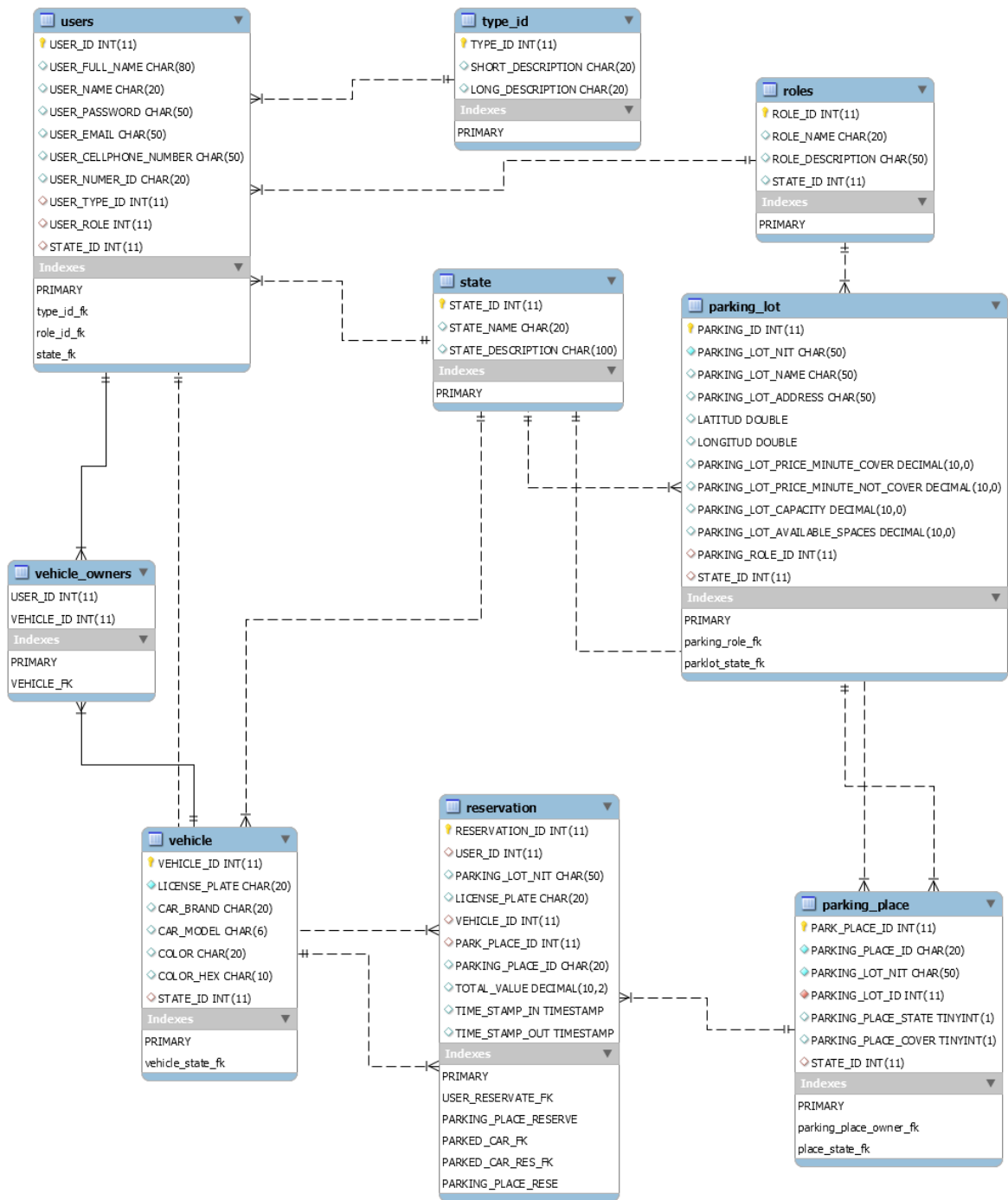


Ilustración 5 Modelo de datos

Explicación del modelo de datos

Podemos separar el diagrama presentado anteriormente en dos grupos de tablas, paramétricas y de negocios.

Las tablas paramétricas se componen de:

- **STATE**
- **TYPE_ID**
- **ROLES**

La tabla **STATE** permite clasificar los registros de la base de datos si se pueden utilizar o no, es decir, si se eliminan o están activos.

La tabla **TYPE_ID** corresponde a la tabla donde están todos los tipos de identificación admisibles en Colombia para los documentos de identificación.

La tabla **ROLES** se crea para separar a los usuarios por roles e identificar los privilegios que tienen.

Las tablas de negocio relacionadas con el modelo de ParkingApp son:

- **PARKING_LOT**
- **PARKING_PLACE**
- **USERS**
- **VEHICLE**
- **VEHICLE_OWNERS**
- **RESERVATION**

La tabla **PARKING_LOT** representa la información relacionada con un aparcamiento, **PARKING_PLACE** representa las plazas de aparcamiento que un aparcamiento tiene disponibles.

La tabla **USERS** representa los controladores de aplicaciones que utilizan el servicio.

La tabla **VEHICLE** representa los motores de los automóviles que van a ser estacionados en los respectivos aparcamientos, la tabla **VEHICLE_OWNERS** nos permite identificar a qué conductor pertenece un vehículo.

La tabla de **RESERVATION** representa el contrato entre el aparcamiento y el conductor que va a estacionar un vehículo.

Este diagrama preliminar destaca las entidades de usuario, aparcamiento, vehículo, plaza de aparcamiento y ticket como entidades fundamentales necesarias para lograr el objetivo del servicio a prestar.

Se entiende que un usuario puede registrar varios vehículos a su nombre, estos vehículos son los que están habilitados para solicitar la reserva de un sitio de estacionamiento, cabe destacar que el usuario debe proporcionar información

básica para poder registrarse en la aplicación además de la información del vehículo. Por el lado del estacionamiento, también debe conocer información básica del establecimiento y suministrar las plazas de estacionamiento que tendrá para el servicio de ParkingApp y el precio de esta plaza.

Todos estos aspectos se tienen en cuenta para conseguir una facturación (Ticket) que el usuario debe pagar por el servicio prestado.

La construcción de este módulo comienza considerando que el modelo de datos relacional debe ser refinado lo antes posible porque supervisa el manejo de información empresarial sensible.

4.3.3 DESARROLLO DEL MANJEADOR DE SERVICIOS

El gestor de servicios es un programa encargado de proporcionar a la aplicación móvil y al portal web todos los datos y servicios que necesitan, este componente se encuentra desplegado en la plataforma heroku.

El módulo de servicios está escrito en el lenguaje JAVA con el framework springboot. Y está construido como un programa que expone servicios REST que los otros artefactos (Base de datos, aplicación móvil y Plataforma web) consumen para obtener los insumos necesarios para su funcionamiento.

Se usan estas tecnologías para lograr que este módulo sea autocontenido lo que permite escalabilidad y tiempos de fuera de servicios por mantenimiento lo más pequeños posibles, además de ser necesario una reconfiguración esta tecnología nos permite realizar cualquier tipo de acción con la mayor flexibilidad del caso. Además, Spring boot es uno de los framework más usados en el desarrollo de aplicaciones empresariales actualmente porque brinda no solo las características antes mencionadas de flexibilidad y escalabilidad, sino de seguridad.

Dentro de la priorización que se realiza de las funcionalidades que se deben desarrollar se mencionan las siguientes:

El primer desarrollo de servicios es:

Service Name	Parameters	Return	URL
Find Parking lot	parkingName = name of the parking establishment	Ubication coordinate latitude an longitude ubication of the parking lot	http://parkingappservicemanager-env.eba-xmwfrm7t.us-east-2.elasticbeanstalk.com/parkingapp/findUbication/TEST_PARKAPP
Find an available spot	parkingLotNit = Nit of the parking lot selected by the driver	Available place in the parking lot selected	http://parkingappservicemanager-env.eba-xmwfrm7t.us-east-2.elasticbeanstalk.com/parkingapp/getAvailablePlace/363813749831-0
Generate Reserve	ParkingPlaceld = Id for available space, parkingLotNit = Nit for the parking lot, user_id = id for the user that make the reserve, license_plate = license_plate for the vehicle	ID for the reservation made it	http://parkingappservicemanager-env.eba-xmwfrm7t.us-east-2.elasticbeanstalk.com/parkingapp/generateReserve/10/363813749831-0/2/AAA 999
Close Reserve	user_id = id for the user that make the reserve, parkingLotNit = Nit for the parking lot, ParkingPlaceld = Id for available space	Message with the information of timestamp and price to pay for the parking time	http://parkingappservicemanager-env.eba-xmwfrm7t.us-east-2.elasticbeanstalk.com/parkingapp/closeReserve/2/363813749831-0/10

Ilustración 6 Inventario de servicios

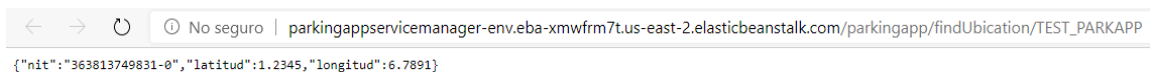
Para más información, véase el anexo 11.5

Para cada uno de esos servicios web tenemos la siguiente prueba de la url y el navegador web:

Buscar Parqueadero

Cuando el usuario selecciona un aparcamiento en el mapa de este punto, extraemos el nombre, y con esto, buscamos en la base de datos, y nos devuelve una nit y una ubicación con coordenadas en latitud y longitud.

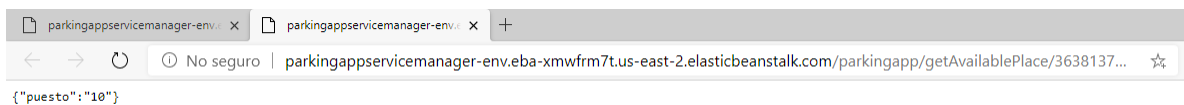
[Servicio de Búsqueda de Parqueadero](#)



Buscar Lugar Disponible

Una vez que se conoce el aparcamiento donde se quiere aparcar, se busca un enlace disponible sabiendo que la nit del establecimiento se obtuvo en la operación anterior.

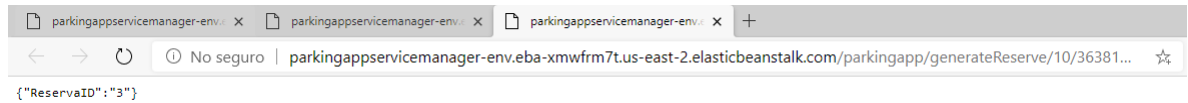
[Servicio de Búsqueda de Sitio de Parqueo libre dentro de un parqueadero](#)



Generar Reserva

Con los datos obtenidos en los pasos anteriores, además del identificador de usuario y las matrículas de los vehículos, se genera una reserva con el siguiente servicio.

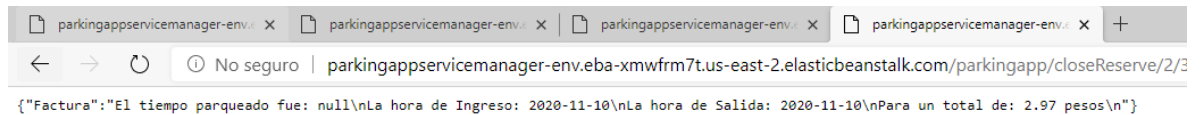
[Servicio de Reserva de Puesto de Parqueo](#)



Finalizar Reserva

Cuando el conductor concluye la ocupación de la plaza de aparcamiento, procede a calcular el tiempo que ha estado allí y el importe a cobrar por el uso.

[Servicio de Finalización de Reserva](#)



4.3.4 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL

Según la metodología propuesta para el desarrollo de la solución que está orientada a aplicaciones móviles, y por ende después del inicio del desarrollo del manejador de servicios este es el siguiente artefacto en importancia para él proyecto y la priorización que se hace con la metodología híbrida.

Esta aplicación móvil busca que los usuarios de parkingapp puedan realizar las acciones que planteamos, es decir, la búsqueda y reserva de un sitio de parqueo además de otras acciones que permiten gestión de los datos del usuario en la plataforma.

Las funcionalidades que la aplicación debe proveer al usuario de esta deben ser las siguientes:

1. Gestión de usuario de aplicación
 - El usuario de la aplicación se debe poder registrar, actualizar sus datos y si lo desea darse de baja de la aplicación.
2. Gestión de vehículos
 - El usuario de la aplicación debe poder agregar vehículos, actualizar sus datos y eliminarlos según su voluntad.
3. Búsqueda de parqueadero

- Buscar un sitio de parqueo alrededor de su lugar de destino
- 4. Reserva de sitio de parqueo
 - Realizar la reserva del sitio en el parqueadero seleccionado
- 5. Cancelación de reserva
 - El usuario puede cancelar una reserva activa.

Todo esto con el fin que el usuario pueda generar una autonomía de realizar acciones sin necesidad de una interacción directa con el o los sitios de parqueo alrededor del lugar de destino.

En esta etapa del proyecto solo se desarrollará la aplicación para los dispositivos Android debido que es el más popular entre las personas que tienen un teléfono inteligente sin desconocer que los usuarios del sistema ios representan un mercado importante también.

Esta aplicación está concebida como una aplicación cliente que consume los servicios del manejador de servicios del cual hablamos en el punto anterior y como se ilustra en los diagramas antes mencionados, con fin de lograr una aplicación liviana que permita la mayor comodidad para el usuario y la gestión de los recursos del dispositivo móvil en el cual se ejecuta esta.

4.3.5 DESARROLLO DE APLICACIÓN WEB

La plataforma web es el artefacto que va a interactuar con los otros 2 roles que se identificaron (Administradores de parqueadero y parkingapp) esta es la que permite que administren la plataforma y los parqueaderos.

Esta plataforma se va a construir en el lenguaje JAVA 8 EE 6, J.S.F (Java Server Faces) y con el servidor Tomcat en su versión 9, Maven y para el desarrollo de la aplicación móvil se usará el framework flutter.

Se decidió esta tecnología para la construcción de la plataforma puesto que a futuro se van a realizar transacciones de tipo monetaria a través de ella y se necesita una tecnología que nos brinde la seguridad requerida para esta operación.

Por otra parte, se implementa esta tecnología para poder proporcionar una versión de este artefacto de forma rápida en consecuencia con el tiempo que se dispone para la realización del proyecto.

La arquitectura con la que se va a construir este artefacto es el mismo que se utilizó para la construcción de la aplicación móvil es decir que la aplicación web utilizará clientes para consumir los servicios que brinde los que esta debe proveer para la plataforma y para los roles que van a interactuar en esta.

Las funcionalidades que esta plataforma provee para cada uno de los roles son las siguientes:

Rol Administrador ParkingApp

- Crear Parqueadero.
- Editar Información de Parqueadero
- Habilitar e Inhabilitar Parqueadero.
- Crear Administrador de Parqueadero.
- Editar Información de Administrador de Parqueadero.
- Eliminación de Administrador de Parqueadero.
- Reporte de Operación de Parqueaderos por Administradores de parqueadero.
- Administración de parámetros de la plataforma.

Rol de Administración de Parqueaderos

- Modificación de Información del Administrador.
- Administrar Parámetros.
- Ver Listado de Reservas.
- Iniciar Tiempo de Parqueo.
- Finalizar Tiempo de Parqueo
- Generar Factura.
- Reporte de operación por turnos.

Desde este artefacto no se atiende nada de lo referente al rol de usuarios de la aplicación porque este tiene su propio artefacto para el uso de la plataforma. Por otra parte, esta también será publicada en la plataforma Heroku para que se tenga una versión en ambiente de producción para la realización de las pruebas de software a las que haya a lugar con el fin de asegurar que el artefacto responda en los tiempos designados para lograr un servicio fiable y eficaz.

Como finalización de la fase de desarrollo se generaron los manuales técnicos y de usuario necesarios para la instalación y despliegue del artefacto solución.

[Video Manuales de Instalación y Uso](#)

4.4 FASE DE PRUEBAS

Para la realización de fase de pruebas nos apoyamos en el siguiente plan de pruebas y del cronograma establecido para esta fase

[Plan de Pruebas](#)

Ver anexo 11.6

4.4.1 FASE DE VALIDACIÓN EN LA ACADEMIA

Para las pruebas que se realizaron a los artefactos estas se aplicaron desde el momento en el que se desarrollan las funcionalidades o las pantallas de las aplicaciones o del portal web, es decir, que en cada uno de los sprints se realizaron las pruebas de cada uno de los desarrollos.

Dentro de la fase de desarrollo se realizaron pruebas unitarias de todos los desarrollos sin importar de que artefacto se tratase debido que estos van a trabajar en conjunto. Esta necesidad de integración nos indica la inclusión de un control de funcionalidad que ya se encuentre certificada para lo cual una vez que terminaba un desarrollo de alguna funcionalidad o flujo de negocio se aplican pruebas de regresión y desempeño para certificar el desarrollo hecho.

4.4.2 FASE DE VALIDACIÓN EN LA ESTÁTICA.

Para la validación estática, cabe anotar que la metodología al ser iterativa hace más intensiva las pruebas con corroboren la integración de los componentes construidos, por lo tanto, se siguen aplicando pruebas de regresión y desempeño continuando con la estrategia de pruebas de cada sprint..

4.4.3 FASE DE VALIDACIÓN DINÁMICA

Se seleccionaron dos aplicaciones para realizar la comparación Google Maps, Petal Maps para realizar un análisis comparativo de tiempos de búsqueda de parqueadero en la ciudad de Bogotá en 10 zonas de esta.

Se toman 4 medidas para cada una de las aplicaciones y se toma el promedio de los tiempos arrojados como el tiempo que le toma en buscar un parqueadero en esa zona designada arrojando el valor de la variable tiempo de búsqueda de parqueadero.

5. RESULTADOS

Con los datos arrojados en la fase anterior de aplicación de pruebas esta arrojó el desempeño que tuvieron los servicios que se utilizan en la aplicación. Empezaremos con la exposición de los resultados arrojados para cada uno de los servicios que nos permite representarlos de la siguiente manera.

5.1 RESULTADOS FASE DE DESARROLLO

De las fases anteriores obtuvimos los mejores resultados posibles ya que estamos usando una metodología de desarrollo ágil (SCRUM) acelerada con una metodología de desarrollo de programación extrema (XP)[6] pasando de la fase de análisis y diseño de forma anticipada.

Como plan de contingencia y para evitar retrasos que nos impidieran alcanzar el objetivo se tomó como estrategia un plan de seguimiento interno de actividades y estableciendo un horario de trabajo nocturno.

5.2 FASE DE PRUEBAS

De la aplicación de las pruebas en la fase de validación dinámica se tabularon los datos de las simulaciones realizadas y una vez consolidados los datos arrojados para los escenarios planteados se obtuvo la siguiente tabla (todos los tiempos se miden en segundos):

Tabla de Tiempos Promedios Búsqueda de parqueo			
Punto de Destino	Tiempo de Búsqueda Google Maps	Tiempo de Búsqueda Petal Maps	Tiempo de Búsqueda ParkingApp
Portal Norte	0.9	3	2
Cedritos	0.7	2.7	1.3
Hacienda Santa Bárbara	0.85	2	0.9
Calle 127	0.5	2.4	0.7
Ciudad Salitre	0.7	2.6	1.5
Fontibón	0.6	2.1	1.9
Centro de Bogotá	0.4	1.9	1.6
Chapinero	0.9	3.5	0.8
Kennedy	0.9	2.3	2
Portal Sur	0.65	4	2.4
Tiempo Promedio de Búsqueda	0.71	2.65	1.51

Tabla 3 Datos simulación de tiempos sin uso de ParkingApp

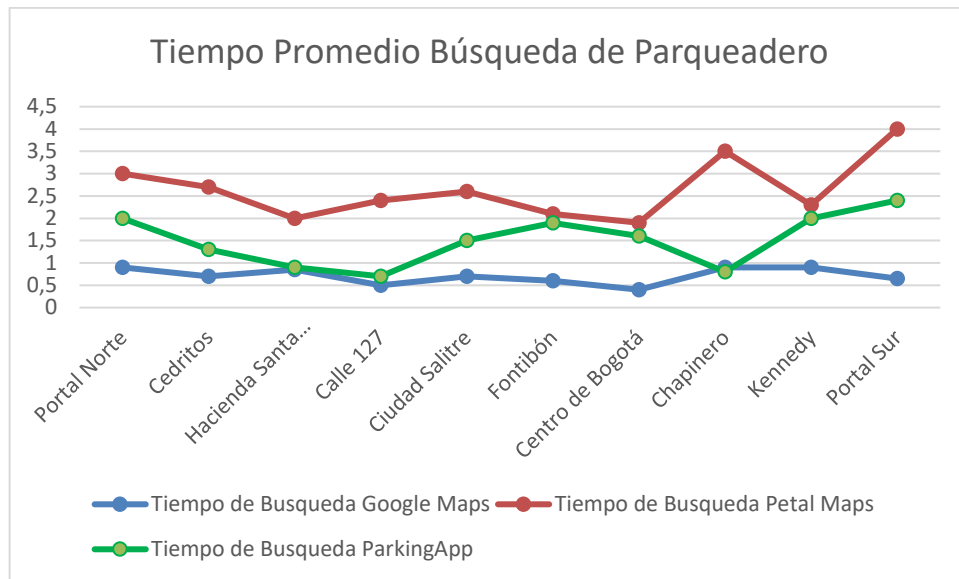


Ilustración 7 Tiempo promedio de búsqueda de parqueadero por aplicación

Con los datos graficados se puede ver que la aplicación con mejor tiempo de respuesta en la tarea de búsqueda de un sitio de parqueo es Google Maps, seguido de ParkingApp y por último Petal Maps.

Estos resultados se obtuvieron realizando varias búsquedas en las zonas seleccionadas y promediando los tiempos de respuesta arrojados por el cronómetro utilizado para medir tiempo de respuesta de cada una de las aplicaciones.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS / DISCUSIÓN

En este capítulo se realiza la comparación de los resultados obtenidos durante el proceso del ciclo de desarrollo lo que incluye las pruebas realizadas durante las diferentes fases del ciclo de software.

Al retomar los resultados obtenidos en y presentados en el capítulo anterior se realiza un análisis de los datos para identificar las posibles causas de los comportamientos presentados y las implicaciones que estos presentan para el proyecto y como impactan los objetivos propuestos.

Para iniciar este análisis retomamos los datos tabulado y graficados en el capítulo anterior

Tabla de Tiempos Promedios Búsqueda de parqueo (tiempos en segundos)			
Punto de Destino	Google Maps	Petal Maps	ParkingApp
Portal Norte	0.9	3.0	2.0
Cedritos	0.7	2.7	1.3
Hacienda Santa Bárbara	0.8	2.0	0.9
Calle 127	0.5	2.4	0.7
Ciudad Salitre	0.7	2.6	1.5
Fontibón	0.6	2.1	1.9
Centro de Bogotá	0.4	1.9	1.6
Chapinero	0.9	3.5	0.8
Kennedy	0.9	2.3	2.0
Portal Sur	0.6	4.0	2.4
Tiempo Promedio de Búsqueda	0.7	2.6	1.5

Como se observa, la aplicación que tiene el mejor tiempo de respuesta en la búsqueda en la tarea de búsqueda de parqueadero el Google Maps, seguido de ParkingApp y por último Petal Maps.

De los datos obtenidos, se pueden sacar más conclusiones que permitan realizar un análisis más profundo y en consecuencia identificar las causas de estos.

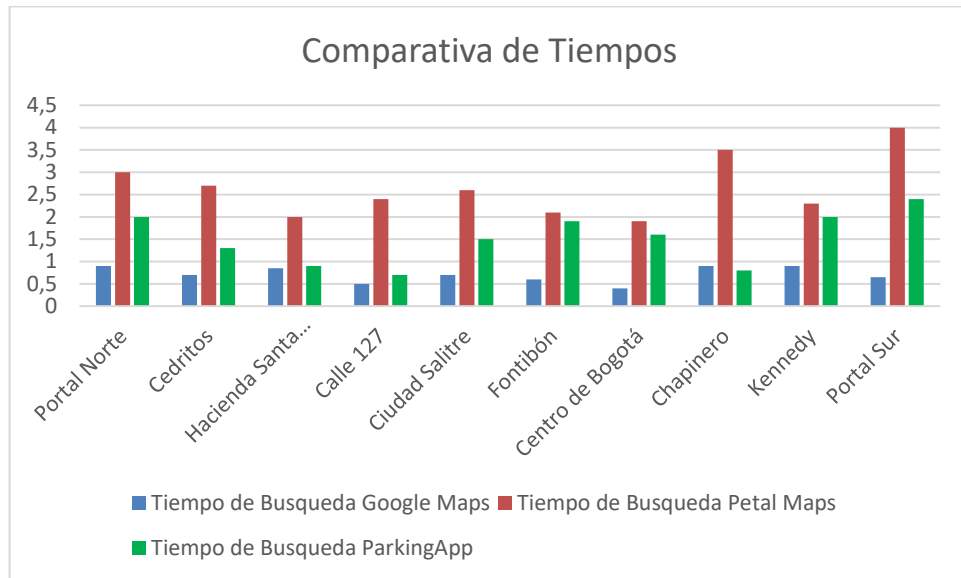


Ilustración 8 Comparativa de Tiempos Obtenidos

En síntesis, la aplicación parkingapp presenta comportamientos comprobables con las aplicaciones de referencia (Google Maps, Petal Maps) en la mayoría de los casos, dicho comportamiento se debe a que parkingapp usa Google Maps como herramienta para el mapa y un servicio de geo posición gratuito para obtener las latitudes y longitudes necesarios para colocar las marcas en el mapa. Este servicio gratuito puede generar retrasos y demoras en múltiples ocasiones, provocando que los tiempos no sean los mejores en relación con los presentados por Google Maps.

Al realizar una combinación de servicios como el de Google Maps y otro servicio de geo posición diferente del provisto por Google, se presentan discrepancias en los tiempos de respuesta [17].

Otro aspecto para tener en cuenta, se identifica que es posible una optimización del algoritmo de geo posición para que este genere y retorne las coordenadas requeridas más rápidamente, esto ha de ser posible en estos momentos para versiones pagas del servicio, pero al no contar con los recursos económicos necesarios para costear un servicio de esta clase se asume el tiempo base que el servicio arroja.

Con relación a petal maps, se observa que los tiempos de parkingapp fueron mejores, infiriendo que el servicio de geo posición es más rápido o que la calidad algorítmica de la aplicación es mejor.

En consonancia con los objetivos propuestos y la pregunta de investigación planteada para este proyecto podemos decir que, si es posible conseguir una aplicación que busque y reserve sitios de parqueo en la ciudad de Bogotá, con las condiciones de tráfico complejas que tiene la ciudad. En esta primera aproximación se pudo lograr un resultado satisfactorio de la tarea según los datos arrojados de las pruebas realizadas.

Los resultados obtenidos se destacan teniendo en cuenta las limitaciones expuestas y consideradas dentro del proyecto, lo que permitió construir una aplicación de búsqueda y reserva de parqueo funcional para las condiciones de tráfico de la ciudad de Bogotá.

7. CONCLUSIONES

En este capítulo se exponen las conclusiones del proyecto y como estas permiten evidenciar el cumplimiento de los objetivos propuestos y por ende la culminación exitosa del proyecto de desarrollo del artefacto solución.

Primeramente, mencionar los objetivos propuestos para tenerlos presentes durante el desarrollo de este capítulo.

Se propuso como objetivo general, desarrollar una aplicación móvil para el sistema operativo Android que permita la búsqueda y reserva de espacios en estacionamientos autorizados y legalmente constituidos en la ciudad de Bogotá y como objetivos específicos establecimos los siguientes:

- Realizar un análisis comparativo de las diferentes aplicaciones que hoy día existen en el mercado para definir funcionalidades innovadoras e implementarlas en el producto.
- Identificar y tipificar los establecimientos de parqueo legalmente constituidos en la ciudad de Bogotá.
- Comparar los tiempos de búsqueda de un lugar disponible de parqueo con parkingapp vs el tiempo de la misma búsqueda con el uso de herramienta similares.

Como se explicó en el capítulo de análisis del contexto del problema en la ciudad de Bogotá existe parqueaderos que están clasificados como 2 mil 643 parqueaderos, de los cuales 1.196 son privados y 1.438 son de la ciudad, pero administrados por privados [3] se puede encontrar el listado de parqueaderos oficiales de la ciudad en el RDE (Registro Distrital de Estacionamientos) [18] lo que permite concluir que la propuesta presentada puede ocupar un lugar dentro del medio elegido para esta que puede generar un impacto a corto plazo significativo para los actores identificados.

Dentro de la investigación se determinó que pocos de los parqueaderos que existen en Bogotá tienen un servicio de reserva de sitios de parqueo lo que brinda la oportunidad de ingresar con este artefacto en un nicho de mercado sin artefactos que provean esta funcionalidad dándonos la viabilidad mencionada en capítulos anteriores.

El poco conocimiento de este servicio en la ciudad de Bogotá nos permite identificar estas funcionalidades innovadoras y ponerlas a disposición de nuestros posibles usuarios encausadas en que estos puedan buscar y reservar un sitio de parqueo cerca de lugar de destino. Además, también esta solución se muestra ante los

parqueaderos como una forma de darse visibilidad ante los conductores de la ciudad que frecuentan o circulan la zona por donde están ubicados dichos establecimientos, lo que representa una oportunidad de negocios interesante para el establecimiento como para el cliente beneficiario de este proyecto.

Al existir pocas aplicaciones o plataformas que se parezca a la que propusimos construir y al incluir las funcionalidades identificadas podemos llegar a la conclusión que la solución propuesta está respaldada como una oportunidad que aporta valor para cada uno de los actores que interactuarían con el artefacto solución.

Después de desarrollada la solución y de realizadas las pruebas de rigor y con los datos arrojados por estas se procedió para realizar el análisis comparativo con otras aplicaciones que como se identificó en las etapas iniciales del proyecto en la definición del contexto de la solución se identificó que los tiempos de respuesta que se obtuvieron dentro de las pruebas realizadas no son los mejores en relación con las aplicaciones usadas para realizar la comparación. Estos resultados se generan en mayor medida por la limitación de recursos computacionales para tener un mejor desempeño, como se comentó en el capítulo anterior.

Con todo lo antes mencionado podemos dar respuesta a nuestra pregunta de investigación ¿Qué efecto tiene la inclusión de un artefacto de software en una ciudad con condiciones de tráfico vehicular como Bogotá en el mejoramiento de los tiempos de búsqueda y parqueo de vehículos? La respuesta a este cuestionamiento es: Se genera un efecto positivo al modificar costumbre de los conductores agregado un comportamiento previsivo antes de iniciar su viaje hasta su destino.

Analizando todo el proceso realizado a través del modelo Biopsicosocial y cultural podemos concluir que tenemos un artefacto que impacta en las dimensiones del modelo que buscamos afectar de forma positiva. En síntesis, el modelo BPSC contribuyó en gran parte al generar no solo un artefacto sino una solución multimensional e integral que puede intervenir en el contexto identificado con altas posibilidades de éxito.

En concordancia con los argumentos y resultados expuestos a lo largo del documento y con la aceptación presentada por el cliente beneficiario del proyecto se puede inferir que el proyecto ha cumplido con los objetivos propuestos llegando a un resultado satisfactorio no solo para la parte interesada sino también para los stakeholders de este proyectándose como una solución vanguardista en su campo de acción.

8. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Para las recomendaciones y trabajos futuros nosotros sugerimos lo siguiente:

- Mantener un diseño de los artefactos y el modelo de datos lo más escalable posible porque la arquitectura está diseñada para la escalabilidad y esta puede ser menos costosa.
- Hay que asegurar que se dispone con las herramientas y recursos computacionales necesarios para llevar a cabo el proceso de software al que haya lugar para el desarrollo del cambio previsto.
- Si se aplica la metodología propuesta en este proyecto llevar un correcto seguimiento de las actividades sin importar que este sea una metodología de programación extrema.
- Llevar con rigurosidad un seguimiento del proyecto el desorden o descontrol de las actividades es perjudicial para el cumplimiento de los objetivos.
- Mantener un contacto cercano con el equipo de desarrollo para evitar y solucionar los posibles errores o incidentes en el menor tiempo posible.
- Establecer las ceremonias que van a aportar valor al proyecto.
- Validar después de cada Sprint las funcionalidades o diseños entregados para evitar reprocesos costosos.

9. LECCIONES APRENDIDAS

1. La planificación y el control de las actividades son esenciales para evitar retrasos, por muy ágil que se conciba un proyecto, como dice un refrán de la ingeniería del software "No se pueden poner 9 mamás para hacer un bebé".
2. El modelo biopsicosocial y cultural es una herramienta que no debe ser subestimada porque cada vez que se hace el planteamiento o se revisa hay oportunidades de mejora, por lo que esta revisión debe ser periódica hasta llegar a un punto de refinamiento que permita comprender la situación con una simple inspección.
3. No se debe sobreestimar la capacidad de hacer de nosotros mismos como equipo porque debido a esto hemos incurrido en un incumplimiento de lo acordado para entregar con el profesor Wilson y debemos repensar nuestros métodos de estimación de esfuerzo. "Más vale un no a tiempo que un sí a no cumplir".
4. Investigar a fondo los costos de los recursos a usar para llevar a cabo el proyecto y evitar los costos monetarios innecesarios.
5. Realizar un seguimiento de las tareas y cronograma para evitar retrasos.
6. Seguir la metodología como se estableció para llevar la trazabilidad del proyecto de forma efectiva e identificar el estado del proyecto.
7. No descuidar las bitácoras y demás entregables intermedios.
8. En la etapa de desarrollo se presentaron varias dificultades no tanto a la implementación de la solución, sino a los recursos computacionales que se iban a usar para este fin, lo que ocasionó costos no previstos que nos impulsaron a tomar decisiones como el cambio del sitio donde se alojaría la solución.
9. Los factores completamente externos a nosotros debido los integrantes del equipo de desarrollo tienen compromisos que son ineludibles como son los laborales.

10. REFERENCIAS

[1] Y. Rong, Z. Xu, R. Yan, and X. Ma, "Du-Parking," presented at the KDD '18: The 24th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, Jul. 2018, doi: 10.1145/3219819.3219876.

[2] "About the SFMTA", SFMTA, 2020. [Online]. Available: <https://www.sfmta.com/about-sfmta>. [Accessed: 14- Sep- 2020]

[3] Noticiascaracol.com. (2019, 19 diciembre). Parqueaderos en Bogotá: ¿servicio para la comunidad o negocio para los privados? Noticias Caracol. <https://noticias.caracoltv.com/el-periodista-soy-yo/parqueaderos-en-bogota-servicio-para-la-comunidad-o-negocio-para-los-privados>

[4] Bogotá Cómo Vamos, 2020. [Online]. Available: <https://bogotacomovamos.org/preocupa-crecimiento-de-parque-automotor/>. [Accessed: 14- Sep- 2020]

[5] E. S.A.S., "Secretaría tiene bajo la lupa a 3.000 parqueaderos de Bogotá", Asuntoslegales.com.co, 2020. [Online]. Available: <https://www.asuntoslegales.com.co/actualidad/secretaria-tiene-bajo-la-lupa-a-3000-parqueaderos-de-bogota-2211946#:~:text=Cu%C3%A1ntos%20hay%20en%20las%20ciudades,la%20cifra%20rodea%20los%203.000>. [Accessed: 14- Sep- 2020]

[6] A. Ionita, A. Pomp, M. Cochez, T. Meisen, and S. Decker, "Where to Park?," presented at the the 8th International Conference, 2018, doi: 10.1145/3227609.3227648.

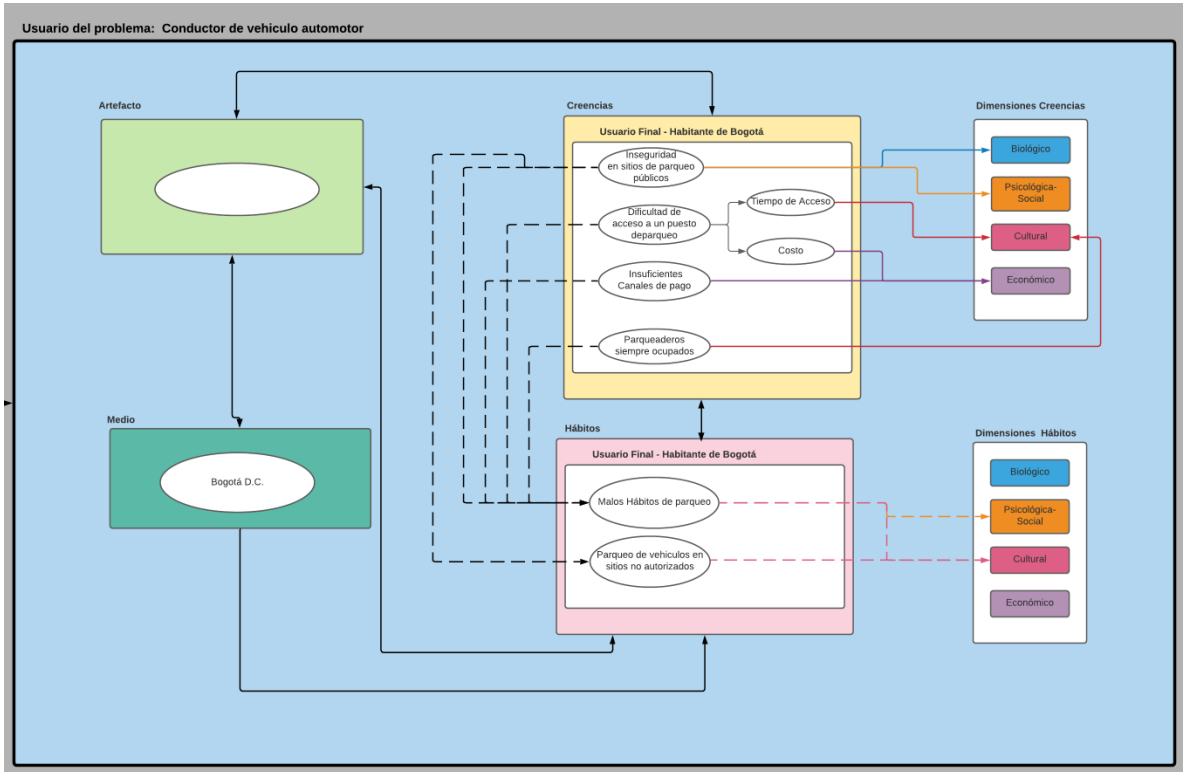
[7] C. Pengzi, Y. Jingshuai, Z. Li, G. Chong, and S. Jian, "Service Data Analyze for the Available Parking Spaces in Different Car parks and Their Forecast Problem," presented at the the 2017 International Conference, 2017, doi: 10.1145/3034950.3035006.

[8] E. Mitsopoulou and V. Kalogeraki, "Efficient Parking Allocation for SmartCities," presented at the PETRA '17: 10th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, Jun. 2017, doi: 10.1145/3056540.3076207.

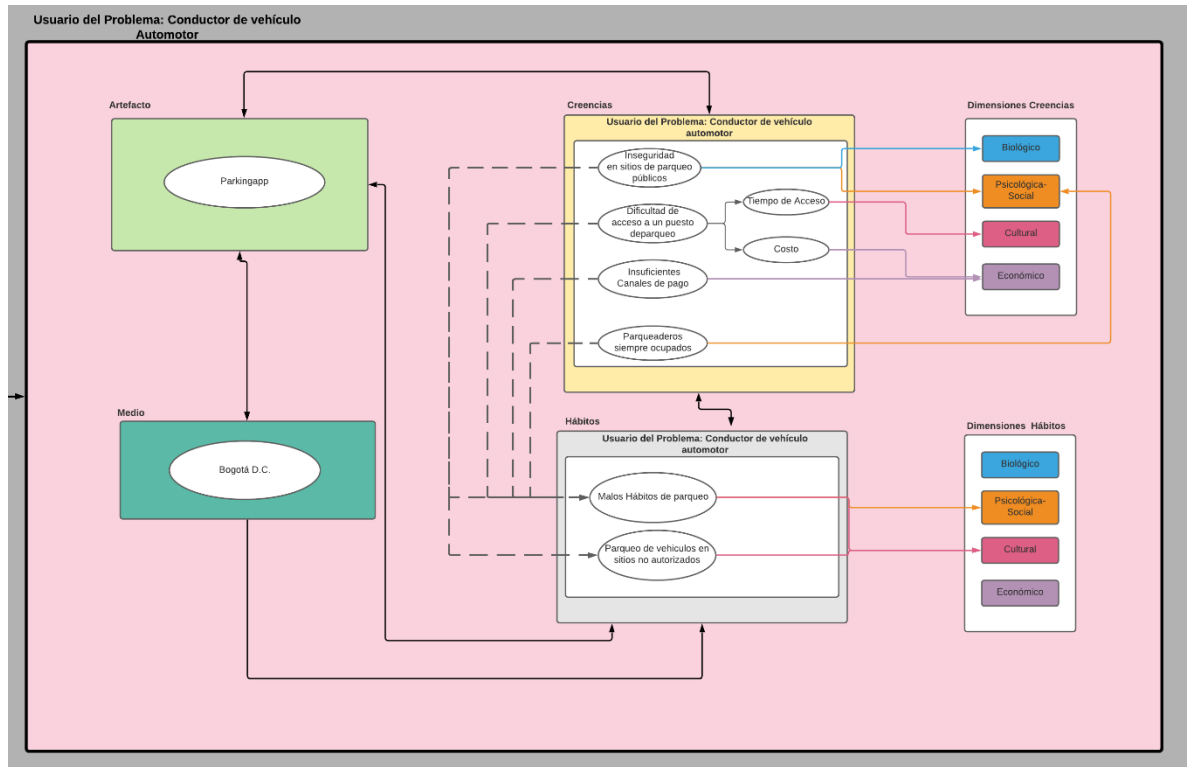
- [9] R. Liu, Y. Yang, D. Kwak, D. Zhang, L. Iftode, and B. Nath, "Your Search Path Tells Others Where to Park," *Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol.*, vol. 1, no. 3, pp. 1–27, Sep. 2017, doi: 10.1145/3130942.
- [10] R. Borges and F. Sebé, "Parking Tickets for Privacy-Preserving Pay-by-Phone Parking," presented at the the 18th ACM Workshop, 2019, doi: 10.1145/3338498.3358638.
- [11] Rahimian, V., & Ramsin, R. (2008, June). Designing an agile methodology for mobile software development: A hybrid method engineering approach. In 2008 Second International Conference on Research Challenges in Information Science (pp. 337-342). IEEE.
- [12] Schwaber, K. (1997). Scrum development process. In *Business object design and implementation* (pp. 117-134). Springer, London.
- [13] Joskowicz, J. (2008). *Reglas y prácticas en eXtreme Programming*. Universidad de Vigo, 22.
- [14] Beck, K. (1999). Embracing change with extreme programming. *Computer*, 32(10), 70-77.
- [15] Santos, A. R., Sales, A., Fernandes, P., & Nichols, M. (2015, June). Combining challenge-based learning and scrum framework for mobile application development. In *Proceedings of the 2015 ACM conference on innovation and technology in computer science education* (pp. 189-194).
- [16] Hernández, R. V. R., Hoz, E. N., & Escandón, J. M. S. (2012). *aprendiendo a desarrollar aplicaciones para android con la metodología ágil scrum: un caso de estudio* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Tamaulipas México).
- [17] Ciepluch, B., Jacob, R., Mooney, P., & Winstanley, A. C. (2010, July). Comparison of the accuracy of OpenStreetMap for Ireland with Google Maps and Bing Maps. In *Proceedings of the Ninth International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences 20-23rd July 2010* (p. 337). University of Leicester.
- [18] Registro Distrital Estacionamientos. (n.d.). Retrieved November 4, 2021, from <https://registrodistritalestacionamientos.movilidadbogota.gov.co/#/inicio>.

11. ANEXOS

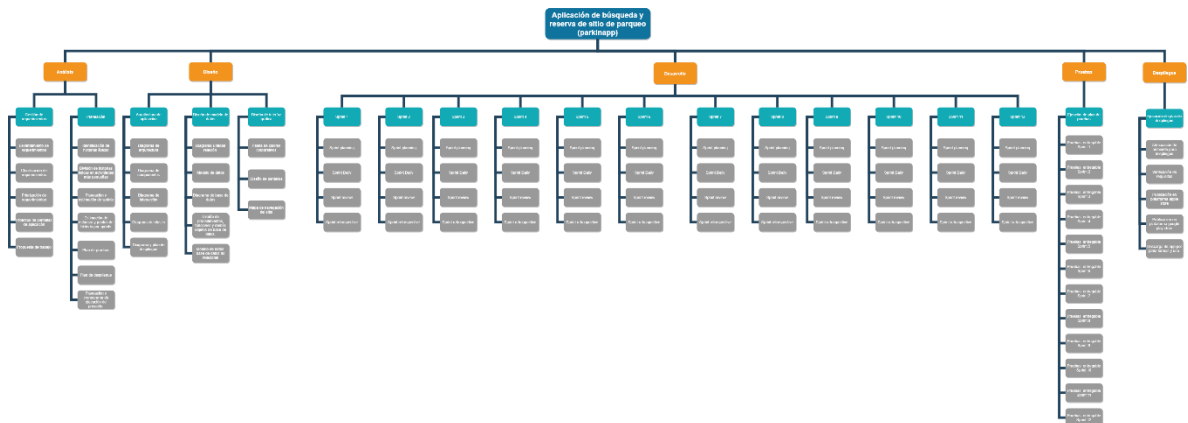
11.1 BPSC MODELO DEL PROBLEMA



11.2 BPSM MODELO DE LA SOLUCIÓN



11.3 WBS



11.4 DIAGRAMA DE COMPONENTES

