



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios para la  
optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana

**AUTOR:**

Ortega Baca, David Jesus (ORCID: 0000-0002-5406-5833)

**ASESOR:**

MSc. Huarote Zegarra, Raúl Eduardo (ORCID: 0000-0001-7466-7404)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas de Información y Comunicaciones

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA - PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a mi familia que con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido cumplir con una meta más, además porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios y a la Virgen de Guadalupe que me dieron salud, fuerza y voluntad de continuar en este camino, también agradezco a mis padres que fueron los principales impulsores y que día a día me acompañaron con su cariño y apoyo. De igual manera, mis agradecimientos a la Universidad César Vallejo, a mis profesores y en especial a mi asesor MSc. Huarote Zegarra quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras y gráficos.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	13
III. METODOLOGÍA	25
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación</b>	26
<b>3.2. Variables y operacionalización</b>	27
<b>3.3. Población, muestra y muestreo</b>	27
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>	28
<b>3.5. Procedimientos</b>	31
<b>3.6. Método de análisis de datos</b>	32
<b>3.7. Aspectos éticos</b>	35
IV. RESULTADOS	36
V. DISCUSIÓN	46
VI. CONCLUSIONES	48
VII. RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS	52
ANEXOS	61

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Comparativo entre: Aplicación Nativa y Aplicación Web Progresiva .....	17
<b>Tabla 2</b> Muestra .....	28
<b>Tabla 3</b> Recolección de datos .....	29
<b>Tabla 4</b> Validez de la ficha de registro del indicador distancia de recorrido .....	29
<b>Tabla 5</b> Validez de la ficha de registro del indicador tiempo de recorrido.....	29
<b>Tabla 6</b> Nivel de confiabilidad .....	30
<b>Tabla 7</b> Validez de la ficha de registro del indicador distancia de recorrido .....	31
<b>Tabla 8</b> Validez de la ficha de registro del indicador tiempo de recorrido.....	31
<b>Tabla 9</b> Medidas descriptivas del indicador 1: Distancia de Recorrido (DR) .....	37
<b>Tabla 10</b> Medidas descriptivas del indicador 2: Tiempo de Recorrido (TR) .....	38
<b>Tabla 11</b> Prueba de Normalidad del indicador 1: Distancia de Recorrido (DR) .....	40
<b>Tabla 12</b> Prueba de Normalidad del indicador 2: Tiempo de Recorrido (TR) .....	41
<b>Tabla 13</b> Prueba de Wilcoxon del indicador 1: Distancia de Recorrido (DR).....	43
<b>Tabla 14</b> Prueba de Wilcoxon del indicador 2: Tiempo de Recorrido (TR).....	45

## Índice de Gráficos y Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Principales características de las Aplicaciones Web Progresivas (PWA)</i> .	16
<b>Figura 2</b> <i>Servicios ofrecidos por Firebase</i> .....	18
<b>Figura 3</b> <i>Extensiones de Visual Studio Code</i> .....	19
<b>Figura 4</b> <i>Características de Angular</i> .....	21
<b>Figura 5</b> Grafo de un algoritmo Dijkstra.....	22
<b>Figura 6</b> Arquitectura del algoritmo genético .....	23
<b>Figura 7</b> <i>Esquema de experimento y variables</i> .....	26
<b>Figura 8</b> <i>Diseño pre-experimental con pre-test y post-test</i> .....	26
<b>Figura 9</b> <i>Distribución de Shapiro-Wilk</i> .....	33
<b>Figura 10</b> Distancia de Recorrido (DR) del pretest y postest .....	38
<b>Figura 11</b> Tiempo de Recorrido (DR) del pretest y postest.....	39
<b>Figura 12</b> Normalidad de la Distancia de Recorrido (DR) del pretest .....	40
<b>Figura 13</b> Normalidad de la Distancia de Recorrido (DR) del postest .....	41
<b>Figura 14</b> Normalidad del Tiempo de Recorrido (TR) del pretest .....	42
<b>Figura 15</b> Normalidad del Tiempo de Recorrido (TR) del postest .....	42

## RESUMEN

La presente investigación lo que pretende es cubrir la necesidad de determinar el impacto de la Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana, para la implementación se utilizará la tecnología de las Aplicaciones Web Progresivas debido a que se usará características como trabajar de manera Online y Offline, uso de notificaciones Push, mejorando así el rendimiento de la aplicación conjuntamente con los servicios que brinda Firebase como la autenticación, la base de datos en tiempo real y el almacenamiento, además se utilizará el marco de trabajo SCRUM por ser práctico y acomodarse a las necesidades de la implementación; el nivel de investigación es explicativa, la población son los ciclistas de Lima Metropolitana, el tipo de muestreo es probabilístico y la muestra es el promedio de ciclistas de Lima Metropolitana que circulan en hora punta (8:00 a.m. – 9:00 a.m.) por la intersección de la Av. Inca Garcilaso de la Vega con la Av. Paseo Colón del Cercado de Lima.

*Palabras clave: aplicación web progresiva, servicios, optimización de rutas*

## **ABSTRACT**

The present research aims to cover the need to determine the impact of the Progressive Web Application (PWA) based on services for the optimization of bicycle lanes routes in Metropolitan Lima, for the implementation the Progressive Web Applications technology will be used because it will use features such as working Online and Offline, The use of push notifications, thus improving the performance of the application together with the services provided by Firebase such as authentication, real-time database and storage, in addition the SCRUM framework will be used because it is practical and accommodates the needs of the implementation; the level of research is explanatory, the population is the cyclists of Metropolitan Lima, the type of sampling is probabilistic and the sample is the average number of cyclists of Metropolitan Lima that circulate during rush hour (8: 00 a. m. - 9:00 a.m.) at the intersection of Inca Garcilaso de la Vega Ave. and Paseo Colon Ave. in Cercado de Lima.

*Keywords: progressive web application, services, route optimization*

## **I. INTRODUCCIÓN**

En los últimos años a causa del crecimiento del parque automotor y de la concientización por el cuidado del medio ambiente muchas personas decidieron usar las bicicletas como parte de su rutina diaria ya sea para movilizarse al trabajo o para salir a pasear con la familia; luego de iniciada la pandemia por el COVID-19, aumentó de manera considerable el número de personas que usan bicicleta, puesto que es la manera más segura y saludable de movilizarse evitando focos de contagio y manteniendo el distanciamiento social; así mismo en el ámbito internacional el portal Marketing Directo (2021) indicó que durante el confinamiento en España se vio que el uso de la bicicleta se multiplicó por 7 debido al poco tráfico de coches y porque es más seguro que ir en metro o autobús. Por otro lado, en el Reino Unido el ministro de transporte, Shapps (2020), afirma que millones de personas descubrieron el uso de la bicicleta a raíz de la crisis y es usado para hacer ejercicio o para mantener distancias seguras. A nivel de Latinoamérica el periódico global El País (2021) indicó en una publicación que en la Ciudad de México el uso de la bicicleta ha aumentado un 221% mientras que el uso del transporte público y el automóvil particular se ha reducido a un 50% desde que inició la contingencia sanitaria por coronavirus, por otro lado en Chile también hubo un aumento en el uso de las bicicletas por la disponibilidad de más ciclovías y mayores normativas que ayudan en la seguridad vial según manifestó Roi (2020), co-fundador y gerente de Marketing de Yerka Bikes, para el portal América Retail, este aumento se ve reflejado en el anexo 1 donde se visualiza el porcentaje de personas que usan la bicicleta de forma cotidiana en algunas ciudades de América Latina. Respecto al entorno nacional en la región del Callao el aumento en el uso de la bicicleta también fue de manera creciente como se observa en el anexo 2 donde se tiene una comparativa porcentual desde el 2016 al 2019, en este mismo rango de años se tiene otra comparativa pero a nivel de Lima Metropolitana en la cual se observa que en el año 2016 el uso de la bicicleta llega solo a un 0.3%, el 2017 se ve un crecimiento al 0.8%, para el 2018 sigue este mismo comportamiento con un crecimiento al 1.1% y finalmente el año 2019 llega a un 1.5% según un estudio realizado por Lima Cómo Vamos (2019). Por otro lado, en un webinar el director de la Dirección de Políticas y Normas en Transporte Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, Pezo (2020), indicó que el incremento del uso de la bicicleta en estos tiempos ha sido significativamente importante y que el 2020 subió a un 3.5% y como parte de la política de transporte sostenible se espera un crecimiento de un 6%, siendo este un valor óptimo en países

de Latinoamérica. Todo este crecimiento sumado a la falta de ciclovías en Lima Metropolitana ha llevado a que los ciclistas encuentren un problema en cómo reducir la distancia de acceso de un punto a otro al momento de movilizarse, así también se refleja un problema al momento de buscar rutas alternas, ya que se encuentran con calles bloqueadas, el tránsito restringido para bicicletas o simplemente no existen ciclovías.

Debido a la situación actual en Lima Metropolitana se identifica la siguiente problemática general: ¿Cómo impacta la Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana? y también se identifican las siguientes problemáticas específicas, la primera es: ¿Cómo impacta la Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios en reducir la distancia de acceso de un punto a otro para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana? y la segunda es: ¿Cómo impacta la Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios en reducir el tiempo de acceso de un punto a otro para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana?.

Esta investigación justifica ser evaluada y desarrollada por las siguientes razones: en el aspecto tecnológico se encuentra una relevancia en la medida que busca contribuir con una aplicación desarrollada con una tecnología novedosa como es la de PWA y una usabilidad pensada en el usuario final, así también contribuye en el aspecto económico al reducir los gastos por el uso de la bicicleta como un medio de transporte y como justificación social la presente investigación contribuye con un estilo de vida más saludable al realizar ejercicio diariamente, así mismo se reduce la contaminación ambiental y se evita la propagación del coronavirus, ya que se mantiene una distancia social lo que no ocurre en un transporte público siendo así la bicicleta el perfecto aliado para la preservación del medio ambiente y mejora en la salud.

La presente investigación tiene como objetivo general: Determinar el impacto de la Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana. Así también tiene los siguientes objetivos específicos, el primero es: Determinar el impacto de la Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios en reducir la distancia de acceso de un punto a otro para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana. Y el segundo es:

Determinar el impacto de la Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios en reducir el tiempo de acceso de un punto a otro para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.

Para la presente investigación se ha considerado como hipótesis general la siguiente: La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios optimiza las rutas de ciclovías en Lima Metropolitana. y también se ha considerado como hipótesis específicas las siguientes: la primera es: La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios reduce la distancia de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana. Y el segundo es: La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios reduce el tiempo de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Para dar respaldo a la presente investigación se ha buscado múltiples investigaciones que contemplen la optimización de rutas y de las cuales se han considerado las siguientes:

En el ámbito internacional, en el artículo de revista de Márquez et al. (2015), publicado en la Revista de la Ingeniería Industrial tuvo como objetivo determinar las alternativas de rutas a evaluar para lo que llegó a la conclusión general que con el sistema de ruteo propuesto y con la alternativa de ruta 1 tendrá un ahorro de 62.9 km diarios, lo que en un mes representa 1,635.2 km y al año sería 19,622 km, además se indica que el ahorro de las distancias es bastante significativo y que las rutas se encontrarán equilibradas en cuanto a distancias.

Así mismo según Briceño y Guiñansaca (2022) en su trabajo de titulación tiene como objetivo optimizar las rutas de recolección de residuos sólidos domiciliarios, esta investigación tiene un enfoque cuantitativo y es de tipo experimental, además tiene como población y muestra los predios existentes en el registro de la Municipalidad de Calvas siendo un total de 94 muestras; como resultado obtuvieron en la ruta 1 un incremento de 0.352 km, en la ruta 2 un incremento de 0.367 y en la ruta 3 un incremento de 0.393 km, evidenciando así que se incrementó las coberturas en las tres rutas.

En el ámbito nacional Díaz y Salazar (2019) en su tesis buscan reducir la distancia de un punto a otro para reducir los costos en el recojo de residuos sólidos, esta investigación es aplicada y de tipo experimental, además tiene como población y muestra el casco urbano del distrito de Chepén; como resultado obtuvieron un 39.61% de optimización a nivel de distancias recorridas.

Así también según el artículo de Huarote et al. (2021) en el cual usa un modelo basado en inteligencia artificial para el proceso de optimización, específicamente los algoritmos genéticos, con el fin de optimizar la ruta corta en un espacio finito, para ello utilizó una estrategia dentro del proceso evolutivo, así lo remarca el algoritmo genético como un modelo computacional de adaptación del proceso evolutivo, con el fin de buscar una posible mejor solución, a partir de una muestra para recorrer el universo de posibilidades, así mismo concluye que encontraron la ruta óptima de n puntos en el espacio sin corte lineal generada por las rutas en el espacio usando el algoritmo genético.

En el ámbito local Mayta (2018) en su tesis tuvo como objetivo el determinar el impacto en la distancia de traslado mediante el uso del algoritmo de Dijkstra, siendo una investigación pre experimental bajo un patrón de investigación aplicada, a su vez la población y muestra considerados son el número de viajes realizados dentro de lima entre los meses de Junio y Julio del 2018; como resultados obtuvo una reducción promedio en la distancia de recorrido de 4.95%, así mismo concluye que si existen diferencias entre los resultados de pretest y postest afirmando una reducción de la distancia en kilómetros invertidos en los recorridos tomados en base al planificador de rutas.

Así también Julcapari (2018) en su tesis tuvo el objetivo de reducir la distancia de recorrido, costos logísticos y tiempo de recorrido, siendo una investigación pre experimental bajo un patrón de investigación aplicada, a su vez la población y muestra considerados son el número de fichas registradas dando un total de 52; como resultados afirma que obtuvo una reducción de distancia recorrida en el proceso de entrega de materiales a los proyectos ejecutados y además concluye indicando que la distancia de recorrido en el pre-test fue de 91.16 km y en el pos-test fue de 87.31 km obteniendo así una disminución en la distancia de recorrido de un 5%.

Para que la presente investigación tenga un respaldo se ha considerado las siguientes referencias teóricas:

Aplicación Web Progresiva, es una nueva tecnología web proporcionada por Google que trae lo mejor de las aplicaciones web y móviles permitiendo combinar la facilidad de desarrollo, la versatilidad de cada una de ellas y brindándote la misma experiencia de usuario que una aplicación móvil nativa; resaltando el uso de las tecnologías web como aplicación y no siendo necesario su instalación como una app nativa, además de tener características fundamentales como ser confiable, rápida y atractiva; garantizando al usuario una estabilidad incluso en condiciones donde la conexión a internet es mínima o se encuentra fuera de línea, esto se da gracias al uso de los Service Workers (Mole, 2020; Nurpeisov, 2021; Steiner, 2018; Tandel & Jamadar, 2018; Wijaya & Alayham Abbas, 2018). Entre otras características de las Aplicaciones Web Progresivas tenemos que es progresivo, puesto que es independiente al navegador que se utiliza e incluso a la ubicación desde donde se accede y esto se debe a que están construidas con el principio básico de la mejora

progresiva. Es responsivo porque puede adaptarse a cualquier factor de forma, ya sea una computadora de escritorio, un celular o una tableta. Tiene una apariencia nativa o similar a una aplicación debido a las interacciones y la navegación dando al usuario la sensación de estar usando una aplicación. Es seguro porque utiliza el protocolo HTTPS garantizando que el contenido no sea manipulado y evitando cualquier tipo de espionaje (Kiselev, 2020; Mhaske et al., 2018; Nurwanto, 2019; Tandel & Jamadar, 2018). En la figura 1 se aprecia las principales características de las PWA.

### Figura 1

*Principales características de las Aplicaciones Web Progresivas (PWA)*



*Nota:* Tandel & Jamadar, 2018

Aplicación móvil, Según Chicaiza (2020) en su tesis titulada “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN HÍBRIDA E-COMMERCE PARA LA GESTIÓN DE VENTAS DE LA EMPRESA “CALZADO ANABEL” define que son aplicaciones de software desarrolladas específicamente para su uso en pequeños dispositivos informáticos inalámbricos (teléfonos inteligentes y tabletas) en lugar de computadoras de escritorio o portátiles. El diseño de aplicaciones móviles tiene en cuenta las necesidades y limitaciones de los dispositivos y aprovecha sus funciones especializadas.

En este punto conociendo la definición de Aplicación Web Progresiva (PWA) y Aplicación móvil, se puede realizar un comparativo entre ambas tecnologías y como como resultado se ve reflejado en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Comparativo entre: Aplicación Nativa y Aplicación Web Progresiva*

Característica	Aplicación nativa	Aplicación Web Progresiva (PWA)
1. Instalación	Necesita ir a la tienda de aplicaciones o Play Store, haga clic en descargar	Simplemente haga clic en un botón para agregarlos a la pantalla de inicio de su teléfono (solo en Android)
2. Actualizaciones	Debe enviarse a la tienda y luego ser descargado por el usuario.	Las actualizaciones son instantáneas
3. Tamaño	Mayormente pesado en tamaño. Pueden tomarse un tiempo para descargar en el dispositivo de un usuario	Pequeño y rápido
4. Acceso sin conexión	Disponible	Necesita usar la aplicación una vez en línea, luego debería poder acceder al contenido almacenado en caché sin conexión
5. Experiencia de usuario	Excelente cuando la aplicación está bien diseñada	Confuso debido a los menús dobles (menú de la aplicación y menú del navegador)
6. Notificación push	Sí	Sí (solo Android)
7. Descubribilidad	No es bueno: es necesario trabajar duro en la optimización de la tienda de aplicaciones.	Bueno: para que aparezca en los resultados de búsqueda, debe estar optimizado para SEO

*Nota: Tandel & Jamadar, 2018*

Firestore, es una plataforma de aplicaciones web basado en el modelo BaaS (Backend as a Service) adquirida por Google el 2014 y que permite a los desarrolladores crear aplicaciones de alta calidad y con la facilidad de escalar a medida que los usuarios crecen, ya que al inicio no tiene ningún costo por un uso limitado y que más adelante puede actualizar para hacer uso de servicios y funciones más avanzadas, por otro lado las posibilidades de que los servidores fallen son insignificantes, además la velocidad y el soporte que proporciona la plataforma deja tranquilo al desarrollador puesto que está en manos de una plataforma de clase mundial. Así como se puede apreciar en la Figura 2, la plataforma ofrece diferentes servicios a los desarrolladores y entre los principales tenemos: Base de datos en tiempo real (Realtime Database), este servicio proporciona al desarrollador un API, el cual permite almacenar los datos en la nube de Firestore y que a su vez se sincronicen de manera automática y en tiempo real con todos los clientes asociados, esto significa que el cliente no necesita realizar una llamada para buscar cambios en los datos y si

existe una modificación en los datos Firebase toma la iniciativa y notifica al cliente; estos datos son almacenados en una base de datos de tipo NoSQL y en formato JSON o documentos organizados en colecciones. Autenticación (Authentication), este servicio admite diferentes tipos de autenticación como las de usuarios y contraseña, que son administrados desde la plataforma de Firebase por el desarrollador, inicio de sesión con número de teléfono y autenticación por medio de proveedores como Facebook, Google, Github o Twitter proporcionando pautas sencillas para realizar la integración y principalmente ahorrando tiempo al desarrollador puesto que no tendrá que programar los módulos de autenticación ni las múltiples conexiones a las API's. Almacenamiento (Storage), este servicio facilita la transferencia de archivos (imágenes, video, audio, etc.) generados por el usuario de una manera fácil y segura, permitiendo que los archivos sean almacenados bajo el respaldo de la plataforma de Google Cloud Storage lo que garantiza que independientemente de la calidad de la red los archivos se almacenen correctamente. (Ahirao & Michael, 2019; Chandakant & Patangrao, 2018; Chatterjee et al., 2018; Desale et al., 2020; Khawas & Shah, 2018; Sharma & Dand, 2019; Миловановић et al., 2018)

## Figura 2

*Servicios ofrecidos por Firebase*

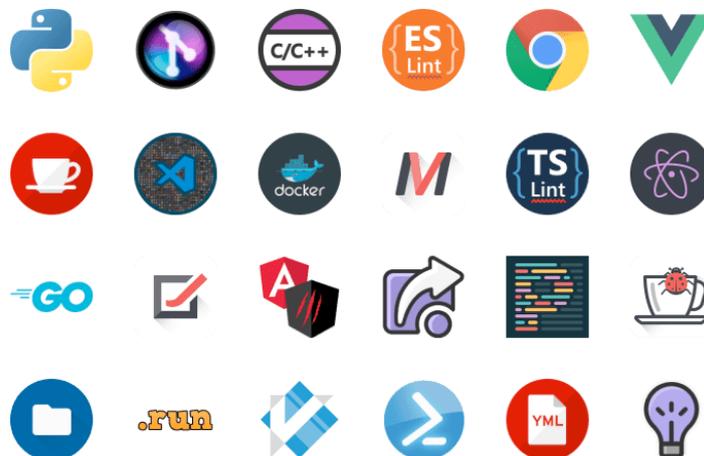


*Nota: Firebase, 2021*

Visual Studio Code, es un editor de código redefinido y optimizado para crear y depurar aplicaciones web modernas, proporciona una serie de utilidades como Intellisense para completar código, resaltar sintaxis y documentación en línea; tiene una arquitectura de tipo modular que soporta el concepto de extensibilidad a través de extensiones. Visual Studio Code es gratuito y fue creado con Electrón, lo que hace que sea multiplataforma y esté disponible en su plataforma favorita: Linux, macOS y Windows. Tiene un soporte integrado para Javascript, TypeScript, etc. Además, cuenta con múltiples extensiones ya sea para lenguajes de programación (Python, C#, Java, PHP, etc.), integración con GIT, temas, debuggers y hasta para conectarse a servicios adicionales, así como está graficado en la figura 3. (Kupčo, 2018; Sumangali et al., 2017)

### Figura 3

*Extensiones de Visual Studio Code*



*Nota: Visual Studio Code, 2019*

SCRUM, Es un marco de trabajo ligero que ayuda a las personas, los equipos y las organizaciones a crear valor a través de soluciones adaptables a problemas complejos; está basado en el empirismo y el pensamiento esbelto, y utiliza métodos iterativos e incrementales para optimizar lo previsto y tener control de los riesgos, y compromete a los individuos que conjuntamente tienen las destrezas y experiencia para completar el trabajo y así aprender estas habilidades de todos. Su unidad fundamental es un reducido conjunto de personas llamadas Scrum Team y a diferencia de metodologías clásicas de gestión de proyectos, SCRUM no tiene ni necesita un gerente de producto o una administrador de tareas, para ello define tres roles específicos y fundamentales como son: Scrum Master, es el responsable de que

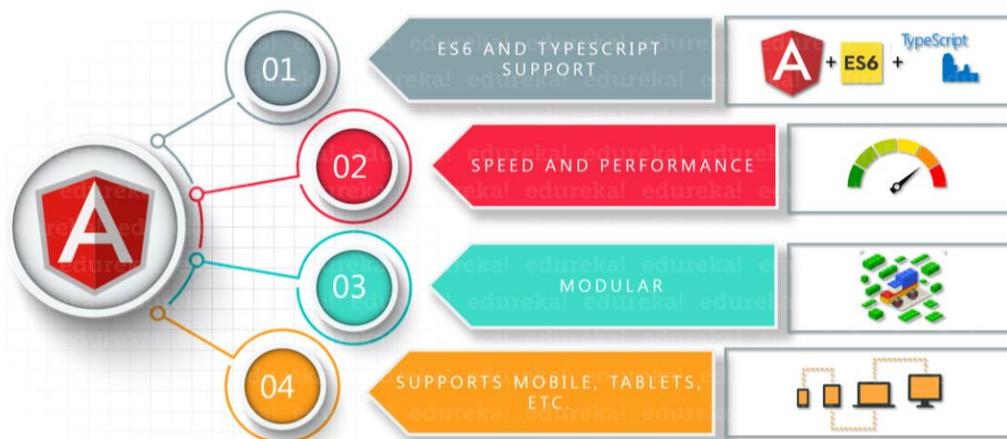
se desarrolle Scrum como está definido en la Guía e implementarlo apoyando al equipo en comprender la teoría y la práctica, incluido el Scrum Team y todos en la organización, también es encargado de lograr que el equipo sea eficiente al apoyarlos para mejorar sus prácticas dentro del marco de Scrum, los Scrum Masters son los auténticos líderes, ya que ayudan al Scrum Team y a todos en la organización. Developers, es toda persona perteneciente al Scrum Team que se compromete en crear cualquier parte de un Incremento del producto que sea utilizable en cada Sprint; las habilidades que necesitan pueden ser amplias y variar según el ámbito de trabajo, pero entre sus responsabilidades siempre está la de armar un plan en el Sprint Backlog, puesto que es parte de sus responsabilidades, además todos los días adaptan ese plan hacia los objetivos que tiene el Sprint. Product Owner, es el responsable de la visión del producto y en la mayoría de casos viene a ser el cliente, tiene como principal tarea la de proporcionar requisitos claros del producto, con la finalidad de dejar lo más claro posible los objetivos del producto a los Developers, a esto se le conoce como una gestión efectiva del Product Backlog, el Product Owner es un individuo, no una comisión y para que se triunfe, toda la organización debe de acatar sus decisiones, además que él es quien establece las prioridades a desarrollar. (Schwaber & Sutherland, 2020, Andreeva & Sinyaeva, 2018; Sachdeva, 2016; Kalyani & Mehta, 2019; Mokhonko & Pimonova, 2019). En SCRUM se usan diferentes términos entre ellos tenemos el Product Backlog que viene a ser donde se enumeran los requisitos para el producto que está en desarrollo y va en un formato de historia de usuario, además debe existir solo un Producto Backlog por producto y cada elemento dentro de este debe tener una descripción, una prioridad y una estimación del esfuerzo necesario para completarlo. Sprint Backlog son los elementos del Product backlog que son escogidos para formar parte del Sprint y que además contienen el plan a seguir de como generar un Incremento del Producto que viene a ser el resultado necesario del trabajo de cada sprint, en otras palabras, es una versión consolidada del producto para ser entregado a los usuarios, pero con la aprobación del Product Owner. (Sachdeva, 2016; Setyo, 2021; Ramos & Vilela Junior, 2017)

Angular, Es un Framework JavaScript de código libre, fue creado en TypeScript, tiene soporte completo de la biblioteca ECMAScript 6 y Google es quien lo mantiene actualizado; sirve para la construcción de aplicaciones web y móviles utilizando páginas web de tipo SPA (Single Page Application), esto significa que la

página sólo se cargará una vez al inicio y luego de ello se producirán actualizaciones sin tener la necesidad de actualizar el navegador por completo; fue lanzado el 2010 con el nombre de AngularJS pero para la versión 2 del 2016 fue reescrito totalmente y pasó simplemente a llamarse Angular y a utilizar como lenguaje de programación principal a TypeScript. Tiene como propósito promover una alta productividad de desarrollo y la arquitectura de Angular a diferencia de su primera versión se basa en módulos, componentes y servicios, y tiene una mejor detección de cambios en el diseño, además tiene un mejor rendimiento, proporciona API's más simples, una depuración más sencilla y cuenta con un sistema completo de plantillas, así también cuenta con compilación AOT que mejora la velocidad de carga ósea que compila el código en JavaScript antes de ejecutar. Angular utiliza mecanismos para respaldar el desarrollo orientado a componentes. Lo que brinda la posibilidad de crear componentes reutilizables para aplicaciones. (Bagliotti & Gibertoni, 2020; Jain & Karbari, 2020; Kalinowska & Pańczyk, 2019; Palak & Plechawska-Wójcik, 2018; Puciarelli, 2020; Дегенек, 2020). En la Figura 4 se aprecia lo más resaltante de Angular.

**Figura 4**

*Características de Angular*



*Nota: Pinterest*

TypeScript, es un lenguaje de programación de código abierto creado el 2012 en su mayoría por Microsoft, con contribuciones de Google; implementa el mecanismo de programación orientada a objetos; TypeScript es un superconjunto de JavaScript, lo que significa que extiende la sintaxis de JavaScript y genera código JavaScript en

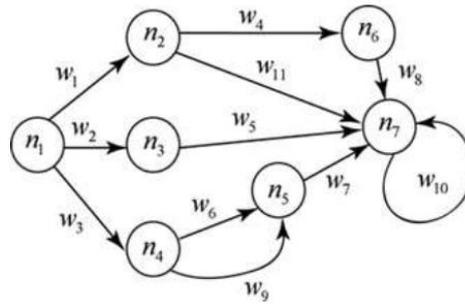
tiempo de compilación, puesto que el navegador es incapaz de interpretar TypeScript, a este proceso se le conoce como transpilar, que consiste en generar código en un lenguaje específico a partir de otro: Typescript compila e interopera bien con Javascript y cualquier programa hecho en JavaScript válido es reconocido también por Typescript. (Black, 2020; Puciarelli, 2020)

API de Google Maps, Son API's desarrolladas por Google que permiten superponer datos en mapas personalizados basados en Google Maps y tienen un conjunto de componentes para realizar diferentes funciones relacionadas con las aplicaciones cartográficas; está construida con JavaScript por lo que facilita su aprendizaje además de ser la API más popular en internet; entre sus funciones principales están la de búsqueda de lugares para los usuarios, encontrar direcciones, obtener rutas de manejo, cálculos de distancias, etc. La API de JavaScript permite incrustar mapas en sitios web o aplicaciones móviles y siempre se encuentran actualizados. (Baraban et al., 2018; Fielbaum & Jara-Diaz, 2021; Herdirinanda & Wibisana, 2021; Maulana et al., 2021)

Optimización de rutas, para Zantalis et al. (2019) es un método para proponer la mejor ruta para un destino específico desde un punto de una red, con el fin de minimizar la congestión de tráfico y por lo tanto reducir la distancia, el tiempo de viaje o los costos; para obtener la ruta corta existen varios algoritmos como: Algoritmo Dijkstra, también conocido como algoritmo de caminos mínimos, el cual fue creado por el científico de la computación, Edsger W. Dijkstra en 1956, el cual permite determinar el camino corto de un grafo calculado por sus aristas recorriendo todos los vértices desde el punto inicial, en grafos extensos el recorrido se hace lento porque pasa por todos los vértices del grafo, pero a diferencia de otros algoritmos el gasto computacional es menor por lo que el resultado se obtiene en un menor tiempo, ver figura 5. (Cardona et al., 2017)

## **Figura 5**

*Grafo de un algoritmo Dijkstra*

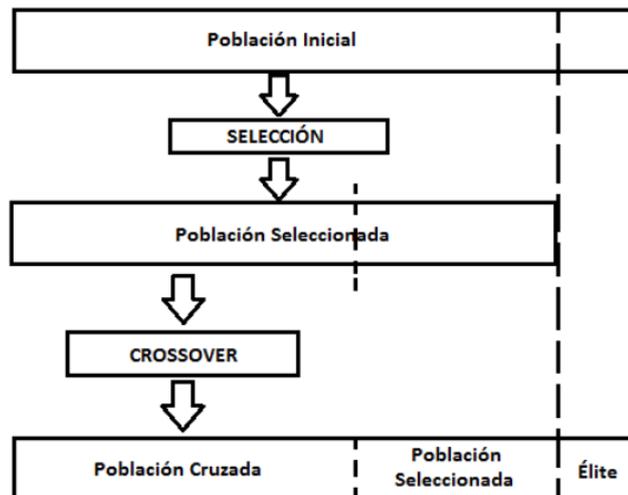


Nota: Guzmán et al., 2012

Algoritmo genético, es un modelo computacional de adaptación del proceso evolutivo que busca una posible mejor solución a problemas de búsqueda y optimización a partir de una muestra para recorrer el universo de posibilidades y así obtener la ruta más corta entre  $n$  puntos, en la figura 6 se puede ver la arquitectura de un algoritmo genético. (Huarote, 2021).

### Figura 6

Arquitectura del algoritmo genético



Nota: Guzmán et al., 2012

Luego de conocer que algoritmos pueden ser usados para la optimización de rutas se definirá según Ballou (2004) tres niveles de decisión las cuales son:

Nivel Estratégico, en este nivel se toman las decisiones que pueden afectar la forma de planificar y ejecutar un sistema de distribución por lo que se asientan las bases en las cuales se desarrolla el lado operativo; como parte de las decisiones que se toman en este nivel está el tipo de transporte que se va usar ya sea uno propio o uno contratado o también están decisiones como las de definir el modelo de distribución.

Nivel Táctico (**Dimensión 1**), en este nivel se toman decisiones que afectan directamente al ajuste operativo que fueron definidas en el nivel anterior, entre las decisiones que se pueden tomar están la definición de nuevas rutas o rutas alternas que beneficien a la empresa puesto que al tener mejores rutas minimizaran los costos y por lo tanto generará mayor ganancia; de este nivel se obtiene el primer indicador de distancia de recorrido y para los cálculos necesarios para esta investigación se usará la fórmula de eficacia la cual aplicando a la distancia resulta de la siguiente manera:

$$\bar{d} = \frac{d_r}{d_e}$$

Donde:

$\bar{d}$  = Distancia de ruta

$d_r$  = Distancia recorrida

$d_e$  = Distancia estimada

Nivel Operativo (**Dimensión 2**), en este nivel se puede decir que se toman las decisiones que ocurren día a día o a la par de la ejecución de los procesos, entre las decisiones que se toman se puede encontrar las de tiempo de recorrido de las unidades de transporte puesto que estos valores pueden cambiar con el día a día y así mismo se pueden mejorar ya que al tomar menos tiempo al llegar de un punto a otro la empresa está ahorrando costos y generando mayores ganancias; de este nivel se obtiene el segundo indicador de tiempo de recorrido y el cual se puede calcular por medio de la siguiente fórmula:

$$\bar{t} = \frac{t_r}{t_e}$$

Donde:

$\bar{t}$  = Tiempo de ruta

$t_r$  = Tiempo recorrido

$t_e$  = Tiempo estimado

### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El presente proyecto de investigación es de tipo aplicada por que según Valderrama (2013) busca conocer la realidad del entorno con la finalidad de proponer soluciones efectivas y necesarias que contribuyan de manera efectiva en la resolución de una problemática detectada.

El diseño de investigación es experimental porque según Hernández et al. (2014) es realizar una determinada acción por medio de la manipulación intencional para luego observar las consecuencias y así poder analizar los resultados, todo esto dentro de un entorno controlado por el investigador.

#### Figura 7

*Esquema de experimento y variables*

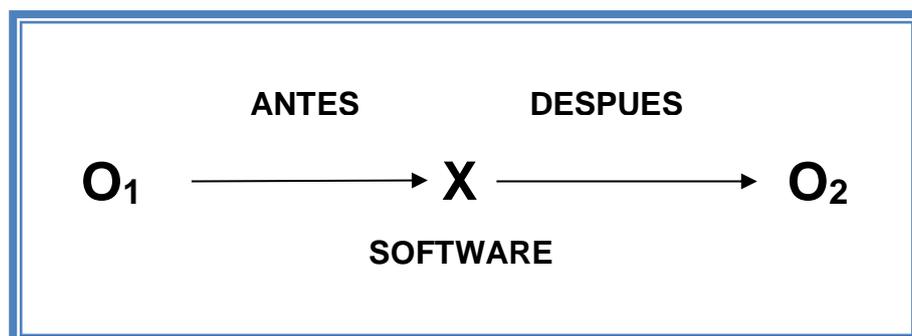


*Nota:* Hernández, Fernández y Baptista (2014)

Asu vez dentro del diseño experimental se hará uso del tipo pre-experimental, ya que según Hernández et al. (2014) este proyecto tiene un grado de control mínimo, las variables e indicadores serán medidas en dos momentos con el pre-test y post-test con un solo grupo y por último se realizará la comparación de los resultados finales en cada uno de los momentos (antes de la PWA y luego de su implementación).

#### Figura 8

*Diseño pre-experimental con pre-test y post-test*



Significado de las variables:

O<sub>1</sub> = Pre-Test

X = Aplicación Web Progresiva (PWA)

O<sub>2</sub> = Post-Test

*Nota:* Elaboración propia basado en Hernández, Fernández y Baptista (2014)

El enfoque de la investigación es cuantitativo porque está basado en estadísticas y es aplicado entre las variables con el fin de medir su relación numérica y la medición de causa y efecto. (Taxer et al., 2015)

### **3.2. Variables y operacionalización**

Para la presente investigación se tiene las siguientes variables:

Variable Independiente (VI): Aplicación Web Progresiva (PWA): es definida por Luna (2021) como un software web que es utilizado desde cualquier navegador web actualizado y su construcción se basa en las tecnologías web como son HTML5, JavaScript y CSS3 siendo compatible con cualquier plataforma.

Variable Dependiente (VD): Optimización de rutas: para Milian (2019) es el proceso por el cual permite determinar la ruta más corta entre puntos de una red con el fin de reducir la distancia, el tiempo o los costos.

Para obtener un mayor detalle sobre las variables, definiciones conceptuales y operacionales, dimensiones e indicadores se puede revisar la operacionalización de variables en el Anexo N.º 2

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

Población: Es todo aquel conjunto de individuos o elementos a los que se refiere en la investigación, los cuales tienen características particulares o similares y además son pertenecen al grupo de estudio. (Bernal, 2010) Para esta investigación se define como población a los todos los ciclistas de Lima Metropolitana.

Muestra: Es una parte de la población de la cual realmente se obtendrá información necesaria, se realizarán las mediciones y observarán el comportamiento de las variables. (Bernal, 2010) Teniendo en cuenta el estudio realizado por la Municipalidad Metropolitana de Lima (2020) se toma como muestra el promedio de

ciclistas de Lima Metropolitana que circulan en hora punta (8:00 a.m. – 9:00 a.m.) por la intersección de la Av. Inca Garcilaso de la Vega con la Av. Paseo Colón del Cercado de Lima. Para el cálculo del promedio de ciclistas a usar en la muestra se utilizará la siguiente formula:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_1}{n}$$

Donde:

$\bar{X}$  = Media muestral

$\sum_{i=1}^n X_1$  = Suma de todos los valores de la muestra

$n$  = Número total de datos

*Reemplazo de los datos:*

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_1}{n} = \frac{260 + 134 + 225 + 138 + \dots + 85}{52} = 167.37 = 167$$

**Tabla 2**

Muestra

Indicador	Cantidad	Unidad
Distancia de recorrido	167	Ciclistas
Tiempo de recorrido		

*Nota:* Cálculo propio basado en Municipalidad Metropolitana de Lima (2020)

El tipo de muestra para la investigación es probabilística, porque según Hernández et al. (2014) todos los elementos se encuentran con las mismas posibilidades de ser elegidos como parte de la muestra.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para este proyecto se dispuso usar como técnica el fichaje, que viene a ser una técnica de trabajo intelectual que facilita la sistematización bibliográfica y un mejor orden de las ideas; para esta investigación se realizó el registro de la información de diferentes rutas teniendo en cuenta las distancias y tiempos de recorrido de los ciclistas y para ello se usa como instrumento la ficha de registro que consiste en recabar la información de manera meticulosa con el fin de registrar los acontecimientos que suscitan, así como se tiene definido en la tabla 3. (Bernal, 2010)

**Tabla 3***Recolección de datos*

Indicador	Técnica	Instrumento
Distancia de recorrido	Fichaje	Ficha de registro
Tiempo de recorrido		

Así mismo en esta investigación se aplica la validez, la cual es definida por Hernández et al. (2014) como el grado en el cual la variable es realmente medida por el instrumento elegido; estas fichas de registro son evaluadas con la participación de un experto de amplia trayectoria y las cuales se detallan en las tablas 4 y 5 para los indicadores de distancia de recorrido y tiempo de recorrido según corresponda.

**Tabla 4***Validez de la ficha de registro del indicador distancia de recorrido*

N.º	Experto	Grado Académico	Puntaje	Observación
1	Huarote Zegarra Raúl Eduardo	Magister	91.25	Los datos para el indicador son relevantes para esta investigación

La validez de dicho instrumento se realizó de manera virtual y en la cual se obtuvo el puntaje de 91.25%, lo cual llega a demostrar que el instrumento tiene un nivel de confianza EXCELENTE para la recolección de los datos.

**Tabla 5***Validez de la ficha de registro del indicador tiempo de recorrido*

N.º	Experto	Grado Académico	Puntaje	Observación
1	Huarote Zegarra Raúl Eduardo	Magister	91.25	Los datos para el indicador son relevantes para esta investigación

La validez de dicho instrumento se realizó de manera virtual y en la cual se obtuvo el puntaje de 91.25%, lo cual llega a demostrar que el instrumento tiene un nivel de confianza EXCELENTE para la recolección de los datos.

Por otro lado, la investigación debe ser confiable y para Hernández et al. (2014) la confiabilidad lo define como el grado en el cual un instrumento puede generar resultados coherentes y consistentes siendo aplicada de manera repetida al mismo objeto o individuo, a su vez es representado por una escala del nivel de confiabilidad la cual se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Nivel de confiabilidad*

Escala	Nivel
0.00 < sig. < 0.20	Muy baja
0.20 < sig. < 0.40	Baja
0.40 < sig. < 0.60	Regular
0.60 < sig. < 0.80	Aceptable
0.80 < sig. < 1.00	Elevada

*Nota:* Hernández et al.

Para la confiabilidad se realizará la aplicación de la medida de estabilidad o confiabilidad por test-postest, la cual es definida por Hernández et al. (2014) como la aplicación de dos o más veces de un mismo instrumento de medición hacia un mismo grupo de personas en diferentes periodos, y si la correlación entre cada resultado de todas las diferentes aplicaciones es muy positiva, se considera que el instrumento es confiable.

Para esta investigación se determina la técnica a usar para obtener la escala y en este caso será el coeficiente de Pearson, la cual es definida por Hernández et al. (2014) como una prueba estadística que permite realizar el análisis entre la relación de dos variables que se miden por intervalos en un nivel. Según el coeficiente de Pearson analizada con el SPSS 25 se tiene una confiabilidad de 0.762 para el instrumento de distancia de recorrido, lo que significa que la viabilidad es Aceptable por lo que se puede decir que el instrumento es confiable tal como se puede ver en la tabla 7.

**Tabla 7**

Validez de la ficha de registro del indicador distancia de recorrido

**Correlaciones**

		DR_PreTest	DR_PosTest
DR_PreTest	Correlación de Pearson	1	,762**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	167	167
DR_PosTest	Correlación de Pearson	,762**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	167	167

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Así mismo según el coeficiente de Pearson analizada con el SPSS 25 para el instrumento de tiempo de recorrido se tiene una confiabilidad de 0.755 y lo que significa que la viabilidad es Aceptable por lo que se puede decir que el instrumento es confiable tal como se puede ver en la tabla 8

**Tabla 8**

Validez de la ficha de registro del indicador tiempo de recorrido

**Correlaciones**

		TR_PreTest	TR_PosTest
TR_PreTest	Correlación de Pearson	1	,755**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	167	167
TR_PosTest	Correlación de Pearson	,755**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	167	167

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**3.5. Procedimientos**

En esta investigación se estudió una problemática que a partir de la pandemia por COVID-19 se intensificó, ya que el uso de las bicicletas a nivel mundial aumentó considerablemente, por otra parte en el Perú produjo que se generaran más ciclovías permitiendo así conectar más distritos y haciendo que la bicicleta sea un transporte seguro para la prevención del contagio de coronavirus; debido a este abrupto aumento del uso de la bicicleta y al aumento de ciclovías se decidió plantear como variable dependiente la optimización de rutas de ciclovías, ya que los ciclistas se encuentran a diario con el problema de calles cerradas o congestión en el transporte

haciendo que lleguen tarde a sus destinos; con esta problemática se decide investigar situaciones similares a nivel internacional y nacional en donde se busque la solución por medio de la optimización de rutas en diferentes campos. Luego de realizada toda esta investigación y con el conocimiento de diferentes posibilidades de solucionarla se decide plantar la creación de una aplicación web progresiva (PWA) que ayude a los ciclistas en encontrar una mejor ruta recorriendo menos distancia y en un menor tiempo, definiéndola, así como la variable independiente de la investigación.

Para tener un mejor estudio de las variables se decide recabar la información de diferentes fuentes como artículos de investigación y tesis, estos mismos ayudaron a armar los antecedentes de la investigación puesto que se encontraron resultados que ayudaron a plantear la solución al problema y de las cuales se encontraron las dimensiones e indicadores. Con toda esta información recolectada se propone una investigación de tipo pre-experimental, puesto que dicho proyecto se implementará y luego se contrastarán los resultados del pre-test y postest de los indicadores. Por otro lado, conociendo el ambiente donde se desarrolla la problemática, permite definir la población y muestra que se usarán en esta investigación, así como el tipo de muestra y la técnica de recolección de los datos, pudiendo determinar su validez con el juicio de experto y su confiabilidad con el coeficiente de correlación de Pearson.

Así también se determina el método que se usará para analizar los datos y los cuales serán procesados a través del software estadístico SPSS en su versión 25

Finalmente se definen los recursos que se utilizaran en la investigación tales como el personal involucrado, los materiales, software, hardware y teniendo un presupuesto necesario, así como un cronograma de la ejecución del proyecto de investigación.

### **3.6. Método de análisis de datos**

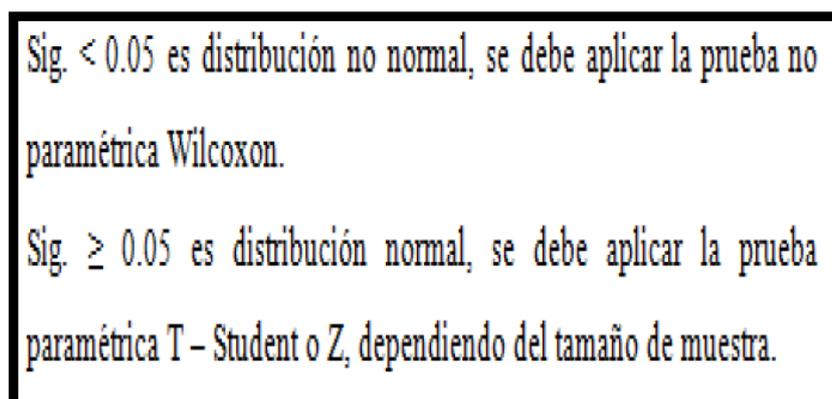
El programa para el ingreso o procesamiento de datos fue elegido conjuntamente con el instrumento de recolección de datos, este software (SPSS Statistics 25) fue desarrollado por IBM y es definido por George & Mallery (2019) como una herramienta poderosa que es capaz de realizar análisis de datos, así mismo también indica que el SPSS es el lenguaje de la investigación y principal herramienta de un investigador.

En esta investigación se efectuó un análisis descriptivo de las variables, en la que la variable independiente (aplicación web progresiva) determinará la influencia en la distancia de recorrido y el tiempo de recorrido de la variable dependiente (optimización de rutas); para lo que se realizará un pre-test en el cual se analizará el contexto actual de los indicadores y luego de ello se realizará un postest con los nuevos datos que serán recopilados luego de la implementación del sistema.

Así mismo se realizará un análisis inferencial con referencia a la prueba de normalidad de los indicadores de distancia de recorrido y tiempo de recorrido, este análisis puede ser realizado con los métodos de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk; Milla (2011) menciona que la prueba de Kolmogorov-Smirnov es una prueba no paramétrica usada mayormente cuando la muestra observada tiene un número mayor a 50. González & Cosmes (2019) definen la prueba de Shapiro-Wilk como una prueba estadística que es usado para contrastar la normalidad de una agrupación de datos de una población normalmente distribuida, esta distribución se puede apreciar en la figura 9.

### Figura 9

*Distribución de Shapiro-Wilk*



Sig. < 0.05 es distribución no normal, se debe aplicar la prueba no paramétrica Wilcoxon.

Sig.  $\geq$  0.05 es distribución normal, se debe aplicar la prueba paramétrica T - Student o Z, dependiendo del tamaño de muestra.

*Nota:* González & Cosmes (2019)

Dependiendo del resultado de Shapiro-Wilk se podrá determinar la distribución en dos situaciones, la primera si es normal se hará uso de la prueba Wilcoxon por ser no paramétrica, y para Lane et al. (2017) es una prueba de tipo no paramétrica que permite comparar dos muestras y verificar las diferencias de sus medias, y la segunda distribución si es no normal se utilizará una prueba paramétrica llamada T-Student y la cual esta conceptualizada para el uso de menores de 30 muestras, en esta prueba

se compara la desviación estándar y las medias considerando cierta la hipótesis nula en el caso que sea mayor a -1.

Así mismo se hará uso de una prueba de hipótesis en la cual se designará variables a las definiciones tales como:  $DrAa$ , que viene a ser Distancia de recorrido antes de usar la aplicación,  $TrAa$ , que significa Tiempo de recorrido antes de usar la aplicación,  $DrDa$ , que significa Distancia de recorrido después de usar la aplicación y por último  $TrDa$  que significa Tiempo de recorrido después de usar la aplicación, a continuación, se va a describir las hipótesis estadísticas.

**HE1:** La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios reduce la distancia de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.

**Hipótesis Nula  $H_0$ :** La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios no reduce la distancia de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.

$$H_0 : DrAa \geq DrDa$$

**Hipótesis Alternativa  $H_a$ :** La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios reduce la distancia de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.

$$H_a : DrAa < DrDa$$

**HE2:** La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios reduce el tiempo de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.

**Hipótesis Nula  $H_0$ :** La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios no reduce el tiempo de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.

$$H_0 : TrAa \geq TrDa$$

**Hipótesis Alternativa Ha:** La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios reduce el tiempo de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.

$$H_a : TrAa < TrDa$$

Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% \text{ error} = 0.05$$

Nivel de confiabilidad:  $((1-\alpha) = 0.95$

### 3.7. Aspectos éticos

La presente investigación ha respetado los lineamientos estipulados por la Universidad César Vallejo el cual ayudo a desarrollar una correcta investigación, así mismo la información recopilada para la investigación fue citada y referenciada de manera correcta siguiendo las normas APA en su versión 7 y por último cabe recalcar que los datos obtenidos son auténticos y producto de las fichas de registro del pretest y postest hechas por el investigador las cuales no han sido manipuladas ni adulteradas.

## **IV. RESULTADOS**

#### 4.1. Análisis Descriptivo

Se realizó la medición de los indicadores Distancia de Recorrido (DR) y Tiempo de Recorrido (TR); también se realizó un pretest, luego la implementación de la aplicación web progresiva y por último se realizó un postest de cada indicador y así evaluar la variación de las distancias y tiempos promedio. A continuación, se muestran los resultados:

##### Indicador 1: Distancia de Recorrido (DR)

La tabla 9 muestra la resultante de las medidas descriptivas del indicador Distancia de Recorrido:

**Tabla 9**

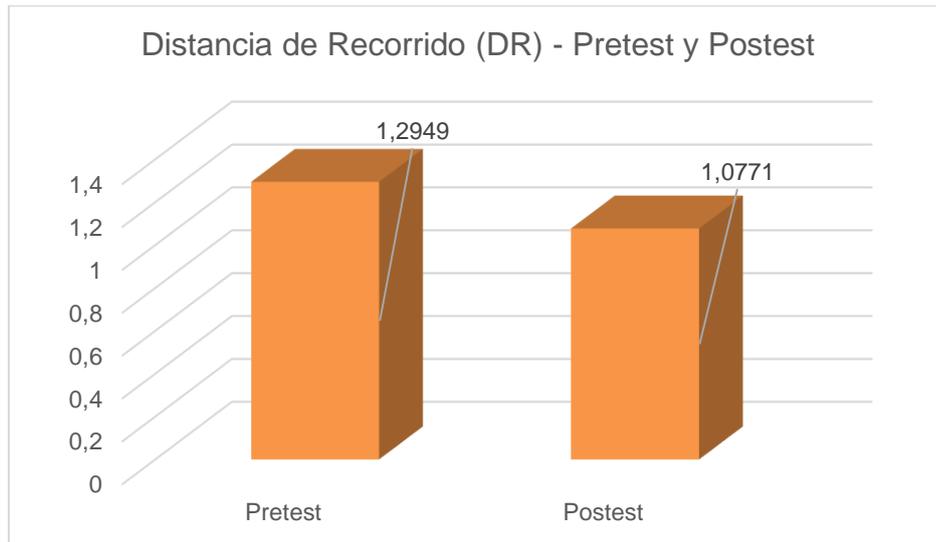
Medidas descriptivas del indicador 1: Distancia de Recorrido (DR)

Estadísticos descriptivos						
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
DR_PreTest	167	1,25	1,40	1,2949	,02717	,001
DR_PosTest	167	1,00	1,18	1,0771	,03485	,001
N válido (por lista)	167					

En la tabla anterior se aprecia que para el indicador Distancia de Recorrido (DR) con una muestra de 167, se tiene un promedio de 1.29 para el pretest y 1.07 para el postest, indicando así que existe una variación entre el antes y el después de ser implementada la aplicación web progresiva. Así mismo se puede ver que la desviación standard para el pretest fue de 0.02 y para el postest fue de 0.03, indicando así que los datos están ligeramente dispersos con respecto a la media. También se obtuvo que los valores mínimo y máximo para el pretest fueron de 1.25 y 1.40 respectivamente y para el postest fueron de 1.00 y 1.18 respectivamente, evidenciando así que existe una diferencia entre pretest y postest, esta diferencia se puede apreciar mejor en la figura 10:

**Figura 10**

*Distancia de Recorrido (DR) del pretest y postest*



El promedio de la Distancia de Recorrido (DR) obtenida en el pretest fue de 1.29 y se redujo a 1.07 en el postest, obteniendo así que la distancia de recorrido se redujo en 16.82% luego de ser implementada la aplicación web progresiva.

### **Indicador 2: Tiempo de Recorrido (DR)**

En la tabla 10 se muestra la resultante de las medidas descriptivas para el indicador Tiempo de Recorrido:

**Tabla 10**

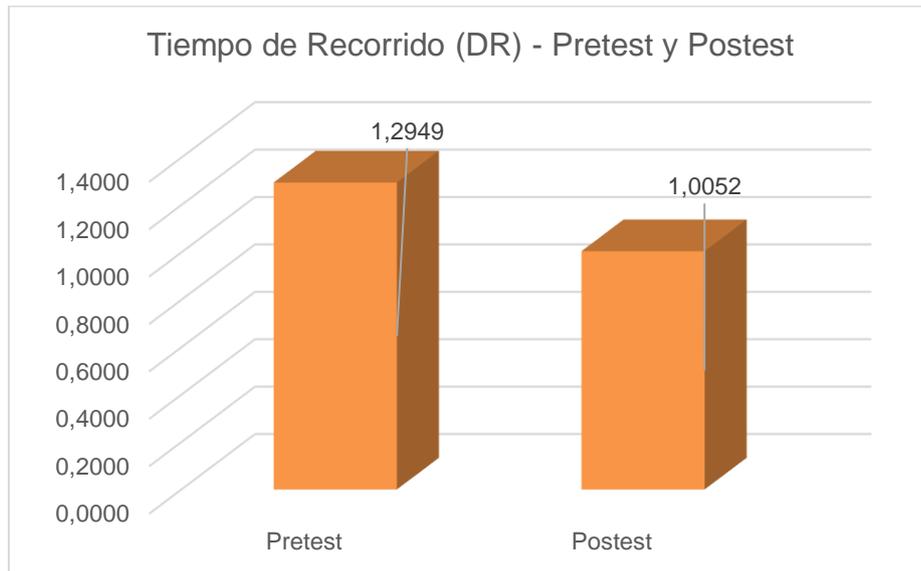
Medidas descriptivas del indicador 2: Tiempo de Recorrido (TR)

Estadísticos descriptivos						
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
TR_PreTest	167	1,25	1,40	1,2949	,02717	,001
TR_PostTest	167	,94	1,10	1,0052	,03271	,001
N válido (por lista)	167					

En la tabla anterior se aprecia que para el indicador Tiempo de Recorrido (TR) se tiene un promedio de 1.29 para el pretest y 1.00 para el postest, indicando así que existe una variación entre el antes y después de ser implementada la aplicación web progresiva. Así mismo se puede ver que la desviación standard para el pretest fue de

0.02 y para el posttest fue de 0.03, indicando así que los datos están ligeramente dispersos con respecto a la media. También se obtuvo que los valores mínimo y máximo para el pretest fueron de 1.25 y 1.40 respectivamente y para el posttest fueron de 0.94 y 1.10 respectivamente, evidenciando que existe una diferencia entre pretest y posttest, esta diferencia se puede ver en la siguiente figura:

**Figura 11**  
*Tiempo de Recorrido (DR) del pretest y posttest*



El promedio del Tiempo de Recorrido (TR) obtenida en el pretest fue de 1.29 y se redujo a 1.00 en el posttest obteniendo así que el tiempo de recorrido se redujo en 22.37% luego de ser implementada la aplicación web progresiva.

## 4.2. Análisis Descriptivo

### Prueba de Normalidad

Con la finalidad de determinar si se sigue o no una distribución normal se realizó la prueba de normalidad; en la presente investigación se usó una muestra (X) de 167 y el método que se usó fue la de Kolmogorov-Smirnov según se detalle a continuación:

$\times > 50$ , Entonces se empleará el método Kolmogorov Smirnov

$\times < 50$ , Caso contrario, se empleará Shapiro Wilk

Posteriormente, y según las siguientes condiciones, se evaluarán las pruebas a un nivel de confiabilidad de 95%:

*Sig. < 0.05, representa Distribución no Normal*  
*Sig. ≥ 0.05, representa Distribución Normal*

A continuación, se muestra las pruebas realizadas al pretest y postest para los indicadores Distancia de Recorrido (DR) y Tiempo de Recorrido (TD).

**Tabla 11**

Prueba de Normalidad del indicador 1: Distancia de Recorrido (DR)

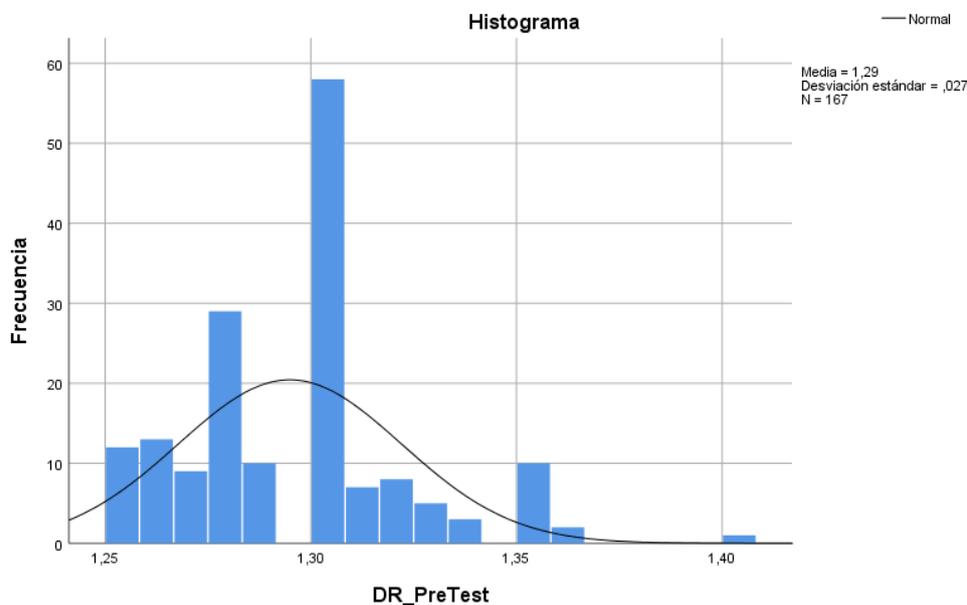
	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DR_PreTest	,210	167	,000	,929	167	,000
DR_PosTest	,084	167	,006	,983	167	,045

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los resultados que se muestran en la Tabla 11 nos dice que el valor Sig. de la Distancia de Recorrido (DR) para el pretest es de 0.00 (menor que 0.05), evidenciando que la DR sigue una distribución no normal. En el postest el valor Sig. de la Distancia de Recorrido (DR) es de 0.006 (menor que 0.05), evidenciando que la DR también sigue una distribución no normal. En las figuras 12 y 13 se muestra la normalidad de los datos del pretest y postest para el indicador Distancia de Recorrido (DR).

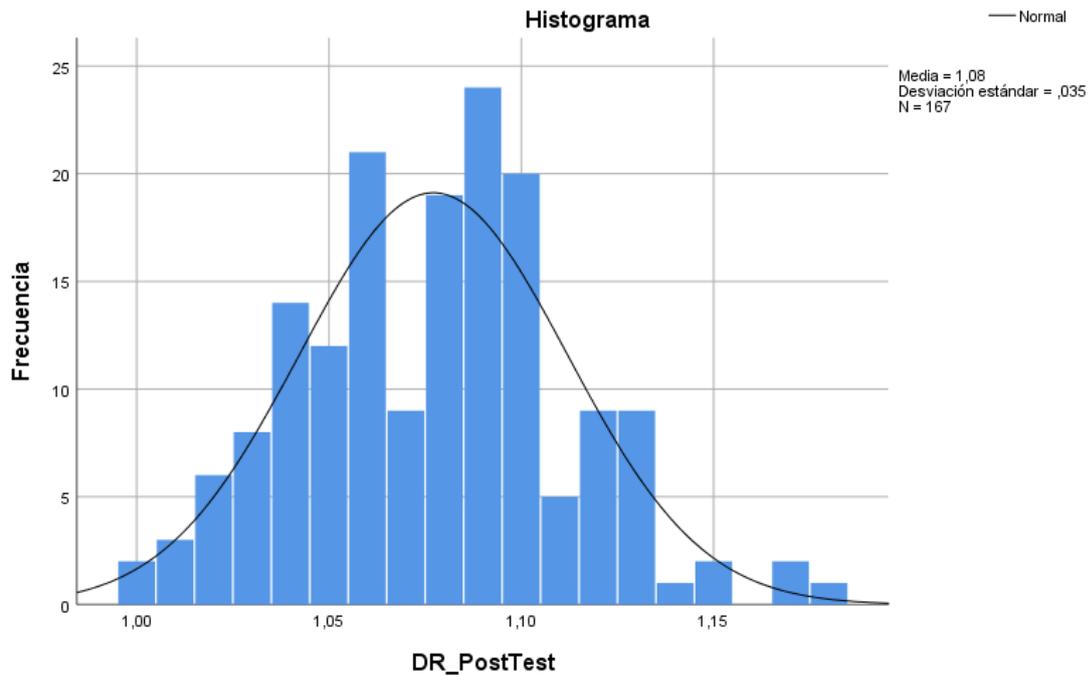
**Figura 12**

*Normalidad de la Distancia de Recorrido (DR) del pretest*



**Figura 13**

*Normalidad de la Distancia de Recorrido (DR) del postest*



**Tabla 12**

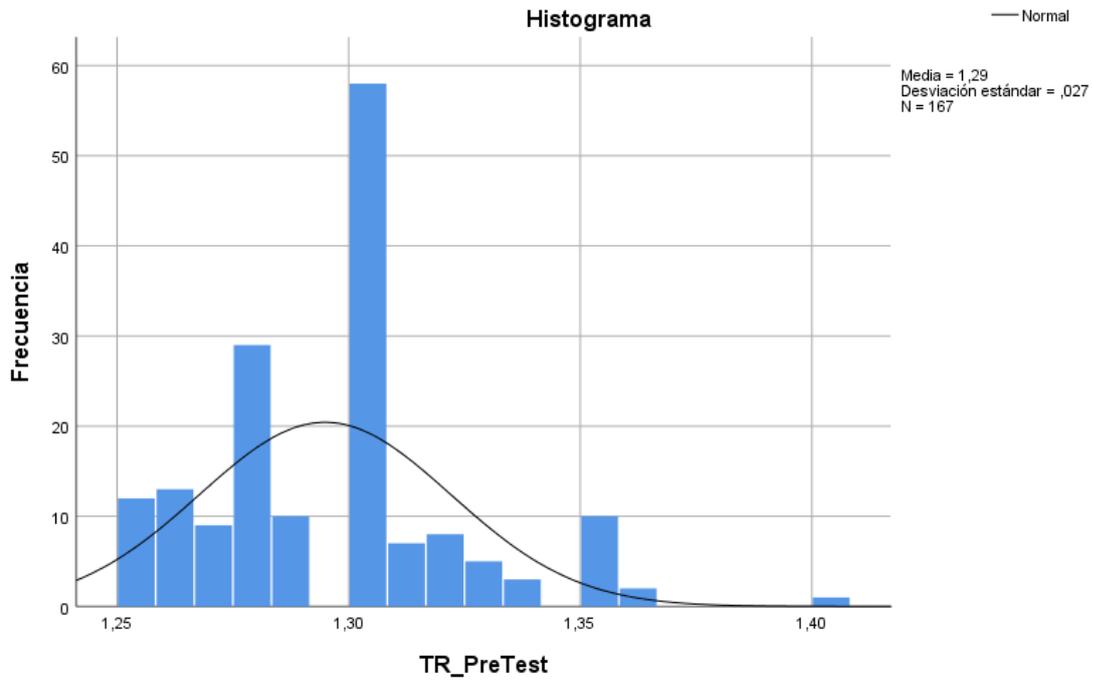
Prueba de Normalidad del indicador 2: Tiempo de Recorrido (TR)

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TR_PreTest	,210	167	,000	,929	167	,000
TR_PosTest	,094	167	,001	,981	167	,024

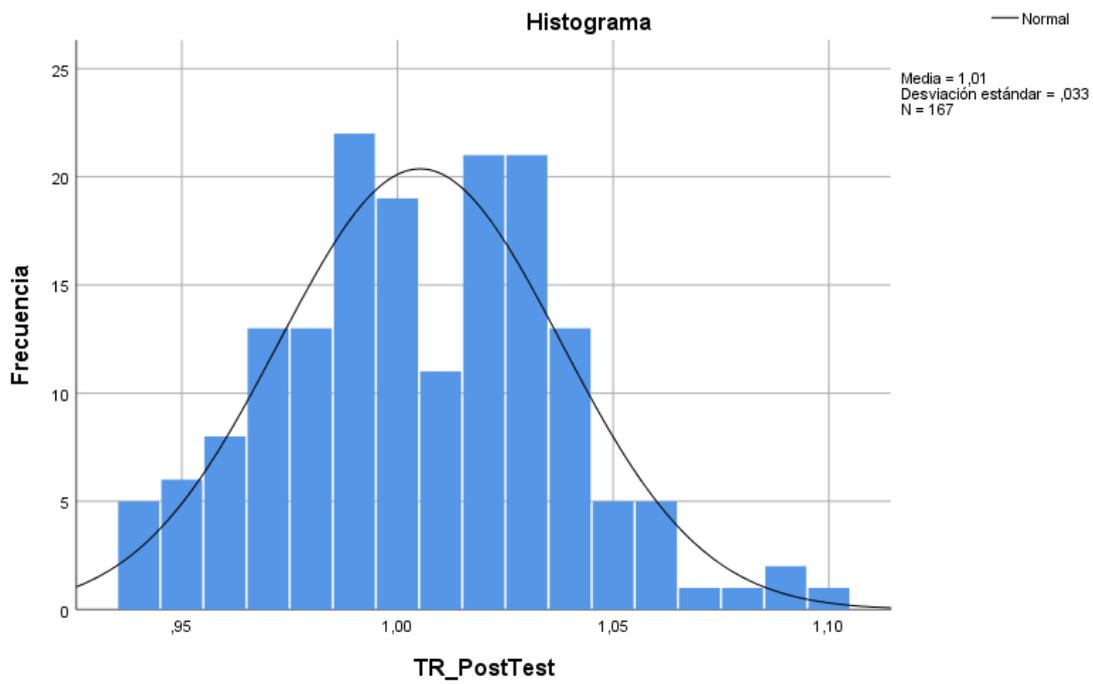
a. Corrección de significación de Lilliefors

Los resultados que se muestran en la Tabla 12 nos dice que el valor Sig. del Tiempo de Recorrido (TR) para el pretest es de 0.00 (menor que 0.05), evidenciando que el TR sigue una distribución no normal. En el postest el valor Sig. del Tiempo de Recorrido (TR) es de 0.001 (menor que 0.05), evidenciando que el TR también sigue una distribución no normal. En las figuras 14 y 15 se muestra la normalidad de los datos del pretest y postest para el indicador Tiempo de Recorrido (TR).

**Figura 14**  
*Normalidad del Tiempo de Recorrido (TR) del pretest*



**Figura 15**  
*Normalidad del Tiempo de Recorrido (TR) del postest*



### 4.3. Prueba de Hipótesis

#### Hipótesis estadísticas

Se hizo uso de una prueba de hipótesis en la cual se designó variables a las definiciones tales como: DrAa, que viene a ser Distancia de recorrido antes de usar la aplicación, TrAa, que significa Tiempo de recorrido antes de usar la aplicación, DrDa, que significa Distancia de recorrido después de usar la aplicación y por último TrDa que significa Tiempo de recorrido después de usar la aplicación, a continuación, se va a describir las hipótesis estadísticas.

**HE1:** La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios reduce la distancia de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.

**Hipótesis Nula H0:** La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios no reduce la distancia de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.

$$H_0 : DrAa \geq DrDa$$

**Hipótesis Alternativa Ha:** La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios reduce la distancia de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.

$$H_a : DrAa < DrDa$$

Para contrastar la hipótesis estadística 1 (HE1) se usó la prueba de Wilcoxon y se obtuvo el siguiente resultado:

**Tabla 13**

Prueba de Wilcoxon del indicador 1: Distancia de Recorrido (DR)

#### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

	DR_PostTest - DR_PreTest
Z	-11,241 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre DR_PreTest y DR_PostTest es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

En la tabla anterior se aprecia el resultado de la prueba de Wilcoxon que da una significancia asintótica o un p-valor de 0.000 el cual es menor al nivel de confiabilidad de 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), por lo que se puede inferir que la aplicación web progresiva (PWA) basado en servicios reduce la distancia de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.

**HE2:** La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios reduce el tiempo de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.

**Hipótesis Nula  $H_0$ :** La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios no reduce el tiempo de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.

$$H_0 : TrAa \geq TrDa$$

**Hipótesis Alternativa  $H_a$ :** La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios reduce el tiempo de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.

$$H_a : TrAa < TrDa$$

De la misma manera que la prueba anterior para realizar el contraste de la hipótesis estadística 2 (HE2) se usó la prueba de Wilcoxon y se pudo obtuvo el siguiente resultado:

**Tabla 14**

Prueba de Wilcoxon del indicador 2: Tiempo de Recorrido (TR)

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	TR_PostTest - TR_PreTest
Z	-11,242 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

**Resumen de prueba de hipótesis**

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre TR_PreTest y TR_PostTest es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

En la tabla anterior se aprecia el resultado de la prueba de Wilcoxon que da una significancia asintótica o un p-valor de 0.000 el cual es menor al nivel de confiabilidad de 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alternativa (Ha), por lo que se puede inferir que la aplicación web progresiva (PWA) basado en servicios reduce el tiempo de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.

## V. DISCUSIÓN

Los resultados que se lograron en la esta investigación y después de ser implementada la aplicación web progresiva (PWA) son: para el primer indicador de Distancia de Recorrido (DR) se obtuvo una mejora (disminuyó) en 16.82% y para el segundo indicador de Tiempo de Recorrido (TR) se obtuvo una mejora (disminuyó) en 22.37%.

De la misma forma, según Mayta (2018) en su indicador de Distancia de Recorrido obtuvo una reducción promedio de 4.95%, frente a la presente investigación que con el mismo indicador se obtuvo la mejora de 16.82%, por lo tanto, respecto a la investigación de Mayta (2018) se contempla una mejora de 11.87%.

Por otro lado, según Márquez et al. (2015) que tuvo como objetivo determinar las alternativas de rutas a evaluar, indicó que con el sistema propuesto tendrá un ahorro de 62.9 km diarios (900km – 837.1 km) lo que representa una mejora de 6.98%, frente a la presente investigación y con el objetivo que disminuir la distancia de recorrido se obtuvo una mejora de 16.82%, por lo tanto, respecto a la investigación de Márquez et al (2015) se contempla una mejora de 9.84%.

Así mismo, según Portella et al. (2018) que tuvo como objetivo disminuir la distancia total recorrida de viaje, indicó que con la solución planteada que está basada en el sistema de colonia de hormigas, el algoritmo de mejora y la implementación del conjunto de Pareto obtuvo un mejora de 5.25% en su Instancia 1, frente a la presente investigación y con el mismo objetivo de disminuir la distancia de recorrido se obtuvo una mejora de 16.82%, por lo tanto, respecto a la investigación de Portella et al. (2018) se contempla una mejora de 11.57%.

Por otra parte, según Briceño y Guiñansaca (2022) que tuvo como objetivo optimizar las rutas de recolección de residuos sólidos domiciliarios, indicó que en su ruta 3 tuvo un incremento de 0.393 km (3.260 km – 2.867 km) lo cual representa un 13.7% evidenciando que incrementó la cobertura de recolección de residuos sólidos domiciliados, frente a la presente investigación y con el objetivo que disminuir la distancia de recorrido se obtuvo una mejora de 16.82%, por lo tanto, respecto a la investigación de Briceño y Guiñansaca (2022) se contempla una mejora de 3.12%

## **VI. CONCLUSIONES**

- Primero. Se concluye que se puede implementar la aplicación web progresiva para la optimización de rutas de ciclovías, ya que se pretende que funcione de manera online y offline sin pérdida de datos y con un rendimiento óptimo al momento de trazar las rutas.
- Segundo. Se concluye que se puede implementar el uso del marco de trabajo SCRUM para el desarrollo de la investigación enmarcada en el proceso de optimización, tal como son las rutas, específicamente en las rutas de las ciclovías de Lima Metropolitana.
- Tercero. Se concluye que se puede implementar haciendo uso de los servicios proporcionados por Firebase como herramienta de base de datos inmediata, ya que dichos servicios cuentan con el respaldo de Google Cloud Storage y brindan un rendimiento óptimo a un costo inicial de cero.
- Cuarto. Se concluye que bajo la revisión de otros artículos que implementaron optimización de rutas si se puede implementar la aplicación web progresiva usando algoritmos de ruta corta que permitirán reducir las distancias y el tiempo de acceso de un punto a otro.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Primero. Se recomienda el uso de las tecnologías PWA para la creación de aplicaciones web que progresivamente puedan extender sus características y funcionar como una app nativa.
- Segundo. Se recomienda el uso de la metodología SCRUM como marco de trabajo porque es ligero y fácil de usar, tal como el presente proyecto.
- Tercero. Se recomienda el uso de los servicios de Firebase para el desarrollo de aplicaciones en general por sus grandes funcionalidades y por el tiempo que ahorra a un desarrollador, y considerando a futuro el crecimiento de acceso al prototipo se solicitará un servicio de mayores características.
- Cuarto. Se recomienda el uso de algoritmos (ya sea implementados o usando librerías) o servicios para la optimización de rutas de transporte puesto que permite que los usuarios reduzcan las distancias de recorrido y ahorren tiempo.
- Quinto. Se recomienda el uso de la bicicleta como medio de transporte puesto que contribuye a un estilo de vida más saludable con cero contaminaciones al medio ambiente y permite mantener la distancia social que es fundamental mientras dure la emergencia sanitaria por coronavirus.

## REFERENCIAS

- AGENCIA, Afp. Ante la pandemia, Europa se sube a la bicicleta. *Gestión* [en línea]. 15 de mayo de 2020 [consultado el 14 de setiembre de 2021]. Disponible en: <https://gestion.pe/mundo/internacional/ante-la-pandemia-europa-se-sube-a-la-bicicleta-noticia/>
- AHIRAO, Purnima y AgnasVidya MICHAEL. MYP: Digital Attendance System Using Google Cloud Firebase and Gradle. *SSRN Electronic Journal* [en línea]. 2019. ISSN 1556-5068 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.2139/ssrn.3369512
- ANDREEVA, Rozaliia y Olga SINYAEVA. SCRUM: FLEXIBILITY WITHIN A RIGID FRAMEWORKS. *VESTNIK UNIVERSITETA* [en línea]. 2018, (2), 13–20. ISSN 1816-4277 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.26425/1816-4277-2018-2-13-20
- ARGA ERDITYA HERDIRINANDA y Hendrata WIBISANA. MAPPING OF ALFAMART AND INDOMARET DISTRIBUTION IN THE MEDOKAN SEMAMPIR AND SEMOLOWARU SUB-DISTRICT AREA USING GOOGLE MYMAPS. *CI-TECH* [en línea]. 2021, 2(01), 1–5. ISSN 2745-7052 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.33005/ci-tech.v2i01.25
- BAGLIOTTI, Ian Rotondo y Daniela GIBERTONI. REUSABILIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA WEB UTILIZANDO O FRAMEWORK ANGULAR. *Revista Interface Tecnológica* [en línea]. 2020, 17(1), 192–204. ISSN 2447-0864 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.31510/infa.v17i1.826
- BARABAN, M. V., K. S. DOVHALETS y O. S. SHCHYROV. Software Development for Finding Current Location and Displaying a Route between Two Points by means of Google Maps API. *Visnyk of Vinnytsia Politechnical Institute* [en línea]. 2018, 141(6), 90–94. ISSN 1997-9266 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.31649/1997-9266-2018-141-6-90-94
- BERNAL TORRES, Cesar Augusto. *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. 4ª ed. Pearson Educación, 2010. ISBN 9586991288, 9789586991285.
- BLACK, Nate. Boris Cherny on TypeScript. *IEEE Software* [en línea]. 2020, 37(2), 98–100. ISSN 1937-4194 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.1109/ms.2019.2958155

- BRICEÑO, Juan y GUIÑANSACA, Johnny. *Optimización de las rutas de recolección de residuos sólidos urbanos del cantón Calvas*. TG. Universidad Politécnica Salesiana, 2022.
- BURGOS, Gabriela. *Sostenibilidad: Mayor uso de la bicicleta fomenta la innovación en la industria - América Retail*. En línea. América Retail. 03/12/2020. Disponible en: <https://www.america-retail.com/sostenibilidad/sostenibilidad-mayor-uso-de-la-bicicleta-fomenta-la-innovacion-en-la-industria/>. [consultado el 18/12/2021].
- CHANDAKANT WADKAR, Mayuri y Priyanka PATANGRAO PATIL. Traditional Infrastructure vs. Firebase Infrastructure. En línea. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, vol. Volume-2 (junio de 2018), Issue-4, pp. 2050–2053. ISSN 2456-6470. Disponible en: <https://doi.org/10.31142/ijtsrd14550>. [consultado el 18/12/2021].
- CHATTERJEE, Nilanjan, Souvik CHAKRABORTY, Aakash DECOSTA y Asoke NATH. Real-time communication application based on android using google firebase. En línea. *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, vol. 6 (2018), n.º 4, pp. 74–79. ISSN 2321-7782. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/324840628\\_Real-time\\_Communication\\_Application\\_Based\\_on\\_Android\\_Using\\_Google\\_Firebase](https://www.researchgate.net/publication/324840628_Real-time_Communication_Application_Based_on_Android_Using_Google_Firebase). [consultado el 18/12/2021].
- DESALE, Janhavi et al. NGO Support Software Solution: for effective reachability. *International Journal of Education and Management Engineering* [en línea]. 2020, **10**(6), 17–26. ISSN 2305-8463 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.5815/ijeme.2020.06.03
- DIAZ, Kevin y SALAZAR, Bryan. *Optimización de la ruta de recojo de residuos sólidos, para minimizar los costos de transporte en la Municipalidad de Chepén*, 2019. TG. Chepén: Universidad César Vallejo, 2019.
- FIELBAUM, Andrés y Sergio JARA-DIAZ. Assessment of the socio-spatial effects of urban transport investment using Google Maps API. *Journal of Transport Geography* [en línea]. 2021, **91**, 102993. ISSN 0966-6923 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.1016/j.jtrangeo.2021.102993
- GEORGE, Darren y Paul MALLERY. *IBM SPSS Statistics 25 Step by Step* [en línea]. titles: SPSS for Windows step by step. Description: Fifteenth edition. | New

- York, NY: Routledge, 2018. ISBN 9781351033909 [consultado el 18/12/2021].  
Disponibile en: doi:10.4324/9781351033909
- GONZÁLEZ-ESTRADA, Elizabeth y Waldenia COSMES. Shapiro–Wilk test for skew normal distributions based on data transformations. *Journal of Statistical Computation and Simulation* [en línea]. 2019, **89**(17), 3258–3272. ISSN 1563-5163 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.1080/00949655.2019.1658763
- HERNÁNDEZ, Roberto, Carlos FERNÁNDEZ y Pilar BAPTISTA. *Metodología de la investigación*. 6ª ed. McGraw-Hill Education, 2014.
- HUAROTE ZEGARRA, Raúl, Yensi VEGA LUJAN, Monica ROMERO VALENCIA, Aradiel CASTAÑEDA HILARIO, Edward FLORES MASÍAS et al. Algoritmo Genético Para La Optimización De Ruta Geográfica. En línea. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, 2021. ISSN 2414-6390. Disponible en: <https://doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.541>.
- HUAROTE ZEGARRA, Raúl Eduardo, Yensi VEGA LUJÁN y Mónica Patricia ROMERO VALENCIA. Optimización de ruta corta en el espacio sin corte lineal con algoritmo genético. *Ciencia & Desarrollo* [en línea]. 2019, (25), 53–60. ISSN 2617-6033 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.33326/26176033.2019.25.864
- JAIN, Shashank y Sudha R. KARBARI. Single Page Reactive Application using Angular Spring MVC and Rest API. *International Journal of Engineering and Advanced Technology* [en línea]. 2020, **9**(5), 478–480. ISSN 2249-8958 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.35940/ijeat.e9494.069520
- JIMÉNEZ-CARRIÓN, Miguel et al. Optimización de las rutas para la intervención de pozos de petróleo. *Información tecnológica* [en línea]. 2020, **31**(4), 71–84. ISSN 0718-0764 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.4067/s0718-07642020000400071
- JULCAPARI, Juan. *Sistema web para la gestión de rutas de transporte basado en el algoritmo de Clarke and Wright en ICR PERÚ*. TG. Lima: Universidad César Vallejo, 2018.
- KALINOWSKA, Jadwiga y Beata PAŃCZYK. Porównanie narzędzi do tworzenia aplikacji typu SPA na przykładzie Angular2 i React. *Journal of Computer*

- Sciences Institute* [en línea]. 2019, **10**, 1–4. ISSN 2544-0764 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.35784/jcsi.183
- KALYANI, Darshita y Devarshi MEHTA. Study of Agile Scrum and A likeness of Scrum Tools. *International Journal of Computer Applications* [en línea]. 2019, **178**(43), 21–28. ISSN 0975-8887 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.5120/ijca2019919318
- KHAWAS, Chunnu y Pritam SHAH. Application of Firebase in Android App Development-A Study. *International Journal of Computer Applications* [en línea]. 2018, **179**(46), 49–53. ISSN 0975-8887 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.5120/ijca2018917200
- KISELEV, P. V. Progressive web applications: combining technology for web and native applications. *Politechnical student journal* [en línea]. 2020, (43). ISSN 2541-8009 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.18698/2541-8009-2020-2-583
- KUPČO, Daniel. PODRŠKA VIZUALIZACIJI JEZIKA KREIRANIH UPOTREBOM TEXTX BIBLIOTEKE U OKVIRU VISUAL STUDIO CODE EDITORA. *Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu* [en línea]. 2018, **34**(01), 61–64. ISSN 2560-5925 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.24867/01be14kupco
- LANE, David, David SCOTT, Mikki HELB, Rudy GUERRA, Dan OSHERSON et al. *Introduction to Statistics*. En línea. 2017. Disponible en: [https://onlinestatbook.com/Online\\_Statistics\\_Education.pdf](https://onlinestatbook.com/Online_Statistics_Education.pdf). [consultado el 18/12/2021].
- LIMA CÓMO VAMOS. *Lima y Callao según sus ciudadanos*. En línea. Décimo. CONCIBA SAC, 2019. Disponible en: Limacomovamos, [http://www.limacomovamos.org/wp-content/uploads/2019/11/Encuesta-2019\\_web.pdf](http://www.limacomovamos.org/wp-content/uploads/2019/11/Encuesta-2019_web.pdf). [consultado el 18/12/2021].
- LUNA, Fernando. *PWA - Desarrolla Aplicaciones Web Multidispositivos -Vol. 1*. Vol. 1. RedUsers, 2021.
- MARKETINGDIRECTO. *Aumenta el uso de la bicicleta como medio de transporte por la pandemia - Marketing Directo*. En línea. Marketing Directo. 26/02/2021. Disponible en: <https://www.marketingdirecto.com/marketing-general/tendencias/aumenta-el-uso-de-la-bicicleta-como-medio-de-transporte-por-la-pandemia>. [consultado el 18/12/2021].

- MARQUEZ, Yaset, Alberto AGUILAR, Constantino MORAS, Magno GONZÁLEZ y Carlos LOPEZ. Optimización de rutas de reparto mediante la utilización de un modelo matemático optimizado por algoritmos genéticos. *Revista de la Ingeniería Industrial*, vol. 9 (2015), n.º 1, pp. 1–14. ISSN 1940-2163.
- MAULANA, Lukni, Harjono HARJONO y Maulida Ayu FITRIANI. Sistem Informasi Geografis Pemetaan Daerah Hama Wereng pada Tanaman Padi Berbasis Android dengan Google Maps API, di Kabupaten Banyumas. *Sainteks* [en línea]. 2021, **17**(2), 185. ISSN 2686-0546 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.30595/sainteks.v17i2.9912
- MAYTA, Vanessa. *Sistema planificador de rutas de transporte basado en los algoritmos Dijkstra y Bellman-ford para Guizado Tours*. TG. Lima: Universidad César Vallejo, 2018.
- MHASKE, Amit, Aditya BHATTAD, Priyanka KHAMKAR y Radhika MORE. Progressive Web App for Educational System. En línea. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 5 (2018), n.º 1, pp. 310–312. ISSN 2395-0056. Disponible en: <https://www.irjet.net/archives/V5/i1/IRJET-V5I166.pdf>. [consultado el 18/12/2021].
- MILOVANOVIĆ, Stevan, Zorica BOGDANOVIĆ, Tamara NAUMOVIĆ, Dušan BARAĆ y Maja DESPOTOVIĆ-ZRAKIĆ. ANÁLISIS DE LA PLATAFORMA FIREBASE EN EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES. En línea. *InfoM*, vol. 65 (2018), pp. 17–25. Disponible en: <https://infom.fon.bg.ac.rs/index.php/infom/article/view/2275/2247>.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DEL PERÚ. *Conéctate a nuestro webinar y conoce más sobre el nuevo reglamento para ciclistas*. En línea. 05/11/2020. Disponible en: Facebook, <https://www.facebook.com/MTC.Peru/videos/1024487924643402/>.
- MOKHONKO, Ganna y Kateryna PIMONOVA. SCRUM METHODOLOGY IN PROJECT MANAGEMENT ON PHARMACEUTICAL ENTERPRISES. *Economy and Society* [en línea]. 2019, (20). ISSN 2524-0072 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.32782/2524-0072/2019-20-43
- MOLE, Patrick. Progressive Web Apps: A Novel Way for Cross-Platform Development. En línea. 2020. Disponible

- en: <https://www.researchgate.net/publication/344170769> *Progressive Web Apps A Novel Way for Cross-Platform Development*. [consultado el 18/12/2021].
- MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA. *CONTEO\_DE\_FLUJO\_DE CICLISTAS* · *Portal de Datos Abiertos - Municipalidad Metropolitana de Lima*. En línea. Municipalidad Metropolitana de Lima. 15/08/2020. Disponible en: <https://datosabiertos.munlima.gob.pe/dataviews/256680/conteo-de-flujo-de-ciclistas/>. [consultado el 15/10/2021].
- NURPEISOV, Y. M. Studying the role of progressive web application in modern web development. *Vestnik KazNRTU* [en línea]. 2021, **143**(2), 290–295. ISSN 2709-4766 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.51301/vest.su.2021.i2.38
- NURWANTO, Nurwanto. Penerapan Progressive Web Application (PWA) pada E-Commerce. *Techno.Com* [en línea]. 2019, **18**(3), 227–235. ISSN 2356-2579 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.33633/tc.v18i3.2400
- PALAK, Jan y Małgorzata PLECHAWSKA-WÓJCIK. Comparative analysis of the usage of Angular2 and Ember.js frameworks. *Journal of Computer Sciences Institute* [en línea]. 2018, **7**, 205–209. ISSN 2544-0764 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.35784/jcsi.679
- PORTELLA MELCHOR, John P. et al. Optimización de rutas de vehículos con enfoque multiobjetivo mediante Sistema Basado en Colonia de Hormigas en una Empresa de transporte de Personal. *Revista ECIPeru* [en línea]. 2018, 5–12. ISSN 1813-0194 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.33017/reveciperu2017.0001
- PUCIARELLI, Luciano. *Angular: TypeScript – Arquitectura – Instalación – Directivas y Bindings – Forms – Ruteo y más*. Autónoma: Six Ediciones, 2020. ISBN 978-987-4958-27-3.
- RAMOS, Aline Bentes y Dalton Chaves VILELA JUNIOR. A Influência do Papel do Scrum Master no Desenvolvimento de Projetos Scrum. *Revista de Gestão e Projetos* [en línea]. 2017, **08**(03), 80–99. ISSN 2236-0972 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.5585/gep.v8i3.556
- RODRÍGUEZ, Darinka. *El camino cuesta arriba de la bicicleta en tiempos de pandemia en Ciudad de México*. En línea. El País México. 26/01/2021. Disponible en: <https://elpais.com/mexico/sociedad/2021-01-26/el-camino->

cuesta-arriba-de-la-bicicleta-en-tiempos-de-pandemia-en-ciudad-de-mexico.html. [consultado el 18/12/2021].

- SACHDEVA, Sakshi. Scrum Methodology. *International Journal Of Engineering And Computer Science* [en línea]. 2016. ISSN 2319-7242 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.18535/ijecs/v5i6.11
- SEYTO PAMBUDI, Ermawan. Analisis Tingkat Kematangan Implementasi Scrum Menggunakan Scrum Maturity Mo del pada Instansi Pemerintah. *Jurnal Ilmiah Komputasi* [en línea]. 2021, **20**(2). ISSN 2549-7227 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.32409/jikstik.20.2.2715
- SHARMA, Divya y Hiren DAND. Firebase as BaaS for College Android Application. *International Journal of Computer Applications* [en línea]. 2019, **178**(20), 1–6. ISSN 0975-8887 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.5120/ijca2019918977
- STEINER, Thomas. What is in a web view: an analysis of progressive web app features when the means of web access is not a web browser. En línea. *Companion of the The Web Conference 2018 on The Web Conference 2018 - WWW '18*, 2018, pp. 789–796. Disponible en: <https://doi.org/10.1145/3184558.3188742>.
- SUMANGALI, K., Lokesh BORRA y Amol SURAJ MISHRA. A Comprehensive review on the open source hackable text editor-ATOM. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. 2017, **263**, 042061. ISSN 1757-899X [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.1088/1757-899x/263/4/042061
- TANDEL, Sayali y Abhishek JAMADAR. Impact of progressive web apps on web app development. En línea. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, vol. 7 (2018), n.º 9, pp. 9439–9444. ISSN 2319-8753. Disponible en: [http://www.ijirset.com/upload/2018/september/21\\_Impact.pdf](http://www.ijirset.com/upload/2018/september/21_Impact.pdf).
- TAXER, Jamie L. y Anne C. FRENZEL. Facets of teachers' emotional lives: A quantitative investigation of teachers' genuine, faked, and hidden emotions. *Teaching and Teacher Education* [en línea]. 2015, **49**, 78–88. ISSN 0742-051X [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.1016/j.tate.2015.03.003

VALDERRAMA, Santiago. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. 2ª ed. San Marcos, 2013. ISBN 978-612-302-878-7.

WIJAYA, Hadi, Rabab ALAYHAM ABBAS y . Animation Effectiveness for E-Learning with Progressive Web App Approach: a Narrative Review. *International Journal of Engineering & Technology* [en línea]. 2018, **7**(4.11), 112. ISSN 2227-524X [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.14419/ijet.v7i4.11.20785

ZANTALIS, Fotios et al. A Review of Machine Learning and IoT in Smart Transportation. *Future Internet* [en línea]. 2019, **11**(4), 94. ISSN 1999-5903 [consultado el 18/12/2021]. Disponible en: doi:10.3390/fi11040094

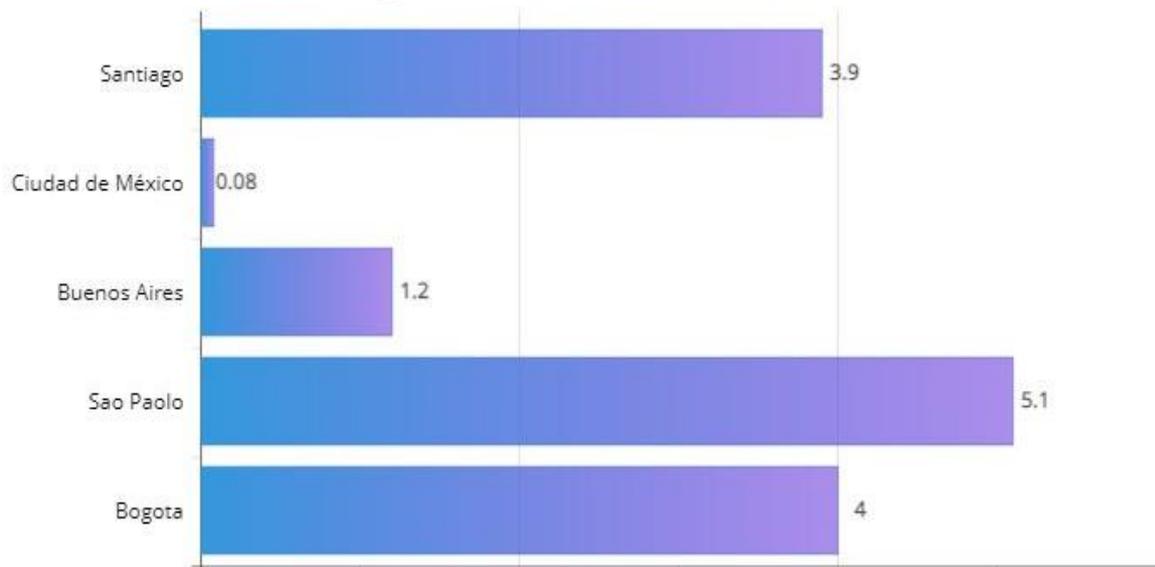
## **ANEXOS**

## Anexo 1

En este gráfico se puede apreciar el porcentaje de personas que hacen uso de la bicicleta como parte de sus actividades diarias en diferentes ciudades de América Latina

### La bicicleta como medio de transporte

*Porcentaje de personas que usan la bicicleta de forma cotidiana en algunas ciudades de América Latina*



*Nota:* Bicycle Cities Index, Coya AG, 2019

## Anexo 2

En este gráfico se tiene el porcentaje de personas que se movilizan en diferentes medios de transporte en la Región del Callao entre los años 2016 y 2019

### Cómo se movilizan las personas en el Callao, 2016-2019

Callao	2016	2017	2018	2019
Combi o cúster	45.0%	30.1%	39.4%	38.4%
Bus	22.1%	31.1%	23.6%	20.5%
Camino o voy a pie	7.8%	12.4%	13.0%	11.9%
Automovil propio	10.4%	9.6%	11.1%	11.4%
Mototaxi	0.9%	3.8%	2.9%	5.0%
Colectivo	3.9%	5.3%	5.8%	4.1%
Motocicleta propia	1.3%	2.4%	1.0%	1.8%
Taxi regular	1.3%	2.9%	0.0%	1.8%
Bicicleta	0.9%	0.0%	0.0%	1.4%
Otro	3.0%	0.0%	2.4%	1.4%
Taxi por aplicativo	-	-	-	0.9%
Metropolitano	0.4%	0.0%	0.0%	0.5%
Corredores Complementarios	0.4%	0.0%	0.0%	0.5%
Metro de Lima	2.6%	0.0%	0.0%	0.0%

*Nota:* Lima Cómo Vamos, 2019

### Anexo 3 – Operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Aplicación Web Progresiva	Es definida por Luna (2021) como un software web que es utilizado desde cualquier navegador web actualizado y su construcción se basa en las tecnologías web como son HTML5, JavaScript y CSS3 siendo compatible con cualquier plataforma	La aplicación web progresiva ayudará en la optimización de rutas a los ciclistas de Lima Metropolitana			
DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Optimización de rutas	Para Milian (2019) es el proceso por el cual permite determinar la ruta más corta entre puntos de una red con el fin de reducir la distancia, el tiempo o los costos	La optimización de rutas se puede dimensionar en distancia y tiempo para así poder calcular y verificar la ruta más corta y en el menor tiempo	Nivel Táctico (Ballou, 2004)	$\bar{d} = \frac{d_r}{d_e}$ Donde: $\bar{d}$ = Distancia de ruta $d_r$ = Distancia recorrida $d_e$ = Distancia estimada	Numeral
			Nivel Operativo (Ballou, 2004)	$\bar{t} = \frac{t_r}{t_e}$ Donde: $\bar{t}$ = Tiempo de ruta $t_r$ = Tiempo recorrido $t_e$ = Tiempo estimado	Numeral

## Anexo 4 – Matriz de consistencia

TÍTULO: “Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana”				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Tipo
¿Cómo impacta la Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana?	Determinar el impacto de la Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.	La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios optimiza las rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.	Aplicación Web Progresiva	Aplicada por que según Valderrama (2013) busca conocer la realidad del entorno con la finalidad de proponer soluciones efectivas y necesarias que contribuyan de manera efectiva en la resolución de una problemática detectada.
Problema Específico 1	Objetivo Específico 1	Hipótesis Específico 1		Diseño
¿Cómo impacta la Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios en reducir la distancia de acceso de un punto a otro para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana?	Determinar el impacto de la Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios en reducir la distancia de acceso de un punto a otro para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.	La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios reduce la distancia de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.		Experimental porque según Hernández et al. (2014) es realizar una determinada acción por medio de la manipulación intencional para luego observar las consecuencias y así poder analizar los resultados, todo esto dentro de un entorno controlado por el investigador.
Problema Específico 2	Objetivo Específico 2	Hipótesis Específico 2	Variable Dependiente	Pre-experimental porque según Hernández et al. (2014) este proyecto tiene un grado de control mínimo, las variables e indicadores serán medidas en dos momentos con el pre-test y post-test con un solo grupo y por último se realizará la comparación de los resultados finales en cada uno de los momentos
¿Cómo impacta la Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios en reducir el tiempo de acceso de un punto a otro para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana?	Determinar el impacto de la Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios en reducir el tiempo de acceso de un punto a otro para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.	La Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios reduce el tiempo de acceso de un punto a otro en la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana.	Optimización de rutas	

## Anexo 5 – Test de Distancia de recorrido

Ficha de Registro			
Proyecto de Investigación	Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana		
Tipo de Prueba	Test		
Motivo de la Investigación	Distancia de recorrido		
Investigador	David Jesús Ortega Baca		
Fecha de Inicio	1/10/2021	Fecha Fin	31/10/2021

Variable	Indicador	Medida	Fórmula
Optimización de rutas	Distancia recorrida	Numeral	$\bar{d} = \frac{d_r}{d_e}$

Ítem	Ciclista	Distancia estimada	Distancia recorrida	Distancia efectiva
1	YOLANDA	5	6,5	1,30
2	MARIA NIEVES	3	3,8	1,27
3	MATEO	10	13,3	1,33
4	ADOLFO	6	7,8	1,30
5	JESUS	8	10,0	1,25
6	JOSE MARIA	7	9,0	1,29
7	VIRGINIA	8	10,4	1,30
8	MARIO	11	14,1	1,28
9	SANDRA	10	13,0	1,30
10	ANDRES	9	11,5	1,28
11	BEATRIZ	7	9,0	1,29
12	GONZALO	3	3,9	1,30
13	NATALIA	5	6,5	1,30
14	LORENA	5	6,3	1,26
15	CRISTINA	11	14,7	1,34
16	TERESA	9	11,7	1,30
17	ALEJANDRA	10	12,5	1,25
18	RICARDO	3	3,8	1,27
19	CONCEPCION	8	10,4	1,30
20	CESAR	5	6,4	1,28
21	ALFONSO	1	1,3	1,30
22	JONATHAN	10	12,8	1,28
23	RODRIGO	10	12,8	1,28
24	SILVIA	7	9,2	1,31
25	RAFAEL	11	14,9	1,35
26	ADOLFO	5	6,3	1,26
27	FATIMA	12	15,4	1,28
28	OLGA	8	10,5	1,31
29	DAVID	11	14,1	1,28
30	JUAN CARLOS	12	16,2	1,35
31	CONCEPCION	1	1,3	1,30
32	JUAN MANUEL	11	14,5	1,32

33	MONICA	1	1,3	1,30
34	MARIA ROSARIO	11	13,9	1,26
35	JOSE MIGUEL	7	9,1	1,30
36	MANUELA	10	12,5	1,25
37	TOMAS	1	1,3	1,30
38	MIGUEL ANGEL	3	3,9	1,30
39	JESUS	5	6,3	1,26
40	MARTA	5	6,7	1,34
41	ANDREA	10	13,0	1,30
42	SAMUEL	9	11,3	1,26
43	JUANA	12	15,4	1,28
44	MARIA	11	14,3	1,30
45	GUILLERMO	3	3,8	1,27
46	MARIA MERCEDES	9	11,7	1,30
47	JUAN ANTONIO	4	5,1	1,28
48	DOMINGO	6	7,7	1,28
49	ANDREA	1	1,3	1,30
50	ANNA	5	6,8	1,36
51	LUIS MIGUEL	12	15,2	1,27
52	INMACULADA	9	11,5	1,28
53	JUAN LUIS	9	11,8	1,31
54	GONZALO	2	2,6	1,30
55	ALFONSO	6	8,1	1,35
56	EMILIA	4	5,0	1,25
57	JUAN CARLOS	6	7,9	1,32
58	ANGEL	12	15,0	1,25
59	RUBEN	8	10,1	1,26
60	INES	5	6,5	1,30
61	JORGE	5	6,3	1,26
62	NOELIA	11	14,5	1,32
63	JOSE IGNACIO	7	9,1	1,30
64	SAMUEL	10	12,7	1,27
65	ISABEL	4	5,3	1,33
66	INES	7	9,1	1,30
67	CARMEN	7	8,8	1,26
68	MARIA NIEVES	3	3,8	1,27
69	EVA MARIA	8	10,4	1,30
70	NOELIA	11	14,1	1,28
71	ALBERT	7	9,1	1,30
72	MARIANO	1	1,3	1,30
73	JAVIER	12	15,4	1,28
74	CRISTOBAL	2	2,6	1,30
75	MONICA	6	8,1	1,35
76	AGUSTIN	11	13,9	1,26
77	MARGARITA	1	1,3	1,30
78	JUAN	4	5,3	1,33
79	FRANCISCO	9	11,5	1,28

80	ALBERT	4	5,4	1,35
81	FRANCISCO JAVIER	9	11,8	1,31
82	SARA	5	6,5	1,30
83	FELIX	5	6,3	1,26
84	RAMON	11	14,7	1,34
85	ALBERT	9	11,7	1,30
86	HECTOR	4	5,0	1,25
87	MIGUEL ANGEL	5	6,4	1,28
88	AGUSTIN	11	14,3	1,30
89	MARIA ROSARIO	10	12,8	1,28
90	CRISTIAN	8	10,4	1,30
91	FRANCISCO	12	15,4	1,28
92	ANA ISABEL	6	7,7	1,28
93	ENCARNACION	6	7,8	1,30
94	MARIA PILAR	4	5,1	1,28
95	FRANCISCA	4	5,3	1,33
96	RICARDO	5	6,5	1,30
97	JORDI	1	1,3	1,30
98	ANGELES	12	15,4	1,28
99	LUCHO	3	3,9	1,30
100	PAULA	6	7,7	1,28
101	JULIO	3	3,9	1,30
102	ANGEL	1	1,3	1,30
103	ANTONIO	2	2,6	1,30
104	PAULA	3	3,9	1,30
105	GREGORIO	10	13,5	1,35
106	IGNACIO	7	9,0	1,29
107	SALVADOR	11	14,3	1,30
108	MIGUEL ANGEL	12	15,4	1,28
109	FELIPE	12	15,6	1,30
110	MIRIAM	4	5,1	1,28
111	ALVARO	7	9,0	1,29
112	GREGORIO	7	9,2	1,31
113	JIMENA	1	1,4	1,40
114	GUILLERMO	5	6,3	1,26
115	DANIEL	2	2,6	1,30
116	PEDRO	7	9,2	1,31
117	CARLOS	6	7,7	1,28
118	RICHARD	5,5	7,4	1,35
119	OSCAR	11	13,8	1,25
120	OLGA	4	5,3	1,33
121	MARIO	10	12,5	1,25
122	AMPARO	6	7,6	1,27
123	FELIX	1	1,3	1,30
124	EVERTH	7	9,0	1,29
125	INES	11	14,5	1,32
126	SARA	11	14,1	1,28

127	JORGE	2	2,7	1,35
128	DANIEL	9	11,3	1,26
129	FERNANDO	6	7,9	1,32
130	MERCEDES	3	3,8	1,27
131	MIGUEL	5	6,3	1,26
132	FRANCISCA	11	14,3	1,30
133	RAQUEL	1	1,3	1,30
134	SANDRA	5	6,6	1,32
135	MANUEL	12	15,6	1,30
136	SEBASTIAN	4	5,1	1,28
137	DOLORES	2	2,7	1,35
138	VANESA	11	14,3	1,30
139	DANIEL	11	13,8	1,25
140	JAIME	7	9,0	1,29
141	NIEVES	6	7,8	1,30
142	MARIA LUISA	7	9,0	1,29
143	CARMEN	12	15,6	1,30
144	CARLOS	10	12,8	1,28
145	ANDREA	7	9,0	1,29
146	JULIO	7	9,2	1,31
147	ANA	9	12,2	1,36
148	ANA	9	11,5	1,28
149	EDUARDO	6	7,7	1,28
150	SALVADOR	6	7,9	1,32
151	IRENE	6	7,8	1,30
152	ROSARIO	2	2,5	1,25
153	PABLO	2	2,7	1,35
154	SERGIO	3	3,9	1,30
155	LUCAS	11	13,8	1,25
156	MARIA PILAR	8	10,3	1,29
157	VICTOR	12	15,6	1,30
158	SANDRA	7	9,0	1,29
159	FELIX	1	1,3	1,30
160	MARIO	3	3,9	1,30
161	ANTONIA	8	10,0	1,25
162	CELIA	10	12,7	1,27
163	SALVADOR	9	11,7	1,30
164	LUCAS	1	1,3	1,30
165	AINHOA	6	7,9	1,32
166	TOMAS	6	7,8	1,30
167	PATRICIA	1	1,3	1,30

## Anexo 6 – Post-test de Distancia de recorrido

Ficha de Registro			
Proyecto de Investigación	Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana		
Tipo de Prueba	Post-test		
Motivo de la Investigación	Distancia de recorrido		
Investigador	David Jesús Ortega Baca		
Fecha de Inicio	1/03/2022	Fecha Fin	31/03/2022

Variable	Indicador	Medida	Fórmula
Optimización de rutas	Distancia recorrida	Numeral	$\bar{d} = \frac{d_r}{d_e}$

Ítem	Ciclista	Distancia estimada	Distancia recorrida	Distancia efectiva
1	YOLANDA	5	5,5	1,10
2	MARIA NIEVES	3	3,2	1,06
3	MATEO	10	11,3	1,13
4	ADOLFO	6	6,6	1,10
5	JESUS	8	8,3	1,04
6	JOSE MARIA	7	7,7	1,10
7	VIRGINIA	8	8,5	1,06
8	MARIO	11	11,5	1,04
9	SANDRA	10	11,0	1,10
10	ANDRES	9	9,4	1,04
11	BEATRIZ	7	7,3	1,05
12	GONZALO	3	3,3	1,10
13	NATALIA	5	5,4	1,08
14	LORENA	5	5,2	1,05
15	CRISTINA	11	12,7	1,15
16	TERESA	9	9,9	1,10
17	ALEJANDRA	10	10,4	1,04
18	RICARDO	3	3,2	1,06
19	CONCEPCION	8	8,5	1,06
20	CESAR	5	5,2	1,03
21	ALFONSO	1	1,1	1,06
22	JONATHAN	10	10,6	1,06
23	RODRIGO	10	10,8	1,08
24	SILVIA	7	7,5	1,08
25	RAFAEL	11	12,3	1,12
26	ADOLFO	5	5,1	1,02
27	FATIMA	12	13,0	1,09
28	OLGA	8	9,0	1,13
29	DAVID	11	11,8	1,07
30	JUAN CARLOS	12	13,5	1,13
31	CONCEPCION	1	1,1	1,06
32	JUAN MANUEL	11	12,5	1,13

33	MONICA	1	1,1	1,09
34	MARIA ROSARIO	11	11,6	1,05
35	JOSE MIGUEL	7	7,6	1,09
36	MANUELA	10	10,4	1,04
37	TOMAS	1	1,1	1,05
38	MIGUEL ANGEL	3	3,3	1,10
39	JESUS	5	5,1	1,02
40	MARTA	5	5,6	1,12
41	ANDREA	10	10,5	1,05
42	SAMUEL	9	9,5	1,06
43	JUANA	12	12,9	1,07
44	MARIA	11	11,7	1,06
45	GUILLERMO	3	3,2	1,07
46	MARIA MERCEDES	9	9,8	1,09
47	JUAN ANTONIO	4	4,4	1,09
48	DOMINGO	6	6,6	1,10
49	ANDREA	1	1,1	1,08
50	ANNA	5	5,6	1,11
51	LUIS MIGUEL	12	12,8	1,07
52	INMACULADA	9	9,6	1,07
53	JUAN LUIS	9	10,0	1,11
54	GONZALO	2	2,2	1,12
55	ALFONSO	6	6,8	1,13
56	EMILIA	4	4,2	1,04
57	JUAN CARLOS	6	6,8	1,13
58	ANGEL	12	12,5	1,04
59	RUBEN	8	8,4	1,05
60	INES	5	5,5	1,10
61	JORGE	5	5,4	1,08
62	NOELIA	11	11,9	1,08
63	JOSE IGNACIO	7	7,4	1,05
64	SAMUEL	10	10,2	1,02
65	ISABEL	4	4,3	1,08
66	INES	7	7,7	1,10
67	CARMEN	7	7,1	1,01
68	MARIA NIEVES	3	3,1	1,04
69	EVA MARIA	8	8,9	1,12
70	NOELIA	11	11,9	1,08
71	ALBERT	7	7,6	1,09
72	MARIANO	1	1,1	1,09
73	JAVIER	12	13,0	1,09
74	CRISTOBAL	2	2,2	1,12
75	MONICA	6	6,8	1,13
76	AGUSTIN	11	11,9	1,08
77	MARGARITA	1	1,1	1,08
78	JUAN	4	4,4	1,09
79	FRANCISCO	9	9,8	1,09

80	ALBERT	4	4,6	1,15
81	FRANCISCO JAVIER	9	10,0	1,11
82	SARA	5	5,4	1,08
83	FELIX	5	5,1	1,02
84	RAMON	11	12,1	1,10
85	ALBERT	9	9,8	1,09
86	HECTOR	4	4,0	1,00
87	MIGUEL ANGEL	5	5,2	1,04
88	AGUSTIN	11	12,0	1,09
89	MARIA ROSARIO	10	10,3	1,03
90	CRISTIAN	8	8,8	1,10
91	FRANCISCO	12	12,4	1,03
92	ANA ISABEL	6	6,2	1,03
93	ENCARNACION	6	6,3	1,05
94	MARIA PILAR	4	4,3	1,06
95	FRANCISCA	4	4,3	1,08
96	RICARDO	5	5,3	1,06
97	JORDI	1	1,1	1,06
98	ANGELES	12	13,2	1,10
99	LUCHO	3	3,2	1,06
100	PAULA	6	6,6	1,10
101	JULIO	3	3,3	1,09
102	ANGEL	1	1,1	1,10
103	ANTONIO	2	2,1	1,06
104	PAULA	3	3,3	1,12
105	GREGORIO	10	11,3	1,13
106	IGNACIO	7	7,5	1,07
107	SALVADOR	11	12,1	1,10
108	MIGUEL ANGEL	12	12,7	1,06
109	FELIPE	12	13,1	1,09
110	MIRIAM	4	4,2	1,04
111	ALVARO	7	7,5	1,07
112	GREGORIO	7	7,6	1,09
113	JIMENA	1	1,2	1,18
114	GUILLERMO	5	5,1	1,01
115	DANIEL	2	2,2	1,09
116	PEDRO	7	7,8	1,12
117	CARLOS	6	6,5	1,09
118	RICHARD	5,5	6,2	1,13
119	OSCAR	11	11,5	1,04
120	OLGA	4	4,3	1,08
121	MARIO	10	10,0	1,00
122	AMPARO	6	6,3	1,04
123	FELIX	1	1,1	1,09
124	EVERTH	7	7,7	1,10
125	INES	11	12,2	1,11
126	SARA	11	11,4	1,03

127	JORGE	2	2,3	1,17
128	DANIEL	9	9,2	1,02
129	FERNANDO	6	6,5	1,08
130	MERCEDES	3	3,1	1,03
131	MIGUEL	5	5,1	1,01
132	FRANCISCA	11	11,7	1,06
133	RAQUEL	1	1,1	1,06
134	SANDRA	5	5,4	1,08
135	MANUEL	12	13,4	1,12
136	SEBASTIAN	4	4,1	1,03
137	DOLORES	2	2,2	1,11
138	VANESA	11	11,7	1,06
139	DANIEL	11	11,8	1,07
140	JAIME	7	7,6	1,09
141	NIEVES	6	6,5	1,09
142	MARIA LUISA	7	7,7	1,10
143	CARMEN	12	12,6	1,05
144	CARLOS	10	10,8	1,08
145	ANDREA	7	7,7	1,10
146	JULIO	7	7,5	1,06
147	ANA	9	10,5	1,17
148	ANA	9	9,4	1,04
149	EDUARDO	6	6,2	1,03
150	SALVADOR	6	6,6	1,09
151	IRENE	6	6,4	1,06
152	ROSARIO	2	2,1	1,07
153	PABLO	2	2,3	1,14
154	SERGIO	3	3,2	1,06
155	LUCAS	11	11,5	1,04
156	MARIA PILAR	8	8,6	1,08
157	VICTOR	12	13,1	1,09
158	SANDRA	7	7,3	1,05
159	FELIX	1	1,1	1,05
160	MARIO	3	3,3	1,09
161	ANTONIA	8	8,4	1,05
162	CELIA	10	10,2	1,02
163	SALVADOR	9	9,7	1,08
164	LUCAS	1	1,1	1,12
165	AINHOA	6	6,6	1,09
166	TOMAS	6	6,5	1,08
167	PATRICIA	1	1,1	1,10

## Anexo 7 – Test de Tiempo de recorrido

Ficha de Registro			
Proyecto de Investigación	Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana		
Tipo de Prueba	Test		
Motivo de la Investigación	Tiempo de recorrido		
Investigador	David Jesús Ortega Baca		
Fecha de Inicio	1/10/2021	Fecha Fin	31/10/2021

Variable	Indicador	Medida	Fórmula
Optimización de rutas	Tiempo de recorrido	Numeral	$\bar{t} = \frac{t_r}{t_e}$

Ítem	Ciclista	Tiempo estimado	Tiempo recorrido	Tiempo efectiva
1	YOLANDA	00:25:43	00:33:26	1,30
2	MARIA NIEVES	00:15:26	00:19:33	1,27
3	MATEO	01:00:00	01:19:48	1,33
4	ADOLFO	00:30:51	00:40:07	1,30
5	JESUS	00:48:00	01:00:00	1,25
6	JOSE MARIA	00:33:00	00:42:26	1,29
7	VIRGINIA	00:48:00	01:02:24	1,30
8	MARIO	00:56:34	01:12:31	1,28
9	SANDRA	01:08:34	01:29:09	1,30
10	ANDRES	00:54:00	01:09:00	1,28
11	BEATRIZ	00:39:00	00:50:09	1,29
12	GONZALO	00:20:34	00:26:45	1,30
13	NATALIA	00:32:09	00:41:47	1,30
14	LORENA	00:32:09	00:40:30	1,26
15	CRISTINA	01:01:17	01:21:54	1,34
16	TERESA	00:42:26	00:55:09	1,30
17	ALEJANDRA	00:51:26	01:04:17	1,25
18	RICARDO	00:19:17	00:24:26	1,27
19	CONCEPCION	00:44:34	00:57:57	1,30
20	CESAR	00:30:00	00:38:24	1,28
21	ALFONSO	00:04:43	00:06:08	1,30
22	JONATHAN	00:51:26	01:05:50	1,28
23	RODRIGO	00:55:43	01:11:19	1,28
24	SILVIA	00:36:00	00:47:19	1,31
25	RAFAEL	01:15:26	01:42:10	1,35
26	ADOLFO	00:30:00	00:37:48	1,26
27	FATIMA	01:22:17	01:45:36	1,28
28	OLGA	00:37:43	00:49:30	1,31
29	DAVID	00:56:34	01:12:31	1,28
30	JUAN CARLOS	01:17:09	01:44:09	1,35
31	CONCEPCION	00:06:26	00:08:21	1,30
32	JUAN MANUEL	01:06:00	01:27:00	1,32

33	MONICA	00:06:00	00:07:48	1,30
34	MARIA ROSARIO	01:06:00	01:23:24	1,26
35	JOSE MIGUEL	00:39:00	00:50:42	1,30
36	MANUELA	00:55:43	01:09:39	1,25
37	TOMAS	00:05:09	00:06:41	1,30
38	MIGUEL ANGEL	00:14:09	00:18:23	1,30
39	JESUS	00:23:34	00:29:42	1,26
40	MARTA	00:23:34	00:31:35	1,34
41	ANDREA	01:08:34	01:29:09	1,30
42	SAMUEL	00:54:00	01:07:48	1,26
43	JUANA	00:56:34	01:12:36	1,28
44	MARIA	00:56:34	01:13:33	1,30
45	GUILLERMO	00:20:34	00:26:03	1,27
46	MARIA MERCEDES	00:50:09	01:05:11	1,30
47	JUAN ANTONIO	00:24:00	00:30:36	1,28
48	DOMINGO	00:41:09	00:52:48	1,28
49	ANDREA	00:06:00	00:07:48	1,30
50	ANNA	00:34:17	00:46:38	1,36
51	LUIS MIGUEL	01:22:17	01:44:14	1,27
52	INMACULADA	00:50:09	01:04:04	1,28
53	JUAN LUIS	01:01:43	01:20:55	1,31
54	GONZALO	00:13:43	00:17:50	1,30
55	ALFONSO	00:38:34	00:52:04	1,35
56	EMILIA	00:22:17	00:27:51	1,25
57	JUAN CARLOS	00:41:09	00:54:10	1,32
58	ANGEL	01:22:17	01:42:51	1,25
59	RUBEN	00:37:43	00:47:37	1,26
60	INES	00:27:51	00:36:13	1,30
61	JORGE	00:32:09	00:40:30	1,26
62	NOELIA	01:10:43	01:33:13	1,32
63	JOSE IGNACIO	00:36:00	00:46:48	1,30
64	SAMUEL	01:08:34	01:27:05	1,27
65	ISABEL	00:20:34	00:27:15	1,33
66	INES	00:33:00	00:42:54	1,30
67	CARMEN	00:45:00	00:56:34	1,26
68	MARIA NIEVES	00:18:00	00:22:48	1,27
69	EVA MARIA	00:41:09	00:53:29	1,30
70	NOELIA	00:56:34	01:12:31	1,28
71	ALBERT	00:36:00	00:46:48	1,30
72	MARIANO	00:05:09	00:06:41	1,30
73	JAVIER	00:56:34	01:12:36	1,28
74	CRISTOBAL	00:09:26	00:12:15	1,30
75	MONICA	00:28:17	00:38:11	1,35
76	AGUSTIN	00:56:34	01:11:29	1,26
77	MARGARITA	00:05:09	00:06:41	1,30
78	JUAN	00:24:00	00:31:48	1,33
79	FRANCISCO	00:57:51	01:13:56	1,28

80	ALBERT	00:24:00	00:32:24	1,35
81	FRANCISCO JAVIER	00:46:17	01:00:41	1,31
82	SARA	00:32:09	00:41:47	1,30
83	FELIX	00:25:43	00:32:24	1,26
84	RAMON	00:56:34	01:15:36	1,34
85	ALBERT	00:54:00	01:10:12	1,30
86	HECTOR	00:27:26	00:34:17	1,25
87	MIGUEL ANGEL	00:30:00	00:38:24	1,28
88	AGUSTIN	01:15:26	01:38:03	1,30
89	MARIA ROSARIO	01:08:34	01:27:46	1,28
90	CRISTIAN	00:48:00	01:02:24	1,30
91	FRANCISCO	01:12:00	01:32:24	1,28
92	ANA ISABEL	00:36:00	00:46:12	1,28
93	ENCARNACION	00:30:51	00:40:07	1,30
94	MARIA PILAR	00:24:00	00:30:36	1,28
95	FRANCISCA	00:20:34	00:27:15	1,33
96	RICARDO	00:30:00	00:39:00	1,30
97	JORDI	00:05:34	00:07:15	1,30
98	ANGELES	01:17:09	01:39:00	1,28
99	LUCHO	00:20:34	00:26:45	1,30
100	PAULA	00:28:17	00:36:18	1,28
101	JULIO	00:18:00	00:23:24	1,30
102	ANGEL	00:05:09	00:06:41	1,30
103	ANTONIO	00:12:51	00:16:43	1,30
104	PAULA	00:16:43	00:21:44	1,30
105	GREGORIO	01:08:34	01:32:34	1,35
106	IGNACIO	00:45:00	00:57:51	1,29
107	SALVADOR	01:06:00	01:25:48	1,30
108	MIGUEL ANGEL	01:22:17	01:45:36	1,28
109	FELIPE	01:12:00	01:33:36	1,30
110	MIRIAM	00:27:26	00:34:58	1,28
111	ALVARO	00:39:00	00:50:09	1,29
112	GREGORIO	00:39:00	00:51:15	1,31
113	JIMENA	00:05:34	00:07:48	1,40
114	GUILLERMO	00:34:17	00:43:12	1,26
115	DANIEL	00:12:00	00:15:36	1,30
116	PEDRO	00:48:00	01:03:05	1,31
117	CARLOS	00:33:26	00:42:54	1,28
118	RICHARD	00:37:43	00:50:45	1,35
119	OSCAR	01:10:43	01:28:43	1,25
120	OLGA	00:22:17	00:29:32	1,33
121	MARIO	01:08:34	01:25:43	1,25
122	AMPARO	00:41:09	00:52:07	1,27
123	FELIX	00:05:34	00:07:15	1,30
124	EVERTH	00:42:00	00:54:00	1,29
125	INES	01:10:43	01:33:13	1,32
126	SARA	00:51:51	01:06:28	1,28

127	JORGE	00:12:51	00:17:21	1,35
128	DANIEL	00:57:51	01:12:39	1,26
129	FERNANDO	00:30:51	00:40:38	1,32
130	MERCEDES	00:20:34	00:26:03	1,27
131	MIGUEL	00:34:17	00:43:12	1,26
132	FRANCISCA	01:06:00	01:25:48	1,30
133	RAQUEL	00:05:09	00:06:41	1,30
134	SANDRA	00:23:34	00:31:07	1,32
135	MANUEL	01:12:00	01:33:36	1,30
136	SEBASTIAN	00:22:17	00:28:25	1,28
137	DOLORES	00:11:09	00:15:03	1,35
138	VANESA	01:10:43	01:31:56	1,30
139	DANIEL	01:01:17	01:16:53	1,25
140	JAIME	00:45:00	00:57:51	1,29
141	NIEVES	00:33:26	00:43:27	1,30
142	MARIA LUISA	00:36:00	00:46:17	1,29
143	CARMEN	00:56:34	01:13:33	1,30
144	CARLOS	00:51:26	01:05:50	1,28
145	ANDREA	00:42:00	00:54:00	1,29
146	JULIO	00:45:00	00:59:09	1,31
147	ANA	00:54:00	01:13:12	1,36
148	ANA	00:50:09	01:04:04	1,28
149	EDUARDO	00:41:09	00:52:48	1,28
150	SALVADOR	00:38:34	00:50:47	1,32
151	IRENE	00:38:34	00:50:09	1,30
152	ROSARIO	00:11:09	00:13:56	1,25
153	PABLO	00:12:00	00:16:12	1,35
154	SERGIO	00:16:43	00:21:44	1,30
155	LUCAS	01:10:43	01:28:43	1,25
156	MARIA PILAR	00:54:51	01:10:38	1,29
157	VICTOR	01:17:09	01:40:17	1,30
158	SANDRA	00:39:00	00:50:09	1,29
159	FELIX	00:05:34	00:07:15	1,30
160	MARIO	00:15:26	00:20:03	1,30
161	ANTONIA	00:51:26	01:04:17	1,25
162	CELIA	00:55:43	01:10:45	1,27
163	SALVADOR	01:01:43	01:20:14	1,30
164	LUCAS	00:06:26	00:08:21	1,30
165	AINHOA	00:33:26	00:44:01	1,32
166	TOMAS	00:30:51	00:40:07	1,30
167	PATRICIA	00:06:00	00:07:48	1,30

## Anexo 8 – Post-test de Tiempo de recorrido

Ficha de Registro			
Proyecto de Investigación	Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana		
Tipo de Prueba	Post-test		
Motivo de la Investigación	Tiempo de recorrido		
Investigador	David Jesús Ortega Baca		
Fecha de Inicio	1/03/2022	Fecha Fin	31/03/2022

Variable	Indicador	Medida	Fórmula
Optimización de rutas	Tiempo de recorrido	Numeral	$\bar{t} = \frac{t_r}{t_e}$

Ítem	Ciclista	Tiempo estimado	Tiempo recorrido	Tiempo efectiva
1	YOLANDA	00:25:43	00:26:27	1,03
2	MARIA NIEVES	00:15:26	00:15:12	0,99
3	MATEO	01:00:00	01:03:24	1,06
4	ADOLFO	00:30:51	00:31:44	1,03
5	JESUS	00:48:00	00:46:33	0,97
6	JOSE MARIA	00:33:00	00:33:54	1,03
7	VIRGINIA	00:48:00	00:47:37	0,99
8	MARIO	00:56:34	00:55:10	0,98
9	SANDRA	01:08:34	01:10:32	1,03
10	ANDRES	00:54:00	00:52:27	0,97
11	BEATRIZ	00:39:00	00:38:10	0,98
12	GONZALO	00:20:34	00:21:10	1,03
13	NATALIA	00:32:09	00:32:17	1,00
14	LORENA	00:32:09	00:31:28	0,98
15	CRISTINA	01:01:17	01:05:51	1,07
16	TERESA	00:42:26	00:43:38	1,03
17	ALEJANDRA	00:51:26	00:49:52	0,97
18	RICARDO	00:19:17	00:19:00	0,99
19	CONCEPCION	00:44:34	00:44:13	0,99
20	CESAR	00:30:00	00:28:50	0,96
21	ALFONSO	00:04:43	00:04:41	0,99
22	JONATHAN	00:51:26	00:50:41	0,99
23	RODRIGO	00:55:43	00:56:16	1,01
24	SILVIA	00:36:00	00:36:12	1,01
25	RAFAEL	01:15:26	01:18:41	1,04
26	ADOLFO	00:30:00	00:28:39	0,95
27	FATIMA	01:22:17	01:23:21	1,01
28	OLGA	00:37:43	00:39:41	1,05
29	DAVID	00:56:34	00:56:32	1,00
30	JUAN CARLOS	01:17:09	01:21:04	1,05
31	CONCEPCION	00:06:26	00:06:23	0,99
32	JUAN MANUEL	01:06:00	01:09:48	1,06

33	MONICA	00:06:00	00:06:06	1,02
34	MARIA ROSARIO	01:06:00	01:04:51	0,98
35	JOSE MIGUEL	00:39:00	00:39:38	1,02
36	MANUELA	00:55:43	00:54:02	0,97
37	TOMAS	00:05:09	00:05:02	0,98
38	MIGUEL ANGEL	00:14:09	00:14:33	1,03
39	JESUS	00:23:34	00:22:30	0,95
40	MARTA	00:23:34	00:24:33	1,04
41	ANDREA	01:08:34	01:07:12	0,98
42	SAMUEL	00:54:00	00:53:18	0,99
43	JUANA	00:56:34	00:56:37	1,00
44	MARIA	00:56:34	00:56:08	0,99
45	GUILLERMO	00:20:34	00:20:31	1,00
46	MARIA MERCEDES	00:50:09	00:50:58	1,02
47	JUAN ANTONIO	00:24:00	00:24:25	1,02
48	DOMINGO	00:41:09	00:42:11	1,03
49	ANDREA	00:06:00	00:06:02	1,00
50	ANNA	00:34:17	00:35:31	1,04
51	LUIS MIGUEL	01:22:17	01:22:04	1,00
52	INMACULADA	00:50:09	00:49:56	1,00
53	JUAN LUIS	01:01:43	01:04:07	1,04
54	GONZALO	00:13:43	00:14:16	1,04
55	ALFONSO	00:38:34	00:40:32	1,05
56	EMILIA	00:22:17	00:21:37	0,97
57	JUAN CARLOS	00:41:09	00:43:27	1,06
58	ANGEL	01:22:17	01:19:48	0,97
59	RUBEN	00:37:43	00:37:01	0,98
60	INES	00:27:51	00:28:39	1,03
61	JORGE	00:32:09	00:32:15	1,00
62	NOELIA	01:10:43	01:11:21	1,01
63	JOSE IGNACIO	00:36:00	00:35:17	0,98
64	SAMUEL	01:08:34	01:05:17	0,95
65	ISABEL	00:20:34	00:20:38	1,00
66	INES	00:33:00	00:33:56	1,03
67	CARMEN	00:45:00	00:42:18	0,94
68	MARIA NIEVES	00:18:00	00:17:31	0,97
69	EVA MARIA	00:41:09	00:42:49	1,04
70	NOELIA	00:56:34	00:57:14	1,01
71	ALBERT	00:36:00	00:36:35	1,02
72	MARIANO	00:05:09	00:05:14	1,02
73	JAVIER	00:56:34	00:57:18	1,01
74	CRISTOBAL	00:09:26	00:09:49	1,04
75	MONICA	00:28:17	00:29:44	1,05
76	AGUSTIN	00:56:34	00:56:57	1,01
77	MARGARITA	00:05:09	00:05:10	1,00
78	JUAN	00:24:00	00:24:22	1,02
79	FRANCISCO	00:57:51	00:59:01	1,02

80	ALBERT	00:24:00	00:25:48	1,08
81	FRANCISCO JAVIER	00:46:17	00:48:05	1,04
82	SARA	00:32:09	00:32:17	1,00
83	FELIX	00:25:43	00:24:33	0,95
84	RAMON	00:56:34	00:58:03	1,03
85	ALBERT	00:54:00	00:54:53	1,02
86	HECTOR	00:27:26	00:25:36	0,93
87	MIGUEL ANGEL	00:30:00	00:29:12	0,97
88	AGUSTIN	01:15:26	01:16:40	1,02
89	MARIA ROSARIO	01:08:34	01:05:55	0,96
90	CRISTIAN	00:48:00	00:49:22	1,03
91	FRANCISCO	01:12:00	01:09:26	0,96
92	ANA ISABEL	00:36:00	00:34:43	0,96
93	ENCARNACION	00:30:51	00:30:14	0,98
94	MARIA PILAR	00:24:00	00:23:50	0,99
95	FRANCISCA	00:20:34	00:20:38	1,00
96	RICARDO	00:30:00	00:29:46	0,99
97	JORDI	00:05:34	00:05:32	0,99
98	ANGELES	01:17:09	01:19:05	1,03
99	LUCHO	00:20:34	00:20:25	0,99
100	PAULA	00:28:17	00:29:00	1,03
101	JULIO	00:18:00	00:18:18	1,02
102	ANGEL	00:05:09	00:05:17	1,03
103	ANTONIO	00:12:51	00:12:45	0,99
104	PAULA	00:16:43	00:17:24	1,04
105	GREGORIO	01:08:34	01:12:04	1,05
106	IGNACIO	00:45:00	00:45:08	1,00
107	SALVADOR	01:06:00	01:07:53	1,03
108	MIGUEL ANGEL	01:22:17	01:21:21	0,99
109	FELIPE	01:12:00	01:13:11	1,02
110	MIRIAM	00:27:26	00:26:34	0,97
111	ALVARO	00:39:00	00:39:07	1,00
112	GREGORIO	00:39:00	00:39:41	1,02
113	JIMENA	00:05:34	00:06:07	1,10
114	GUILLERMO	00:34:17	00:32:19	0,94
115	DANIEL	00:12:00	00:12:12	1,02
116	PEDRO	00:48:00	00:50:01	1,04
117	CARLOS	00:33:26	00:33:52	1,01
118	RICHARD	00:37:43	00:39:56	1,06
119	OSCAR	01:10:43	01:08:52	0,97
120	OLGA	00:22:17	00:22:22	1,00
121	MARIO	01:08:34	01:04:00	0,93
122	AMPARO	00:41:09	00:40:02	0,97
123	FELIX	00:05:34	00:05:40	1,02
124	EVERTH	00:42:00	00:43:09	1,03
125	INES	01:10:43	01:13:04	1,03
126	SARA	00:51:51	00:49:56	0,96

127	JORGE	00:12:51	00:13:59	1,09
128	DANIEL	00:57:51	00:55:00	0,95
129	FERNANDO	00:30:51	00:31:06	1,01
130	MERCEDES	00:20:34	00:19:46	0,96
131	MIGUEL	00:34:17	00:32:19	0,94
132	FRANCISCA	01:06:00	01:05:29	0,99
133	RAQUEL	00:05:09	00:05:06	0,99
134	SANDRA	00:23:34	00:23:50	1,01
135	MANUEL	01:12:00	01:14:56	1,04
136	SEBASTIAN	00:22:17	00:21:19	0,96
137	DOLORES	00:11:09	00:11:35	1,04
138	VANESA	01:10:43	01:10:09	0,99
139	DANIEL	01:01:17	01:01:11	1,00
140	JAIME	00:45:00	00:45:41	1,02
141	NIEVES	00:33:26	00:33:59	1,02
142	MARIA LUISA	00:36:00	00:36:59	1,03
143	CARMEN	00:56:34	00:55:26	0,98
144	CARLOS	00:51:26	00:51:56	1,01
145	ANDREA	00:42:00	00:43:09	1,03
146	JULIO	00:45:00	00:44:42	0,99
147	ANA	00:54:00	00:59:00	1,09
148	ANA	00:50:09	00:48:43	0,97
149	EDUARDO	00:41:09	00:39:41	0,96
150	SALVADOR	00:38:34	00:39:20	1,02
151	IRENE	00:38:34	00:38:16	0,99
152	ROSARIO	00:11:09	00:11:05	0,99
153	PABLO	00:12:00	00:12:45	1,06
154	SERGIO	00:16:43	00:16:35	0,99
155	LUCAS	01:10:43	01:08:52	0,97
156	MARIA PILAR	00:54:51	00:55:07	1,00
157	VICTOR	01:17:09	01:18:24	1,02
158	SANDRA	00:39:00	00:38:10	0,98
159	FELIX	00:05:34	00:05:28	0,98
160	MARIO	00:15:26	00:15:41	1,02
161	ANTONIA	00:51:26	00:50:30	0,98
162	CELIA	00:55:43	00:53:02	0,95
163	SALVADOR	01:01:43	01:01:59	1,00
164	LUCAS	00:06:26	00:06:41	1,04
165	AINHOA	00:33:26	00:34:05	1,02
166	TOMAS	00:30:51	00:30:59	1,00
167	PATRICIA	00:06:00	00:06:10	1,03

## Anexo 9 – Validación de instrumento

Validación de Instrumento			
Apellidos y Nombres del Experto	Msc. Huarote Zegarra Raúl Eduardo		
Título y/o Grado	Doctor ( )	Magister ( X )	Otro:
Nombre del Instrumento	Ficha de Registro - Distancia de recorrido		
Título de la Investigación	Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana		
Investigador	David Jesús Ortega Baca		
Fecha	27/11/2021		

Mediante la Evaluación de Experto, se tiene la facultad de poder calificar los instrumentos utilizados para medir un indicador. Se ha listado una serie de preguntas donde se debe marcar el valor en la columna, siendo 0% la menor calificación y el 100% la de mayor calificación

Nro.	Pregunta	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Bueno 51-70%	Muy Bueno 71-80%	Excelente 81-100%
1	¿Cumple con el diseño adecuado?					85
2	¿Cumple relación con el título de la investigación?					85
3	¿Facilita el logro de los objetivos de la investigación?					90
4	¿Tiene relación con la variable de estudio?					95
5	¿La fórmula es clara y precisa para obtener los datos requeridos?					90
6	¿Será accesible a la población sujeto a estudio?					95
7	¿Es idóneo para valorar los aspectos del sistema metodológico y científico?					95
8	¿El instrumento es adecuado al tipo de investigación?					95
Total						91,25

Observaciones:

Los datos para el indicador son relevantes para esta investigación

Lima, noviembre de 2021

  
 Firma del Experto

## Anexo 10 – Validación de instrumento

Validación de Instrumento			
Apellidos y Nombres del Experto	Msc. Huarote Zegarra Raúl Eduardo		
Título y/o Grado	Doctor ( )	Magister ( X )	Otro:
Nombre del Instrumento	Ficha de Registro - Tiempo de recorrido		
Título de la Investigación	Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana		
Investigador	David Jesús Ortega Baca		
Fecha	27/11/2021		

Mediante la Evaluación de Experto, se tiene la facultad de poder calificar los instrumentos utilizados para medir un indicador. Se ha listado una serie de preguntas donde se debe marcar el valor en la columna, siendo 0% la menor calificación y el 100% la de mayor calificación

Nro.	Pregunta	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Bueno 51-70%	Muy Bueno 71-80%	Excelente 81-100%
1	¿Cumple con el diseño adecuado?					85
2	¿Cumple relación con el título de la investigación?					85
3	¿Facilita el logro de los objetivos de la investigación?					90
4	¿Tiene relación con la variable de estudio?					95
5	¿La fórmula es clara y precisa para obtener los datos requeridos?					90
6	¿Será accesible a la población sujeto a estudio?					95
7	¿Es idóneo para valorar los aspectos del sistema metodológico y científico?					95
8	¿El instrumento es adecuado al tipo de investigación?					95
Total						91,25

Observaciones:

Los datos para el indicador son relevantes para esta investigación

Lima, noviembre de 2021

Firma del Experto

## Anexo 11 – Validación de la metodología

Validación de la Metodología			
Apellidos y Nombres del Experto	Msc. Huarote Zegarra Raúl Eduardo		
Título y/o Grado	Doctor ( )	Magister ( X )	Otro:
Título de la Investigación	Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana		
Investigador	David Jesús Ortega Baca		
Fecha	27/11/2021		

Mediante la Evaluación de Experto, se tiene la facultad de poder calificar las metodologías indicadas. Se ha listado una serie de criterios donde se debe marcar el valor en la columna según la siguiente escala:

Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
1	2	3	4	5

Nro.	Pregunta	XP	SCRUM	RUP
1	Representa y describe adecuadamente un flujo de trabajo	3	5	4
2	Tamaño del proyecto es proporcional a sus interacciones	2	5	3
3	Posee tiempos limitados de entrega	3	4	4
4	Permite tener menor personal según sus roles	3	5	4
5	Desarrollo iterativo e incremental	2	5	3
6	Permite la adaptabilidad y respuesta a cambios	2	5	4
7	Permite que el cliente sea parte del equipo	2	4	4
8	Asegura un software de alta calidad	3	5	5
Total		20	38	31

Observaciones:

El marco de trabajo seleccionado para esta investigación es Scrum

Lima, noviembre de 2021



Firma del Experto

## Anexo 12 – Datos para el cálculo de la muestra

VIA DE ACCESO	HORA	MIERCOLES 01.07.2020		JUEVES 02.07.2020		VIERNES 03.07.2020		SABADO 04.07.2020		LUNES 06.07.2020		MARTES 07.06.2020	
		N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N
AV. GARCILAZO ALTURA PASEO COLÓN	07:00 - 08:00	219	120	226	82	202	99	150	82	204	58	224	55
	08:00 - 09:00	260	134	225	138	220	87	159	93	234	49	242	44
	09:00 - 10:00	119	73	138	82	131	74	123	82	154	40	154	53
	10:00 - 11:00	109	75	101	83	87	75	117	96	107	32	137	58
	11:00 - 12:00	91	96	89	105	95	86	120	144	110	56	113	50
	12:00 - 13:00	97	88	76	115	101	96	160	156	118	94	116	90
	13:00 - 14:00	78	99	131	116	88	103	157	168	105	102	127	110
	14:00 - 15:00	105	117	119	110	99	135	134	143	160	91	116	156
	15:00 - 16:00	72	121	110	152	91	120	137	176	148	91	153	165
	16:00 - 17:00	104	190	138	229	142	149	127	141	165	92	168	183
	17:00 - 18:00	102	217	153	244	170	226	159	174	155	165	152	303
	18:00 - 19:00												
<b>TOTAL</b>		<b>1356</b>	<b>1330</b>	<b>1506</b>	<b>1456</b>	<b>1426</b>	<b>1250</b>	<b>1543</b>	<b>1455</b>	<b>1660</b>	<b>870</b>	<b>1702</b>	<b>1267</b>
		<b>2686</b>		<b>2962</b>		<b>2676</b>		<b>2998</b>		<b>2530</b>		<b>2969</b>	

Nota: Municipalidad de Lima Metropolitana (2020)

MIERCOLES 08.07.2020		JUEVES 09.07.2020		VIERNES 10.07.2020		SABADO 11.07.2020		LUNES 13.07.2020		MARTES 14.06.2020		MIERCOLES 15.07.2020	
N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N
210	67	231	59	217	69	148	60	234	121	245	107	253	113
<b>227</b>	<b>73</b>	<b>199</b>	<b>58</b>	<b>232</b>	<b>51</b>	<b>199</b>	<b>49</b>	<b>252</b>	<b>121</b>	<b>272</b>	<b>151</b>	<b>274</b>	<b>139</b>
168	38	172	56	180	61	153	53	148	82	138	104	168	81
126	61	124	43	145	45	135	58	109	118	118	79	147	104
89	50	119	52	107	57	123	68	113	85	119	123	112	124
121	104	120	111	139	126	109	167	96	111	113	92	83	89
102	110	153	127	126	104	97	171	106	111	86	98	86	86
144	174	140	197	116	157	82	135	118	96	112	137	123	97
147	220	144	183	100	208	104	153	107	110	105	134	112	108
143	226	145	256	127	220	147	171	102	203	114	167	152	174
117	259	147	323	139	221	167	212	166	243	172	246	129	209
<b>1594</b>	<b>1382</b>	<b>1694</b>	<b>1465</b>	<b>1628</b>	<b>1319</b>	<b>1464</b>	<b>1297</b>	<b>1551</b>	<b>1401</b>	<b>1594</b>	<b>1438</b>	<b>1639</b>	<b>1324</b>
<b>2976</b>		<b>3159</b>		<b>2947</b>		<b>2761</b>		<b>2952</b>		<b>3032</b>		<b>2963</b>	

JUEVES 16.07.2020		VIERNES 17.07.2020		SABADO 18.07.2020		LUNES 20.07.2020		MARTES 21.07.2020		MIERCOLES 22.07.2020		JUEVES 23.07.2020	
N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N
232	101	214	100	228	75	220	121	266	115	271	118	237	100
205	99	314	164	223	124	238	112	234	126	257	121	235	112
138	50	154	78	152	149	148	101	140	96	137	81	130	98
97	57	134	105	125	114	97	74	156	117	119	110	119	79
117	94	112	93	161	185	109	93	137	138	110	103	95	95
92	85	90	85	109	115	112	121	111	92	87	103	113	82
94	84	93	97	121	192	89	106	117	102	104	93	97	105
109	112	95	137	109	137	123	137	116	119	119	134	111	94
104	130	106	134	111	184	113	125	114	128	87	140	104	121
138	148	103	160	143	163	102	171	100	136	129	193	128	154
198	268	182	243	168	180	185	248	148	220	170	222	210	230
1524	1228	1597	1396	1650	1618	1536	1409	1639	1389	1590	1418	1579	1270
2752		2993		3268		2945		3028		3008		2849	

VIERNES 24.07.2020		SABADO 25.07.2020		LUNES 27.07.2020		MARTES 28.07.2020		MIERCOLES 29.07.2020		JUEVES 30.07.2020		VIERNES 31.07.2020		
N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	
267	110	198	82	215	89	<b>F E R I A D O</b>		195	93	230	113	241	111	
244	121	183	115	131	170			207	105	173	188	235	85	
160	106	125	111	138	84			155	78	148	94	173	133	
127	91	123	87	95	61			140	110	179	89	176	114	
124	73	135	122	79	51			94	45	129	93	103	93	
87	83	99	97	85	80			77	84	86	114	113	101	
91	103	116	134	81	116			102	112	106	108	90	93	
88	100	122	163	87	121			106	115	103	115	84	112	
91	137	120	164	124	122			120	136	97	101	105	135	
122	148	151	154	129	150			109	146	107	131	112	185	
177	276	171	172	136	223			128	224	173	282	163	262	
<b>1578</b>	<b>1348</b>	<b>1543</b>	<b>1401</b>	<b>1300</b>	<b>1267</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1433</b>	<b>1248</b>	<b>1531</b>	<b>1428</b>	<b>1595</b>
<b>2926</b>		<b>2944</b>		<b>2567</b>		<b>0</b>		<b>2681</b>		<b>2959</b>		<b>3019</b>		

## Anexo 13 – Turnitin

Feedback Studio - Personal: Microsoft Edge  
https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&u=1124064473&student\_user=1&o=1865225463

feedback studio DAVID JESUS ORTEGA BACA | 20220630\_Tesis.docx



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**Aplicación Web Progresiva (PWA) basado en servicios para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS**

**AUTOR:**  
Ortega Baca, David Jesús (ORCID: 0000-0002-5406-5833)

**ASESOR:**  
MSc. Huarote Zegarra, Raúl Eduardo (ORCID: 0000-0001-7466-7404)

**Resumen de coincidencias**

**16 %**

Se están viendo fuentes estándar

EN Ver fuentes en inglés (Beta)

**Coincidencias**

1	repositorio.ucv.edu.pe	9 %
2	Entregado a Universida...	2 %
3	hdl.handle.net	1 %
4	Entregado a Universida...	1 %
5	Entregado a Universida...	<1 %
6	Entregado a Universida...	<1 %
7	repositorio.uan.edu.co	<1 %
8	storify.com	<1 %
9	Entregado a Corporaci...	<1 %
10	repositorio.utesup.ed...	<1 %

Página: 1 de 44    Número de palabras: 9149    Versión solo texto del informe | Alta resolución    Activado

## **Anexo 14 – Desarrollo de la Metodología SCRUM**

### **PRESENTACIÓN**

Esta investigación consiste en implementar una Aplicación Web Progresiva basada en servicios para la optimización de rutas de ciclovías en Lima Metropolitana, y la cual beneficie a miles de ciclistas al momento de movilizarse de manera segura y oportuna por las ciclovías, por lo que se desarrolla siguiendo el marco de trabajo SCRUM.

Este marco de trabajo nos ayuda llevando un desarrollo iterativo e incremental, basándonos en una estructura de asignar tareas y responsabilidades a cada uno de los miembros del equipo o Scrum Team, así mismo se definen diferentes Sprints de desarrollo con los cuales se forman los entregables de la aplicación y que tendrán un tiempo promedio de 1 a 5 semanas, además permite gestionar de mejor manera el proyecto segmentándolo en pequeños bloques, lo que permite manejar mejor las fechas de entrega y saldo según lo planificado.

En este proyecto se puede ver el trabajo de inicio a fin del desarrollo de la Aplicación Web Progresiva, así como las historias de usuarios, el Product Backlog y el detalle de cada uno de los Sprints.

## ÍNDICE

PRESENTACIÓN	1
ÍNDICE	2
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
I. Marco de trabajo SCRUM	5
1.1. Scrum Team (Equipo Scrum)	5
1.2. Historias de Usuarios	5
1.3. Product Backlog	12
1.4. Product Backlog por Prioridad	13
1.5. Construcción del Sprint	15
1.6. Plan de trabajo	15
1.7. Desarrollo de los Sprint	15

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Equipo Scrum	5
<b>Tabla 1</b> Historia 1 – Inicio de sesión en la aplicación	5
<b>Tabla 2</b> Historia 2 – Registro fácil en la aplicación	6
<b>Tabla 3</b> Historia 3 – Registro por medio de servicios externos	6
<b>Tabla 4</b> Historia 4 – Recuperar el usuario y contraseña	7
<b>Tabla 5</b> Historia 5 – Búsqueda de lugar de destino	7
<b>Tabla 6</b> Historia 6 – Ruta guiada por voz	8
<b>Tabla 7</b> Historia 7 – Mostrar información del viaje a realizar	8
<b>Tabla 8</b> Historia 8 – Buscar lugar de destino de manera interactiva por el mapa	9
<b>Tabla 9</b> Historia 9 – Consulta de viajes realizados	9
<b>Tabla 10</b> Historia 10 – Guardar destinos como favoritos	10
<b>Tabla 11</b> Historia 11 – Personalizar la aplicación	10
<b>Tabla 12</b> Historia 12 – Compatibilidad con todos los dispositivos	11
<b>Tabla 13</b> Historia 13 – Obtener los indicadores de viajes	11
<b>Tabla 14</b> Product Backlog	12
<b>Tabla 15</b> Product Backlog por Prioridad	13
<b>Tabla 16</b> Construcción del Sprint	15
<b>Tabla 17</b> Sprint N.º 1 – Aplicación base	22
<b>Tabla 18</b> Sprint N.º 2 – Complementos	28
<b>Tabla 19</b> Sprint N.º 3 – Indicadores	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Imagen 1</b> Estructura de base de datos en Firebase	16
<b>Imagen 2</b> Splash Screen	17
<b>Imagen 3</b> Inicio de sesión	17
<b>Imagen 4</b> Crear cuenta	18
<b>Imagen 5</b> Recuperar cuenta	18
<b>Imagen 6</b> Menú	19
<b>Imagen 7</b> Pantalla principal	19
<b>Imagen 8</b> Búsqueda de ruta	20
<b>Imagen 9</b> Fijar ruta en el mapa	20
<b>Imagen 10</b> Ruta optima	21
<b>Imagen 11</b> Indicaciones	21
<b>Imagen 12</b> Mis rutas	22
<b>Imagen 13</b> Pantalla final de Inicio de sesión	23
<b>Imagen 14</b> Codificación de Inicio de sesión	23
<b>Imagen 15</b> Pantalla final de creación de cuenta	24
<b>Imagen 16</b> Codificación de Registro en la aplicación	24
<b>Imagen 17</b> Pantallas finales para la búsqueda de un lugar de destino	25
<b>Imagen 18</b> Codificación de la búsqueda de un lugar de destino	25
<b>Imagen 19</b> Pantalla de información del viaje a realizar	26
<b>Imagen 20</b> Codificación de la pantalla de información de viaje	27
<b>Imagen 21</b> Pantalla final de ruta guiada por voz	28
<b>Imagen 22</b> Codificación de la pantalla de ruta guiada por voz	29
<b>Imagen 23</b> Codificación de ciclovía más cercana en el mapa	29
<b>Imagen 24</b> Pantalla final de consulta de viajes realizados	30
<b>Imagen 25</b> Codificación de pantalla de consulta de viajes realizados	30
<b>Imagen 26</b> Compatibilidad con navegador como App	31
<b>Imagen 27</b> Compatibilidad con navegador móvil para instalar como App	31
<b>Imagen 28</b> Pantalla final de consulta de indicadores de viaje	32

## I. Marco de trabajo SCRUM

### 1.1. Scrum Team (Equipo Scrum)

El Equipo Scrum para el desarrollo del proyecto fue conformado de la siguiente manera.

**Tabla 1**

*Equipo Scrum*

Rol	Recurso
Scrum Master	
Product Owner	David Jesús Ortega Baca
Developers	

### 1.2. Historias de Usuarios

Las historias de usuarios mostradas en las siguientes tablas fueron obtenidas desde el punto de vista del ciclista y de las necesidades que tienen al momento de realizar sus viajes, lo que sirvió para mejorar el panorama al momento de levantar la información.

**Tabla 1**

*Historia 1 – Inicio de sesión en la aplicación*

<b>Número:</b> 1	<b>Usuario:</b> CICLISTA
<b>Nombre de la historia:</b> Inicio de sesión en la aplicación	
<b>Prioridad en el negocio:</b> 1	<b>Responsable:</b> David Jesús Ortega Baca
<b>Descripción:</b> Quiero iniciar sesión con mi usuario para acceder a la aplicación y buscar las rutas más accesibles.	
<b>Validación:</b> Sólo se permitirá el acceso a los usuarios previamente registrados en la aplicación.	

## Tabla 2

### Historia 2 – Registro fácil en la aplicación

<b>Número:</b> 2	<b>Usuario:</b> CICLISTA
<b>Nombre de la historia:</b> Registro fácil en la aplicación	
<b>Prioridad en el negocio:</b> 2	<b>Responsable:</b> David Jesús Ortega Baca
<b>Descripción:</b> Quiero registrarme de manera fácil para no perder mucho tiempo en el registro.	
<b>Validación:</b> Solo se solicitarán los datos necesarios (usuario, contraseña, nombre, sexo y tipo de ciclista) para el funcionamiento correcto de la aplicación.	

## Tabla 3

### Historia 3 – Registro por medio de servicios externos

<b>Número:</b> 3	<b>Usuario:</b> CICLISTA
<b>Nombre de la historia:</b> Registro por medio de servicios externos	
<b>Prioridad en el negocio:</b> 3	<b>Responsable:</b> David Jesús Ortega Baca
<b>Descripción:</b> Quiero registrarme por medio de Facebook o Google para no tener muchas cuentas.	
<b>Validación:</b> Solo permitirá el registro a los usuarios que den permiso para acceder por medio de Facebook o Google.	

#### Tabla 4

##### Historia 4 – Recuperar el usuario y contraseña

<b>Número:</b> 4	<b>Usuario:</b> CICLISTA
<b>Nombre de la historia:</b> Recuperar el usuario y contraseña	
<b>Prioridad en el negocio:</b> 3	<b>Responsable:</b> David Jesús Ortega Baca
<b>Descripción:</b> Quiero recuperar mi usuario y/o contraseña por medio de mensaje de texto para no demorarme con tantos pasos.	
<b>Validación:</b> Solo podrán recuperar su usuario y/o contraseña los usuarios que tengan registrado su número de celular.	

#### Tabla 5

##### Historia 5 – Búsqueda de lugar de destino

<b>Número:</b> 5	<b>Usuario:</b> CICLISTA
<b>Nombre de la historia:</b> Búsqueda de lugar de destino	
<b>Prioridad en el negocio:</b> 1	<b>Responsable:</b> David Jesús Ortega Baca
<b>Descripción:</b> Quiero ingresar mi lugar de destino para que me muestre la mejor ruta.	
<b>Validación:</b> * Solo permitirá la búsqueda a ciclistas que den el permiso de usar la ubicación. * Solo permitirá la búsqueda a ciclistas que se encuentren dentro un radio cercano a una ciclovía.	

## Tabla 6

### Historia 6 – Ruta guiada por voz

<b>Número:</b> 6	<b>Usuario:</b> CICLISTA
<b>Nombre de la historia:</b> Ruta guiada por voz	
<b>Prioridad en el negocio:</b> 3	<b>Responsable:</b> David Jesús Ortega Baca
<b>Descripción:</b> Quiero que la aplicación me guie por voz para no mirar constantemente el celular y así evitar accidentes.	
<b>Validación:</b> Solo permitirá el guiado por voz a los ciclistas que tengan instalado Google Maps o Waze.	

## Tabla 7

### Historia 7 – Mostrar información del viaje a realizar

<b>Número:</b> 7	<b>Usuario:</b> CICLISTA
<b>Nombre de la historia:</b> Mostrar información del viaje a realizar	
<b>Prioridad en el negocio:</b> 1	<b>Responsable:</b> David Jesús Ortega Baca
<b>Descripción:</b> Quiero que la aplicación me muestre información del viaje que voy a realizar para así no llegar tarde.	
<b>Validación:</b> Solo mostrará la distancia y el tiempo aproximado que toma realizar el viaje.	

## Tabla 8

### Historia 8 – Buscar ciclovía más cercana en el mapa

<b>Número:</b> 8	<b>Usuario:</b> CICLISTA
<b>Nombre de la historia:</b> Buscar ciclovía más cercana en el mapa	
<b>Prioridad en el negocio:</b> 2	<b>Responsable:</b> David Jesús Ortega Baca
<b>Descripción:</b> Quiero que la aplicación ubique la ciclovía más cercana en el mapa el lugar para poder incorporarme a ella.	
<b>Validación:</b> * Solo permitirá la búsqueda a ciclistas que den el permiso de usar la ubicación. * Solo permitirá la búsqueda a ciclistas que se encuentren dentro un radio cercano a una ciclovía.	

## Tabla 9

### Historia 9 – Consulta de viajes realizados

<b>Número:</b> 9	<b>Usuario:</b> CICLISTA
<b>Nombre de la historia:</b> Consulta de viajes realizados	
<b>Prioridad en el negocio:</b> 2	<b>Responsable:</b> David Jesús Ortega Baca
<b>Descripción:</b> Quiero tener las rutas que he recorrido para conocer mi historial de viaje.	
<b>Validación:</b> Solo mostrará las rutas que fueron finalizadas.	

## Tabla 10

### Historia 10 – Guardar destinos como favoritos

<b>Número:</b> 10	<b>Usuario:</b> CICLISTA
<b>Nombre de la historia:</b> Guardar destinos como favoritos	
<b>Prioridad en el negocio:</b> 3	<b>Responsable:</b> David Jesús Ortega Baca
<b>Descripción:</b> Quiero guardar los destinos frecuentes como favoritos para acceder a ellos fácilmente.	
<b>Validación:</b> Solo permitirá registrar como favorito una ruta que fue recorrida anteriormente.	

## Tabla 11

### Historia 11 – Personalizar la aplicación

<b>Número:</b> 11	<b>Usuario:</b> CICLISTA
<b>Nombre de la historia:</b> Personalizar la aplicación	
<b>Prioridad en el negocio:</b> 3	<b>Responsable:</b> David Jesús Ortega Baca
<b>Descripción:</b> Quiero personalizar mi aplicación para que este acorte a mis gustos.	
<b>Validación:</b> Solo permitirá el cambio de foto y color de fondo de la aplicación.	

## Tabla 12

### Historia 12 – Compatibilidad con todos los dispositivos

<b>Número:</b> 12	<b>Usuario:</b> CICLISTA
<b>Nombre de la historia:</b> Compatibilidad con todos los dispositivos	
<b>Prioridad en el negocio:</b> 1	<b>Responsable:</b> David Jesús Ortega Baca
<b>Descripción:</b> Quiero que sea compatible con todos mis dispositivos.	
<b>Validación:</b> La aplicación será compatible con todos los dispositivos al ser usado desde el navegador y será compatible como app solo en dispositivos Android.	

## Tabla 13

### Historia 13 – Obtener los indicadores de viajes

<b>Número:</b> 13	<b>Usuario:</b> TESISTA
<b>Nombre de la historia:</b> Obtener los indicadores de viajes	
<b>Prioridad en el negocio:</b> 1	<b>Responsable:</b> David Jesús Ortega Baca
<b>Descripción:</b> Quiero obtener los indicadores de distancia y tiempo de recorrido para usarlos en mis fichas de registro de la tesis.	
<b>Validación:</b> Solo se mostrarán los datos de nombre del ciclista, distancia estimada, tiempo estimado, distancia de recorrido y tiempo de recorrido.	

### 1.3. Product Backlog

**Tabla 14**

#### Product Backlog

Requerimiento	ID Historia	Nombre de la Historia	Prioridad	Estado	Validación	Responsable
RF01	H01	Inicio de sesión en la aplicación	1	100%	Solo permitirá el acceso a usuarios previamente registrados	David Jesús Ortega Baca
RF02	H02	Registro fácil en la aplicación	2	100%	Solo se solicitarán los datos básicos de registro (usuario, contraseña, nombre, sexo y tipo de ciclista)	David Jesús Ortega Baca
RF03	H03	Registro por medio de servicios externos	3	0%	Solo permitirá el registro a los usuarios que den permiso para acceder por medio de Facebook o Google	David Jesús Ortega Baca
RF04	H04	Recuperar el usuario y contraseña	3	0%	Solo podrán recuperar su usuario y contraseña por mensaje los usuarios que tengan registrado su número de celular.	David Jesús Ortega Baca
RF05	H05	Búsqueda de lugar de destino	1	100%	Solo permitirá la búsqueda a ciclistas que se encuentren dentro un radio cercano a una ciclovía. Solo permitirá la búsqueda a ciclistas que den el permiso de usar la ubicación.	David Jesús Ortega Baca
RF06	H06	Ruta guiada por voz	2	100%	Solo permitirá el guiado por voz a los ciclistas que tengas instalado Google Maps o Waze	David Jesús Ortega Baca
RF07	H07	Mostrar información del viaje a realizar	1	100%	Solo mostrará la distancia y el tiempo aproximado que toma realizar el viaje.	David Jesús Ortega Baca
RF08	H08	Buscar ciclovía más cercana el mapa	2	100%	Solo permitirá la búsqueda a ciclistas que se encuentren dentro un radio cercano a una ciclovía. Solo permitirá la búsqueda a ciclistas que den el permiso de usar la ubicación	David Jesús Ortega Baca
RF09	H09	Consulta de viajes realizados	2	100%	Solo mostrará las rutas que fueron finalizadas	David Jesús Ortega Baca
RF10	H10	Guardar destinos como favoritos	3	0%	Solo permitirá registrar como favorito una ruta que fue recorrida anteriormente	David Jesús Ortega Baca

RNF01	H11	Personalizar la aplicación	3	0%	Solo permitirá el cambio de foto y color de fondo de la aplicación	David Jesús Ortega Baca
RNF02	H12	Compatibilidad con todos los dispositivos	1	100%	La aplicación será compatible con todos los dispositivos al ser usado desde el navegador y será compatible como app solo en dispositivos android	David Jesús Ortega Baca
RNF03	H13	Aplicación agradable y fácil de usar	1	100%	La aplicación tendrá un entorno agradable para el usuario y será intuitivo y fácil de usar.	David Jesús Ortega Baca
RF11	H14	Obtener los indicadores de viajes	1	100%	Solo se mostrarán los datos de nombre del ciclista, distancia estimada, tiempo estimado, distancia de recorrido y tiempo de recorrido.	David Jesús Ortega Baca

#### 1.4. Product Backlog por Prioridad

**Tabla 15**

#### Product Backlog por Prioridad

Requerimiento	ID Historia	Nombre de la Historia	Prioridad	Estado	Validación	Responsable
RF01	H01	Inicio de sesión en la aplicación	1	100%	Solo permitirá el acceso a usuarios previamente registrados	David Jesús Ortega Baca
RF05	H05	Búsqueda de lugar de destino	1	100%	Solo permitirá la búsqueda a ciclistas que se encuentren dentro un radio cercano a una ciclovia. Solo permitirá la búsqueda a ciclistas que den el permiso de usar la ubicación.	David Jesús Ortega Baca
RF07	H07	Mostrar información del viaje a realizar	1	100%	Solo mostrará la distancia y el tiempo aproximado que toma realizar el viaje.	David Jesús Ortega Baca
RNF02	H12	Compatibilidad con todos los dispositivos	1	100%	La aplicación será compatible con todos los dispositivos al ser usado desde el navegador y será compatible como app solo en dispositivos Android	David Jesús Ortega Baca

RF13	H13	Obtener los indicadores de viajes	1	100%	Solo se mostrarán los datos de nombre del ciclista, distancia estimada, tiempo estimado, distancia de recorrido y tiempo de recorrido.	David Jesús Ortega Baca
RNF03	H14	Aplicación agradable y fácil de usar	1	100%	La aplicación tendrá un entorno agradable para el usuario y será intuitivo y fácil de usar.	David Jesús Ortega Baca
RF02	H02	Registro fácil en la aplicación	2	100%	Solo se solicitarán los datos básicos de registro (usuario, contraseña, nombre, sexo y tipo de ciclista)	David Jesús Ortega Baca
RF06	H06	Ruta guiada por voz	2	100%	Solo permitirá el guiado por voz a los ciclistas que tengas instalado Google Maps o Waze	David Jesús Ortega Baca
RF08	H08	Buscar ciclovía más cercana en el mapa	2	100%	Solo permitirá la búsqueda a ciclistas que se encuentren dentro un radio cercano a una ciclovía Solo permitirá la búsqueda a ciclistas que den el permiso de usar la ubicación	David Jesús Ortega Baca
RF09	H09	Consulta de viajes realizados	2	100%	Solo mostrará las rutas que fueron finalizadas	David Jesús Ortega Baca
RF03	H03	Registro por medio de servicios externos	3	0%	Solo permitirá el registro a los usuarios que den permiso para acceder por medio de Facebook o Google	David Jesús Ortega Baca
RF04	H04	Recuperar el usuario y contraseña	3	0%	Solo podrán recuperar su usuario y contraseña por mensaje los usuarios que tengan registrado su número de celular.	David Jesús Ortega Baca
RF10	H10	Guardar destinos como favoritos	3	0%	Solo permitirá registrar como favorito una ruta que fue recorrida anteriormente	David Jesús Ortega Baca
RNF01	H11	Personalizar la aplicación	3	0%	Solo permitirá el cambio de foto y color de fondo de la aplicación	David Jesús Ortega Baca

## 1.5. Construcción del Sprint

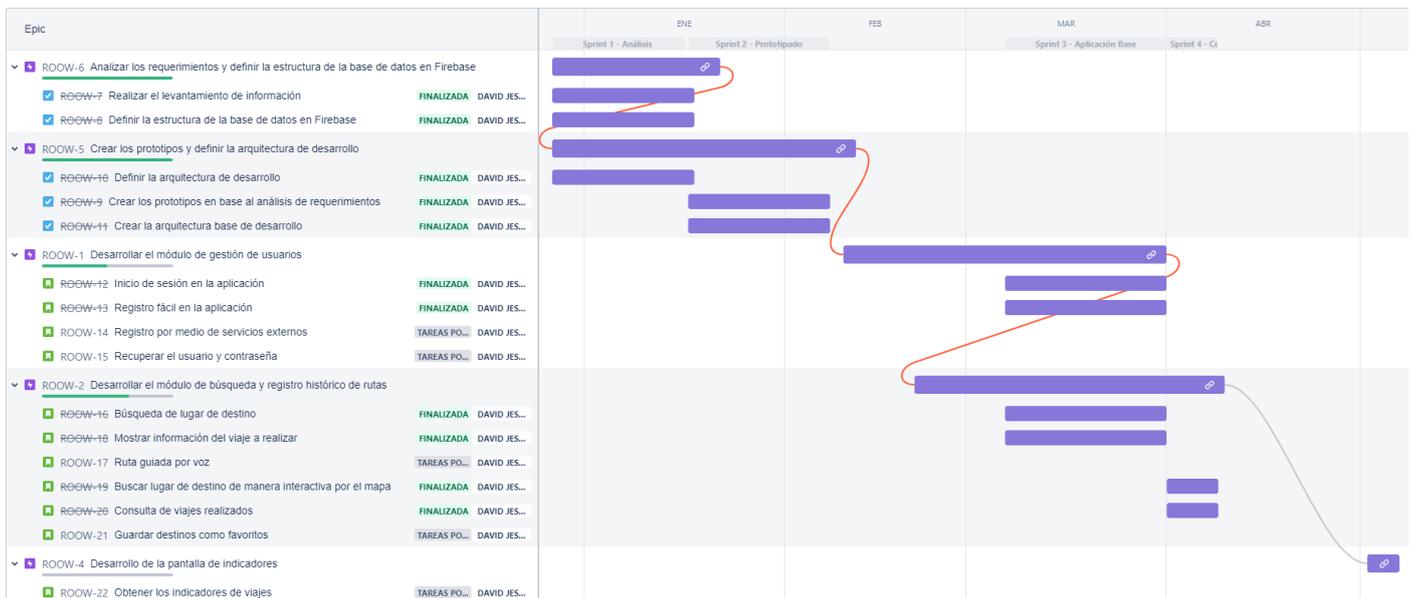
El Sprint Backlog contiene la lista de requerimientos y tareas que son necesarias para generar un incremento.

**Tabla 16**

Construcción del Sprint

Sprint	Nombre	Requerimientos	Historia	Estimación (días)
<b>SPRINT 0</b>	Análisis y Prototipado	Tareas de análisis, levantamiento de información y definición de la estructura de la base de datos en Firebase. Tareas de diseño de prototipo y arquitectura de desarrollo	-	29
<b>SPRINT 1</b>	Aplicación Base	RF01, RF02, RF05, RF07, RNF03	H1, H2, H5, H7, H14	16
<b>SPRINT 2</b>	Complementos	RF06, RF08, RF09, RNF02	H6, H8, H9, H12	9
<b>SPRINT 3</b>	Indicadores	RF13	H13	3

## 1.6. Plan de trabajo



## 1.7. Desarrollo de los Sprint

### 1.7.1. Sprint N.º 0 – Análisis y Prototipado:

En este primer Sprint se realizó el levantamiento de los requerimientos con el fin de absolver los problemas encontrados al momento de desplazarse por las ciclovías de Lima Metropolitana, obteniendo como resultado el listado de requerimientos descrito anteriormente en la Tabla 14 – Backlog.

Una vez levantada la información se procedió a definir la estructura que se usará en la base de datos de Firebase; la primera estructura llamada roower es la estructura principal y la cual contiene la información generada en la aplicación y generada por el usuario, la cual contiene información de la ruta como el origen, destino, la distancia y el tiempo de recorrido, así también contiene información del perfil del usuario, almacenando el nombre sexo y tipo de ciclista; toda esta información está encabezada por el uid del usuario el cual será generado al momento de crear la cuenta, a continuación se muestra en las siguientes tablas las estructuras mencionadas anteriormente con sus respectivos campos:

### Imagen 1

Estructura de base de datos en Firebase

Nombre	roower
Tipo	colección
Estructura	
<pre> rutas ├── origen          string ├── posicionInicial │   ├── latitud    geopoint │   └── longitud ├── destino        string ├── posicionFinal  geopoint │   ├── latitud │   └── longitud ├── distancia      string ├── tiempo         string └── fechaRegistro timestamp  perfil ├── nombre         string ├── sexo          string └── tipoCiclista  string </pre>	

Nombre	estadisticas
Tipo	colección
Estructura	
uid	string
nombre	string
mes	number
origen	string
destino	string
distancia_estimada	string
distancia_recorrida	string
tiempo_estimado	string
tiempo_recorrido	string

Con la estructura de base de datos en Firebase definida se procedió a realizar los prototipos de la aplicación web progresiva, teniendo como resultado lo siguiente:

- **Splash Screen**  
Es la pantalla de bienvenida que muestra el nombre y logo de la aplicación, esta pantalla se mantendrá hasta cargar e inicializar por completo la PWA, luego de ellos nos redirigirá a la pantalla de inicio de sesión.

## Imagen 2 - Splash Screen



- Inicio de sesión

En esta pantalla el usuario podrá iniciar sesión o podrá ser redirigido a las pantallas de crear cuenta o recuperar cuenta, teniendo también la opción de registrarse de manera directa con algún proveedor externo.

## Imagen 3 - Inicio de sesión



- **Crear cuenta**

En esta página se podrá registrar con una cuenta de correo personal y también podrá ser redirigido a la página de Inicio de sesión.

**Imagen 4 - Crear cuenta**



- **Recuperar cuenta**

En esta pantalla se podrá ingresar el usuario y recuperar la cuenta, también podrá ser redirigido a la página de Inicio de sesión.

**Imagen 5 – Recuperar cuenta**



- Menú

En esta sección se mostrará información del usuario y el menú que redirigirán a las páginas internas de la aplicación.

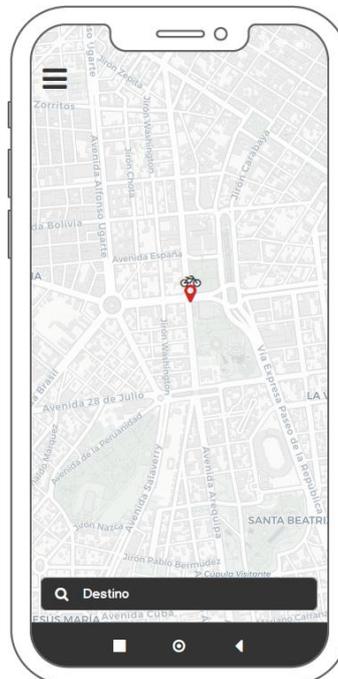
**Imagen 6 – Menú**



- Pantalla principal

En esta pantalla se mostrará la ubicación en tiempo real del usuario y podrá ingresar su lugar de destino.

**Imagen 7 – Pantalla principal**



- Búsqueda de ruta

En esta pantalla se podrá ingresar el destino, así como modificar el origen del viaje.

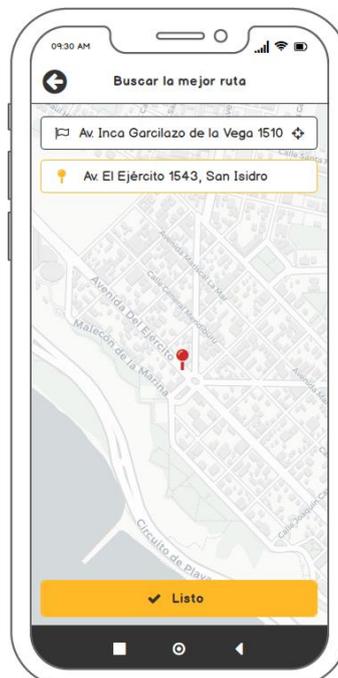
**Imagen 8 – Búsqueda de ruta**



- Fijar ruta en el mapa

Al seleccionar fijar ubicación en el mapa se podrá escoger un punto en el mapa ya sea para el origen o destino.

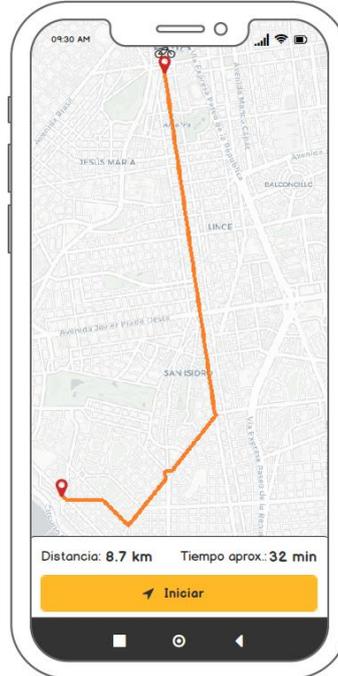
**Imagen 9 – Fijar ruta en el mapa**



- Ruta optima

En esta pantalla se visualizará la ruta optima selecciona, así como el tiempo y la distancia estimada.

**Imagen 10 – Ruta optima**



- Indicaciones

Esta pantalla permitirá al usuario navegar con un asistente de voz que le indicará la ruta a seguir.

**Imagen 11 – Indicaciones**



- Mis rutas  
Aquí podrá encontrar las rutas realizadas con toda su información detallada.

**Imagen 12 – Mis rutas**



1.7.2. Sprint N.º 1 – Aplicación base:

En este Sprint se cumplirá con el desarrollo de los siguientes requisitos:

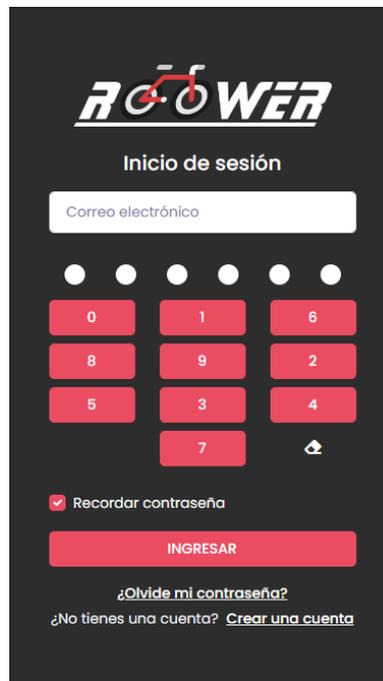
**Tabla 17 – Sprint N.º 1 – Aplicación base**

Requerimiento	ID Historia	Nombre de la Historia	Prioridad	Estado	Validación	Responsable
RF01	H01	Inicio de sesión en la aplicación	1	100%	Solo permitirá el acceso a usuarios previamente registrados	David Jesús Ortega Baca
RF02	H02	Registro en la aplicación	2	100%	Solo se solicitarán los datos básicos de registro (usuario, contraseña, nombre, sexo y tipo de ciclista)	David Jesús Ortega Baca
RF05	H05	Búsqueda de lugar de destino	1	100%	Solo permitirá la búsqueda a ciclistas que se encuentren dentro un radio cercano a una ciclovía. Solo permitirá la búsqueda a ciclistas que den el permiso de usar la ubicación.	David Jesús Ortega Baca
RF07	H07	Mostrar información del viaje a realizar	1	100%	Solo mostrará la distancia y el tiempo aproximado que toma realizar el viaje.	David Jesús Ortega Baca
RNF03	H14	Aplicación agradable y fácil de usar	1	100%	La aplicación tendrá un entorno agradable para el usuario y será intuitivo y fácil de usar.	David Jesús Ortega Baca

## RF01: Inicio de sesión en la aplicación

Para cumplir con este requerimiento se procedió a la creación de una pantalla siguiendo el prototipo mostrado anteriormente en la Imagen 3 y la cual luego de la implementación y modificaciones en el camino quedó como se muestra a continuación en la Imagen 13.

**Imagen 13** – Pantalla final de Inicio de sesión



Para el desarrollo de esta pantalla se usó el servicio de autenticación de Firebase, el cual te permite administrar los usuarios por medio de su módulo web, así como habilitar el método de autenticación y modificar los template para el envío de correos electrónicos. A continuación, se muestra el código usado en esta pantalla:

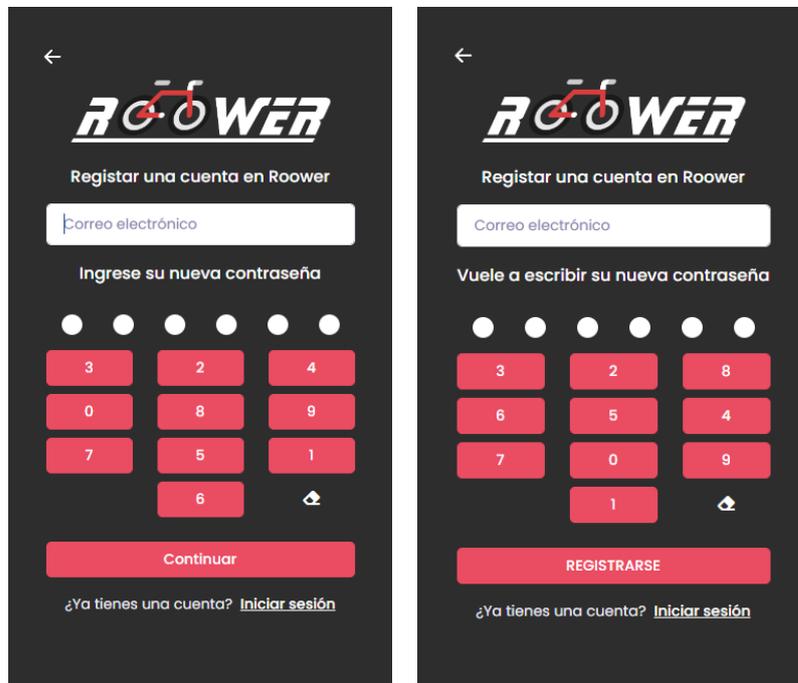
**Imagen 14** – Codificación de Inicio de sesión

```
src > app > components > login > login.component.html > div.login-wrapper.d-flex.align-items-center.justify-content-center
1 <div class="login-wrapper d-flex align-items-center justify-content-center">
2   <div class="custom-container">
3     <div class="text-center px-4">
4       
5     </div>
6     <!-- Register Form -->
7     <div class="register-form mt-4">
8       <h5 class="mb-3 text-center text-white">Inicio de sesión</h5>
9       <div>
10        <div class="form-group">
11          <input id="correo" class="form-control" type="email" placeholder="Correo electrónico">
12        </div>
13        <div class="form-group">
14          <app-teclado-virtual</app-teclado-virtual>
15        </div>
16        <div class="form-check mb-3">
17          <input id="recordarContraseña" class="form-check-input" id="checkedCheckbox" type="checkbox" value="" checked>
18          <label class="form-check-label text-white fw-normal" for="checkedCheckbox">Recordar contraseña</label>
19        </div>
20        <button id="btnIngresar" class="btn btn-danger w-100" type="button">INGRESAR</button>
21      </div>
22    </div>
23    <!-- Login Meta -->
24    <div class="login-meta text-center">
25      <a class="stretched-link forgot-password d-block mt-3 mb-1 text-white" href="#/olvido-contrasena">¿Olvide mi contraseña?</a>
26      <p class="mb-0 text-light">¿No tienes una cuenta? <a class="stretched-link text-white" href="#/crear-cuenta">Crear una cuenta</a></p>
27    </div>
28  </div>
29 </div>
```

## RF02: Registro en la aplicación

Para el cumplimiento de este requerimiento se procedió a crear una pantalla basada en el prototipo y el cual luego de la implementación y mejoras quedó como se muestra en la imagen 15.

Imagen 15 – Pantalla final de creación de cuenta



De la misma manera que la pantalla de inicio, en el registro de la aplicación se usó el servicio de autenticación de Firebase para crear el usuario y sus credenciales. A continuación, se muestra el código usado en esta pantalla:

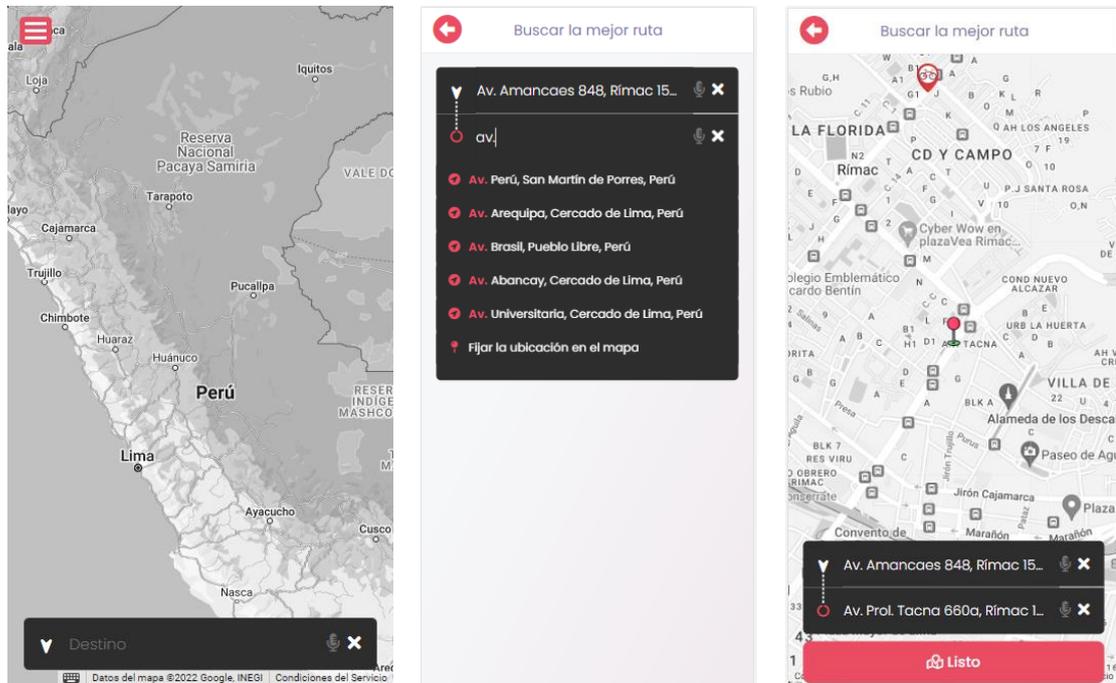
Imagen 16 – Codificación de Registro en la aplicación

```
src > app > components > crear-cuenta > crear-cuenta.component.html > @ login-wrapper.d-flex-align-items-center-justify-content-center > @ div.custom-container
1 <div class="login-back-button">
2 <a href="/login" class="text-white">
3 <svg class="bi bi-arrow-left-short" width="32" height="32" viewBox="0 0 16 16" fill="currentColor" xmlns="http://www.w3.org/2000/svg">
4 <path fill-rule="evenodd" d="M12 8a.5.5 0 0 1-.5.5 0 0 1-1-.5 5.70712 147 2.146a.5.5 0 0 1-.788.788 3-3a.5.5 0 0 1 0-.788 3-3a.5.5 0 0 1 1.788.788 5.707 7.511 5a.5.5 0 0 1-.5.5" />
5 </svg>
6 </a>
7 </div>
8 <div class="login-wrapper d-flex align-items-center justify-content-center">
9 <div class="custom-container">
10 <div class="text-center px-4">
11 
12 </div>
13 <!-- Register Form -->
14 <div class="register-form mt-4">
15 <h6 class="mb-3 text-center text-white">Registrar una cuenta en Roower</h6>
16 <div>
17 <div class="form-group text-start mb-3">
18 <input id="txtCorreo" class="form-control" type="email" placeholder="Correo electrónico">
19 </div>
20 <div style="overflow: hidden;">
21 <div class="contenido">
22 <div class="nuevaContraseña">
23 <h6 class="mb-3 text-center text-white">Ingrese su nueva contraseña</h6>
24 <div class="form-group">
25 <app-teclado-virtual id="tecladoContraseña"></app-teclado-virtual>
26 </div>
27 <button id="btnContinuar" class="btn btn-danger w-100" type="button">Continuar</button>
28 </div>
29 <div class="confirmarNuevaContraseña">
30 <h6 class="mb-3 text-center text-white">Vuele a escribir su nueva contraseña</h6>
31 <div class="form-group">
32 <app-teclado-virtual id="tecladoConfirmarContraseña"></app-teclado-virtual>
33 </div>
34 <button id="btnCrearUsuario" class="btn btn-danger w-100">REGISTRARSE</button>
35 </div>
36 </div>
37 </div>
38 </div>
39 </form>
40 </div>
41 <!-- Login Meta -->
42 <div class="login-meta-data text-center">
43 <p class="mt-3 mb-0 text-light">¿Ya tienes una cuenta? <a class="stretched-link text-white" href="/login">Iniciar sesión</a></p>
44 </div>
45 </div>
46 </div>
```

## RF05: Búsqueda de un lugar de destino

Para cumplir con este requerimiento se desarrolló una pantalla siguiendo los prototipos mostrados en las Imágenes 7, 8 y 9, permitiendo al usuario realizar la búsqueda del lugar a donde desea dirigirse o fijando en el mapa el lugar de destino. Luego de la implementación, las pantallas quedaron de la siguiente manera:

### Imagen 17 – Pantallas finales para la búsqueda de un lugar de destino



Para el desarrollo de estas pantallas se usó el servicio del proveedor de mapas, GoogleMaps, el cual sirve de base para buscar el origen y destino, según sea el caso. Por otro lado, el requerimiento fue desarrollado en tres pantallas, la primera que muestra la ubicación actual del usuario, la segunda pantalla permite la búsqueda del origen o destino, por último, si se selecciona la opción Fijar la ubicación en el mapa, se mostrará un marcador en la pantalla y el usuario podrá seleccionar la ubicación requerida en el mapa, luego podrá dar clic en el botón listo para realizar la búsqueda del lugar de destino seleccionado. A continuación, se muestra el código usado en esta pantalla:

### Imagen 18 – Codificación de la búsqueda de un lugar de destino

```

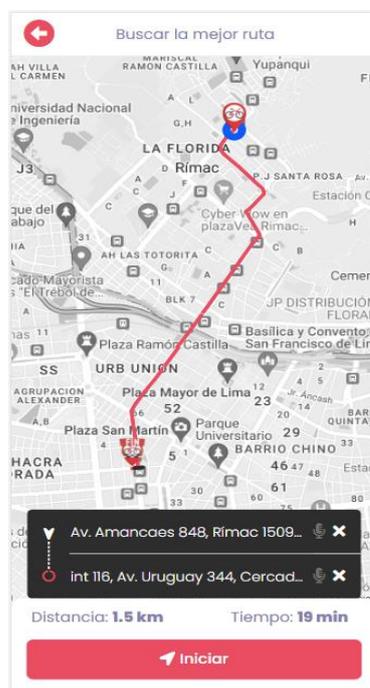
src > app > components > layout > buscar-destino > buscar-destino2.component.js > @ default > @ setTimeout() callback
1 import view from './buscar-destino/buscar-destino.component.html';
2 import './buscar-destino/buscar-destino.component.css';
3 import Alerta from './../shared/alerta/alerta.component';
4 import { initMapService, addMakerMapService, cleanMarker, getPuntosCercanosACiclovia, showRoute, calculateAndDisplayRoute, drawPath } from './../services/map.services';
5 import dataApiService from './../services/data-api.services';
6 import iconMarcadorFin from './src/assets/img/marcadores/marcador_final.png';
7 import iconMarcadorInicio from './src/assets/img/marcadores/marcador_inicial.png';
8 import iconMarcadorFijarMapa from './src/assets/img/marcadores/marcador_fijar_mapa.png';
9 import Autocomplete from './../assets/js/form-autocomplete';
10 import { GC_KEY_GOOGLE_MAPS } from './../models/global.constants';
11 import storageService from './../services/storage.service';
12 import { sessionService } from './../services/session.services';
13 import estadisticaApiService from './../services/estadistica-api.services';
14 const component = {
15   selector: 'app-buscar-destino',
16   template: view
17 }
18
19 export default () => {
20   let divElement = document.createElement(component.selector);
21   divElement.innerHTML = component.template;
22
23   setTimeout(() => {
24     let coordenadaInicial = {latitude: -12.064338001194575, longitude: -77.03883783215153 }; //28 de Julio
25     let isDraggableMap = false; //Indica si el mapa se puede arrastrar
26     let selectedInput = ''; //Indica si esta seleccionado el origen o destino
27     let mapDiv = divElement.querySelector("#map"); //Indica el selector del mapa
28     let mapId = { featureType: "all", elementType: "all", stylers: [{ saturation: -100 } ]};
29     let mapOptions = {
30       center: { lat: -9.4584791, lng: -75.6931678 },
31       mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP,
32       zoom: 6,
33       styles: mapGray,
34       minZoom: 6,
35       maxZoom: 20,
36       streetViewControl: false,
37       mapTypeControl: false,
38       fullScreenControl: false,
39       zoomControl: false,
40       disableDefaultUI: true,
41     };
42     let address = []; //Almacena las direcciones de la consulta autocomplete
43     let markerStatic; //Marcador statico
44     let markerStart; //Marcador origen
45     let markerEnd; //Marcador destino
46     let markersRecorrido = [];
47     var sec = 0;
48     var min = 0;
49     var hrs = 0;
50     let lufTiempoRecorrido;
51     const iconMarkerStart = new Image();
52     iconMarkerStart.src = iconMarcadorInicio;
53     const iconMarkerEnd = new Image();
54     iconMarkerEnd.src = iconMarcadorFin;
55     const iconMarkerFijarMapa = new Image();
56     iconMarkerFijarMapa.src = iconMarcadorFijarMapa;

```

## RF07: Mostrar información del viaje a realizar

Para cumplir con este requerimiento se construyó una pantalla siguiendo el prototipo mostrado en la Imagen 10, en la cual te muestra la información de la ruta como distancia, tiempo y principalmente la ruta en un mapa. Luego de la implementación y modificaciones realizadas, la pantalla quedo como se muestra en la siguiente Imagen.

**Imagen 19 – Pantalla de información del viaje a realizar**



Al igual que en la pantalla anterior se usó el proveedor de mapas GoogleMaps y su servicio de DirectionsService para el cálculo de las rutas, la distancia y tiempo estimado de viaje. A continuación, se muestra el código usado en esta pantalla:

## Imagen 20 – Codificación de la pantalla de información de viaje

```
src > app > services > mapServices.js > drawPath > icons
153
154 async function showRoute() {
155   //Agregando ruta de inicio a ciclovía cercana
156
157   var lineSymbol = { path: 'M 0,-1 0,1', strokeOpacity: 1, scale: 4 };
158   var polylineDotted = new google.maps.Polyline({strokeColor: '#d2d2d2',strokeOpacity: 0,fillOpacity: 0,icons: [{icon: lineSymbol,offset: '0',repeat: '20px'}]});
159   var configDR = {
160     map: map,
161     polylineOptions: polylineDotted,
162     suppressMarkers: true
163   }
164   var configDS = {
165     origin: puntosMapa["posicion_actual"],
166     destination: puntosMapa["posicion_final"],
167     avoidFalls: true,
168     avoidHighways: true,
169     avoidFerries: true,
170     provideRouteAlternatives: true,
171     waypoints: [ {location: puntosMapa["ciclovía_cercana_inicio"].dsDirection.latlng },{ location: puntosMapa["ciclovía_cercana_fin"].dsDirection.latlng}],
172     travelMode: google.maps.TravelMode.WALKING,//TRANSIT//BICYCLING//WALKING//DRIVING
173   }
174   var ds = new google.maps.DirectionsService();
175
176   dr = new google.maps.DirectionsRenderer(configDR);
177
178   return await ds.route(configDS, function (resultados, status) {
179     if (status == 'OK') {
180       //drawPath(resultados.routes[0].overview_path);
181       dr.setDirections(resultados);
182       dr.setPanel(document.getElementById("sidebar"));
183       //console.log(resultados.routes[0].legs[0].distance.value);
184       map.setZoom(map.getZoom() + 2);
185     }
186     else {
187       alert(status);
188     }
189     return resultados;
190   });
191 }
192 function drawPath(lisPath){
193   const lineSymbol = {
194     path: google.maps.SymbolPath.CIRCLE,
195     scale: 8,
196     strokeColor: "#0d5af4"
197   }
198   //debugger;
199   return new google.maps.Polyline({
200     path: lisPath,
201     geodesic: true,
202     strokeColor: "#e44c62",
203     strokeOpacity: 1,
204     strokeWeight: 4,
205     map: map,
206     icons: [
207       {
208         icon: lineSymbol,
209         offset: "0%",
210       }
211     ]
212   });
213 }
214 function calculateAndDisplayRoute() {
215   var ds = new google.maps.DirectionsService();
216   ds.route({
217     origin: puntosMapa["posicion_actual"],
218     destination: puntosMapa["posicion_final"],
219     travelMode: google.maps.TravelMode.WALKING
220   })
221   .then((response) => {
222     dr.setDirections(response);
223   })
224   .catch((e) => window.alert("Directions request failed due to " + status));
225 }
226
227 export { ciclovía, initMapService, addMakerMapService, addKMLMapService, cleanMarker, getPuntosCercanosACiclovía, showRoute, calculateAndDisplayRoute, drawPath };
```

## RNF03: Aplicación agradable y fácil de usar

Con la finalidad de cumplir con este requerimiento se utilizó colores que puedan ser diferenciados y distinguidos los principales de los secundarios, también para una fácil interacción con la aplicación se usaron patrones al momento de ubicar los botones, siendo su posición siempre al final del formulario, por otro lado, al momento de seleccionar una ubicación en el mapa se fijó un marcador el cual interactúa con el movimiento de la pantalla, siendo más fácil para el usuario.

### 1.7.3. Sprint N.º 2 - Complementos:

En este Sprint se cumplirá con el desarrollo de los siguientes requisitos:

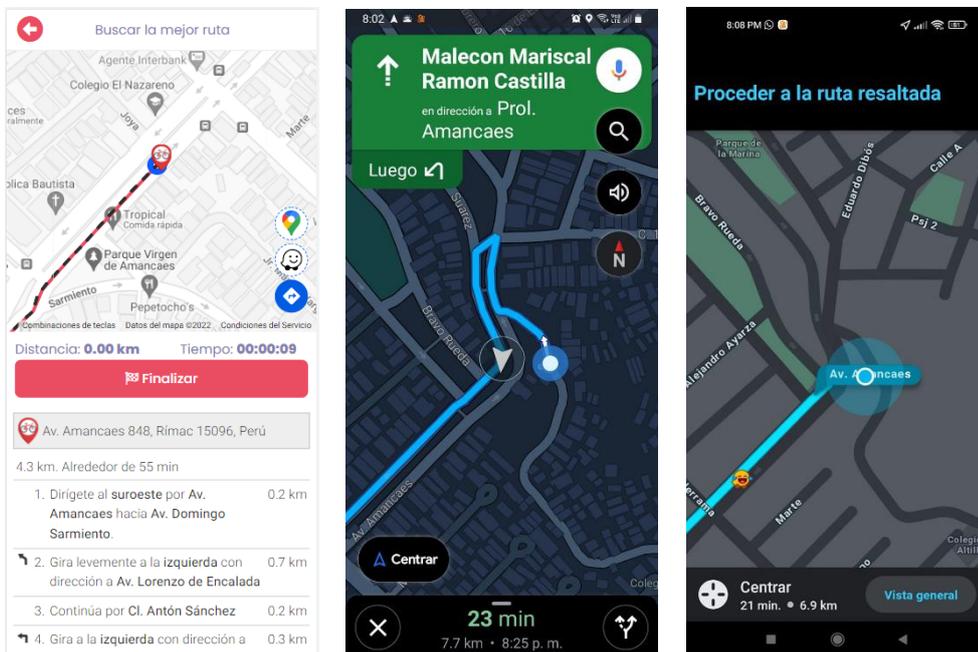
**Tabla 18 – Sprint N.º 2 – Complementos**

Requerimiento	ID Historia	Nombre de la Historia	Prioridad	Estado	Validación	Responsable
RF06	H06	Ruta guiada por voz	2	100%	Solo permitirá el guiado por voz a los ciclistas que tengas instalado Google Maps o Waze	David Jesús Ortega Baca
RF08	H08	Buscar ciclovía más cercana en el mapa	2	100%	Solo permitirá la búsqueda a ciclistas que se encuentren dentro un radio cercano a una ciclovía Solo permitirá la búsqueda a ciclistas que den el permiso de usar la ubicación	David Jesús Ortega Baca
RF09	H09	Consulta de viajes realizados	2	100%	Solo mostrará las rutas que fueron finalizadas	David Jesús Ortega Baca
RNF02	H12	Compatibilidad con todos los dispositivos	1	100%	La aplicación será compatible con todos los dispositivos al ser usado desde el navegador y será compatible como app solo en dispositivos Android	David Jesús Ortega Baca

#### RF06: Ruta guiada por voz

Para cumplir con este requerimiento se implementó la funcionalidad de poder usar los asistentes por voz de GoogleMaps o Waze, según la elección del usuario, solo es necesario tener instalado estos aplicativos en su móvil. Luego de la implementación, la pantalla quedo como se muestra en esta Imagen.

**Imagen 21 – Pantalla final de ruta guiada por voz**



En el desarrollo de esta pantalla se utilizó la integración con los proveedores de GoogleMaps y Waze. A continuación, se muestra el código usado:

## Imagen 22 – Codificación de la pantalla de ruta guiada por voz

```

83 // ===== Eventos =====
84 //
85 //
86 > btnInicio.addEventListener('click', async function() {
113 });
114 //
115 btnInicio.addEventListener('click', async function() {
116 //Cambiar de layout
117 #layout.addInitClass("layout-recorrido");
118 //document.getElementById('layout').classList.add("");
119 await calculateAndDisplayRoute();
120 //
121 $(`div[function] img`)[0].src = iconMarcadorInicio;
122 $(`div[function] img`)[1].src = iconMarcadorFin;
123 await cargar();
124 let distanciaRecorrida = 0;
125 estadistica = Object.assign(estadistica, {
126   origen: originInput.value,
127   destino: destinationInput.value
128 });
129 document.getElementById("google-maps").href = "https://www.google.com/maps/dir/?api=1&origin=" + puntosMapa[ 'posicion_actual'].lat() + "," + puntosMapa[ 'posicion_actual'].lng() + "&destination=" + puntosMapa[ 'posicion_final'].lat() + "," + puntosMapa[ 'posicion_final'].lng() + "&units=metric";
130 document.getElementById("waze").href = "waze://?ll=" + puntosMapa[ 'posicion_final'].lat() + "," + puntosMapa[ 'posicion_final'].lng() + "&navigate=yes";
131 //let posicion_final = { lat: puntosMapa[ 'posicion_final'].lat(), lng: puntosMapa[ 'posicion_final'].lng() };
132 let distanciaMetros = 0;
133 let offsetPorc = 0;
134 let at=0;
135 let listener = navigator.geolocation.watchPosition((position) => {
136   //
137   //
138   //
139   //
140   //
141   //
142   //
143   //
144   //
145   //
146   //
147   //
148   //
149   //
150   //
151   //
152   //
153   //
154   //
155   //
156   //
157   //
158   //
159   //
160   //
161   //
162   //
163   //
164   //
165   //
166   //
167   //
168   //
169   //
170   //
171   //
172   //
173   //
174   //
175   //
176   //
177   //
178   //
179   //
180   //
181   //
182   //
183   //
184   //
185   //
186   //
187   //
188   //
189   //
190   //
191   //
192   //
193   //
194   //
195   //
196   //
197   //
198   //
199   //
200   //
201   //
202   //
203   //
204   //
205   //
206   //
207   //
208   //
209   //
210   //
211   //
212   //
213   //
214   //
215   //
216   //
217   //
218   //
219   //
220   //
221   //
222   //
223   //
224   //
225   //
226   //
227   //
228   //
229   //
230   //
231   //
232   //
233   //
234   //
235   //
236   //
237   //
238   //
239   //
240   //
241   //
242   //
243   //
244   //
245   //
246   //
247   //
248   //
249   //
250   //
251   //
252   //
253   //
254   //
255   //
256   //
257   //
258   //
259   //
260   //
261   //
262   //
263   //
264   //
265   //
266   //
267   //
268   //
269   //
270   //
271   //
272   //
273   //
274   //
275   //
276   //
277   //
278   //
279   //
280   //
281   //
282   //
283   //
284   //
285   //
286   //
287   //
288   //
289   //
290   //
291   //
292   //
293   //
294   //
295   //
296   //
297   //
298   //
299   //
300   //
301   //
302   //
303   //
304   //
305   //
306   //
307   //
308   //
309   //
310   //
311   //
312   //
313   //
314   //
315   //
316   //
317   //
318   //
319   //
320   //
321   //
322   //
323   //
324   //
325   //
326   //
327   //
328   //
329   //
330   //
331   //
332   //
333   //
334   //
335   //
336   //
337   //
338   //
339   //
340   //
341   //
342   //
343   //
344   //
345   //
346   //
347   //
348   //
349   //
350   //
351   //
352   //
353   //
354   //
355   //
356   //
357   //
358   //
359   //
360   //
361   //
362   //
363   //
364   //
365   //
366   //
367   //
368   //
369   //
370   //
371   //
372   //
373   //
374   //
375   //
376   //
377   //
378   //
379   //
380   //
381   //
382   //
383   //
384   //
385   //
386   //
387   //
388   //
389   //
390   //
391   //
392   //
393   //
394   //
395   //
396   //
397   //
398   //
399   //
400   //
401   //
402   //
403   //
404   //
405   //
406   //
407   //
408   //
409   //
410   //
411   //
412   //
413   //
414   //
415   //
416   //
417   //
418   //
419   //
420   //
421   //
422   //
423   //
424   //
425   //
426   //
427   //
428   //
429   //
430   //
431   //
432   //
433   //
434   //
435   //
436   //
437   //
438   //
439   //
440   //
441   //
442   //
443   //
444   //
445   //
446   //
447   //
448   //
449   //
450   //
451   //
452   //
453   //
454   //
455   //
456   //
457   //
458   //
459   //
460   //
461   //
462   //
463   //
464   //
465   //
466   //
467   //
468   //
469   //
470   //
471   //
472   //
473   //
474   //
475   //
476   //
477   //
478   //
479   //
480   //
481   //
482   //
483   //
484   //
485   //
486   //
487   //
488   //
489   //
490   //
491   //
492   //
493   //
494   //
495   //
496   //
497   //
498   //
499   //
500   //
501   //
502   //
503   //
504   //
505   //
506   //
507   //
508   //
509   //
510   //
511   //
512   //
513   //
514   //
515   //
516   //
517   //
518   //
519   //
520   //
521   //
522   //
523   //
524   //
525   //
526   //
527   //
528   //
529   //
530   //
531   //
532   //
533   //
534   //
535   //
536   //
537   //
538   //
539   //
540   //
541   //
542   //
543   //
544   //
545   //
546   //
547   //
548   //
549   //
550   //
551   //
552   //
553   //
554   //
555   //
556   //
557   //
558   //
559   //
560   //
561   //
562   //
563   //
564   //
565   //
566   //
567   //
568   //
569   //
570   //
571   //
572   //
573   //
574   //
575   //
576   //
577   //
578   //
579   //
580   //
581   //
582   //
583   //
584   //
585   //
586   //
587   //
588   //
589   //
590   //
591   //
592   //
593   //
594   //
595   //
596   //
597   //
598   //
599   //
600   //
601   //
602   //
603   //
604   //
605   //
606   //
607   //
608   //
609   //
610   //
611   //
612   //
613   //
614   //
615   //
616   //
617   //
618   //
619   //
620   //
621   //
622   //
623   //
624   //
625   //
626   //
627   //
628   //
629   //
630   //
631   //
632   //
633   //
634   //
635   //
636   //
637   //
638   //
639   //
640   //
641   //
642   //
643   //
644   //
645   //
646   //
647   //
648   //
649   //
650   //
651   //
652   //
653   //
654   //
655   //
656   //
657   //
658   //
659   //
660   //
661   //
662   //
663   //
664   //
665   //
666   //
667   //
668   //
669   //
670   //
671   //
672   //
673   //
674   //
675   //
676   //
677   //
678   //
679   //
680   //
681   //
682   //
683   //
684   //
685   //
686   //
687   //
688   //
689   //
690   //
691   //
692   //
693   //
694   //
695   //
696   //
697   //
698   //
699   //
700   //
701   //
702   //
703   //
704   //
705   //
706   //
707   //
708   //
709   //
710   //
711   //
712   //
713   //
714   //
715   //
716   //
717   //
718   //
719   //
720   //
721   //
722   //
723   //
724   //
725   //
726   //
727   //
728   //
729   //
730   //
731   //
732   //
733   //
734   //
735   //
736   //
737   //
738   //
739   //
740   //
741   //
742   //
743   //
744   //
745   //
746   //
747   //
748   //
749   //
750   //
751   //
752   //
753   //
754   //
755   //
756   //
757   //
758   //
759   //
760   //
761   //
762   //
763   //
764   //
765   //
766   //
767   //
768   //
769   //
770   //
771   //
772   //
773   //
774   //
775   //
776   //
777   //
778   //
779   //
780   //
781   //
782   //
783   //
784   //
785   //
786   //
787   //
788   //
789   //
790   //
791   //
792   //
793   //
794   //
795   //
796   //
797   //
798   //
799   //
800   //
801   //
802   //
803   //
804   //
805   //
806   //
807   //
808   //
809   //
810   //
811   //
812   //
813   //
814   //
815   //
816   //
817   //
818   //
819   //
820   //
821   //
822   //
823   //
824   //
825   //
826   //
827   //
828   //
829   //
830   //
831   //
832   //
833   //
834   //
835   //
836   //
837   //
838   //
839   //
840   //
841   //
842   //
843   //
844   //
845   //
846   //
847   //
848   //
849   //
850   //
851   //
852   //
853   //
854   //
855   //
856   //
857   //
858   //
859   //
860   //
861   //
862   //
863   //
864   //
865   //
866   //
867   //
868   //
869   //
870   //
871   //
872   //
873   //
874   //
875   //
876   //
877   //
878   //
879   //
880   //
881   //
882   //
883   //
884   //
885   //
886   //
887   //
888   //
889   //
890   //
891   //
892   //
893   //
894   //
895   //
896   //
897   //
898   //
899   //
900   //
901   //
902   //
903   //
904   //
905   //
906   //
907   //
908   //
909   //
910   //
911   //
912   //
913   //
914   //
915   //
916   //
917   //
918   //
919   //
920   //
921   //
922   //
923   //
924   //
925   //
926   //
927   //
928   //
929   //
930   //
931   //
932   //
933   //
934   //
935   //
936   //
937   //
938   //
939   //
940   //
941   //
942   //
943   //
944   //
945   //
946   //
947   //
948   //
949   //
950   //
951   //
952   //
953   //
954   //
955   //
956   //
957   //
958   //
959   //
960   //
961   //
962   //
963   //
964   //
965   //
966   //
967   //
968   //
969   //
970   //
971   //
972   //
973   //
974   //
975   //
976   //
977   //
978   //
979   //
980   //
981   //
982   //
983   //
984   //
985   //
986   //
987   //
988   //
989   //
990   //
991   //
992   //
993   //
994   //
995   //
996   //
997   //
998   //
999   //
1000  //

```

## RF08: Buscar ciclovía más cercana en el mapa

Con el fin de cumplir este requerimiento se desarrollo la funcionalidad de ubicar la intersección de una ciclovía mas cercana a base de los puntos dentro de un radio y luego obteniendo el más cercano por medio del servicio de DirectionsService, todo esto con la finalidad de poder conectar el recorrido tanto de inicio y fin del viaje con las ciclovías.

## Imagen 23 – Codificación de ciclovía más cercana en el mapa

```

52 }
53 //Devuelve los puntos dentro de un radio según una posición
54 let puntosCiclovíaEnRadio = (position, numDo) => {
55   return new Promise(resolve => {
56     ciclovía.forEach(element, index) => {
57       if (google.maps.geometry.spherical.computeDistanceBetween(new google.maps.LatLng({ lat: element.lat, lng: element.lng }), position) <= (1500 / numDo)) {
58         puntosRadio.push(element);
59       }
60       if (index == ciclovía.length - 1) {
61         resolve();
62       }
63     });
64   });
65 }
66 //
67 let rutaCercanaACiclovía = (position) => {
68   return new Promise(resolve => {
69     console.log(' punto cercano ');
70     var configDR = {
71       map: map
72     }
73     puntosRadio.forEach(element => {
74       var configDS = {
75         origin: position,
76         destination: element,
77         travelMode: google.maps.TravelMode.WALKING//TRANSIT//BICYCLING//WALKING//DRIVING
78       }
79       var ds = new google.maps.DirectionsService();
80       dr = new google.maps.DirectionsRenderer(configDR);
81       ds.route(configDS, function (resultados, status) {
82         if (status == 'OK') {
83           puntosCercanos.push({ distance: resultados.routes[0].legs[0].distance.value, route: resultados, latLng: element });
84           //console.log(resultados.routes[0].legs[0].distance.value);
85         }
86         else {
87           alert(status);
88         }
89         if (puntosCercanos.length == puntosRadio.length) {
90           resolve();
91         }
92       });
93     });
94   });
95 }
96 //
97 //

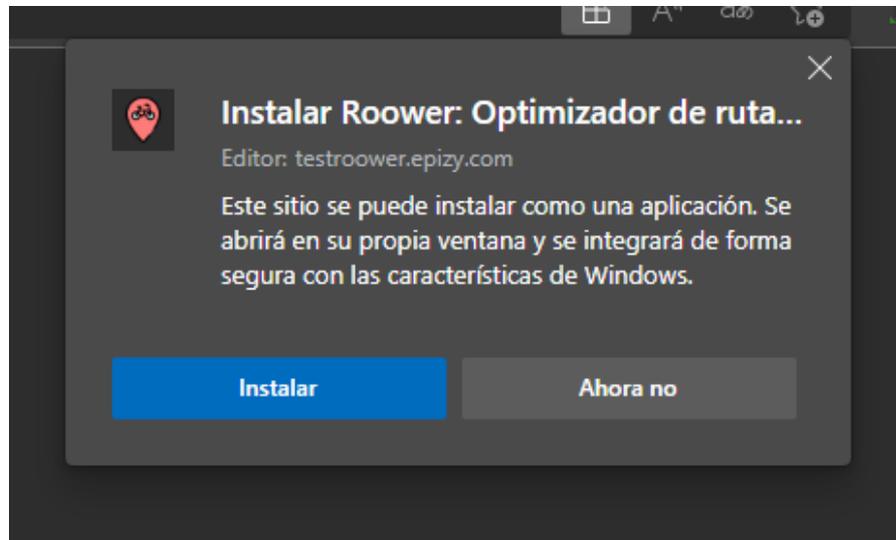
```



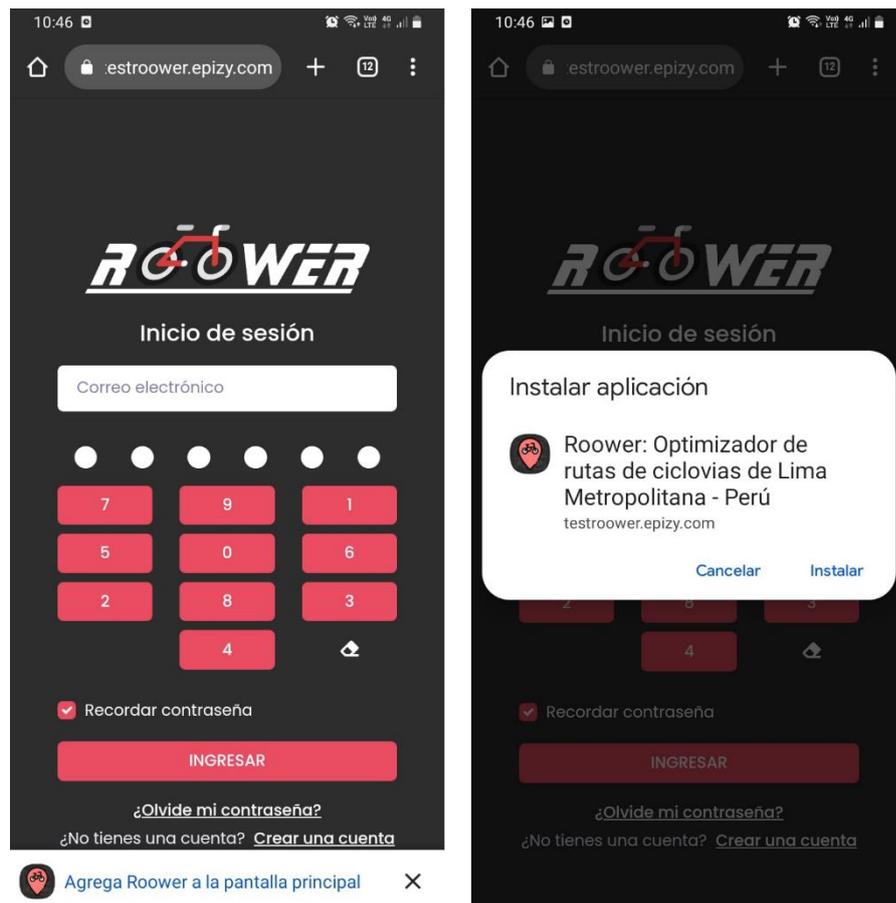
## RNF02: Compatibilidad con todos los dispositivos

Para cumplir con este requerimiento se aplicó las características de las PWA principalmente las de responsivo, instalable (dispositivos Android) y con la ventaja de que no ocupa espacio como lo hace una aplicación nativa.

### Imagen 26 – Compatibilidad con navegador como App



### Imagen 27 – Compatibilidad con navegador móvil para instalar como App



#### 1.7.4. Sprint N.º 3 - Indicadores:

En este Sprint se cumplirá con el desarrollo de los siguientes requisitos:

**Tabla 19 – Sprint N.º 3 – Indicadores**

Requerimiento	ID Historia	Nombre de la Historia	Prioridad	Estado	Validación	Responsable
RF13	H13	Obtener los indicadores de viajes	1	100%	Solo se mostrarán los datos de nombre del ciclista, distancia estimada, tiempo estimado, distancia de recorrido y tiempo de recorrido.	David Jesús Ortega Baca

#### RF13: Obtener los indicadores de viajes

Para cumplir con este requerimiento se desarrollo una pantalla que muestra en un listado todos los registros de viajes realizados por mes, teniendo entre sus datos el nombre del usuario, distancia estimada, distancia de recorrido, tiempo estimado y tiempo de recorrido. Luego de la implementación, la pantalla quedo como se muestra en la siguiente Imagen.

**Imagen 28 – Pantalla final de consulta de indicadores de viaje**



**Indicadores de Distancia y Tiempo de Recorrido**

Enero Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio

[Descargar XLS](#)

#	Nombre	Distancia		Tiempo	
		Estimada	Recorrida	Estimado	Recorrido
1	GONZALO	8	8.4	37:43	37:01
2	RODRIGO	5	5.1	34:17	32:19
3	FELIPE	3	3.3	16:43	17:24
4	FRANCISCA	11	11.4	51:51	49:56
5	LUCHO	11	11.9	56:34	56:57
6	CONCEPCION	12	13.5	01:17:09	01:21:04
7	SILVIA	3	3.2	20:34	20:31
8	MARIA PILAR	9	9.4	50:09	48:43
9	CRISTINA	10	10.8	55:43	56:16
10	MIRIAM	5	5.1	34:17	32:19
11	PAULA	1	1.1	05:09	05:10
12	VIRGINIA	5	5.5	40:26	40:35
13	RODRIGO	1	1.1	04:43	04:41
14	RODRIGO	12	12.8	01:22:17	01:22:04
15	AINHOA	8	8.4	51:26	50:30
16	VIRGINIA	5	6	42:23	41:20
17	JUAN LUIS	6	6.8	38:34	40:32