



El propósito de este documento es presentar el diseño de una solución tecnológica para la medición de externalidades y los resultados del piloto “Me muevo”.

UK PACT: Plan integral y hoja de ruta para una movilidad sostenible en Bogotá-Región durante y después del COVID-19

Cobro de externalidades: diseño y desarrollo de un piloto para evaluar tecnologías de medición y estimación de externalidades generadas por vehículos particulares en Bogotá.

30/08/2022

Table de contenidos

1.	Introducción.....	4
2.	Alcance y objetivos	6
2.1.	¿En qué consiste el piloto “Me Muevo” y cuál es su alcance?.....	6
2.2.	Objetivos	6
2.3.	Plan de trabajo.....	6
3.	Diseño de la solución y arquitectura tecnológica	8
3.1.	Procesos y flujos de la solución	8
3.2.	Funcionalidades de la aplicación y periféricos	13
3.3.	Arquitectura tecnológica	15
4.	Historias de usuario y casos de pruebas	20
4.1.	Ciclos de pruebas	20
4.2.	Historias de usuario y deck de pruebas	21
4.2.1.	Pruebas sobre la aplicación móvil	22
4.2.2.	Pruebas sobre los AVLs.....	31
4.2.3.	Pruebas con dongle OBD-II.....	33
5.	Resultados	34
5.1.	Resultados con la App “Me Muevo” y el AVL	34
5.2.	Resultados con el AVL.....	36
5.3.	Resultados de compatibilidad de OBD-II con diferentes marcas de vehículos	39
5.4.	Resultados de compatibilidad del Beacon Bluetooth.....	43
6.	Comunicaciones.....	43
6.1.	Diseño de marca	43
6.2.	Diseño de piezas gráficas	45
6.3.	Convocatoria en redes sociales	45
6.4.	Proceso de vinculación de los miembros de Probogotá Región al “Piloto Me Muevo”	46
6.4.1.	Empresas convocadas	47
6.4.2.	Reuniones.....	50
6.4.3.	Principales retos del ejercicio.....	51
6.5.	Retroalimentación del Piloto	52
6.5.1.	Sesión de retroalimentación	52
6.5.2.	Encuesta motos	53
7.	Conclusiones.....	53
7.1.	Aplicación móvil.....	54

7.2. Periféricos	54
7.3. Precisión en las mediciones obtenidas.....	55
7.4. Productos de Pico y Placa y uso de tecnologías	55
Anexos.....	57

1. Introducción

ProBogotá, centro de pensamiento sin ánimo de lucro, y GSD+, firma bogotana dedicada a la consultoría en transporte y tecnología, se encuentran desarrollando el proyecto *“Plan integral y hoja de ruta para una movilidad sostenible en Bogotá-Región durante y después de la COVID-19”*, en el marco del programa UK PACT. Este programa es un convenio financiado por el Gobierno Británico con el fin de reducir la pobreza mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en varios sectores, en este caso particular, el sector transporte.

Actualmente, los socios implementadores se encuentran en el segundo año del proyecto. Para este periodo 2022 – 2023 se definieron los siguientes entregables:

- **Entrega 1:** Software operacional de las soluciones tecnológicas desarrolladas para el piloto para evaluar tecnologías de medición y estimación de externalidades generadas por vehículos particulares en Bogotá.
- **Entrega 2:** Reporte con el resumen y los resultados del piloto para evaluar tecnologías de medición y estimación de externalidades generadas por vehículos particulares en Bogotá.
- **Entrega 3:** Diagnóstico de la accesibilidad de peatones y bicisuarios a nivel de ciudad-región, y evaluación de las condiciones de movilidad en un número seleccionado de bicarriles de largo recorrido en Bogotá-Región.
- **Entrega 4:** Documento de recomendaciones sobre el desarrollo de estrategias e intervenciones para incentivar el uso del transporte no motorizado en viajes urbanos de media y larga distancia.

El presente documento, corresponde al Entregable 2: ***“Cobro de externalidades: diseño y desarrollo de un piloto para evaluar tecnologías de medición y estimación de externalidades generadas por vehículos particulares en Bogotá”***. En este documento se presenta en qué consistió el piloto, se resume su desarrollo, y se plantean los resultados y conclusiones relevantes que servirán como insumo para el fortalecimiento del sistema de cobro por externalidades en Bogotá.

Es importante mencionar que este documento está enmarcado dentro de la iniciativa **“Me nuevo”**, creada por los socios implementadores en respuesta a la convocatoria realizada por la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá – la entidad beneficiaria de este proyecto financiado por UK PACT – para desarrollar y probar soluciones tecnológicas que permitan medir distancias, tiempos de viaje, y otras externalidades generadas por los viajes en vehículos privados en la ciudad. El informe está dividido en los siguientes capítulos:

- Capítulo 1: La presente introducción.
- Capítulo 2: Alcance, objetivos y plan de trabajo del piloto.
- Capítulo 3: Diseño de la solución, sus funcionalidades y su arquitectura tecnológica.

- Capítulo 4: Ciclos de pruebas a nivel tecnológico y descripción del deck de pruebas.
- Capítulo 5: Resultados de los diversos frentes de trabajo.
- Capítulo 6: Procesos de comunicaciones y convocatoria de empresas, voluntarios y usuarios.
- Capítulo 7: Conclusiones generales y por frente de trabajo.

Esperamos que este documento contribuya a que el lector obtenga un conocimiento adecuado acerca del piloto implementado, su desarrollo y resultados más relevantes, entendiendo que el fin último de esta iniciativa es incentivar un uso racional de los vehículos privados en Bogotá, al tiempo que los usuarios retribuyen a la ciudad por las externalidades causadas.

2. Alcance y objetivos

2.1. ¿En qué consiste el piloto “Me Nuevo” y cuál es su alcance?

El piloto “Me Nuevo” se desarrolló para evaluar el desempeño de diferentes soluciones tecnológicas que permitan mejorar el funcionamiento del esquema de “Pico y Placa Solidario”, en el cual los vehículos particulares pueden circular en los días de restricción mediante el pago de una tarifa diferencial. Durante el piloto se probaron diferentes soluciones capaces de medir variables asociadas a la congestión de la ciudad como son distancia, duración, ocupación y velocidad de los viajes que se realizan en vehículos particulares en Bogotá.

La solución tecnológica está basada en una aplicación móvil que puede estar o no soportada en dispositivos periféricos. En ambos casos se recopila la información del GPS, la cual permite determinar el recorrido realizado por los usuarios de la aplicación. De esta manera fue posible caracterizar los viajes de los voluntarios que participaron en el piloto. Estos son colaboradores de las empresas aliadas y personas naturales que fueron convocadas vía redes sociales.

Adicionalmente, fue posible evaluar la confiabilidad de las tecnologías probadas, su nivel de compatibilidad y precisión, sus pros, sus contras y su comportamiento frente a diferentes situaciones específicas de topografía, señal móvil y GPS, trayectorias, congestión, velocidad y duración.

2.2. Objetivos

Los objetivos del piloto “Me nuevo” son los siguientes:

- Evaluar el desempeño, eficacia y eficiencia de desarrollos tecnológicos, basados en una aplicación móvil y dispositivos complementarios, para implementar un esquema de cobro por externalidad basado en distancia recorrida en Bogotá.
- Realizar un análisis de ventajas y desventajas de las soluciones desplegadas en el piloto.
- Evaluar la percepción del usuario sobre las características y funcionamiento de la solución.
- Desarrollar un análisis de los indicadores generados para determinar la intensidad de uso.

2.3. Plan de trabajo

En la Figura 1 se presenta el plan de trabajo que enmarcó los lineamientos para desarrollar el piloto. Si bien la propuesta funcional se gestó desde los últimos meses del año 2021, entre febrero y junio del presente año se diseñó y desarrolló la aplicación. Esta fase requirió del trabajo multidisciplinario con el objetivo de tener una aplicación estable, funcional y amable con el usuario. Para verificar lo anterior se desarrollaron pruebas unitarias capaces de identificar posibles incidencias o errores, de

manera que se ejecutaban iterativamente hasta tener un producto mínimo viable capaz de pasar a la siguiente fase de despliegue.

El despliegue de la solución se concretó con el lanzamiento de la aplicación en la Play Store a un reducido número de usuarios, en esta fase fue clave el desarrollo de pruebas funcionales que permitieron identificar fortalezas y corregir debilidades del desarrollo tecnológico. Finalizada esta fase se inició la convocatoria a usuarios de dos tipos: empresarial y natural. Para el primer grupo se contactaron las empresas aliadas para que internamente incentivaran la participación de sus colaboradores y para los demás usuarios se lanzaron campañas en redes sociales.

Si bien, actualmente la aplicación sigue disponible para dispositivos Android la captura de datos de los usuarios que se tendrá en cuenta para este informe están a corte de julio. Durante este período hubo un crecimiento entre los usuarios activos de la aplicación. Adicionalmente, se ejecutaron pruebas específicas con la aplicación y periféricos como el AVL y el OBD-II, estas últimas se desarrollaron en convenio de un reconocido concesionario de marcas premium en Bogotá.

Finalmente, para septiembre se tiene programada una entrevista a algunos de los participantes del piloto mediante la dinámica de focus group en donde se recopilará su retroalimentación de la aplicación.

Figura 1. Plan de trabajo



Fuente: Elaboración propia.

3. Diseño de la solución y arquitectura tecnológica

En este capítulo se describirán los procesos y flujos contemplados dentro del diseño de la aplicación, así como la arquitectura tecnológica implementada.

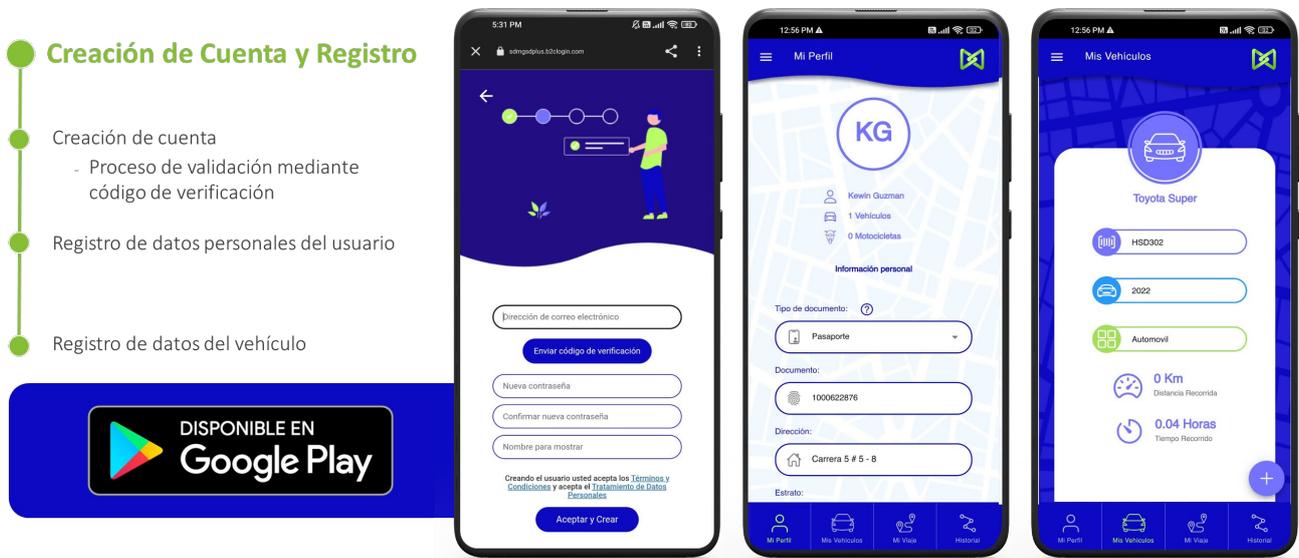
3.1. Procesos y flujos de la solución

Toda aplicación tecnológica debe ser diseñada con base en los procesos para los cuales ha de servir. Así mismo, estos procesos suelen especificarse en forma de flujos procedimentales que describen el comportamiento esperado de la solución tecnológica ante determinados comportamientos del usuario o eventos dentro del sistema. Precisamente, esto es lo que se va a describir brevemente aquí, los procesos y flujos que han sido contemplados dentro del diseño de la aplicación “Me Muevo”:¹

- **Descarga e instalación de la aplicación:** formalmente hablando, este no es un proceso que como tal pertenezca a la lógica de la aplicación “Me muevo”. Más bien, es un paso previo para poder usarla. El tema es simple, cualquier usuario lo primero que tendrá que hacer es descargar la aplicación de Google Play e instalarla en su dispositivo. Como este servicio es proporcionado por Google, no se considera parte de la lógica de la aplicación que se entrega.
- **Creación de cuenta y registro de usuario:** este si es el primer proceso formal que se ha contemplado para la solución tecnológica. Una vez los usuarios han instalado la aplicación en sus teléfonos, deben crear una cuenta de usuario con contraseña y registrarse para poder usar la herramienta. Durante el registro los usuarios deberán ingresar información personal que permita identificarlos e información sobre el (o los) vehículo(s) que vayan a inscribir para la medida de Pico y Placa Solidario. Este proceso debe realizarse solamente una vez y se muestra en la siguiente figura:

¹ Para mayores detalles sobre los procesos y flujos considerados, por favor remitirse al documento “**Producto 2: Recomendaciones sobre gestión de la demanda**”, entregado en octubre de 2021 dentro del marco del primer año de financiación otorgado por UK PACT para la ejecución de este proyecto.

Figura 2. Creación de cuenta y registro de usuario



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Información requerida para el registro de usuario

	Usuario de la cuenta	Auto	Propietario del vehículo
Información que se solicita	<ul style="list-style-type: none"> Tipo y número de documento Datos básicos de identificación (dirección, estrato, ocupación, sector nivel de ingresos, empresa, teléfono) 	<ul style="list-style-type: none"> Placa Tipo de vehículo Tipo de combustión Marca del vehículo Línea del Vehículo Año Kilometraje Pólizas o seguros Alta ocupación Fecha SOAT 	<ul style="list-style-type: none"> Nombre Tipo y número de documento

Fuente: Elaboración propia.

- **Inicio de sesión:** este proceso se realiza de manera automática durante el proceso de registro de usuario. Sin embargo, si el usuario cambia su teléfono celular o eventualmente cuando el sistema operativo Android lo pida, será necesario iniciar sesión nuevamente usando la cuenta y contraseña que fueron creadas previamente:

Figura 4. Inicio de sesión



Fuente: Elaboración propia.

- **Registro de inicio de viaje:** cuando el usuario se ha registrado exitosamente, puede comenzar a usar la aplicación móvil. En este caso, la funcionalidad base es la de medición de distancias y tiempos de viaje, para lo cual el usuario deberá registrar el inicio de cada viaje. La aplicación le pedirá al usuario que indique cuantas personas irán a bordo del vehículo y que encienda el GPS y la red de datos del teléfono móvil.

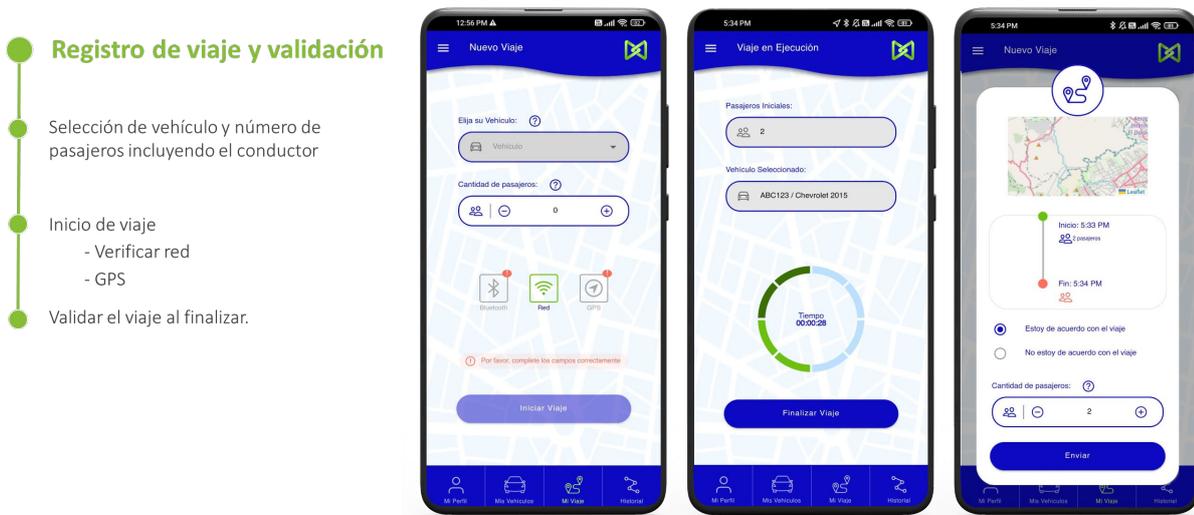
Nota: en el caso de estar usando un AVL, el inicio del viaje será detectado automáticamente por la plataforma central cada vez que se encienda el vehículo en cuestión. En este caso, el usuario no tendrá que indicarle a la aplicación móvil que va a iniciar un viaje.

- **Medición del viaje:** una vez que el usuario ha iniciado el viaje, la tecnología de “Me Muevo” recolectará los datos del GPS del teléfono y/o del AVL para conocer las coordenadas de los puntos por donde se está movilizando el usuario. Esta información se utilizará para calcular la distancia total de cada viaje. No sobra decir que la recolección y almacenamiento de esta información se realiza cumpliendo con los más exigentes estándares de seguridad y privacidad, destacándose entre estos la encriptación total, de punta a punta, de cualquier dato que permitiese identificar a los usuarios.
- **Validación del viaje:** llegado el fin del viaje, el usuario deberá notificarle a la aplicación móvil que el viaje ha acabado. La solución tecnológica reportará el viaje que termina a la plataforma central y se realizarán los cálculos para la medición de distancias y tiempos. Al usuario se le presentará una pantalla con el resumen de su viaje y este deberá indicar si está o no de acuerdo con lo mostrado en la pantalla del teléfono: horas de inicio y fin, distancia

de viaje y mapa con el recorrido. En caso de estar de acuerdo, el viaje se guardará en el historial de la cuenta del usuario.

Nota: en el caso de estar usando un AVL, el fin del viaje será detectado automáticamente por la plataforma central, una vez se haya apagado el vehículo en cuestión. En este caso, el usuario no tendrá que indicarle a la aplicación móvil que el viaje ha finalizado, pero sí deberá validar el viaje en la pantalla de la app móvil.

Figura 5. Registro de inicio de viaje, medición del viaje y validación del viaje



Fuente: Elaboración propia.

- **Seguimiento del histórico de viajes:** el usuario podrá consultar el histórico de los viajes que ha validado en el pasado. La aplicación irá guardando estos datos y los pondrá a disposición únicamente de la persona que realizó, registró y validó los viajes usando la app “Me muevo”:

Figura 6. Seguimiento del histórico de viajes

Seguimiento de viaje

- Reportar información al usuario sobre sus viajes
 - Duración
 - Distancia
 - Recorrido



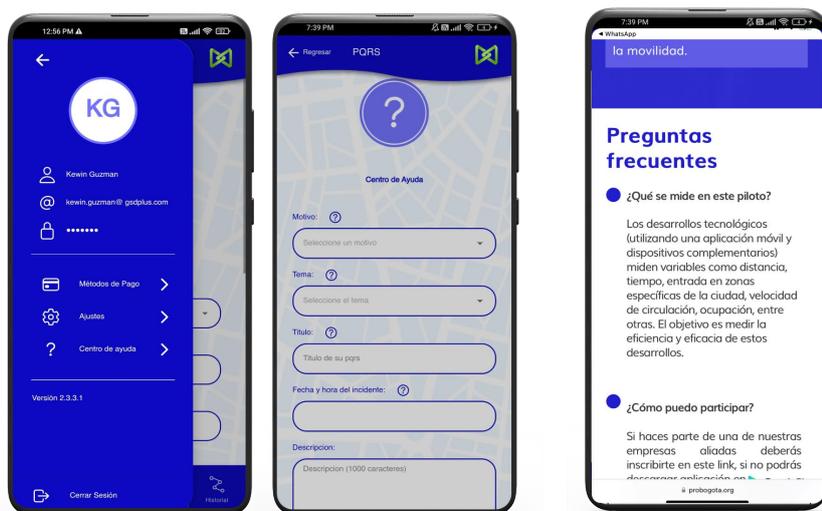
Fuente: Elaboración propia.

- **Consulta de información al usuario:** la aplicación “Me muevo” ofrece a sus usuarios la posibilidad de consultar diferente información de interés. Por un lado, cuenta con un centro de ayuda para la radicación de peticiones, quejas y reclamos. Por otra parte, contiene una sección de preguntas frecuentes sobre el piloto, además de suministrar información de contacto y un enlace al minisitio web de la aplicación.

Figura 7. Consulta de información al usuario

Información al usuario

- Centro de ayuda para el usuario
 - PQRS
 - Preguntas frecuentes
 - Contacto
 - Página web



Fuente: Elaboración propia.

3.2. Funcionalidades de la aplicación y periféricos

La aplicación Me Muevo ofrece diferentes interfaces y funcionalidades a los usuarios que le permitirán validar sus viajes en la app. Sin embargo, para llegar a este punto es necesario:

- Registro del usuario:

El registro del usuario es el proceso mediante el cual el usuario crea una cuenta dentro de la aplicación Me Muevo, y si es el caso, permite identificar usuarios creados con anterioridad. Para iniciar este proceso será necesario que el usuario registre su dirección de correo electrónico a la cual se le enviará un código de verificación, adicionalmente deberá seleccionar una contraseña y el nombre que se va a mostrar en la aplicación.

Mediante la creación de usuario se acepta los Términos y Condiciones y acepta el Tratamiento de Datos Personales.

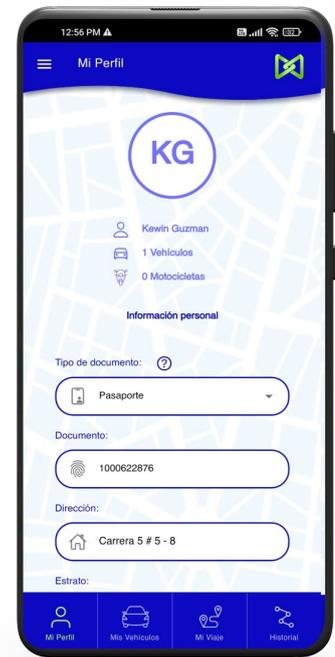
- Mi perfil:



La primera vez que el usuario ingrese a la app deberá diligenciar la siguiente información:

- Tipo de documento
- Documento
- Dirección
- Estrato
- Nivel de ingresos
- Ocupación
- Sector
- Teléfono
- Empresa

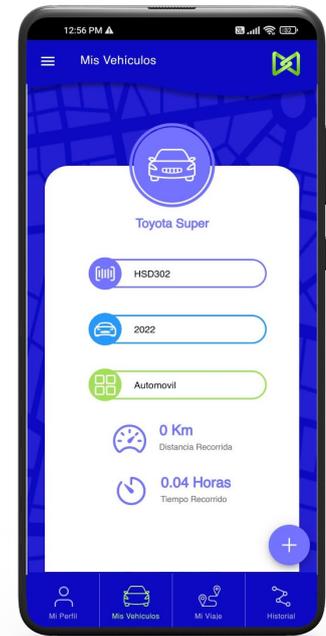
Posteriormente, en esta sección de la app será posible visualizar y modifica estos datos, a excepción del tipo y número de documento.



- Mis vehículos:

Antes de que el usuario realice su primer viaje deberá registrar la siguiente información del vehículo en el que pretende realizarlo:

- Placa
- Tipo de vehículo
- Tipo de combustión
- Marca del vehículo
- Línea del vehículo
- Año del vehículo
- Kilometraje del vehículo
- Pólizas/Seguros
- Alta ocupación
- Fecha del SOAT
- Dueño del vehículo



Cuando el usuario ya ha diligenciado esta información podrá visualizar los vehículos que tiene inscritos en la app, su placa, modelo, tipología y la distancia y tiempo recorrido en Me Muevo.

- Mi viaje:

Esta es la funcionalidad clave de la app ya que por medio de esta podrá iniciar un nuevo viaje, como requisito está la selección de la lista de vehículo registrado del vehículo en el que lo va a realizar y la definición de la ocupación del mismo, que varía de acuerdo con su tipología.

- Historial:

La interfaz de historial es un proceso que permite la visualización de viajes previamente realizados dentro de la plataforma. Además de presentar un resumen del total de viajes realizados y la distancia y duración total recorrida, se presenta un listado de todos los viajes realizado y es posible visualizar cada registro de viaje detallado el cual tiene información sobre la validación, finalización, duración, distancia y recorrido del viaje. También se podrá consultar en que vehículo se realizó y la fecha, hora y ocupación con la inició y finalizó el viaje.



- Centro de ayuda

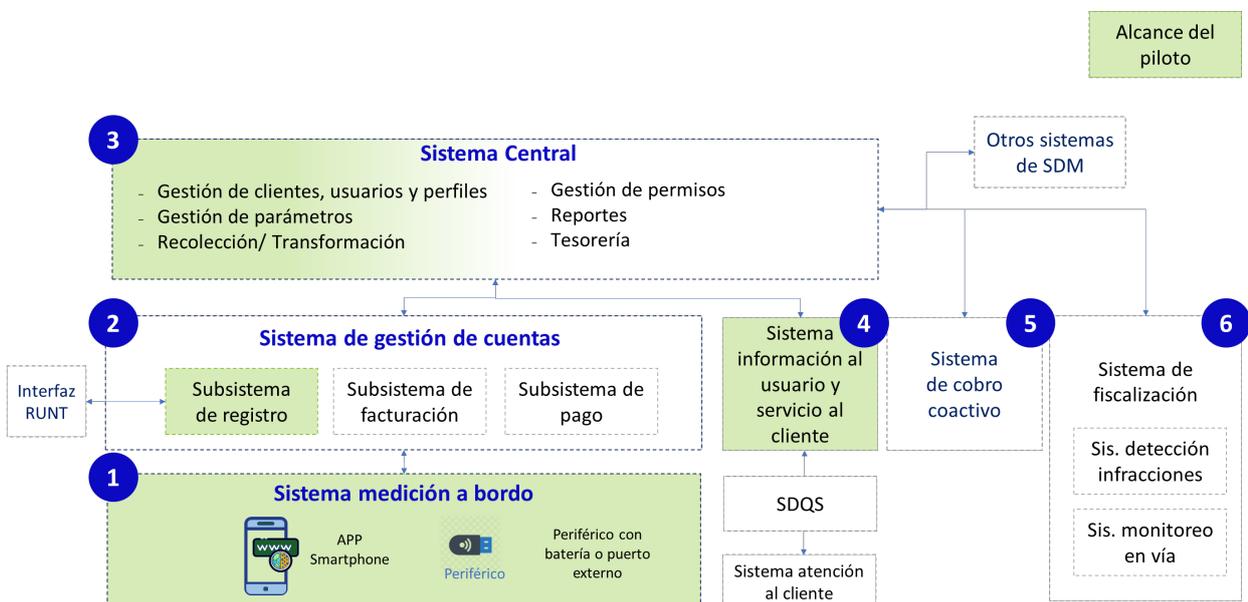
La interfaz de centro de ayuda tiene la opción de revisar las preguntas frecuentes, presentar una PQRS contactarnos por medio de nuestro micrositio web.



3.3. Arquitectura tecnológica

Habiéndose explicado los procesos y flujos contemplados dentro del diseño de la aplicación en su versión actual, es hora de describir la arquitectura tecnológica que se ha desarrollado para cumplir con los requerimientos definidos en estos flujos. La siguiente figura presenta la arquitectura de alto nivel propuesta:

Figura 8. Arquitectura de alto nivel de la solución tecnológica



Fuente: Elaboración propia.

Es importante entender que la arquitectura que se observa en esta imagen corresponde a la solución tecnológica completa que se desea a futuro. Es decir, puede entenderse como la arquitectura de una solución integral y funcional que contempla aspectos más allá de la medición de externalidades. Específicamente, esta arquitectura también contiene los componentes de

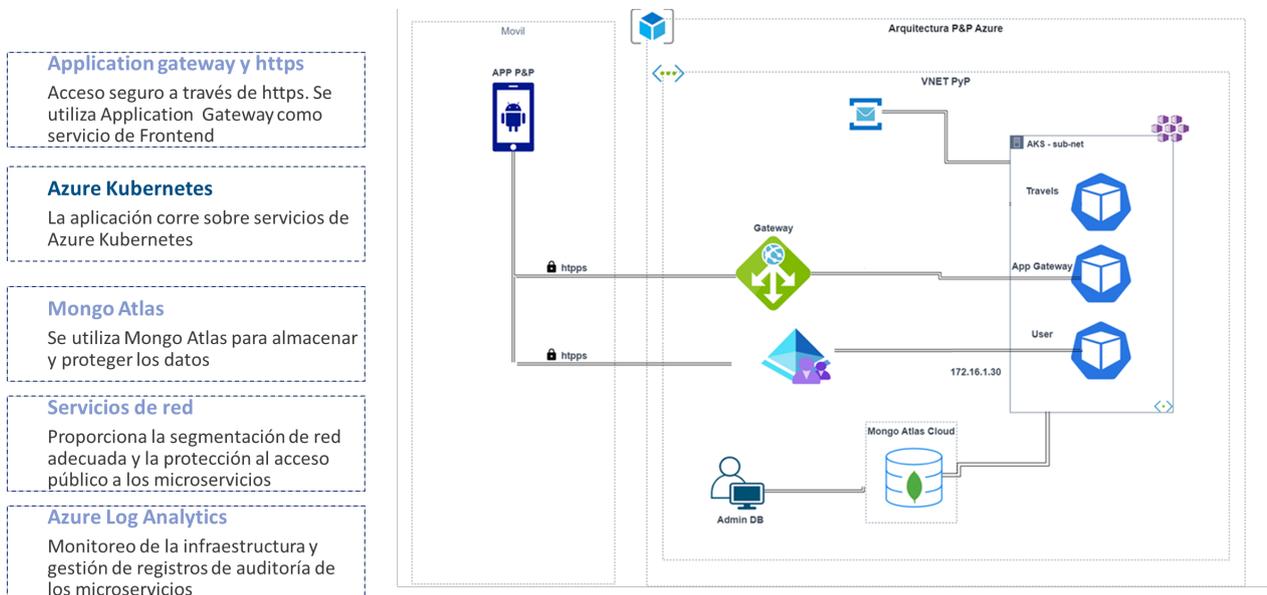
facturación y pago electrónico, sistema de atención al cliente, sistema de fiscalización y sistema de cobro coactivo.

Teniendo en cuenta lo anterior, los bloques que aparecen con relleno verde son aquellos que específicamente han sido desarrollados dentro del alcance de este piloto de evaluación de herramientas tecnológicas para la medición de distancias y tiempos de viaje. Esto implica que son estos bloques en verde los que ya se encuentran funcionales hasta el momento de escribir este documento. A continuación, se explicará brevemente cada uno de ellos:

- **Sistema central:** hace referencia a la plataforma central que se encarga de coordinar a los demás sistemas que componen la solución. Este sistema central es el corazón del “backend” y entre sus principales funciones está la de gestionar las cuentas y perfiles de usuario, incluyendo el histórico de viajes realizados; la gestión de los parámetros de funcionamiento de la aplicación, tales como filtros para la medición de distancias, datos para la configuración de los dispositivos periféricos, o de administración de la app; y la recolección, transformación y análisis de los datos para calcular las distancias y tiempos de viaje.

La siguiente figura muestra la estructura general de este sistema central, el cual ha sido desarrollado en un entorno en la nube, específicamente utilizando los servicios de Microsoft Azure:

Figura 9. Estructura general del sistema central



Fuente: Elaboración propia.

La plataforma central se ha implementado bajo el concepto de “Infraestructura como un servicio”, en el cual la potencia computacional es suministrada por el “Cloud” de Azure. Los servicios de almacenamiento (MongoDB) también se encuentran en la nube, así como los servicios de red, firewall y conectividad con los dispositivos desplegados en campo.

Este esquema “Cloud” permite contar con un sistema totalmente escalable, flexible, adaptable y protegido contra ataques informáticos y riesgos de daños físicos. Esto facilita la administración del sistema y abre la posibilidad de ahorrar cantidades significativas en los costos de implementación inicial: ya no es necesario hacer costosas inversiones en grandes servidores e infraestructura física. A cambio, Microsoft cobra unas tarifas mensuales que dependerán directamente de la cantidad de datos recolectados, procesados y almacenados.

Finalmente, es conveniente notar que el sistema central contiene módulos que aún no han sido desarrollados, tal como son el módulo para la gestión de permisos de Pico y Placa Solidario, el de reportería y el de tesorería. Estos módulos están fuera del alcance del presente piloto.

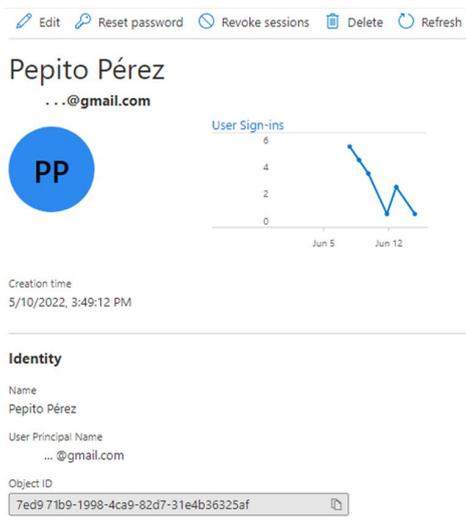
- **Sistema de gestión de cuentas:** al igual que el sistema central, este sistema contiene dos módulos que están fuera del alcance del presente piloto, el módulo de facturación y el de pago electrónico por el permiso de Pico y Placa Solidario.

En su lugar, el módulo que ya ha sido implementado es el subsistema de registro de usuarios, el cual permite realizar el correspondiente proceso que ya se explicó en la sección anterior. Para esto se utilizó “Microsoft Azure Active Directory B2C”, una solución de autenticación mantenida por Microsoft en donde se separa la gestión y almacenamiento de la cuenta de usuario, permitiendo una autenticación segura, una integración sencilla con proveedores de identidades (Ej. Facebook o Google) y la posibilidad de tolerar miles de millones de autenticaciones al día. La siguiente figura entrega algunos detalles adicionales al respecto:

Figura 10. Características del subsistema de registro de usuarios, enmarcado dentro del sistema de gestión de cuentas

1) Separación de la página de Inicio de Sesión del Core de la aplicación

- La lógica de gestión de cuenta (Registro de Usuario, Recuperar Contraseña, Confirmación de cuenta) administrada directamente por Azure.
- Se garantiza un almacenamiento seguro de la cuenta del usuario
- Fácil personalización de la interfaz por medio de Archivos HTML con CSS.
- Utiliza protocolos de autenticación basados en estándares, como OpenID Connect, OAuth 2.0 y SAML



2) Administración sencilla de la sesión del usuario

- El usuario administrador del servicio de Azure B2C tiene acceso a diferentes funcionalidades sobre la cuenta del usuario sin comprometer la información personal del usuario.
- Hay una separación clara entre los datos del usuario (suministrados en la aplicación) y los datos que hay en el servidor de autenticación.

Fuente: Elaboración propia.

- **Sistema de medición a bordo:** tal como su nombre indica, este módulo hace referencia a los dispositivos a bordo del vehículo que permiten capturar la información requerida para el cálculo de las distancias y tiempos de cada viaje. Específicamente, dentro del alcance de esta entrega se hace referencia al teléfono celular donde el usuario ha instalado la aplicación “Me nuevo” y/o al dispositivo periférico AVL que se conecta a la alimentación eléctrica del vehículo. Para el piloto se instalaron las dos configuraciones que se describen a continuación:

Figura 11. Configuraciones de equipos a bordo que fueron instaladas para el piloto

APP		<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación móvil funcionando de manera independiente: rastreo satelital con el GPS del teléfono y envío de datos a través de la red móvil. • Gestión de cuentas y consulta de históricos desde la app.
APP + AVL		<ul style="list-style-type: none"> • AVL Teltonika y Ruptela (30% y 7% del mercado de sistemas de telemetría, respectivamente) para rastreo satelital con el GPS del AVL y envío de datos mediante SIM card dedicada. La aplicación móvil queda para la interacción con el usuario: gestión de cuentas y consulta de históricos. • El AVL puede conectarse directamente a la batería e ignición del vehículo, o adaptarse a una conexión en cabina y usar una ignición virtual para no intervenir el sistema eléctrico del vehículo.

Fuente: Elaboración propia.

- **Sistema de información al usuario y servicio al cliente:** en su versión actual, la solución tecnológica ya cuenta con herramientas de información al usuario, tal como se explica al final de la sección anterior. Sin embargo, es necesario hacer notar que aún no se cuenta con un sistema de servicio al cliente, entendido como aquel sistema que les permitirá a los compradores del permiso de Pico y Placa Solidario acceder a una ayuda eficaz y oportuna al momento de tener novedades con sus compras, ayuda que posiblemente podría requerir la intervención humana de personal adscrito a la entidad que gestione el sistema tecnológico del Pico y Placa Solidario.

Figura 12. Micrositio web del piloto



Fuente: <https://www.probogota.org/memuevoapp>

4. Historias de usuario y casos de pruebas

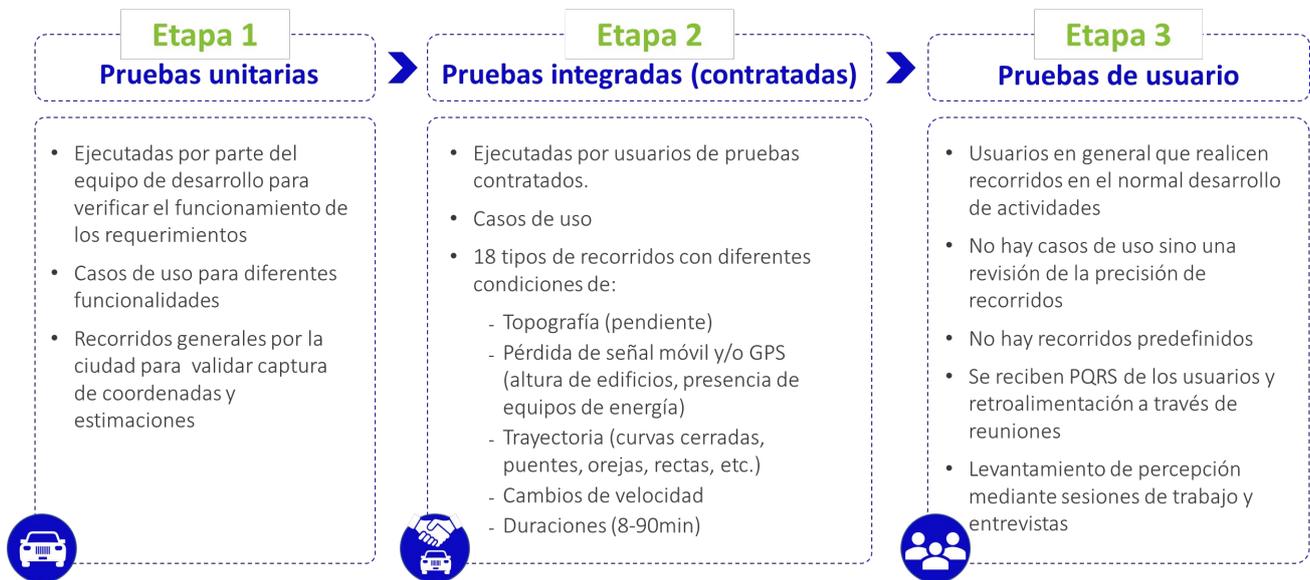
En este capítulo se hará un recuento de las pruebas realizadas sobre la solución tecnológica desarrollada. Estas pruebas han tenido dos objetivos básicos: ajustar y refinar el comportamiento de la aplicación en su conjunto, y dar fe del cumplimiento cabal de los requerimientos funcionales.

A continuación, se explicará brevemente la metodología adoptada de ciclos de pruebas, para luego pasar al detalle de las historias de usuario y el “deck” de pruebas implementado.

4.1. Ciclos de pruebas

La siguiente figura muestra los ciclos de pruebas ejecutados en las diferentes etapas del desarrollo.

Figura 13. Ciclos de pruebas ejecutados para el piloto “Me nuevo”



Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, hay que decir que el proceso de desarrollo ha sido incremental, siguiendo los lineamientos dados por la metodología Scrum. Esto conllevó a que las pruebas también se hayan realizado de manera gradual, probando primero algunas funcionalidades concretas para luego probar las que se fueron desarrollando después. Así mismo, tal como se observa en la imagen anterior, la propia metodología de pruebas contempla unos ciclos que van relacionados directamente con las fases de desarrollo de la solución tecnológica:

- **Etapa 1 – Pruebas unitarias:** esta primera etapa corresponde a aquella en la cual los mismos ingenieros del equipo de desarrollo prueban sus productos. Aquí la idea es que una vez que los desarrolladores creen que el producto está medianamente listo, hagan pruebas para verificar si los resultados son los esperados. En caso de tener unas pruebas exitosas, el

producto es liberado para la segunda etapa de pruebas. Si por el contrario, las pruebas fallan, los ingenieros deben realizar los ajustes correspondientes y volver a probar.

Para efectos del piloto “Me nuevo” estas pruebas consistieron en recorridos por la ciudad realizados por los mismos ingenieros o sus asistentes, y en pruebas de laboratorio controladas con la aplicación móvil y los periféricos.

- **Etapas 2 – Pruebas integradas:** una vez los desarrolladores han probado y concluido que sus productos funcionan correctamente, estos son entregados a una tercera parte interesada. En este caso, esta tercera parte ha sido el equipo funcional de transporte, conformado por ingenieros consultores en el área de movilidad. Estos ingenieros a su vez se han apoyado en personal contratado específicamente para esta labor de pruebas, concretamente dos conductores y un analista de pruebas. Es importante recalcar que en esta etapa, ninguno de los administradores o ejecutores de las pruebas pertenece al equipo base de desarrollo.

La idea de estas pruebas es que una tercera parte haga las pruebas correspondientes para validar las funcionalidades solicitadas. Para esto se ha diseñado un completo set de casos de uso, el cual permite evaluar el comportamiento de la solución tecnológica en una gran variedad de situaciones exhaustivas que pueden presentarse en la vida real. De manera similar a la etapa anterior, si las pruebas son exitosas el producto se libera los usuarios voluntarios. Si no, el producto es devuelto a los desarrolladores para que realicen los ajustes necesarios.

- **Etapas 3 – Pruebas de usuario:** en esta etapa es posible decir que ahora sí la aplicación se va a probar directamente con usuarios voluntarios reales. Aquí no existen los casos de uso predefinidos, más bien se espera que los usuarios se comporten de manera normal, que no cambien su cotidianidad al usar la aplicación. El objetivo es medir la precisión en la medición de las externalidades por parte de la herramienta y la usabilidad que la aplicación ofrece a los usuarios. En esta etapa se recibe retroalimentación de los usuarios para seguir en un proceso de mejora continua de la solución tecnológica.

Finalmente, solo cuando el producto ha superado estas tres etapas de pruebas es que se puede hablar de una entrada a producción formal. Actualmente, la solución tecnológica ya se encuentra lista para entrar a producción real si se contempla solamente el alcance específico de este piloto: la medición de externalidades producidas por vehículos privados.

4.2. Historias de usuario y deck de pruebas

En la Figura 14 se presentan los casos de uso ejecutados para validar el correcto funcionamiento de diferentes procesos de la aplicación, estos se explicarán en detalle en las siguientes subsecciones.

Figura 14. Casos de uso



Fuente: Elaboración propia

4.2.1. Pruebas sobre la aplicación móvil

En la Tabla 1 se presentan las pruebas realizadas para verificar el correcto funcionamiento de la aplicación Me Nuevo. Estas se agrupan en autenticación, historial, perfil, PQRS, viajes y vehículos.

Tabla 1. Pruebas Me Nuevo app

Categoría	Código	Nombre	Descripción
Autenticación	CP-A-001	Registro exitoso de un usuario en el sistema.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema en el momento en que un usuario nuevo desea registrarse en el sistema y lo hace de manera exitosa.
Autenticación	CP-A-001-1	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema en el momento en que un usuario nuevo desea registrarse en el sistema y su código de verificación es correcto.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema en el momento en que un usuario nuevo desea registrarse en el sistema y su código de verificación es correcto.
Autenticación	CP-A-001-2	Validación incorrecta del código de verificación.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema en el momento en que un usuario nuevo desea registrarse en el sistema y su código de verificación es incorrecto.

Autenticación	CP-A-001-3	Solicitud de un nuevo código de verificación.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema en el momento en que un usuario nuevo desea registrarse en el sistema y desea solicitar un nuevo código de verificación.
Autenticación	CP-A-001-4	Cambio de correo electrónico.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema en el momento en que un usuario nuevo desea registrarse en el sistema y desea cambiar su correo electrónico.
Autenticación	CP-A-002	Registro de un usuario con un correo electrónico ya existente.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema en el momento en que un usuario nuevo desea registrarse en el sistema y lo hace con un correo electrónico existente.
Autenticación	CP-A-003	Error al registrar un usuario en el sistema.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema en el momento en que un usuario nuevo desea registrarse en el sistema y lo hace de manera errónea, en este caso se contemplan las siguientes opciones: 1. No cumplimiento total del formulario de registro. 2. No verificación de código. 3. Contraseñas distintas. 4. Sin nombre de usuario.
Autenticación	CP-A-004	Inicio de sesión exitoso en la aplicación.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema en el momento en que un usuario desea iniciar sesión en la aplicación.
Autenticación	CP-A-005	Error al iniciar sesión en la aplicación.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema en el momento en que un usuario desea iniciar sesión en la aplicación y lo hace de manera incorrecta. El caso de prueba contempla los siguientes estados: 1. Correo electrónico incorrecto. 2. Contraseña incorrecta. 3. El usuario no existe en el sistema.
Autenticación	CP-A-006	Cambio de contraseña exitoso.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema en el momento en que un usuario desea cambiar su contraseña.
Autenticación	CP-A-007	Error al intentar cambiar la contraseña.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema en el momento en que un usuario desea cambiar su contraseña y lo hace de manera incorrecta. En el caso se contemplan los siguientes estados: 1. No verificación de código. 2. No coherencia en las contraseñas.

Perfil	CP-P-001	Completar el formulario de información personal.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema en el momento en que un usuario registra su información personal a través del formulario del módulo de Mi perfil.
Perfil	CP-P-002	Actualizar la información personal.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando un usuario intenta actualizar su información personal.
Perfil	CP-P-003	Visualizar el módulo de Mi Perfil.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema en el momento en que un usuario visualiza el módulo de Mi perfil.
Perfil	CP-P-004	Validar la longitud y tipo de dato en el campo de teléfono.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema en el momento en que un usuario ingresa correctamente la información del campo teléfono.
Perfil	CP-P-004-1	Validar la longitud y tipo de dato en el campo de teléfono incorrecto.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema en el momento en que un usuario ingresa correctamente la información del campo teléfono.
Perfil	CP-P-005	Validar la longitud en el campo documento.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema validando que el campo de documento en su valor tenga la longitud mínima y máxima de manera correcta. Para este caso de uso es necesario tener en cuenta que el valor mínimo es de 6 dígitos y el valor máximo es de 12 dígitos.
Perfil	CP-P-006	Validar tipo y longitud del campo de primer número en la dirección.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando se está registrando el primer número de la dirección de un usuario. Tener en cuenta que el tipo de dato es numérico y la longitud mínima es de un dígito y la longitud máxima es de tres dígitos.
Perfil	CP-P-007	Validar tipo y longitud del campo de primera letra en la dirección.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando se está registrando la primera letra de la dirección de un usuario. Tenga en cuenta que el tipo de dato es texto y la longitud mínima y máxima es de un carácter.
Perfil	CP-P-007-1	Longitud y tipo de dato incorrectos en el campo de primera letra en la dirección.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando se está registrando la primera letra de la dirección de un usuario incorrectamente.

Perfil	CP-P-007-2	Longitud y tipo de dato incorrectos en el campo de segunda letra en la dirección.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando se está registrando la segunda letra de la dirección de un usuario incorrectamente.
Perfil	CP-P-007-3	Longitud incorrecta en el campo de “Primer Número”.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando se está registrando el primer número de la dirección de un usuario. El tipo de dato es numérico y la longitud mínima es de un dígito y la longitud máxima es de tres dígitos.
Perfil	CP-P-007-4	Longitud incorrecta en el campo de “Segundo Número”.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando se está registrando el segundo número de la dirección de un usuario. Tenga en cuenta que el tipo de dato es numérico y la longitud mínima es de un dígito y la longitud máxima es de tres dígitos.
Perfil	CP-P-007-5	Longitud incorrecta en el campo de “Tercer Número”.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando se está registrando el tercer número de la dirección de un usuario. Tenga en cuenta que el tipo de dato es numérico y la longitud mínima es de un dígito y la longitud máxima es de tres dígitos.
Vehículos	CP-V-001	Visualización del módulo de Mis Vehículos.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando el usuario visualiza el módulo de Mis Vehículos.
Vehículos	CP-V-002	Crear un nuevo vehículo por primera vez de tipo Automóvil.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando el usuario desea crear un vehículo de tipo Automóvil.
Vehículos	CP-V-002-1	Crear un nuevo Vehículo por primera vez de tipo Automóvil con un dueño diferente.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando el usuario desea crear un vehículo de tipo Automóvil e indicando que no es el dueño del vehículo.
Vehículos	CP-V-003	Crear un nuevo vehículo por primera vez de tipo Motocicleta.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando el usuario desea crear un vehículo de tipo Motocicleta.
Vehículos	CP-V-003-1	Crear un nuevo vehículo por primera vez de tipo Motocicleta con un dueño diferente.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando el usuario desea crear un vehículo de tipo Motocicleta e indicando que no es el dueño del vehículo.
Vehículos	CP-V-004	Crear un nuevo vehículo por primera vez de tipo Campero/Camioneta.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando el usuario desea crear un vehículo de tipo Campero/Camioneta.

Vehículos	CP-V-004-1	Crear un nuevo vehículo por primera vez de tipo Camper/Camioneta con un dueño diferente.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando el usuario desea crear un vehículo de tipo Camper/Camioneta e indicando que usted no es el dueño del vehículo.
Vehículos	CP-V-005	Navegar a través de los diferentes vehículos de un usuario.	Este caso de prueba permite validar el correcto funcionamiento del carrusel de vehículos, en donde el usuario podrá visualizar todos los vehículos que tiene registrados.
Vehículos	CP-V-006	Completar el campo "Placa".	Este caso de prueba permite validar que el campo de "Placa" cumpla con sus especificaciones, la longitud mínima del campo "Placa" es de 6 dígitos y su longitud máxima es de 6 dígitos.
Vehículos	CP-V-006-1	Completar incorrectamente el campo "Placa".	Este caso cubre la particularidad cuando el campo "Placa" es incorrectamente completado.
Vehículos	CP-V-007	Completar el campo "Línea del Vehículo".	Este caso de prueba permite validar que el campo de "Línea del vehículo" cumple con sus especificaciones, el tipo de dato es texto.
Vehículos	CP-V-007-1	Completar incorrectamente el campo "Línea del Vehículo".	Este caso cubre la particularidad cuando el campo "Línea del vehículo" es incorrectamente completado.
Vehículos	CP-V-008	Completar el campo "Año del Vehículo".	Este caso de prueba permite validar que el campo de "Año del Vehículo" cumpla con sus especificaciones, el tipo de dato es numérico y de extensión igual a 4 dígitos
Vehículos	CP-V-008-1	Completar incorrectamente el campo "Año del Vehículo".	Este caso cubre la particularidad cuando el campo "Año del Vehículo" es incorrectamente completado.
Vehículos	CP-V-009	Completar el campo "Kilometraje del Vehículo".	Este caso de prueba permite validar que el campo de "Kilometraje" cumpla con sus especificaciones, el tipo de dato es numérico y su longitud no debe ser menor a 1 dígito
Vehículos	CP-V-009-1	Completar incorrectamente el campo "Kilometraje del Vehículo".	Este caso cubre la particularidad cuando el campo "Kilometraje" es incorrectamente completado.
Vehículos	CP-V-010	Completar el campo "Nombre del Dueño".	Este caso de prueba permite validar que el campo de "Nombre del Dueño" cumpla con sus especificaciones, el tipo de dato es texto y su longitud debe ser mayor a 1 carácter

Vehículos	CP-V-010-1	Completar incorrectamente el campo "Nombre del Dueño".	Este caso cubre la particularidad cuando el campo "Nombre del Dueño" es incorrectamente completado.
Vehículos	CP-V-011	Completar el campo "Documento del Dueño".	Este caso de prueba permite validar que el campo de "Documento del Dueño" cumpla con sus especificaciones, el tipo de dato es numérico y la longitud mínima es de 10 dígitos.
Vehículos	CP-V-011-1	Completar incorrectamente el campo "Documento del Dueño".	Este caso cubre la particularidad cuando el campo de "Documento del Dueño" cumpla con sus especificaciones.
Viajes	CP-T-001	Visualización del módulo de Mi Viaje.	Este caso de prueba permite comprobar la correcta apertura del módulo de Mi Viaje en la aplicación.
Viajes	CP-T-002	Seleccionar un vehículo en el menú desplegable.	Este caso de prueba permite comprobar el correcto funcionamiento del menú desplegable de vehículos en el módulo de Mi Viaje.
Viajes	CP-T-003	Ingresar la cantidad de pasajeros para un Automóvil.	Este caso de prueba permite validar el correcto registro de la cantidad de pasajeros, teniendo en cuenta que para un Automóvil el número mínimo de pasajeros es de 1 y el número máximo de pasajeros es de 5
Viajes	CP-T-003-1	Ingresar la cantidad de pasajeros para una Motocicleta.	Este caso de prueba permite validar el correcto registro de la cantidad de pasajeros, teniendo en cuenta que para una Motocicleta el número mínimo de pasajeros es de 1 y el número máximo de pasajeros es de 2
Viajes	CP-T-003-2	Ingresar la cantidad de pasajeros para un Campero/Camioneta.	Este caso de prueba permite validar el correcto registro de la cantidad de pasajeros, teniendo en cuenta que para un Campero/Camioneta el número mínimo de pasajeros es de 1 y el número máximo de pasajeros es de 9
Viajes	CP-T-004	Actualización icono de Bluetooth.	Este caso de prueba permite validar el cambio de estado del icono de Bluetooth, al activar y desactivar el servicio de Bluetooth de su dispositivo.
Viajes	CP-T-004-1	Actualización icono de Red.	Este caso de prueba permite validar el cambio de estado del icono de Red, al activar y desactivar el servicio de Red de su dispositivo.

Viajes	CP-T-004-2	Actualización icono de GPS.	Este caso de prueba permite validar el cambio de estado del icono de GPS, al activar y desactivar el servicio de Red de su dispositivo.
Viajes	CP-T-005	Iniciar un viaje con un Automóvil.	Este caso de prueba permite validar el proceso de iniciar un viaje seleccionando como vehículo un Automóvil.
Viajes	CP-T-005-1	Iniciar un viaje con una Motocicleta.	Este caso de prueba permite validar el proceso de iniciar un viaje seleccionando como vehículo de transporte una Motocicleta.
Viajes	CP-T-005-2	Iniciar un viaje con un Campero/Camioneta.	Este caso de prueba permite validar el proceso de iniciar un viaje seleccionando como vehículo de transporte un Campero/Camioneta.
Viajes	CP-T-006	Cancelar viaje durante el conteo regresivo.	Este caso de prueba permite validar que se puede cancelar un viaje correctamente antes de que esté iniciado.
Viajes	CP-T-007	Finalizar viaje normalmente.	Este caso de prueba permite validar la finalización de un viaje.
Viajes	CP-T-007-1	Finalizar un viaje, confirmación.	Este caso de prueba permite validar la finalización de un viaje y confirmar la finalización.
Viajes	CP-T-007-2	Finalizar un viaje que ha sufrido desconexión a los datos móviles	Este caso de prueba permite verificar que al recuperar los datos móviles se almacenan todas las coordenadas del viaje.
Viajes	CP-T-007-3	Finalizar un viaje que ha sufrido desconexión al GPS	Este caso de prueba permite validar que al recuperar el GPS se almacenan todas las coordenadas del viaje.
Viajes	CP-T-008-1	Validar un viaje que se finalizó mediante el apagado del teléfono celular	Este caso de prueba permite verificar que al reiniciar el teléfono y la aplicación deben registrarse las coordenadas del viaje.
Viajes	CP-T-008-2	Validar un viaje finalizado mediante el cierre forzoso de la aplicación	Este caso de prueba permite verificar que al iniciar un nuevo viaje en la aplicación y cerrar la aplicación se registran las coordenadas del viaje.
Viajes	CP-T-009	Continuar un viaje.	Este caso de prueba permite validar la continuación de un viaje, después de haber dado clic en el botón azul “Finalizar Viaje”.
Viajes	CP-T-010-1	Validar un viaje con curvas	Este caso de prueba permite verificar que, al iniciar un nuevo viaje en la aplicación, completar un recorrido con curvas y finalizarlo posteriormente se registran las

			coordinadas con un buen nivel de precisión
Viajes	CP-T-010-2	Validar un viaje que tenga baja señal de GPS	Este caso de prueba permite verificar que, al iniciar un nuevo viaje en la aplicación, completar un recorrido que en alguna parte tenga baja señal y finalizarlo posteriormente se registran las coordenadas con un buen nivel de precisión.
Viajes	CP-T-010-3	Validar un viaje que tenga diferentes velocidades constantes	Este caso de prueba permite verificar que, al iniciar un nuevo viaje en la aplicación, mantener una velocidad constante, cambiarla abruptamente y mantenerla, iterar y finalizar el viaje posteriormente se registran las coordenadas con un buen nivel de precisión.
Viajes	CP-T-011	Validar viaje normalmente. Estoy de acuerdo.	Este caso de prueba permite verificar la validación de un viaje cuando el usuario está de acuerdo con la información final del mismo.
Viajes	CP-T-012	Validar viaje normalmente. No estoy de acuerdo.	Este caso de prueba permite verificar la validación de un viaje cuando el usuario no está de acuerdo con la información final del viaje.
Viajes	CP-T-013-1	Validar un viaje pendiente. Estoy de acuerdo.	Este caso de prueba permite verificar la validación de un viaje pendiente cuando el usuario está de acuerdo con la información final del viaje.
Viajes	CP-T-013-2	Validar un viaje pendiente. No estoy de acuerdo.	Este caso de prueba permite verificar la validación de un viaje pendiente cuando el usuario no está de acuerdo con la información final del viaje.
Validación de viaje	CP-T-014-1	Validar un viaje que mantuvo una ubicación por un lapso prolongado.	Este caso de prueba permite verificar que, al iniciar un nuevo viaje en la aplicación, mantener una misma ubicación durante 10 minutos y finalizarlo después se obtiene correctamente la información del viaje.

Validación de viaje	CP-T-014-2	Validar un viaje que al inicio mantuvo una misma ubicación y que luego se desplaza para finalizar el viaje	Este caso de prueba permite verificar que, al iniciar un nuevo viaje en la aplicación, mantener una misma ubicación durante 10 minutos, luego desplazarse y finalizar viaje se obtiene correctamente la información del viaje.
Viajes	CP-T-015	Validar un viaje redundante	Este caso de prueba permite verificar que, al iniciar un nuevo viaje en la aplicación, completar un recorrido redundante que pase varias veces por los mismos puntos, luego finalizarlo se obtiene correctamente la información del viaje.
Viajes	CP-T-016	Validar un viaje superior a dos horas	Este caso de prueba permite verificar que, al iniciar un nuevo viaje en la aplicación que tenga una duración superior a dos horas y se finaliza se obtiene correctamente la información del viaje.
Viajes	CP-T017-1	Validar un viaje realizado offline y en background	Este caso de prueba permite verificar que, al iniciar un nuevo viaje en la aplicación, desconectarlos los datos y utilizar la aplicación en background se obtiene correctamente la información del viaje.
Viajes	CP-T017-2	Validar un viaje realizado offline y en background, encendiendo los datos móviles	Este caso de prueba permite verificar que, al iniciar un nuevo viaje en la aplicación, desconectar los datos, utilizar la aplicación en background y encenderlos nuevamente se obtiene correctamente la información del viaje.
Viajes	CP-T017-3	Validar un viaje realizado sin GPS y en background	Este caso de prueba permite verificar que, al iniciar un nuevo viaje en la aplicación, desconectar el GPS y utilizar la aplicación en background se obtiene correctamente la información del viaje.
Viajes	CP-T018	Validar viaje realizado bajo condiciones altas de congestión	Este caso de prueba permite verificar que, al iniciar un viaje, completar un recorrido en un trancón y finalizar el viaje se obtiene correctamente la información del viaje.
Viajes	CP-T019	Validar un viaje con intermitencia en los datos y el GPS	Este caso de prueba permite verificar que, al iniciar un viaje, andar un minuto, apagar datos y GPS, continuar viaje durante 3 minutos y luego prender el GPS, continuar 3 minutos, luego encender los datos continuar 3 minutos y finalizar el viaje se obtiene correctamente la información del viaje.

Historial	CP-H-001	Visualización del módulo de Historial.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando el usuario visualiza el módulo de Historial.
Historial	CP-H-002	Visualizar un viaje.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando el usuario visualiza un viaje finalizado.
Historial	CP-H-003	Visualizar mapa en un viaje.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando el usuario visualiza el mapa de un viaje finalizado.
Historial	CP-H-004	Interactuar con el mapa de un viaje.	Este caso de prueba asegura la calidad del sistema cuando el usuario interactúa con el mapa de un viaje finalizado.
Historial	CP-H-005	Validar un viaje pendiente, Estoy de acuerdo.	La intención de la prueba es probar la validación de un viaje pendiente cuando el usuario está de acuerdo con la información final del viaje desde el historial de viajes.
Historial	CP-H-006	Validar un viaje pendiente, No estoy de acuerdo.	La intención de la prueba es probar la validación de un viaje pendiente cuando el usuario no está de acuerdo con la información final del viaje desde el historial de viajes.
PQRS	CP-PQRS-001	Visualización del módulo de PQRS.	El caso de prueba verifica el proceso de visualización del módulo de PQRS.
PQRS	CP-PQRS-002	Registrar PQRS.	El caso de prueba verifica el proceso de registro de PQRS en la aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Pruebas sobre los AVLS

En la Tabla 2 se presentan las pruebas realizadas a los AVLS instalados en vehículos y enlazados a la app de Me Nuevo. Dichas pruebas se clasifican en encendido, transmisión, reporte y parámetros.

Tabla 2. Pruebas Me Muevo AVL

Categoría	Código	Nombre	Descripción
Encendido	CP-E-001	Encendido automático	Validar que el AVL enciende.
Transmisión	CP-T-001-1	Inicio reporte coordenadas	Validar que al encender el vehículo el dispositivo, se están transmitiendo los datos.
Transmisión	CP-T-001-2	Tiempo inicio reporte de coordenadas	Validar al cuánto tiempo de encender el vehículo el dispositivo empieza a transmitir los datos
Transmisión	CP-T-001-3	Fin transmisión tiempo	Completar viaje, apagar vehículo y validar momento fin de transmisión
Reporte	CP-R-001	Inicio nuevo viaje	Validar que al apagar el vehículo y cuando se prende inmediatamente se deben marcar dos viajes diferente
Transmisión	CP-T-002	Transmisión baja señal celular	Validar cómo es la transmisión en zonas donde la señal celular es baja
Transmisión	CP-T-003	Transmisión baja señal GPS	Validar cómo es la transmisión en zonas donde la señal GPS es baja
Reporte	CP-R-001	Reconstrucción y validación de viajes.	Validar que el dispositivo está recopilando los datos del viaje sin novedad.
Transmisión	CP-T-004	Validación mismo viaje	Realizar el mismo viaje en dos momentos diferentes y validar que la distancia y tiempo de viaje coincide bajo condiciones de viajes similares.
Parámetros	CP-P- 001	Validación set de parámetros	Validar el comportamiento del dispositivo AVL bajo diferentes sets de parámetros de recopilación de coordenadas (ángulo, distancia, tiempo)

Fuente: Elaboración propia.

Algunas de estas pruebas realizadas a la app y a los periféricos exigían la ejecución de recorridos en campo, de manera tal que se recrearán las condiciones que cualquier usuario encontraría en la vía pública al realizar sus viajes cotidianos. Adicionalmente estos recorridos permitieron evaluar la precisión y confiabilidad frente a diferentes situaciones específicas de topografía, señal móvil y GPS, trayectorias, congestión, velocidad y duración de viaje.

Adicionalmente, se realizaron pruebas para validar la compatibilidad del OBD-II con algunas de las líneas y marcas del parque automotor bogotano, especialmente de aquellos vehículos para los que se compra el permiso de pico y placa solidario. Tal como se presenta en la Figura 15 las pruebas consistieron en instalar el dispositivo en el puerto OBD-II de diferentes vehículos y realizar una conexión a la aplicación del dispositivo para validar cuales parámetros se transmitían y leían sin dificultad. Si bien estos resultados varían entre marca, línea y modelo algunos de los parámetros entregados son velocidad, las RPM, el VIN del motor y el kilometraje desde el último reset.

Este ejercicio permitió comprobar que los vehículos más nuevos y modernos son aquellos que permiten tener una mayor cantidad de parámetros, mientras que en otros vehículos de baja gama no fue posible reconocer ninguno de los parámetros. Por medio de información secundaria se conoció que en Colombia los vehículos a veces NO son fabricados/importados con el sensor que permite la lectura directa del odómetro. Esto porque no existe una norma que lo exija y los fabricantes en ocasiones prefieren ahorrarse ese componente.

4.2.3. Pruebas con dongle ODB-II

En la siguiente figura se ilustra el esquema de las pruebas físicas en vehículos realizadas con dispositivos ODB-II. Básicamente, el dongle ODB-II se conectó directamente al puerto ODB de los automóviles, el cual suele estar ubicado bajo el volante o en sus cercanías. A continuación, mediante la app de celular fue posible conectarse vía Wi-Fi al dongle y realizar la lectura de datos directamente del computador del vehículo.

Entre los datos que fue posible leer están las revoluciones por minuto (RP), el velocímetro, el VIN del chasis, el odómetro y el kilometraje desde el último *reset*. Como se verá más adelante en este documento, en la respectiva sección de resultados de ODB-II, la lectura de unos u otros parámetros depende de la marca, línea y modelo de cada carro.

Figura 15. Pruebas OBD-II



Fuente: Elaboración propia

Por su parte del “Piloto de Transporte Limpio” desarrollado por Probogotá Región y los miembros de la alianza “Bogotá, territorio inteligente” que tuvo por objetivo establecer una línea base de las emisiones de los vehículos de carga a partir del desarrollo de un dispositivo, que, al conectarse al vehículo en ruta, captura los datos relacionados al funcionamiento de la conducción, los cuales se procesan en una plataforma y resultan en la estimación de los Gases de Efecto Invernadero que emite el vehículo fue posible recopilar algunas recomendaciones para el uso de dispositivos periféricos en flotas de transporte de carga de propiedad de personas jurídicas.

El dispositivo IoT instalado es un equipo electrónico que reúne conectividad 4G, dos unidades de GPS, un acelerómetro, un giroscopio y un módulo de conexión a los datos generados por la computadora del vehículo. El dispositivo se conecta al adaptador de la unidad OBD, de la cual toma la energía necesaria para su funcionamiento y, al mismo tiempo, recupera los datos operativos del vehículo, de la misma forma que lo hace el dispositivo de diagnóstico estandarizado que existe en los talleres de mantenimiento.

La conexión del dispositivo, como se expresó anteriormente, se realiza al puerto OBD, J1939 o FMS del vehículo. La conexión de alimentación del dispositivo se realiza a través de un circuito auxiliar libre que se activa con la señal de encendido del vehículo. La instalación eléctrica dispone de protecciones de fusibles y relés para garantizar la protección frente a cortocircuitos y consumos no deseados. El dispositivo conectado dispone de protecciones eléctricas y electrónicas, tanto a nivel de conexiones eléctricas como de datos.

5. Resultados

En este capítulo se resumen los resultados obtenidos durante las etapas de pruebas y evaluación de los componentes del producto tecnológico desarrollado.

5.1. Resultados con la App “Me Muevo” y el AVL

La Tabla 3 muestra la evolución de la precisión de la app al momento de medir distancias con base en los datos del GPS del teléfono inteligente.

Tabla 3. Evolución

Algoritmo	Error de la APP (rango)	Error de la APP (promedio)
Primer algoritmo – “Cordova Background Geolocation”	-2% a 5%	2,6%
Segundo algoritmo – “Cordova Background Geolocation”	-4% a 21%	10,6%
Tercer algoritmo (vigente) – “Capacitor Community Background Geolocation”	-1% a 4%	0,8%

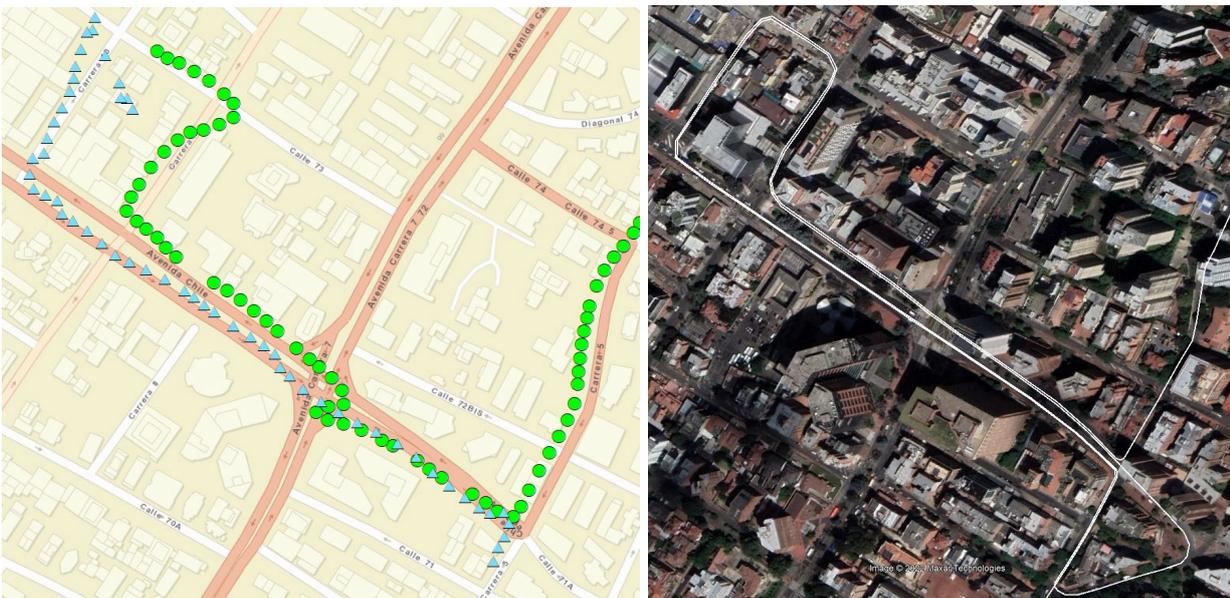
Fuente: Elaboración propia.

Es posible observar como la mejora de la aplicación ha sido incremental, destacándose el tercer algoritmo de medición, con el cual fue posible obtener precisiones muy cercanas al 1%. Esto fue gracias al uso del plug-in de Android “Capacitor Community Background Geolocation”, el cual permite mejorar los respectivos cálculos con un alto nivel de confianza.

Es importante hacer notar que la precisión de las mediciones obtenidas puede verse afectada si los vehículos inician su viaje dentro de un parqueadero subterráneo. En estos casos, el trayecto dentro del parqueadero y su vecindad inmediata puede perderse mientras el GPS del teléfono recupera su señal.

Por otra parte, las pruebas realizadas han permitido verificar el funcionamiento de la app en diferentes condiciones de velocidad, distancias, terreno, elevación, congestión y disponibilidad de la red móvil:

Figura 16. Recorrido de ejemplo por la Calle 72 – Datos de la App (GPS del teléfono) vs. Recorrido real



Fuente: Elaboración propia.

La imagen anterior muestra un ejemplo representativo de cómo se ven los datos recolectados por la aplicación móvil versus los recorridos reales. En la imagen de ejemplo se aprecia el sector de la Cl. 72 entre carreras 5ª y 9ª. Se seleccionaron estas imágenes como ejemplo puesto que esta es una zona en la que la señal GPS puede tener interferencias significativas debido a la cercanía de los cerros orientales y a la altura de los edificios en el vecindario.

Si bien los datos del GPS pueden ser susceptibles a pequeños errores en cuanto a la ubicación exacta del vehículo, estos errores son corregidos mediante el uso de filtros y algoritmos especializados, de modo que luego de hacer una limpieza y análisis de los datos, es posible obtener mediciones muy precisas de las distancias y tiempos de viaje.

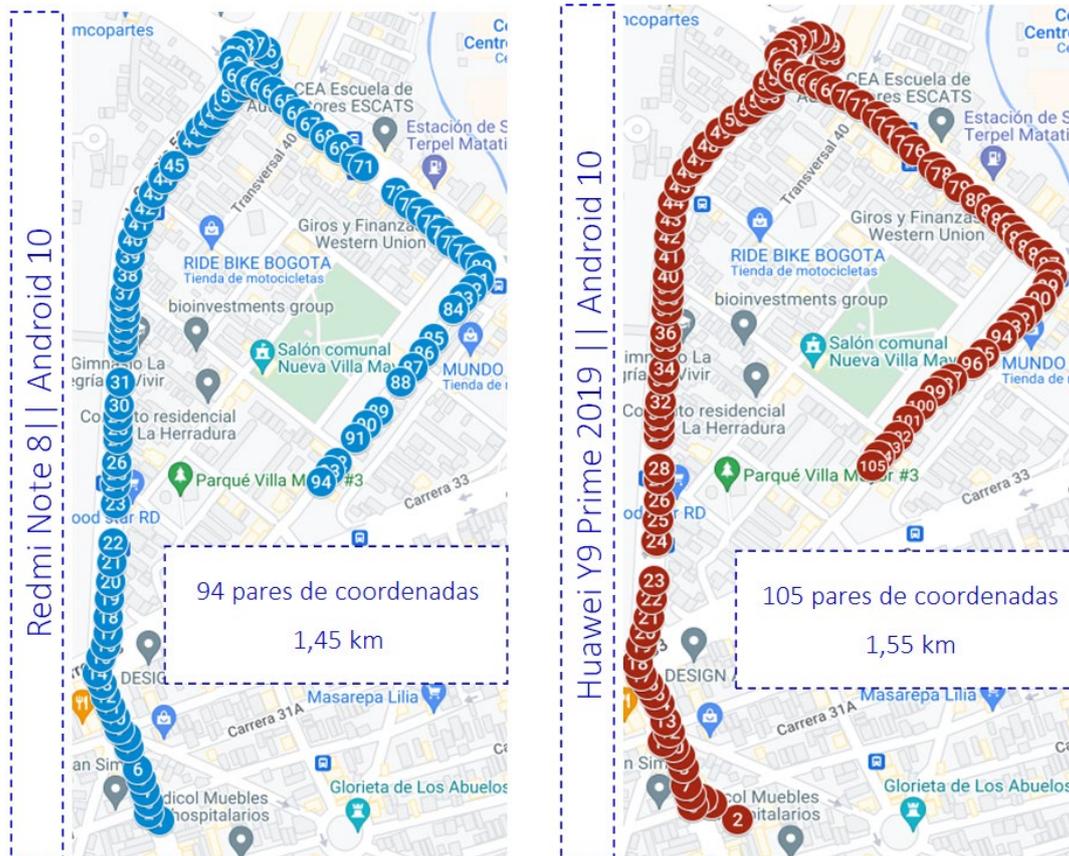
Otro resultado importante de las pruebas realizadas es que han permitido identificar que la marca, modelo y versión del sistema operativo que use un teléfono Android puede tener incidencia en los siguientes datos recolectados mediante el GPS:

- Precisión del GPS.

- Cantidad de coordenadas recolectadas.
- Distancia y velocidad medidas por la app.

La Figura 17 ilustra un ejemplo de ello:

Figura 17. Recorrido de ejemplo por el sector de Villa Mayor – Datos recolectados por dos teléfonos diferentes



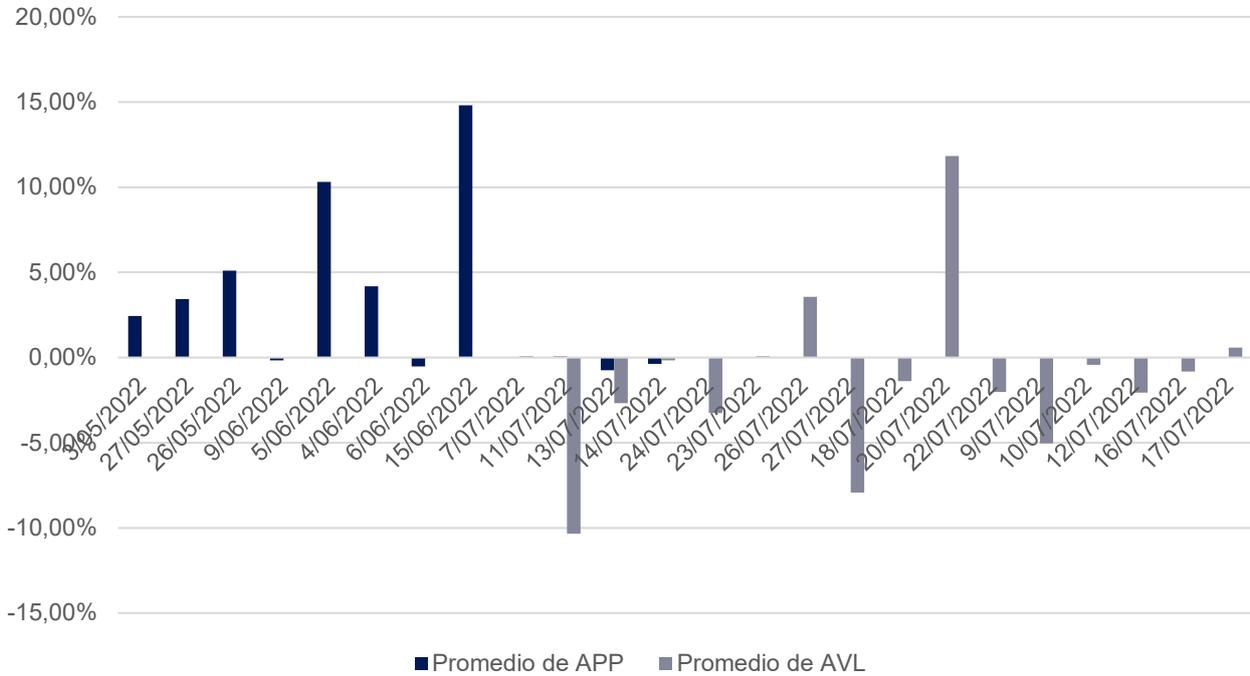
Fuente: Elaboración propia.

En el ejemplo mostrado en la figura, la diferencia entre la distancia reportada por cada teléfono fue del 6.5%. Esto se debe a que algunos modelos pueden tener una mejor recepción de la señal GPS por causa de sus propias características internas, su tamaño y el uso o no de carcasas de protección para los dispositivos móviles.

5.2. Resultados con el AVL

En la siguiente figura se presenta un resumen unificado para la App “Me Muevo” y el AVL de los resultados de precisión encontrados en las pruebas realizadas a lo largo del desarrollo. Esta figura permite conocer como los algoritmos encargados de medir distancias fueron evolucionando con el pasar de los meses, teniendo al principio márgenes de error tan grandes como 10 a 15%, para luego lograr precisiones promedio del orden del 1%.

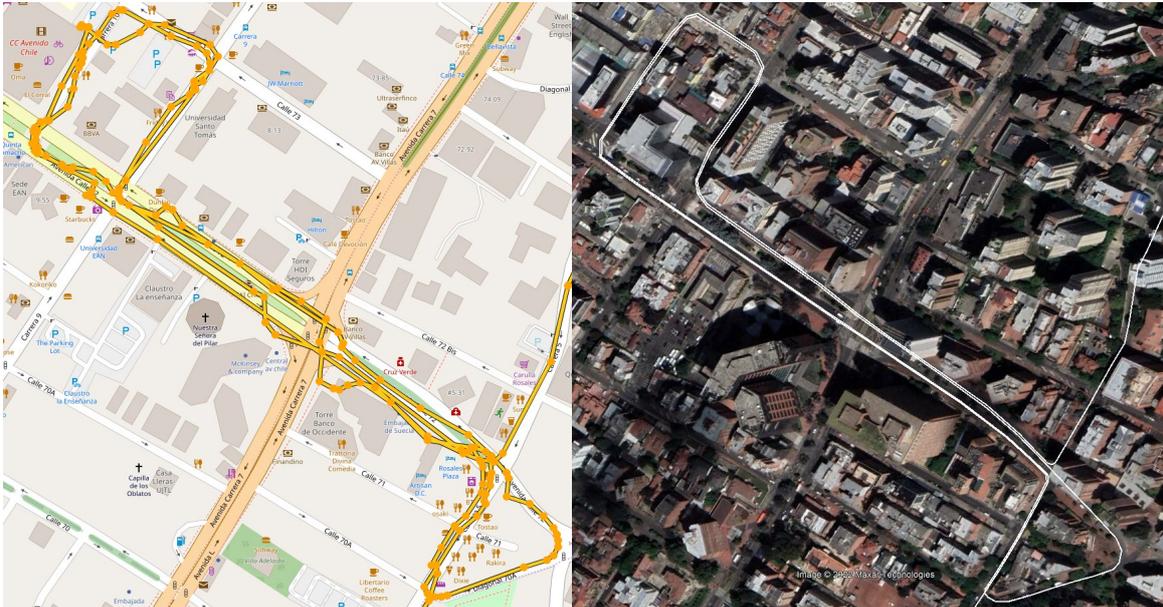
Figura 18. Evolución precisión app Me Muevo



Fuente: Elaboración propia.

La gráfica también permite evidenciar que el desarrollo de la app “Me nuevo” comenzó antes que el del AVL, y por lo tanto, se obtuvieron resultados aceptables en primer lugar con esta app. En cuanto a los datos recolectados por el AVL, la siguiente figura muestra una comparación entre estos datos y los viajes reales:

Figura 19. Recorrido de ejemplo por la Calle 72 – Datos de del AVL vs. Recorrido real



Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en el caso de la app, es posible ver que hay cierto nivel de ruido en los datos recolectados por el AVL. Este ruido, como ya se explicó, es más notorio en una zona como la Cl. 72 por su cercanía a los cerros orientales y los edificios altos. Sin embargo, el algoritmo de procesamiento de datos ha logrado filtrar eficientemente este ruido para generar mediciones precisas de distancia con el AVL también.

Adicionalmente, del “Piloto de Transporte Limpio” se identificaron desconexiones a la comunicación y fuente eléctrica del dispositivo que se atribuyen a:

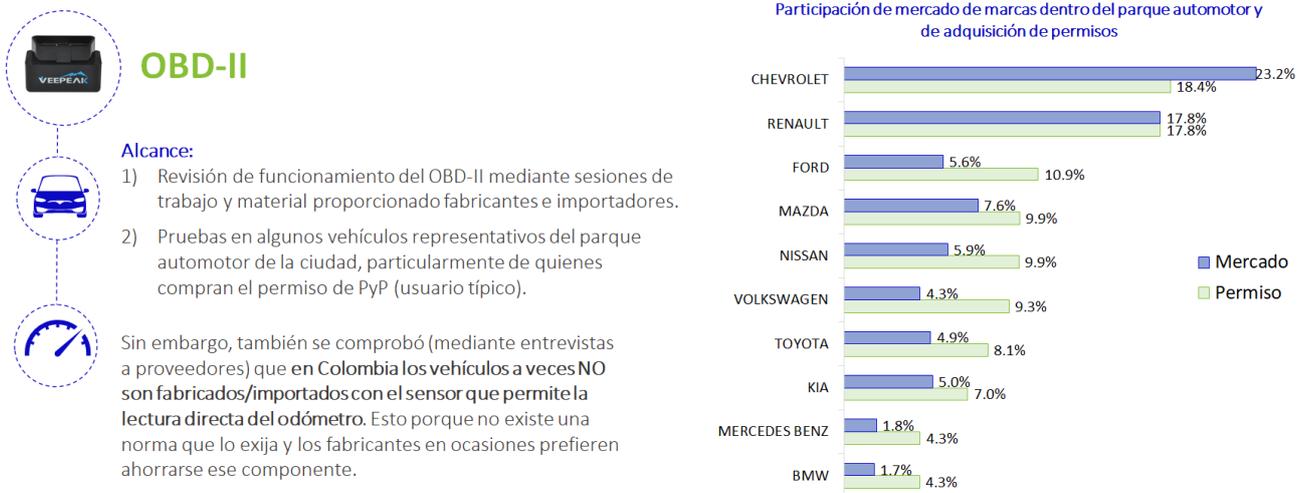
- Vibraciones normales del vehículo que pueden agudizarse dependiendo del uso y las rutas que este tenga asignadas.
- Operaciones de mantenimiento y/o limpiezas.
- Operaciones indebidas y maliciosas.

Aunque es difícil de determinar el origen de las desconexiones manuales, estas pueden ser ocasionadas por los operarios con el fin de evadir y evitar las acciones de control que favorece el dispositivo. Encontraron una relación entre el clima laboral de la compañía y la frecuencia con la que se presenta esta falla. En razón de lo anterior, recomiendan hacer revisiones cada 8 semanas para los camiones que realicen recorridos intermunicipales y de 6 meses para los que hacen recorridos urbanos.

5.3. Resultados de compatibilidad de OBD-II con diferentes marcas de vehículos

Por parte de los dispositivos OBD-II, dentro del alcance del piloto se comprobó su posibilidad de uso dentro del modelo propuesto, principalmente su compatibilidad con las diferentes marcas de vehículos que circulan en Bogotá. Tal como se describe en la siguiente figura y tablas, no todos los vehículos de la ciudad son compatibles con el protocolo OBD-II, particularmente en lo relativo a la lectura del odómetro. Esto porque no existe una normativa que exija que los automóviles deban ser fabricados o importados con los sensores necesarios para ello.

Figura 20. Alcance del OBD-II y participación de mercado de marcas de vehículos en Bogotá



Fuente: Elaboración propia a partir del histórico del Pico y Placa, y del Registro Distrital Automotor remitido por la Secretaría Distrital de Movilidad.

Además, partiendo de literatura externa se concluyó que el 21% de la flota de vehículos de la ciudad debería ser compatible con el estándar OBD-II, esto sobre un muestreo sobre el 63% de las marcas-líneas-modelos más representativos. Desafortunadamente, para el resto de las marcas y modelos no se han documentado pruebas en la literatura analizada. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos por marca:

Tabla 4. Compatibilidad OBD-II por marca de vehículo

Marca	% Compatible ODB-II	% No Compatible ODB-II	% Por revisar
CHEVROLET	24,5%	64,6%	10,9%
RENAULT	16,7%	81,2%	2,2%
MAZDA	3,5%	57,6%	38,9%
NISSAN	8,0%	58,8%	33,1%
FORD	20,1%	38,4%	41,6%
HYUNDAI	18,4%	37,9%	43,8%
KIA	20,9%	43,2%	35,8%
TOYOTA	2,8%	41,1%	56,1%
VOLKSWAGEN	8,4%	37,8%	53,8%
MERCEDES BENZ	0,0%	9,0%	91,0%
BMW	0,0%	3,7%	96,3%
MITSUBISHI	0,0%	12,0%	88,0%
FIAT	0,0%	17,5%	82,5%
DODGE	6,5%	37,7%	55,8%
SUZUKI	3,9%	32,4%	63,7%
HONDA	0,0%	6,7%	93,3%
PEUGEOT	1,9%	10,4%	87,7%
JEEP	3,0%	6,7%	90,3%
AUDI	0,0%	3,2%	96,8%
DAEWOO	0,0%	5,4%	94,6%
DAIHATSU	7,7%	0,0%	92,3%
MINI	0,0%	0,0%	100,0%
JAC	0,0%	0,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia con datos de <https://www.outilsobdfacile.com/vehicle-list-compatible-obd2>

Entre tanto, en las pruebas físicas realizadas se encontró que efectivamente algunos vehículos entregan parámetros como la velocidad, las RPM o el VIN del motor a través de OBD-II. Así mismo, ha sido posible leer el kilometraje desde el último “reset” en algunos modelos, más no directamente el odómetro. La tendencia general es que entre mayor sea la gama del vehículo, más posibilidades hay de que sea compatible con OBD-II, sin que esto sea del todo una regla que se cumpla siempre, solo es una tendencia.

La Tabla 5 muestra los resultados obtenidos en las pruebas físicas realizadas.

Tabla 5. Resultados de las pruebas físicas con el dongle OBD-II

Fecha	Marca-línea-modelo	RPM	Velocímetro	VIN	Odometro	Km desde reset
15/06/2022	KIA CERATO	SI	SI	SI	NO	SI
15/06/2022	KIA PIACANTO	SI	SI	SI	NO	SI
17/06/2022	CHEVROLET OPTRA 2008	SI	SI	NO	NO	NO
17/06/2022	RENAULT KANGOO 2015	NO	NO	NO	NO	NO
17/06/2022	MINI COOPER 2015	SI	SI	SI	NO	SI
17/06/2022	CITROEN JUMPY 2022	SI	SI	SI	NO	SI
17/06/2022	CITROEN BERLINGO 2022	SI	SI	NO	NO	NO

Fecha	Marca-linea-modelo	RPM	Velocimetro	VIN	Odometro	Km desde reset
17/06/2022	LAND ROVER DISCOVERY 2022	SI	SI	SI	SI	SI
22/06/2022	CHEVROLET SAIL 2014	SI	SI	SI	NO	NO
22/06/2022	CHEVROLET SAIL 2014	SI	SI	SI	NO	NO
22/06/2022	LAND ROVER DISCOVERY 2022	NO	NO	NO	NO	NO
8/07/2022	BMW 318 2018	SI	SI	SI	NO	SI
8/07/2022	BMW 318 2018	SI	SI	SI	NO	SI
8/07/2022	BMW X4 2019	SI	SI	SI	SI	SI
8/07/2022	MINI COOPER 2020	SI	SI	SI	SI	SI
8/07/2022	BMW X5 2020	SI	SI	SI	SI	SI
8/07/2022	BMW 218 2021	SI	SI	SI	SI	SI
8/07/2022	BMW 218 2021	SI	SI	SI	SI	SI
8/07/2022	BMW 320 2021	SI	SI	SI	SI	SI
8/07/2022	BMW 330 2022	SI	SI	SI	SI	SI
8/07/2022	BMW 330 2022	SI	SI	SI	SI	SI
8/07/2022	BMW Z4M40 2022	SI	SI	SI	SI	SI
13/07/2022	BMW G650 2004	NO	NO	NO	NO	NO
13/07/2022	BMW G650 2004	NO	NO	NO	NO	NO
13/07/2022	BMW 330D 2006	SI	SI	SI	NO	SI
13/07/2022	BMW 330D 2006	SI	SI	SI	NO	SI
13/07/2022	BMW 740I 2006	SI	SI	SI	NO	NO
13/07/2022	BMW 740I 2006	SI	SI	SI	NO	NO
13/07/2022	BMW 325I 2010	SI	SI	SI	SI	SI
13/07/2022	BMW 325I 2010	SI	SI	SI	SI	SI
13/07/2022	BMW G310 2018	SI	SI	SI	NO	SI
13/07/2022	BMW G310 2018	SI	SI	SI	NO	SI

Fecha	Marca-línea-modelo	RPM	Velocímetro	VIN	Odometro	Km desde reset
13/07/2022	BMW C400GT 2018	SI	SI	SI	NO	SI
13/07/2022	BMW F850 2018	SI	SI	SI	NO	SI
13/07/2022	BMW X3 2018	NO	NO	NO	NO	NO
13/07/2022	BMW X3 2018	SI	SI	SI	NO	SI
13/07/2022	BMW X3 2018	SI	SI	SI	SI	SI
13/07/2022	BMW X3 2018	SI	SI	SI	SI	SI
13/07/2022	BMW X6 2018	NO	NO	NO	NO	NO
13/07/2022	BMW X6 2018	SI	SI	SI	NO	SI
13/07/2022	BMW F750 2019	SI	SI	SI	NO	SI
13/07/2022	BMW 120I 2019	SI	SI	SI	SI	SI
13/07/2022	BMW 120I 2019	SI	SI	SI	SI	SI
13/07/2022	BMW X1 2019	NO	NO	NO	NO	NO
13/07/2022	BMW X1 2019	SI	SI	SI	SI	SI
13/07/2022	BMW 330I 2020	SI	SI	SI	SI	SI
13/07/2022	BMW 330I 2020	SI	SI	SI	SI	SI
13/07/2022	MINI COOPER S 2020	SI	SI	SI	SI	SI
13/07/2022	MINI COOPER S 2020	NO	NO	NO	NO	NO
13/07/2022	BMW I3 2020	NO	NO	NO	NO	NO
13/07/2022	BMW I3 2020	NO	NO	NO	NO	NO
13/07/2022	BMW X5 2021	SI	SI	SI	SI	SI
13/07/2022	BMW X5 2021	SI	SI	SI	SI	SI
13/07/2022	BMW I3 2021	NO	NO	NO	NO	NO
13/07/2022	BMW I3 2021	NO	NO	NO	NO	NO
13/07/2022	BMW F1250 2022	SI	SI	SI	NO	SI
13/07/2022	BMW F1250 2022	SI	SI	SI	NO	SI
13/07/2022	BMW 330E 2022	SI	SI	SI	SI	SI
13/07/2022	BMW 330E 2022	SI	SI	SI	SI	SI
13/07/2022	MINI COOPER S	SI	SI	SI	NO	SI
13/07/2022	MINI COOPER S	SI	SI	SI	NO	SI

Fuente: Elaboración propia.

5.4. Resultados de compatibilidad del Beacon Bluetooth

Para finalizar esta sección de resultados, se presenta la información recolectada dentro del alcance del piloto respecto a los beacon Bluetooth. En primer lugar, se logró extraer correctamente del beacon información que permitiría identificar que el celular va en un viaje a bordo del respectivo vehículo inscrito en el Pico y Placa Solidario:

- ID y nombre del Beacon asociado a un carro específico.
- Lecturas del acelerómetro (X, Y, Z) para detectar movimiento inercial en las 3 dimensiones.

Además, se concluyó que estos dispositivos se comunican con el celular mediante Bluetooth LE (Low Energy), lo cual permite minimizar el consumo de batería por parte del celular. La siguiente figura resume los hallazgos realizados durante el piloto:

Figura 21. Alcance del Beacon y esquema de configuración en el vehículo



Fuente: Elaboración propia.

6. Comunicaciones

6.1. Diseño de marca

La identidad de marca es la apariencia visual y la voz de una empresa o un producto. Por lo tanto, el diseño de marca fue el primer paso que se realizó para posteriormente desarrollar las piezas gráficas correspondientes a la estrategia de comunicación. El proceso de diseño de marca se llevó a cabo en dos pasos:

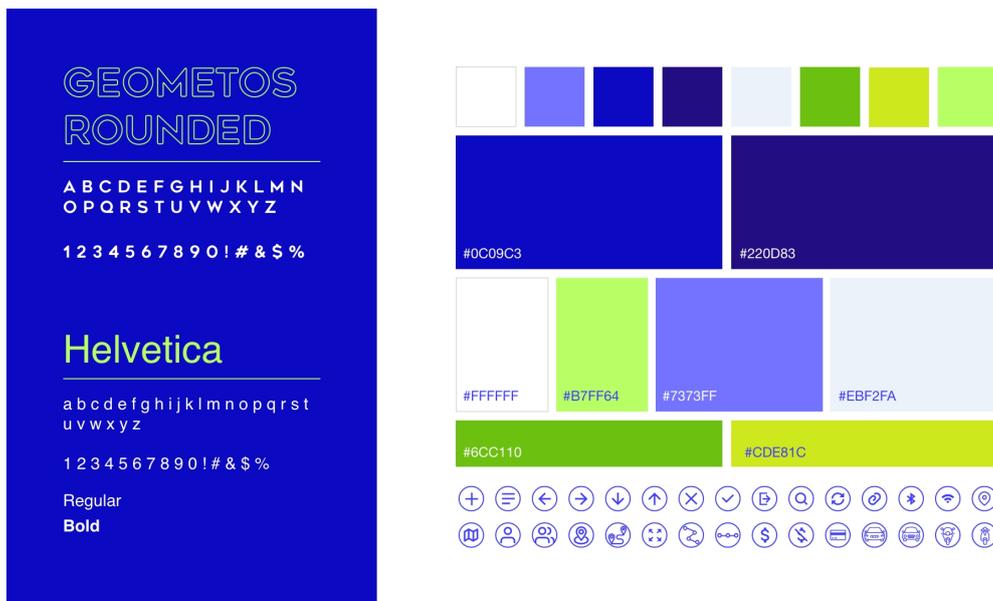
1. El primer paso fue definir el nombre de la solución, el cual debía ser coherente con la movilidad, la sostenibilidad, los objetivos y el contexto en el que se desarrolló el proyecto.

Además, el nombre debía ser corto y en español puesto que permitía mayor recordación para el usuario y coherencia con el idioma de la ciudad. En consecuencia, el nombre elegido para la solución fue: “Me Muevo”. Un nombre corto, en español, fácil de recordar, se puede aplicar en otras ciudades de Colombia y coherente con las temáticas de movilidad y fluidez.

2. El segundo paso fue diseñar la identidad visual de la solución, la cual cuenta con los siguientes elementos:

- **Paleta de colores:** una paleta de color con azules, morados y verdes, los cuales transmiten confianza, modernidad, sostenibilidad, tecnología y movilidad.
- **Tipografía:** la selección de tipografías para la app y las piezas gráficas de la marca fueron Geometos Rounded para títulos y Calibri Light, Regular y Bold para textos de contenido, subtítulos y botones.

Figura 22. Tipografía y paleta de color



Fuente: Elaboración propia.

- **Isotipo e imago tipo:** Finalmente, el diseño del isotipo (el cual es el símbolo de la marca que puede ser reconocido por el usuario sin necesidad de texto), se realizó juntando las dos emes



Figura 23. Logo Me Muevo

del nombre, lo cual generó el símbolo de dos botones de play entrelazados con un efecto de movimiento. Luego, el nombre de la solución “Me Muevo” se colocó junto al isotipo para crear el imagotipo, el cual combina el símbolo y el nombre de la marca, lo que permite el reconocimiento de la marca cuando se usan tanto juntos como por separado.

Fuente: Elaboración propia.

6.2. Diseño de piezas gráficas

Se diseñaron diversas piezas gráficas con el fin de reclutar voluntarios para participar en el Piloto de Cobro por Externalidades. Estas piezas gráficas contenían información sobre la solución, sus beneficios y una invitación a los usuarios potenciales para que descargaran y se registraran en la aplicación. Algunas de las piezas diseñadas fueron:

1. **Presentación para empresas privadas:** Esta presentación tuvo como objetivo informar a las empresas vinculadas a ProBogotá sobre la solución e invitarlas a participar en el piloto a través de sus vehículos particulares y/o de sus colaboradores.
2. **Infografía (Enlace o anexo):** Luego de la presentación inicial, enviamos una infografía con un resumen de la información socializada a las empresas interesadas, incluyendo los pasos a seguir para formalizar su participación en el piloto.
3. **Página web para el público en general (Enlace):** Diseñamos y desarrollamos una página web piloto con información relevante de la solución para el público en general. En la página web también se puede encontrar el enlace de descarga de la aplicación, el video instructivo sobre cómo funciona la aplicación, los beneficios de la solución, las preguntas frecuentes e información de contacto.
4. **Video instructivo sobre las funcionalidades de Me Muevo (Enlace):** El propósito del video fue explicar de una manera muy dinámica y resumida las funcionalidades de la aplicación y el paso a paso de cómo descargarla y crear una cuenta a los usuarios potenciales.

6.3. Convocatoria en redes sociales

Para aumentar el número de usuarios registrados en la aplicación, realizamos una campaña publicitaria en nuestras redes sociales como Facebook, Twitter, LinkedIn y Twitter. La campaña publicitaria funcionó en dos pasos:

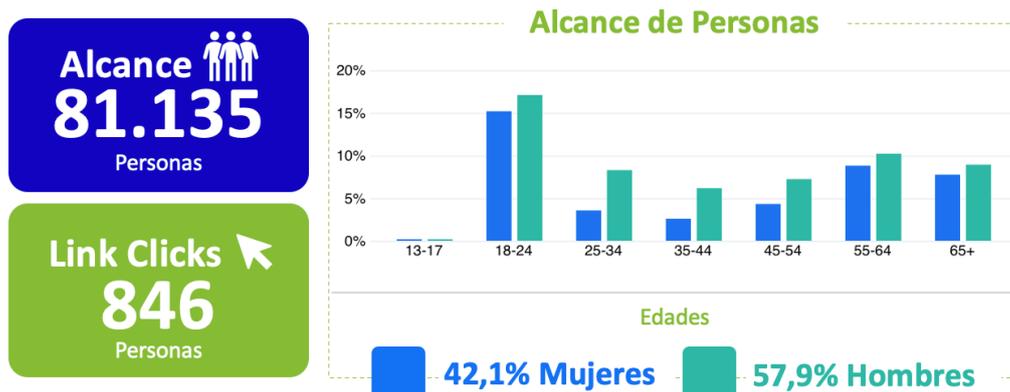
1. El primer paso fue diseñar y publicar piezas para la campaña de expectativa a través de nuestras redes sociales con el fin de generar intriga e interés en la comunidad. Estas piezas contenían mensajes sobre algunos beneficios de la solución para la comunidad y un conteo regresivo para presentar la solución y la invitación a la convocatoria.

2. El segundo paso fue diseñar y publicar una publicidad paga, después de realizar el lanzamiento de la app al público general, la cual fue compartida en Facebook e Instagram y dirigida principalmente a el grupo objetivo con las siguientes características:

- Edad: Personas de 18 a 65+ años
- Género: Todos
- Ubicación: 24 millas a la redonda de Bogotá D.C. – Colombia

La campaña llegó a 81.135 personas, de las cuales 846 hicieron clic en la imagen para obtener más información. De la población alcanzada, el 42,1% eran mujeres, mientras que el 57,9% eran hombres. Al final de la campaña publicitaria, obtuvimos menos de 40 nuevos usuarios registrados, lo que significa solo el 4.7% de las personas que hicieron clic en la publicidad paga se registraron en la aplicación. Por lo tanto, podemos concluir que, a pesar del alto interés inicial de las personas al hacer clic en el enlace para obtener más información sobre la solución, la publicidad en redes sociales no fue tan efectiva para generar nuevos registros de usuarios en la aplicación.

Figura 24. Resultados Publicidad Paga en Redes



Fuente: Elaboración propia.

6.4. Proceso de vinculación de los miembros de Probogotá Región al “Piloto Me Nuevo”

Con el fin de lograr una mayor participación en la convocatoria pública de la fase de prueba del piloto “Me Nuevo”, y con el convencimiento del rol estratégico que el sector empresarial tiene en adoptar políticas y proyectos para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la ciudad y la región, se realizó una investigación sobre las compañías miembros de Probogotá Región que han desarrollado y adoptado políticas de movilidad sostenible para determinar posibles sinergias entre las empresas y el piloto de cobro por externalidad, y de esta forma, extender la invitación para la participación de estas empresas a vincularse a este piloto.

6.4.1. Empresas convocadas

A continuación, se presentan las empresas invitadas a la participación del piloto y se mencionan los programas o políticas de movilidad sostenible adoptadas por las empresas.

6.4.1.1 Alquilería



Primera empresa en operar vehículos eléctricos con refrigeración multiambiente. La entrada en operación de estos vehículos se enmarca en el programa de sostenibilidad de Alquilería “*Planeta Larga Vida*”. Con la implementación de este programa, la compañía ha alcanzado reconocimientos de buenas prácticas con certificación carbono neutro del Icontec para tres de sus productos, cómo resultado se ha logrado reducir en cerca del 10% el calibre del empaque de sus bolsas de leche y disminuido en 18% su huella de carbono en el último año. Por otra parte, la compañía anunció sus planes para ampliar su flota con un número mayor de estos vehículos y espera cerrar el 2022 con 10 de estos operados en el país.

6.4.1.2 Amarilo



Programa de desempeño ambiental. Para 2020 Amarilo recibió el premio de Responsabilidad social otorgado por Camacol Regional Bogotá y Cundinamarca, en la categoría mejor experiencia ambiental gracias al convenio de cooperación para la implementación de un piloto de manejo de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en el proyecto urbanístico Alameda del Río. El proyecto fue liderado entre Amarilo y la autoridad ambiental del Atlántico CRA.

6.4.1.3 Autogermana



Autogermana tiene como meta la reducción mínima de emisiones de CO2 por vehículo en 80% para producción, 50% en el auto y 20% para proveedores a 2030. Adicionalmente, para 2022 se dará el correcto proceso de uso al final de la vida útil y disposición final de 15 toneladas de residuos aprovechables, 70 toneladas de residuos peligrosos, 1.400 llantas y más de 400 baterías. Para el corto plazo, se espera que el 60% de las salas de ventas a nivel nacional empleen energías renovables para el funcionamiento.

6.4.1.4 Bancolombia



Programa Eco – Banco mediante el cual se han impulsado campañas y proyectos que generen conciencia ambiental al interior de la organización, colaboradores, proveedores y visitantes. Así mismo el desarrollo de proyectos y estrategias para la reducción en consumos de agua y energía, en todos los puntos de operación en conjunto con las áreas de Gestión inmobiliaria y de Administración de Activos Fijos.

Para contribuir a disminuir la huella de carbono indirecta y la congestión de las vías, se apoyaron estrategias para reducir el número de viajes realizados por parte de los colaboradores, también se realizó apoyos logísticos a las áreas de logística para promover reducciones en consumo de papel, impresiones y otros insumos, y una disposición adecuada de los residuos generados en nuestros sitios de operación y de residuos sólidos por medio de procesos de separación, reciclaje y valorización, con apoyo de empresas gestoras expertas.

Por último, se implementó el impuesto al Carbono para viajes de negocio, con el que se desarrollarán nuevas actividades, proyectos de eficiencia energética y energía renovable para compensar internamente la huella de carbono y generar conciencia ambiental.

6.4.1.5 Scotiabank – Colpatría



El programa de movilidad sostenible de Scotiabank Colpatría “Go Mobility” fue lanzado en el mes de agosto de 2020 y cuenta con tres modalidades a disposición de los colaboradores: carro compartido, uso de bicicleta (patineta o bici eléctricas) y caminatas. Para todas las alternativas de movilidad sostenible, a través de la aplicación TryMyRide aliado del programa, se logra calcular el impacto en huella de carbono y evidenciar los efectos positivos en la salud y en el bienestar de los colaboradores del banco.

6.4.1.6 Banco de Bogotá



El Programa de Movilidad Sostenible busca a través de la adopción de mejores prácticas en movilidad, contribuir a un mayor bienestar para los colaboradores y la calidad del aire de las ciudades. De igual forma ratifica su compromiso con el desarrollo de una ciudad más amigable con el medio ambiente.

La iniciativa contempla inicialmente, proporcionar alternativas de desplazamiento sostenibles como las bicicletas compartidas, patinetas eléctricas, carros eléctricos, mediante convenios que faciliten a los colaboradores el uso de estos vehículos. Así mismo, con la aplicación propia de Banco, Movers BdB, los colaboradores pueden acceder a vehículos compartidos, cuyo viaje pueden planearlo con sus compañeros. También se continuará con la labor pedagógica, a través de charlas de sensibilización. Como resultado se han logrado reducir cerca de 40 toneladas de CO₂, lo que equivale a 2.894 árboles nativos sembrados.

6.4.1.7 Odinsa – Argos



La empresa ha optado por desarrollar proyectos con estándares de eficiencia energética para impulsar la infraestructura baja en carbono y resiliente a los efectos climáticos, igualmente se han implementado esquemas de compensación al sembrar árboles que aumentan las capacidades de los territorios para adaptarse al clima.

Frente a las emisiones de CO₂ generadas por el sector de la construcción, se estableció el compromiso de mitigar las emisiones directas e indirectas de CO₂ mediante la meta de reducir a 523 kg CO₂ por tonelada de material cementante. Esto representa una oportunidad innovadora para nuestras las operaciones directas y su cadena de valor. Por último, frente al uso de materiales no renovables, se realizó un compromiso de hacer un uso responsable de servicios vitales como el agua y la biodiversidad, mediante la identificación y manejo de riesgos e impactos significativos y el aprovechamiento de oportunidades en los territorios donde tenemos presencia.”

6.4.1.8 Banco Davivienda



Diseño del “*Ecosistema Davivienda en Bici*”, para 2021 el banco cerró el año con 4 de estos ecosistemas, que significaron 59,9 mil Km recorridos en bicicleta por los trabajadores y se evitaron la emisión de 14,9 ton de CO₂.

Para el funcionamiento, se facilitan a los colaboradores ubicados en las oficinas cercanas a las áreas administrativas donde funciona Davivienda en Bici. Asimismo, entregamos 2 ecosistemas nuevos al final del año en Cali e Ibagué, con 15 bicicletas en cada ecosistema, y ampliamos la flota de Bogotá con 60 bicicletas adicionales.

Los indicadores de movilidad en los 4 ecosistemas en funcionamiento, en medio de las condiciones impuestas por la emergencia sanitaria, son:

6.4.1.9 Tigo Une.



Tigo Une a implementado actividades de cultura ambiental asociadas a la mitigación del cambio climático, la eficiencia energética y la seguridad alimentaria. Han diseñado espacios de cocreación destinados al programa y a que las actividades y temas desarrollados de forma colectiva.

6.4.1.10 Uber Colombia



Para 2020, la plataforma Uber lanzó al mercado la opción Uber Planet y Comfort Planet en las en Medellín y Bogotá como una alternativa que busca compensar la huella de carbono de los recorridos. Lo recaudado por estas opciones ha permitido apoyar proyectos sostenibles de conservación de bosques y protección de biodiversidad.

Una vez terminado el proceso de identificación de las empresas miembros de Probogotá Región que cuentan con programas o políticas de movilidad sostenible, se realizó la invitación formal para vincularse al desarrollo de la etapa de prueba del piloto “Me Nuevo”.

Adicionalmente, en la invitación se compartió una infografía con la información relevante del piloto, en esta se describían; Objetivo y finalidad, características de los participantes, descripción de la medición objetivo del piloto, duración, forma de participación, beneficios, posibles participantes, seguridad de la información recolectada y el paso a paso para la inscripción.

6.4.2. Reuniones

Posterior al envío de las invitaciones y la respuesta por parte de las empresas interesadas en conocer a detalle el piloto de cobro por externalidad, se acordaron llevar a cabo reuniones presenciales entre con los equipos encargados de cada empresa para presentar en detalle el piloto “Me Nuevo” y evaluar la posible participación de estas en el piloto.

De manera general, el desarrollo de las reuniones iniciaba con la presentación de cada equipo y se continuaba por presentar un contexto del programa UK PACT y sobre el “*Plan integral y hoja de ruta para una movilidad sostenible en Bogotá-región durante y después de la COVID-19*”; en esta se realizaba una descripción del alcance de los ejes de trabajo llevados a cabo en la vigencia del proyecto anterior y los ejes de trabajo actuales. Como siguiente paso, se presentaba la justificación del piloto y la información clave para la implementación del piloto cómo solución de mejora al esquema actual del pico y placa solidario, por ejemplo, el crecimiento del parque automotor en la región, la caracterización de los propietarios de los vehículos y la cantidad de exenciones del pico y placa. Posteriormente, se realizaba una exposición sobre el objetivo del piloto, los beneficiarios de la solución y los usuarios objetivo del piloto.

Una vez explicados los elementos más relevantes del piloto y solucionada cualquier duda sobre el proyecto, se continuaba con las diferentes opciones de participación de las empresas del piloto (vehículos propios o trabajadores) y los beneficios que implicarían para las empresas la vinculación al piloto.

Adicionalmente, como parte de las reuniones se explicaba el diseño y funcionamiento de la aplicación; empezando por la interfaz de la aplicación, los medios de pago, el registro de información y seguimiento. Por otra parte, se les explicaban los componentes relacionados con el tratamiento de la información, política de tratamiento y servidores de almacenamiento (Mongo Atlas) para garantizar transparencia y seguridad de la información.

Por último, se le detallaba el cronograma de actividades y siguientes pasos en caso de aceptar la vinculación al piloto: formularios de inscripción, firma de cartas de intención de participación, capacitaciones, instalación de dispositivos, seguimiento y presentación del micrositio <https://www.probogota.org/memuevoapp>.

Como resultado de las invitaciones de participación, se llevaron a cabo las siguientes reuniones:

- Viernes 3 de junio de 2022 – Reunión oficinas de Amarillo 11:30 a.m.
- Lunes 6 de junio de 2022 – Reunión oficinas de Autogermana: 11:00 a.m.
- Lunes 6 de junio de 2022 – Reunión oficinas de Enel Colombia 2:00 p.m.
- Viernes 10 de junio de 2022 – Reunión oficinas de Scotiabank – Colpatria 10:00 a.m.
- Martes 14 de junio de 2022 – Reunión oficinas Alfred 1:00 p.m.

Como resultado de las reuniones realizadas, se lograron vincular las 5 empresas con las cuales se realizaron las reuniones

6.4.3. Principales retos del ejercicio.

Los principales comentarios recibidos por las empresas frente a la participación en el piloto “Me Nuevo” fueron los siguientes:

- Seguridad frente a la información, manejo de datos sensibles y privacidad de los colaboradores. Manejo legal de la información y firma de contratos de confidencialidad de la información.

También, hubo por parte de los miembros, especial interés en el manejo de datos. En la app Me Nuevo, se lleva a cabo por medio de Mongo Atlas, el cual, mediante su servicio en la nube, que es de máxima seguridad y almacena la información cifrada del usuario. Posee la política de tratamientos de datos que debe ser firmada por el usuario, también un análisis y procesamiento de información a nivel agregado los cuales son enmascarados para su procesamiento.

Figura 25. Servidor Mongo DB Atlas



Fuente: Mongo Atlas

Cuenta con un servicio de base de datos no relacional, basado en documentos y posee características como resiliencia, escalado, privacidad y seguridad. Asimismo, tienen una optimización inteligente, autenticación y cifrado mediante los datos que exige la App para registro.

La información se almacena en Multicloud con un escalado horizontal o vertical de datos. Este sistema de cifrado y seguridad de datos es utilizado por empresas como Ebay, Adobe y Google.

- Baja disposición de generar incentivos para que los colaboradores de las empresas se inscriban en el piloto

En las reuniones llevadas a cabo, otro reto fue generar incentivos para el uso de la App. Esto sucedía puesto que algunas empresas cuentan con un mecanismo de no tener incentivos ni monetario ni de ninguna otra forma que implique premios, mercados, etc. Esto hizo que el proceso, genere poco interés puesto que no tienen ninguna retribución tangible a corto plazo.

- Dificultad de parar las jornadas de trabajo para realizar la instalación de los dispositivos a los vehículos de las empresas.

Cuando se trató de instalaciones OBD, la gestión para la instalación y manejo del mismo, nos generaba demoras en los tiempos. Es prudente, tomarlos en cuenta en la programación, así como el calibrado y las pruebas que toque realizarles a los mismos.

6.5. Retroalimentación del Piloto

Para dar cierre a las pruebas del piloto, se llevará a cabo encuestas y una sesión de retroalimentación con usuarios de Me Muevo con el objetivo principal de evaluar el nivel de aceptación que los sujetos de prueba le den a la solución. También, para conocer la percepción del usuario frente al funcionamiento de la aplicación, la facilidad de interacción y el consumo de la batería de sus teléfonos inteligentes.

6.5.1. Sesión de retroalimentación

La sesión de retroalimentación se realizará con un grupo focal, de forma virtual y tendrá una duración de una hora y medias. Los usuarios del grupo focal deben cumplir con las siguientes características:

- Tener un registro en la aplicación con datos completos y veraces.
- Haber validado por lo menos más de 10 Km en viajes
- Ser parte de uno de estos estratos: 3,4,5 y 6
- Conducir Carro
- Registrar un ingreso mayor a 1,500,0000 COP
- No formar parte de GSD+ ni ProBogotá

La sesión se dividirá en dos partes. Durante la primera parte se realizarán preguntas que evalúan la experiencia del usuario con el funcionamiento de la aplicación. En la segunda parte se realizarán preguntas relacionadas al Pico y Placa Solidario, con el fin de entender el nivel de aceptación que los sujetos de prueba le den a la solución.

6.5.1.1 Convocatoria

En estos momentos se está realizando la convocatoria del grupo focal. Por lo tanto, se envió un correo de agradecimiento y una invitación a participar en la sesión de retroalimentación, a cambio de un incentivo, a todos los usuarios que cumplen con las características previamente mencionadas (11 usuarios). En la invitación se adjuntó una encuesta con un formulario de inscripción al final, para recopilar información cuantitativa de estos usuarios objetivo y poderlos segmentar en los grupos focales. Hasta ahora han contestado la encuesta 8 usuarios de los cuales 7 han confirmado su interés en participar en la sesión de retroalimentación.

6.5.1.2 Próximos Pasos

Los próximos pasos para seguir son:

- Realizar la sesión de retroalimentación.
- Evaluar y compartir resultados de la sesión.
- Realizar rifa y entrega de incentivos a los participantes.

6.5.2. Encuesta motos

A todos los usuarios de moto que han registrado por lo menos un viaje en la aplicación se les enviará un correo de agradecimiento y una encuesta dividida en dos partes. La primera parte contiene preguntas relacionadas a la experiencia del usuario con el funcionamiento de la aplicación. La segunda parte contiene preguntas relacionadas al Pico y Placa Solidario, con el fin de entender el nivel de aceptación que los sujetos de prueba le den a la solución.

Figura 26. Parte del correo invitación a la sesión de retroalimentación



De parte de todo el equipo de Me Nuevo: ¡Muchas Gracias por tu participación en el piloto!

La ciudad también te agradece, pues formar parte de Me Nuevo ayuda a impulsar la creación de soluciones para:

- Mejorar la movilidad en Bogotá.

Fuente: Elaboración propia.

7. Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones generadas a lo largo de la ejecución del piloto “Me Nuevo”. Este capítulo se ha planteado de manera concisa y se ha estructurado por temas. Se espera

que sirva de referencia rápida para quien desee conocer de manera ágil los resultados generales y los principales hallazgos realizados.

7.1. Aplicación móvil

- La app ya cuenta con:
 - Registro y administración de cuentas de usuario y vehículos asociados.
 - Registro y validación de los viajes efectivamente realizados.
 - Seguimiento a los viajes y consulta de históricos.
 - Información al usuario y Centro de Ayuda.
- La app móvil permitiría la validación de la ocupación de los vehículos mediante la toma de fotografías (esto por desarrollar) y/o el registro hecho por el usuario (ya implementado).

7.2. Periféricos

Sobre el AVL:

- El AVL es el dispositivo que asegura una mejor confiabilidad ante los fraudes y omisiones. Su funcionamiento no depende del usuario, sino que es autónomo si se instala directamente a la batería del vehículo cumpliendo todos los protocolos.
- Sin embargo, esto es precisamente su debilidad. Su instalación puede ser invasiva y tener efectos en la garantía de vehículos nuevos. De cualquier modo, esto puede ser concertado con los propios concesionarios para que su personal técnico sea quien realice la instalación.
- Otra desventaja es que tiene el costo de adquisición más alto y precisa de un pequeño costo operacional por el plan de datos requerido. No obstante, estos costos podrían ser absorbidos por el valor a pagar por el permiso de Pico y Placa Solidario.
- Se plantea que los usuarios que paguen por el permiso semestral o anual sean los candidatos más viables para usar este dispositivo en sus vehículos.

Sobre el Dongle OBD-II:

- El dongle OBD-II es el complemento perfecto para quienes no deseen o no puedan instalar el AVL, pero estén dispuestos a usar la app. Esto porque el OBD-II permite validar las distancias medidas por la aplicación móvil usando el GPS del celular.
- Su principal desventaja es que la información de kilometraje no está disponible para todas las marcas y modelos de vehículos en Bogotá. Esto limitaría el rango de acción de este periférico. Sin embargo, su instalación no tiene costo y es “Plug-and-Play”.

- Desde el punto de vista de las instituciones públicas, este podría ser el momento adecuado para reglamentar la obligatoriedad del protocolo OBD-II en el país, de modo que, a medida que se reemplace la flota vehicular, con los años se pueda hacer uso de este puerto para diferentes iniciativas tales como el Pico y Placa Solidario o la medición de emisiones de gases de contaminantes.

Sobre el beacon:

- Teniendo en cuenta que las pruebas han sido exitosas, se recomienda el uso del beacon como complemento de la app para medición de externalidades. Este beacon permitirá que la app no sea tan dependiente del usuario y pueda funcionar de una forma más autónoma. Es ideal para usuarios que pagan el permiso diario o mensual.
- Lo anterior se lograría mediante la identificación del beacon instalado en un carro específico (y la consecuente identificación de dicho carro) por parte de la aplicación móvil, así como la identificación de movimiento inercial gracias al acelerómetro del beacon.
- El beacon es relativamente económico y no tiene grandes costos ni dificultades para su instalación.

7.3. Precisión en las mediciones obtenidas

- En el “*backend*” se desarrollan los procesos de estimación de distancias y tiempos de viaje, mediante algoritmos de analítica de datos.
- Tanto la aplicación móvil, como el AVL, son capaces de proporcionar datos para mediciones de distancias y tiempos de viaje lo suficientemente precisas como para ser usadas en un esquema de cobros por distancia.
- Las pruebas controladas permitieron refinar los algoritmos de medición de externalidades. Error promedio en el rango del 1%.

7.4. Productos de Pico y Placa y uso de tecnologías

- Se recomienda segmentar la combinación de uso de soluciones basadas en app móvil y/o periféricos AVL, en función de los productos ofrecidos y las características del usuario:
 - Para permisos de Pico y Placa Solidario de larga duración, en los que se desee una medición automática con reportes periódicos, podría ser más adecuado la instalación y el uso de un AVL.
 - Para permisos de Pico y Placa Solidario de corta duración, el usuario debería tener más interacción con la app móvil para evitar los costos de adquisición e implementación de periféricos AVL.

- Varios usuarios expresaron su preocupación sobre el acceso y uso que se dé a la información recolectada. Es necesario evaluar el *“trade-off”* entre poder hacer un cobro por zonas de congestión y el tener almacenada la información de las trayectorias de los usuarios.

Anexos

En este [link](#) se presentan los anexos de este informe:

1. [Infografía](#)
2. [Base de datos](#) de los viajes y recorridos realizados con la app y el AVL

UK PACT

www.ukpact.co.uk

For any enquiries, please get in touch via email at communications@ukpact.co.uk