

ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA VIAJES COMPARTIDOS DE LA COMUNIDAD ACADÉMICA ENTRE SU VIVIENDA Y EL CAMPUS UNIVERSITARIO. FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - SEDE BOGOTÁ

William Castro García

Ingeniero civil, Especialista en Transporte, Magister en Ingeniería - Transporte. Director a cargo del proyecto, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Daniel Alejandro Bedoya Paniagua

Ingeniero civil, estudiante de la especialización en Tránsito, Diseño y Seguridad Vial, Universidad Nacional de Colombia, Colombia

Andrea Marcela Barón Collazos

Ingeniero civil, estudiante de la especialización en Tránsito, Diseño y Seguridad Vial, Universidad Nacional de Colombia, Colombia

Daniel Alexander Pirazán Sáenz

Ingeniero civil, Universidad Nacional de Colombia, Colombia

Derly Alejandra Pino Monroy

Estudiante de Ingeniería civil, Universidad Nacional de Colombia, Colombia

Sara Sofia Ospina Rojas

Estudiante de Ingeniería electrónica, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Ana María Gómez Saavedra

Estudiante de Ingeniería química, Universidad Nacional de Colombia, Colombia

RESUMEN

El presente proyecto se plantea como una solución para la disminución de contagio de Covid-19, a partir de la evaluación de diferentes alternativas para el desplazamiento bioseguro desde y hacia el campus de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá en el marco de la convocatoria “Hacia el regreso seguro al campus” de la Facultad de Ingeniería. La alta probabilidad de contagio representa un riesgo para las personas que hacen uso del transporte público colectivo dentro de la ciudad, lo que incluye a la mayoría de las personas de la comunidad universitaria que usan este como su principal medio de transporte.

Por ello, se realizó una investigación y estructuración de una aplicación móvil la cual tiene como propósito el uso de carro compartido y se coordinen grupos de bicicletas para movilizarse en estos trayectos.

Como metodología se analizó información de residencia de la comunidad universitaria a partir de bases de datos y encuestas, estas últimas también permitieron identificar vehículos disponibles y disposición para viajar en carro y bicicleta. Por otra parte, se analizaron otras aplicaciones existentes que facilitan la interacción entre las personas para compartir vehículo o generar grupos de ciclistas. Una de las principales razones por las que la gente no usa la bicicleta es la inseguridad, por lo que generar grupos de ciclistas permitiría a los usuarios sentirse más seguros gracias al acompañamiento brindado por otros compañeros. Además, se evidenció un alto interés de los encuestados por participar de estos grupos y se observó que los viajes en bicicleta dentro de la facultad se duplicarían respecto al antes y después de la emergencia sanitaria, pasando del 15% al 30%.

Finalmente, con el apoyo de un profesional especializado se inició la estructuración y generación de una aplicación móvil que contenga las principales funciones necesarias para la creación de grupos para la movilidad segura.

1. INTRODUCCIÓN

La elaboración del proyecto se proyectó para ser una herramienta fundamental como medida de prevención del contagio, de modo que llegado el momento de retornar al campus universitario sea posible hacerlo exitosamente, con la logística implementada.

La metodología de trabajo cumplió con los siguientes objetivos: Recopilar y analizar información de residencia de los miembros de la comunidad universitaria, vehículos disponibles y disposición para realizar viajes en otros modos de transporte (carro y bicicleta) considerando el acompañamiento y la creación de grupos para un viaje bioseguro.

Por otra parte, se planteó analizar aplicativos existentes en el mercado, que facilitan la interacción entre la persona que posee el vehículo particular y aquellos que comparten un origen o destino cercano a su vivienda, sitio de estudio, sitio de trabajo y/o ruta de transporte; y a su vez se propuso comunicar y juntar a aquellas personas que usan la bicicleta como medio de transporte, creando grupos de ciclistas que cumplan con las características mencionadas anteriormente y que puedan realizar su viaje compartido de forma segura, esto con el fin de incentivar el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible; principalmente se busca que estos aplicativos sean adaptables al contexto universitario y la situación de emergencia sanitaria actual.

Una vez realizada toda la investigación, se plantea, con el apoyo de un equipo de trabajo conformado por profesionales, estudiantes o técnicos especializados, la estructuración de un aplicativo móvil con las siguientes funciones:

- Notificar la ubicación de los usuarios, conductor y pasajeros con el mismo origen, destino o cercanos a la ruta, en tiempo real para la opción de carro compartido.
- Notificar el horario de partida y número de cupos dentro del vehículo, para la opción de carro compartido.
- Para viajes que no tienen el mismo punto de origen, notificar sitios de encuentro con su respectivo horario entre el conductor y los usuarios ubicados en un radio cercano al trayecto.
- Notificar la ubicación y horario de partida de los usuarios, que implementan el uso de bicicleta para transportarse desde y hacia el campus.
- Proporcionar información actualizada a los usuarios de los protocolos de bioseguridad establecidos por el Ministerio de Salud, asegurando el cumplimiento de estos.

El proyecto tiene en cuenta las diferentes opciones para la movilidad, por lo que se pueden llevar a cabo este tipo de viajes asegurando el cumplimiento de todos los protocolos de bioseguridad establecidos por el Ministerio de Salud.

1.1 Carro y bicicleta compartida

1.1.1 Carro compartido

El carro compartido, es una alternativa de movilidad en la cual un grupo de personas que presentan orígenes o destinos similares, comparten un vehículo, ya sea para realizar un viaje puntual o recurrente. Esta práctica, genera diferentes beneficios en materia de movilidad, como reducir la congestión vehicular.



Fig. 1 - Semana del carro compartido, Bogotá. Fuente:

<http://gaia.gobiernobogota.gov.co/noticias/inscr%C3%ADbete-en-las-rutas-de-la-semana-del-carro-compartido>

1.1.2 Bicicleta compartida

La bicicleta se considera una opción sostenible de movilidad, que además mejora la salud integral de quienes hacen uso de ella. Sin embargo, la percepción de inseguridad en la ciudad de Bogotá es un limitante para algunos, por lo que generar grupos que permitan una mayor sensación de seguridad favorece el uso de este modo de transporte.

1.2 Alternativas ya existentes para uso de carro compartido y/o grupos de viajes en Bicicleta

Hoy en día existen diferentes alternativas en el mercado para realizar viajes compartidos, por lo cual, es importante resaltar las características principales de cada una de ellas, ya que algunas funcionan en páginas web, y otras utilizan diferentes herramientas como aplicaciones móviles o páginas en redes sociales.

1.2.1 Nivel Nacional

Se presentan algunas aplicaciones existentes en Colombia para realizar viajes compartidos.

a) Wheels Social

Es una aplicación móvil que permite a sus usuarios ponerse en contacto para concretar viajes compartidos en vehículos particulares, servicios de taxi o planes en bicicleta. Es un servicio seguro y confiable ya que solo se permite la interacción entre colegas de la organización que lo implementa.

La herramienta permite que los usuarios se encuentren en uno de los cuatro roles por cada trayecto que quieran realizar: Conductor, Pasajero, Compartidor de Taxi y Ciclista. Para realizar un match o coincidencia, la aplicación muestra la lista de personas que coinciden con sus intereses de movilidad para que puedan coordinar su viaje compartido. De esta forma se generan las métricas de movilidad con reportes de CO2 ahorrado por los miembros de la organización al compartir con Wheels. Actualmente la aplicación móvil no se encuentra disponible para su uso.



Fig. 2 - Wheels Social, movilidad sostenible.

Grupos de personas que interactúan:

- Colegas: Miembros de una comunidad, como, por ejemplo, universidad o trabajo.
- Contactos: Vecinos, personas que desarrollan actividades deportivas en gimnasios u otras actividades.
- Amigos: Círculo de amigos más cercano. Se pueden importar por medio de la información disponible en redes sociales o la lista de contactos del celular.

Beneficios que se presentan en cada rol del usuario:

- Pasajero: Disfruta del confort que brinda el realizar un viaje en carro particular, a su vez, se pueden presentar ahorros en costos de transporte y tiempos de viaje.
- Conductor: Presenta ahorros en costos de combustible y estacionamiento.
- Compartidor de Taxi: Se divide la tarifa entre los que usarán el servicio, generando ahorros en costos de transporte.
- Ciclista: Se realiza el viaje acompañado de otros ciclistas, esto puede representar un mayor respaldo y seguridad durante el trayecto.

Secuencia lógica para realizar el viaje

Al momento de programar un viaje por medio de la aplicación, se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

1. Se crea una cuenta, generalmente relacionada con un correo de uso institucional.
2. Se define una red de confianza, esta red se puede definir a partir de un convenio o equipo de trabajo definido previamente entre una organización, como, por ejemplo, en desarrollado en el año 2017 entre la aplicación y la Universidad de Monterrey.
3. Programación de rutas desde y hacia el trabajo, universidad o sitio de interés, ingresando los puntos de origen-destino. Si es miembro de un grupo institucional de la organización correspondiente, el usuario verá las rutas de sus colegas en el mapa. Para definir rutas se tienen en cuenta los siguientes aspectos para cada rol:

- a. Conductor: puede diseñar su ruta o seguir la que el sistema de Google Maps le recomienda.
- b. Pasajero: puede definir cuanta distancia está dispuesto a caminar hacia el punto de encuentro con otros usuarios.
- c. Compartidor de Taxi: el usuario busca conductores o compartidores de taxi para solicitar un cupo.
- d. Ciclista: el usuario define cuanto está dispuesto a pedalear y puede diseñar su ruta según sus preferencias o puede seguir las recomendaciones dadas por Google Maps.



Fig. 3 - Wheels Social, movilidad sostenible.

4. Se escogen los compañeros de viaje y se crea una lista de viajes compartidos programada. En caso de que no se genere un “match”, el sistema muestra que no se tienen coincidencias disponibles. En caso de que sí se generen coincidencias, el sistema muestra el número de personas interesadas en compartir el viaje y envía una notificación al conductor informándole el lugar y la hora de encuentro con cada persona. El sistema cuenta con un chat, en donde se confirma el viaje y se pueden realizar algunas sugerencias o consideraciones correspondientes para el viaje.

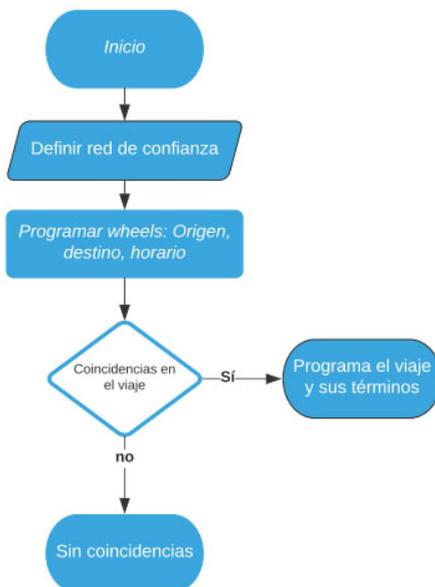


Fig. 4 – Secuencia lógica del funcionamiento de la aplicación Wheels. Fuente: Elaboración propia.

Posibilidad de uso de la plataforma en la universidad Nacional, teniendo como piloto la comunidad de la facultad de ingeniería:

Teniendo en cuenta, que la aplicación Wheels Social, se ha encontrado disponible en Colombia y que se tienen referencias de algunos acercamientos de dicha aplicación con la Alcaldía de Cali, se realizó un contacto directo con uno de sus creadores, el Economista Wilber Jiménez. En la reunión, se evaluó la posibilidad de uso de la plataforma para el desarrollo de este proyecto, sin embargo, actualmente la plataforma no se encuentra disponible para su uso, por lo cual, esta opción se descarta.

b) Transportáme

Es una plataforma que sirve como canal de comunicación entre conductores y pasajeros para que acuerden compartir viajes en sus rutas habituales contribuyendo a la movilidad sostenible. El viaje se puede realizar en la ciudad o entre ciudades de Colombia.

Roles que puede tener el usuario y sus beneficios:

Incluyen los siguientes tipos de viajes en los cuales pueden participar de manera diferente:



Fig. 5 - Opciones de la aplicación

- Carpooling

Al igual que todas las aplicaciones mencionadas Transpórtame cree que una manera de mejorar la movilidad de manera sostenible es el carro compartido. Ellos permiten conectar a personas con el mismo punto de destino, brindan la posibilidad de que los conductores se registren (creación del usuarios y perfiles), registran el vehículo, publican ruta de viaje y los asientos disponibles que poseen. Y los pasajeros realizan la elección a partir de lo publicado por los conductores.

Los beneficios que se tienen como usuario de Carpooling y que implementan la mayoría de las aplicaciones de carro compartido son:

- Asiento propio.
- Compartir los gastos de las rutas con otros usuarios.
- Ayuda a eliminar la contaminación de CO2.

- Motopooling

Al igual que el carro compartido el conductor de la moto indica cuál es su ruta de viaje y si tiene espacio disponible, y de acuerdo con estas decisiones el pasajero decide si tomar el viaje compartido.

Los beneficios de la moto compartida son:

- Viaja en el menor tiempo posible.
- Compartes los gastos de las rutas con otros usuarios.
- Reduce contaminación por CO2
- Evita acumulación de motos en la calle.
- Conecta personas con el mismo destino, creando conexiones.

1.2.2 Nivel Internacional

Se revisaron algunas plataformas existentes a nivel mundial como las que se presentan a continuación.

a) Ciclogreen

Herramienta Española que fomenta la movilidad sostenible en las universidades, empresas y pequeñas ciudades (bicicleta, patineta, transporte público, coche compartido, entre otros). Ayuda a cuantificar y a ahorrar el CO2 originado por los desplazamientos que se realizan a diario. Incentiva a los usuarios con retos y premios.

Funciona en varias plataformas que permiten el suministro de información, registro, y monitoreo dentro de las comunidades que usan la aplicación.

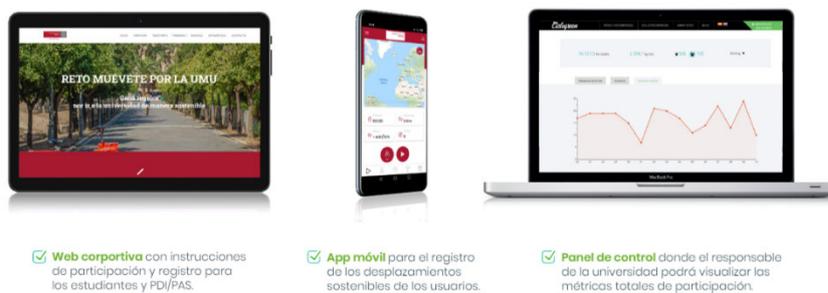


Fig. 6 – Plataformas de Ciclo Green.

Su incentivo al uso por parte de los estudiantes es una de sus grandes fortalezas, pues tienen implementado un sistema de retos que, al momento de cumplirlos, permite la obtención de premios y buenas calificaciones dentro de la aplicación.



Fig.7 - Incentivo de uso de la App.

Su herramienta de carro compartido es similar a las demás, donde el conductor registra ruta, días y hora de llegada, la app le indica a los posibles interesados las opciones que hay para que, por medio de un chat privado, se ponga en contacto con el conductor.

Módulo para fomentar y premiar **compartir coche entre compañeros** incluido en la app.



Publicación de trayectos: hacia el campus, añadiendo la dirección de ida y vuelta, la hora y los días de la semana.



Match de trayectos similares: la app muestra automáticamente los trayectos que coinciden con los parámetros seleccionados.



Chat privado: entre estudiantes con trayectos similares para organizar los desplazamientos.

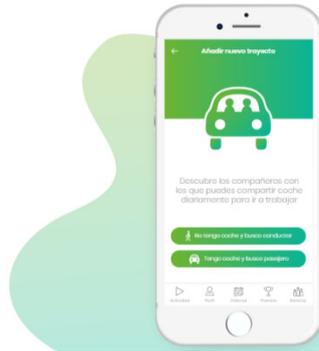


Fig. 8 - Funcionamiento de Ciclo Green.

El uso de un perfil privado con las estadísticas de cada usuario incentiva aún más el transporte sostenible, ya que relaciona cantidad de emisiones ahorradas y la quema de calorías.



En el **perfil privado** de la App, cada usuario podrá visualizar sus Ciclos (puntos) acumulados, kilómetros recorridos, dinero ahorrado en combustible y CO2 no emitido.



Los participantes también podrán visualizar en la **versión Web** todos los detalles de sus actividades, incluyendo estadísticas y calorías quemadas.

Fig. 9 - Perfil privado de los usuarios.

La plataforma recibe gran cantidad de datos de movilidad, que pueden ser visualizados para identificar patrones de movilidad. De igual manera los datos podrían ser utilizados posteriormente para estudios de movilidad.

Herramienta de visualización y análisis de **patrones de movilidad**.

Suministro de datos (de forma totalmente anónima) para que la Universidad pueda realizar sus propios **estudios de movilidad**.

Uso de los datos para mejorar las **infraestructuras** y los **servicios públicos** del entorno de la Universidad (líneas de autobuses, carril bici, puntos de recarga de vehículos eléctricos, etc.).



Fig. 10 - Datos para estudios posteriores de movilidad.

Su éxito se ha demostrado ya en otras universidades españolas.



Fig. 11 - Uso de CicloGreen en otras universidades.

b) BlaBlaCar

Es una aplicación móvil europea para compartir vehículo para viajar entre ciudades. Está presente en España desde enero de 2010, BlaBlaCar se considera la mayor red social de viajes de larga distancia en coche compartido, con más de 90 millones de usuarios en 22 países (5 millones en España). La red social pone en contacto a las personas que quieren realizar un trayecto común y coinciden (conductor y pasajero) para realizarlo el mismo día.

Los usuarios pueden adquirir los siguientes roles:

- **Conductor:** Ahorran en costos del viaje relacionado con costos del vehículo y reciben acompañamiento durante trayectos largos. Puede escoger cuantos pasajeros está dispuesto a llevar y el punto de partida.
- **Pasajero:** Se ahorra costo de viaje y algunas veces puede ser menor el tiempo de viaje.

Se puede verificar el perfil de conductores y pasajeros permitiendo tener referencias de los usuarios. Según cifras de BlaBlaCar al implementarse el uso de carro compartido en el 2018 se ahorró la emisión de 16 millones de toneladas de CO₂.

Forma de pago:

Los usuarios comparten los gastos del viaje sin obtener beneficio. Para ello, BlaBlaCar recomienda en su plataforma una aportación por usuario y trayecto de 0,06 euros por kilómetro, apropiada para la compartición de gastos inherentes a la conducción (gasolina, peaje, mantenimiento, seguros, impuestos, etc.) y limita la aportación máxima que pueden solicitar los conductores de tal manera que no se superen estos gastos y exista un abuso económico por parte de los usuarios.

Secuencia para realizar el viaje y funcionamiento de comunicación:

El conductor es el encargado de publicar origen destino y número de cupos disponibles, después de esto, por medio de un chat entre el pasajero y el conductor se acuerda el punto de encuentro (punto de inicio del viaje) y el punto de llegada.

Popularidad en el mercado:

Según cifras estipuladas por Blablacar cuentan con más de 90 millones de usuarios en 22 países que actualmente cuentan con el servicio, en los cuales han compartido más de 30 billones de kilómetros ya horrado 1,4 billones de euros. Cuenta con 2.8 millones de opiniones entre los usuarios.

c) 1.5 Socialización de diferentes aplicaciones móviles de viajes compartidos en el mundo

- Universidad Politécnica de Cataluña:

Reunión con el profesor Carles Labraña, el cual es un Ingeniero Civil experto en temas de movilidad compartida en Europa, específicamente en el desarrollo de aplicaciones MaaS. En la reunión se realizó la exposición del proyecto y se obtuvieron diferentes elementos que se deben tener en cuenta para el desarrollo del algoritmo de coincidencias, los aspectos de seguridad, definición de corredores, funciones de la aplicación y posibles proyecciones.

- Universidad de Brasilia:

Reunión con el profesor Pastor Willy Gonzales Taco, el cual es un Ingeniero Civil experto en desarrollo de aplicación móviles para viajes compartidos en la ciudad de Brasilia, participando en proyectos como Caronaphone y diferentes investigaciones en Carona Solidaria.



Fig. 12 - Caronaphone.

En esta reunión se realizó una exposición del proyecto UNviaje de la universidad Nacional y el proyecto de Carona solidaria CaronaPhone de la Universidad de Brasilia. En esta reunión, Márcio Batista que fue uno de los creadores de esta aplicación no expuso todos los aspectos tenidos en cuenta para el Design Thinking, los algoritmos de coincidencias, el

sistema de interacción con redes sociales, cifras en Brasil de reducción de emisión de contaminantes, entre otros.

2. BASES DE DATOS

2.1 Recolección por medio de encuestas

Como método de participación para la comunidad académica de la Facultad de ingeniería y a modo de actualización de datos, se propuso difundir un formulario en el cual se conociera tanto datos de residencia como preferencias de viaje de acuerdo con los modos de transporte, al igual que el grado de motorización con el que contaríamos para llevar a cabo el proyecto.

Para ello se realizó la pieza gráfica que se muestra a continuación, en la cual como incentivo se promueve la rifa de 3 chaquetas de la TiendaUN que fueron donadas por una empresa externa, y donde también se especifica en qué consiste el proyecto.

"Hacia el Regreso seguro al Campus"
de la Facultad de Ingeniería

ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA APLICACION PARA VIAJES COMPARTIDOS.

¿Qué es un viaje compartido?

Es el vehículo que se comparte cuando se dirige al mismo destino siendo una herramienta esencial para la movilidad.

TE GUSTARÍA GANARTE UNA CHAQUETA DE LA TIENDA UN?

INSCRIBETE
Plazo hasta el 27 de Septiembre

CLIC AQUÍ

SOLO DEBES DILIGENCIAR EL FORMULARIO

El proyecto busca disminuir el riesgo de contagio durante la movilidad hacia la universidad. Empleando el viaje compartido.

El beneficio se extiende entre los 8.000 estudiantes de pregrado, posgrado, profesores, administrativos y contratistas.

Si perteneces a la comunidad educativa sede Bogotá, y deseas ser un pasajero o conductor (vehículo o bicicleta) Este proyecto es para ti.

Facultad de INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Fig. 13 - Póster para viajes compartidos. Fuente: Elaboración propia

Se tuvieron 880 respuestas. Con el apoyo del grupo Innova, se realizó una segunda pieza de difusión:



Fig. 14 - Nuevo diseño de Póster para viajes compartidos. Fuente: Elaboración propia

En los resultados obtenidos, se observa el principal vínculo con la universidad de los encuestados:



Fig. 15 - Resultados del formulario vínculo con la universidad. Fuente: Elaboración propia

Dentro de su preferencia, presentan la variación que podemos ver en la siguiente ilustración donde tanto el uso de la bicicleta como del vehículo particular tuvieron prevalencia con aumento de aproximadamente 50% a la hora de desplazarse durante la emergencia sanitaria. Mientras que el transporte público disminuyó igualmente un 50% su uso.

Antes de la emergencia sanitaria, con que modo de transporte se desplazaba a la universidad?

877 respuestas

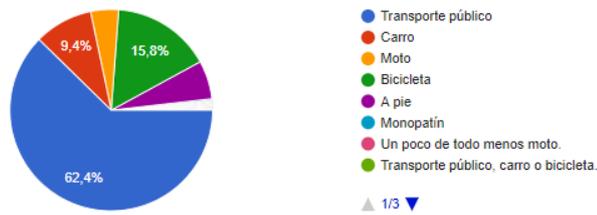


Fig. 16 - Resultados del formulario preferencias declaradas. Fuente: Elaboración propia

Durante la emergencia sanitaria, con que modo de transporte se desplazaría a la universidad?

877 respuestas

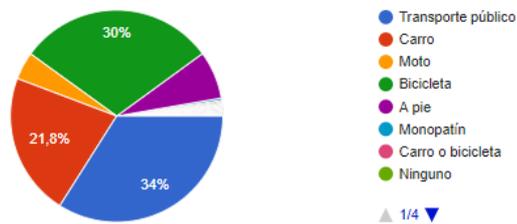


Fig. 17 - Resultados de preferencias de viaje según el modo, antes y ahora en la emergencia sanitaria. Fuente: Elaboración propia

De igual modo, dentro de la encuesta se consultó la intención de participar activamente en el proyecto, obteniendo un resultado positivo con un 85,3% de respuestas afirmativas de participación; a aquellas personas que respondieron que no participarían se les facilitó un espacio en el cual expresaron que su motivo de rechazo era debido a la emergencia sanitaria ya que contaban con familiares de alto riesgo, o el hecho de vivir muy cerca de la universidad para lo cual no requieren ningún tipo de transporte.

¿Quiere usted participar de forma activa (como conductor, pasajero o biciusuario) en este proyecto de regreso seguro al campus?

877 respuestas

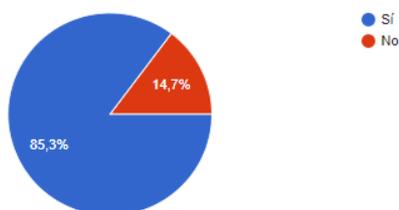


Fig. 18 - Resultados intención de participación. Fuente: Elaboración propia

A partir de las encuestas se realizaron algunos mapas para georreferenciar la ubicación según algunos datos como el tipo de vinculación, disponibilidad de vehículo particular, disposición a movilizarse en bicicleta entre otros. Con el fin de realizar algunos análisis de manera visual.

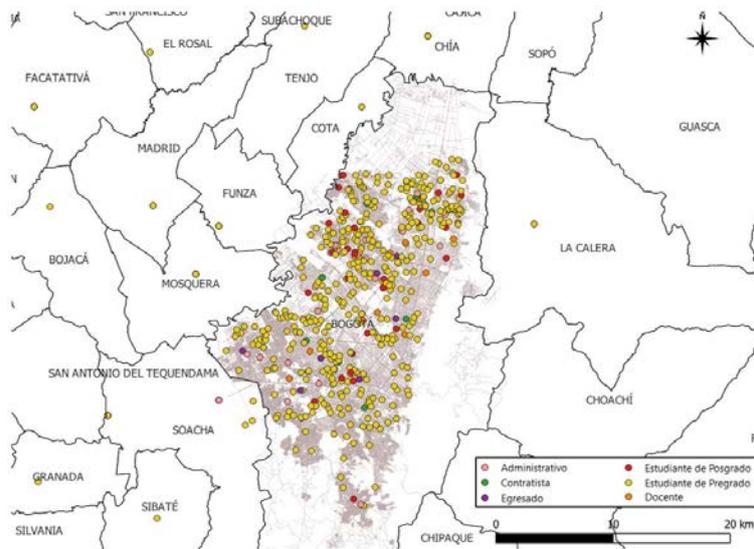


Fig. 19 - Tipo de vinculación de los encuestados. Fuente: Elaboración propia

En la ilustración anterior se evidencia que la mayoría de los encuestados son estudiantes de pregrado y que estos están distribuidos por toda la ciudad y en los municipios aledaños. Por otra parte, como es evidente también de las bases de datos los administrativos y docentes se localizan más hacia el norte y occidente de la ciudad.

En la siguiente ilustración se georreferenciaron los encuestados según el modo de transporte que usaban antes de la emergencia sanitaria, como es lógico alrededor de la universidad se ven en verde algunos miembros que se desplazan a pie. En azul, los que se desplazaban en transporte público, en naranja, aquellos que ya usaban la bicicleta y en negro los que utilizaban el carro particular.

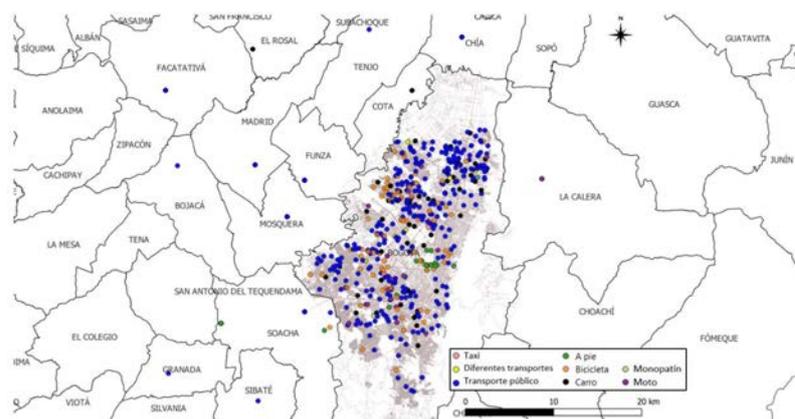


Fig. 20 - Transporte utilizado para los desplazamientos desde/ hacia la Universidad antes de la emergencia sanitaria. Fuente: Elaboración propia

Con la siguiente ilustración podemos ver que quienes tienen una mayor disposición a usar la bicicleta son aquellos que se desplazaban en transporte público, a pie y los que ya hacían uso de la bicicleta.

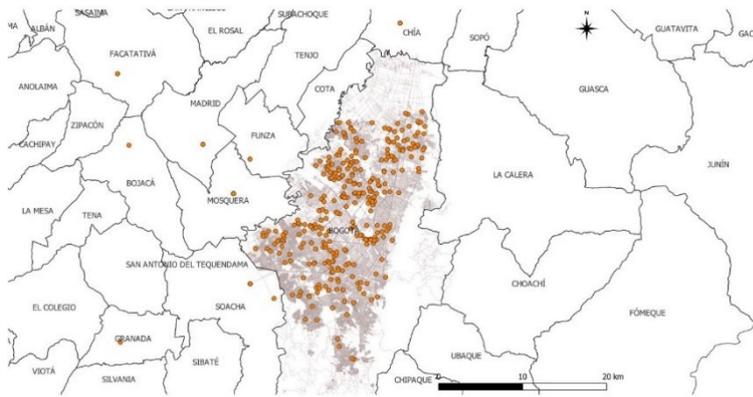


Fig. 21 - Disposición a viajar en bicicleta desde/ hacia la Universidad. Fuente: Elaboración propia

A continuación, se evidencia la disponibilidad de carro de los encuestados, en verde se muestran los que poseen vehículo. Aunque están distribuidos, aún son pocos por lo que se seguirán realizando encuestas e incentivando a los conductores a hacer parte activa de este proyecto.

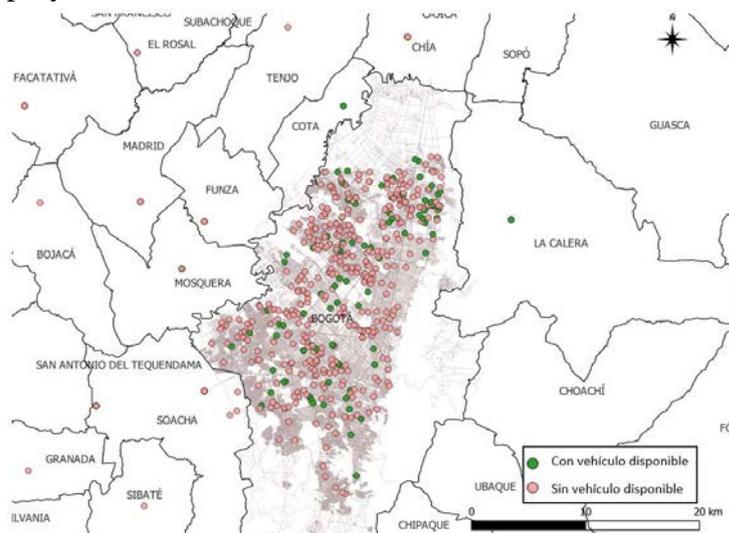


Fig. 22 - Disponibilidad de vehículo particular. Fuente: Elaboración propia

2.2 Bases de datos obtenidas

De acuerdo con las bases de datos suministradas hasta la fecha, se ha avanzado en la georreferenciación de las direcciones para determinar varios indicadores útiles del proyecto, poder realizar análisis espaciales y determinar en cierta medida la viabilidad del proyecto.

La base de datos correspondiente a los contratistas de la facultad de ingeniería cuenta con 620 registros con dirección en Bogotá. La georreferenciación de estas direcciones se presenta en la Fig. 23, donde se puede visualizar la distribución de los lugares de residencia a lo largo de la ciudad.

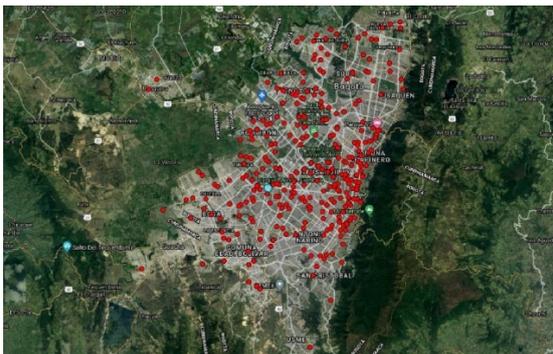


Fig. 23 - Georreferenciación de Contratistas de la Facultad de Ingeniería. Fuente: Elaboración propia



Fig. 24 - Georreferenciación de estudiantes de la Facultad de Ingeniería. Fuente: Elaboración propia

La base de datos de estudiantes de la facultad de ingeniería contenía 8851 registros, de los cuales 2739 tienen como lugar de residencia Bogotá, 2545 de ellos cuentan con dirección y son los que se observan en la imagen. A partir de la georreferenciación de los estudiantes es importante ver que están distribuidos en toda la ciudad y será importante la generación de grupos que puedan viajar juntos. Es importante tener en cuenta que las direcciones suministradas son las que tenían los estudiantes al ingresar a la facultad por lo que no hay que considerar que sean las mismas actualmente, además se debe considerar que son solo un cuarto del total de estudiantes inscritos.

3. PROTOCOLOS DE BIOSEGURIDAD

Según la resolución número 000677 del 24 de abril de 2020, se presentan las siguientes acciones para tener en cuenta:

- Realizar una capacitación para aplicar las medidas indicadas en el protocolo.
- Implementar actividades que permitan garantizar la protección integral.
- Proveer a los empleados los elementos de protección personal, que deben utilizarse obligatoriamente durante el desarrollo de sus actividades.

- Registrar su estado de salud en la aplicación Corona App.
- Reportar cualquier caso sospechoso de coronavirus.
- Tener información acerca de algún caso de contagio por parte de la familia, su lugar de trabajo u otro entorno.
- Vigilancia del cumplimiento de los protocolos, (por parte de la entidad a cargo o representante).
- Las medidas propiciadas deben llevarse a cumplimiento mientras dure la declaratoria de la emergencia sanitaria.

3.1 ¿Qué es la bioseguridad?

“El conjunto de medidas preventivas que tienen por objeto eliminar o minimizar el factor de riesgo biológico que pueda llegar a afectar la salud, el medio ambiente o la vida de las personas, asegurando que el desarrollo o producto final de dichos procedimientos no atenten contra la salud y seguridad de los trabajadores”.

3.2 Medidas Generales

A. Lavado de manos.

- a. Realizar el lavado de manos con agua limpia, jabón y toallas desechables.
- b. Disponer de alcohol mínimo al 60% y máximo 95%.
- c. Tener un sitio destinado a la ubicación del alcohol, de ubicación fácil de divisar.
- d. Se debe realizar la desinfección de manijas, puertas, junto con todas las superficies con las que es necesario entrar en contacto.
- e. Facilitar la información a los trabajadores.

B. Distanciamiento físico.

- a. Permanecer mínimo a 2 metros de distancia, evitando el contacto directo.
- b. Organizar y optimizar el espacio.
- c. No deben permitirse reuniones sin mantener la distancia mencionada.

C. Elementos de protección personal.

- a. La empresa debe definir los elementos de protección personal a utilizar.
- b. El empleador debe entregar los EPP.
- c. Los EPP no desechables deberán ser lavados y desinfectados, son de uso personal.

D. Manejo del tapabocas.

- a. Es de uso obligatorio en el transporte público y áreas donde se encuentre cualquier otro individuo.
- b. El tapabocas debe cubrir la boca y la nariz (ubicar cubriendo encima de la nariz y debajo del mentón).
- c. Se permite el uso de tapabocas de tela.
- d. Evitar el contacto de las manos con el tapabocas.

E. Limpieza y desinfección

- a. Desarrollar un protocolo de limpieza, definiendo el procedimiento, frecuencia, la persona responsable, los elementos de desinfección empleados, entre otros.
- b. La limpieza de elementos de contacto directo (pisos, paredes, puertas, ventanas, divisiones, muebles, sillas) debe ser de la mayor frecuencia posible.
- c. Procedimiento a realizar a inicio y fin de la jornada.
- d. Elaborar fichas técnicas e instructivos para realizar desinfección.
- e. Especificar las dosis y naturaleza química de los productos a utilizar.

F. Prevención y manejo de situaciones de riesgo de contagio.

- a. Es necesario conocer a organización de la empresa, el proceso ejecutivo de las tareas, tiempo de exposición, características del trabajador (estado de salud, edad, sexo).
- b. Prevenir la transmisión del virus por elementos contaminados (superficies, máquinas, elementos de protección).
- c. Se debe conocer las condiciones de salud de los trabajadores (estado de salud, hábitos, estilo de vida). Y las condiciones de su medio de trabajo.

G. Vigilancia de la salud.

- a. Asegurarse que se cumpla el reglamento de prevención.
- b. No permitir el ingreso de personas con temperatura igual o mayor a 38°C.
- c. Información del trabajador su EPS y ARL.
- d. Se debe señalar el número máximo de personas que estarán en una misma instalación.
- e. Garantizar la correcta circulación del aire.

H. Desplazamiento en Medios de transporte.

- a. Cumplir con el uso de los elementos de protección (Se pueden incluir guantes).
- b. Distancia en vehículo de 1 metro.
- c. Garantizar que el vehículo se encuentre limpio y desinfectado, al iniciar y finalizar la ruta debe realizarse limpieza.
- d. Incentivar el uso de otros medios de transporte como moto, bicicleta, realizando limpieza de cascos, guantes y manubrios.
- e. Planificar las rutas a recorrer.
- f. Retirar del vehículo elementos como alfombras, tapetes, forros acolchados u otro elemento que no puede ser desinfectados o lavados.
- g. Al recibir dinero puede hacerlo con guantes o puede desinfectarse las manos cada vez que realice contacto con dinero, se recomienda al pasajero en lo posible pagar el dinero exacto para evitar cambios y mayor manipulación.
- h. No es permitido consumir alimentos ni bebidas dentro del vehículo.
- i. Reportar si el conductor o el usuario presentan síntomas del covid.
- j. Llevar un kit de prevención personal.

I. Plan de comunicación.

J. Todos los trabajadores o relacionados deben contar con un medio de comunicación para informar acerca de cualquier anomalía que se presente.

3.3 Propuesta de protocolo para conductores

- Debe proporcionar sus datos personales al registrarse como conductor, para garantizar la seguridad de los usuarios.
- Deben retirarse del vehículo, las alfombras, tapetes o forros que no puedan limpiarse o lavarse.
- Desinfección del vehículo antes y después del recorrido.
- Debe portar con sus propios elementos de protección personal, (Tapabocas, gel antibacterial, alcohol del 60%-95%)
- Debe mantener el vehículo con buena ventilación.
- No debe prestar el servicio si su temperatura es igual o superior a 38°C.
- Debe tener el reglamento sobre las medidas de prevención en un lugar visible

3.4 Propuesta protocolo para pasajeros

- Debe registrar sus datos personales al registrarse como pasajero.
- Adquirir y portar su kit de protección personal (tapabocas, gel anti – bacterial)
- No puede usar el servicio si su temperatura es igual o superior a 38°C.
- Debe cumplir con el reglamento de prevención.
- Debe reservar el servicio con anticipación o cancelarlo con considerable anterioridad.

3.5 Propuesta para bici usuarios

- Trazar la ruta de recorrido que se realizará.
- Portar los elementos de kit de protección personal.
- Desinfección del manubrio, casco, guantes, entre otros.

4. ESTRUCTURACIÓN Y DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

4.1 Aplicación Web Progresiva o PWA

Una Aplicación Web Progresiva (PWA) permite al usuario tener la experiencia de una aplicación móvil con algunas diferencias y ventajas. Inicialmente esta aplicación se descarga directamente desde una página web, generando un acceso directo en la pantalla del móvil similar (o igual) a una aplicación descargada desde la Play Store o App Store.

Entre las ventajas que presenta esta aplicación se encuentran el bajo costo de desarrollo, la capacidad de acceder a ella en modo offline o con una conexión “lenta”, ya que almacena alguna información directamente en el dispositivo móvil y puede acceder al GPS del teléfono, puede ser usada en cualquier sistema operativo adaptándose a este. Además, está

actualizada sin necesidad de hacer posteriores descargas y permite una navegación segura (HTTPS).

4.2 Historias de Usuario

Los usuarios que ingresen a la aplicación contarán con la posibilidad de seleccionar el rol que desea realizar para el viaje. Existe el rol de pasajero, conductor y bici usuario. En la siguiente imagen se muestran las opciones en la navegación que se tiene según corresponda:



Fig. 25 – Funciones según los roles definidos. Fuente: Elaboración propia

4.3 Nombre de la aplicación

En el formulario que se realizó, se presentó una lista de posible nombre que tendrá la aplicación. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

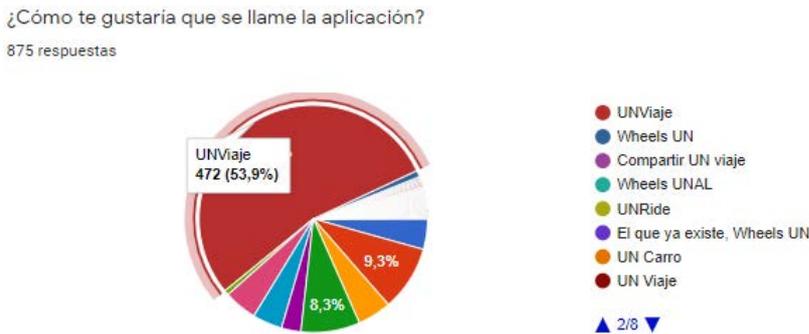


Fig.26 - Resultados del nombre de la aplicación. Fuente: Elaboración propia

El nombre definido para la aplicación es “UNviaje”. A continuación, se presenta un primer diseño del logo propuesto para la aplicación:



Fig. 27 - Logo de la aplicación. Fuente: Elaboración propia

4.4 Diseño del prototipo

Para el diseño del prototipo se realizó la selección de imágenes de dominio público, que se relacionaran con espacios que proporciona la universidad, como son las plazas y edificios que son muy conocidos, con el objetivo de hacer familiar, cercana y asequible la aplicación, para todos los miembros de la comunidad académica. Se propusieron ideas en cuanto al diseño más cómodo y funcional, de manera que en la PWA direccionara al sitio correspondiente y brindara a los usuarios todo lo que necesitan para realizar el proceso de forma adecuada, teniendo en cuenta las características en otras aplicaciones de movilidad.

En primera instancia, la página principal se enfoca en el registro a la aplicación. Ya que nuestro principal interés es el de seguridad en cuanto a la salud e integridad personal, se estructuró como única forma de acceso el registro con usuario institucional, garantizando la identificación de quiénes están usando el servicio. Se solicitan los datos personales, complementando de esta forma las bases de datos ya existentes, inclusive, actualizando las mismas, ya que se le ofrece al usuario actualizar su perfil.



Fig. 28 – Inicio de sesión, registro y acceso. Página principal. Fuente: Elaboración propia



Fig. 29 - Cambio de contraseña. Fuente: Elaboración propia

En la Fig. 29 podemos observar la opción de cambio de contraseña. Como es común en la creación de perfiles es necesario poder tener esa opción para aumentar la seguridad y en caso de que se haya olvidado. Una vez completadas las casillas se mandará un mensaje directamente al correo informando el cambio de contraseña y quedará guardado hasta que se desee volver a realizar el proceso.



Fig. 30 – Registro general complementario. Fuente: Elaboración propia



Fig. 31 - Escoger rol para viaje. Fuente: Elaboración propia

En la Fig. 31, se puede observar que, estando ya registrado como miembro de la aplicación por la condición de pertenencia en la Institución académica, el usuario debe seleccionar su vínculo de participación, con las opciones disponibles, conductor, bici usuario, o pasajero, de acuerdo a lo que considere el propósito de su vinculación, este aspecto es muy importante, ya que hará una nueva clasificación de cuánto es la demanda de vehículos por el número de pasajeros registrados, junto con las coincidencias en cuanto a localidades o puntos de partida estimados para el viaje, esto quiere decir que en cuanto mayor sea el número de usuarios registrados, a su vez el sistema será más óptimo, ya que se contarían con múltiples coincidencias para realizar su transporte, seleccionando la opción que sea más favorable. En el caso de los Bici-usuarios (Fig. 33) según los informes dados por las encuestas, incrementó el número de personas que utilizarían la bicicleta, debido a que su vivienda se encuentra cercana a la Universidad, esto además de ser un beneficio ambiental y sostenible, es una forma de seguirlo fomentando, ya que transportarse en grupo es tener la seguridad de llegar al destino sin posibles situaciones riesgosas como son las que se registran por robos o asaltos, además se pide como parte de la vinculación el registrar la bicicleta con el protocolo propio de la universidad para la protección de los elementos personales. Para quienes seleccionen la opción de conductor (Fig. 32) deben ingresar la placa y el color del vehículo como parte obligatoria del registro, ya que así se hará una rápida distinción de este, puede seleccionar más de una opción de vinculación, si solamente desea hacerlo como pasajero, al únicamente seleccionar esta opción ya quedará completo su registro.

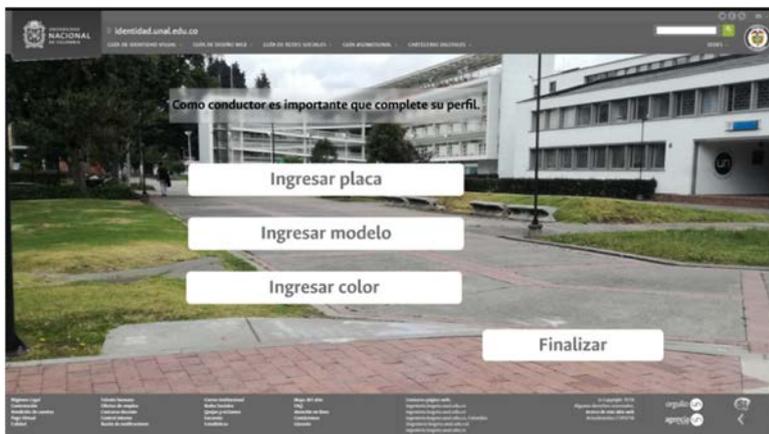


Fig. 32 – Perfil solicitado para registrarse como conductor. Fuente: Elaboración propia

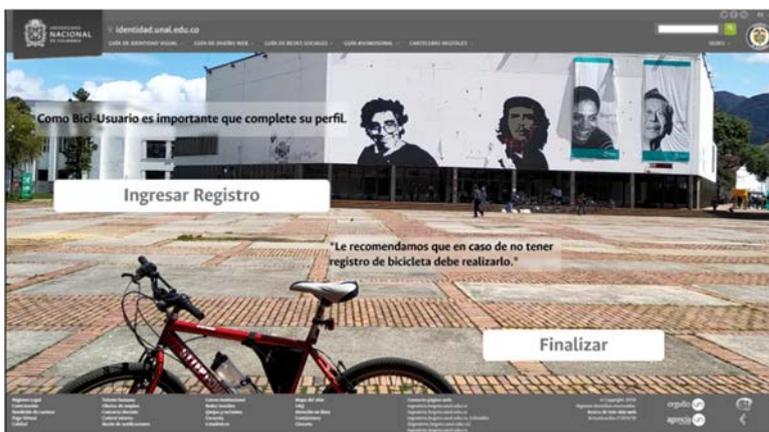


Fig. 33 – Perfil solicitado para registrarse como Bici – usuario. Fuente: Elaboración propia



Fig. 34 - Perfil solicitado para navegación. Fuente: Elaboración propia

En la Fig. 34 anterior se puede observar el mapa principal, el cual consta de un mapa de geolocalización (GoogleMaps) que permite visualizar la localización actual dentro de la zona de Bogotá y algunos de sus municipios aledaños. Tenemos las opciones básicas de punto origen y hora de salida, claves para lograr el match entre los usuarios. En el punto de origen se puede variar entre la dirección ingresada inicialmente en el registro y la ubicación proporcionada por el mapa; y en la hora de salida se visualizará opciones de 5 am a 8 pm en un rango de 15 min entre cada opción de salida. Finalmente se puede ver el destino, este incluye las diferentes entradas de la universidad y la modalidad de usuario con la que desea iniciar su viaje.

Finalmente se puede ver el número de coincidencias con los conductores (Fig. 35), el perfil de la persona con la que deseas viajar (Fig. 36) y finalmente el mensaje de confirmación (Fig. 37).

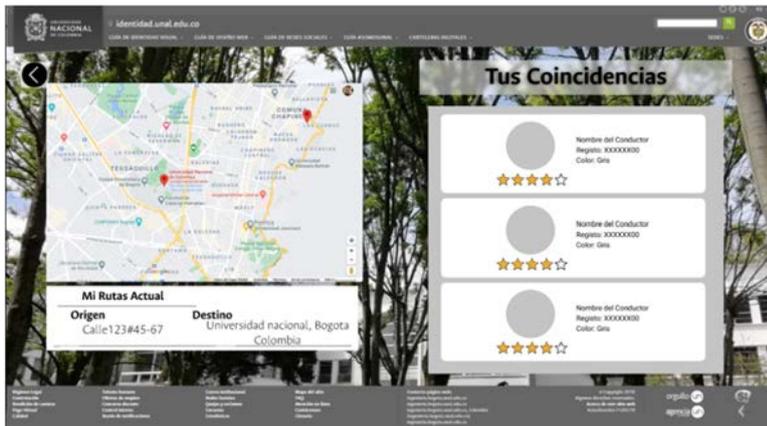


Fig. 35 – Coincidencias. Fuente: Elaboración propia

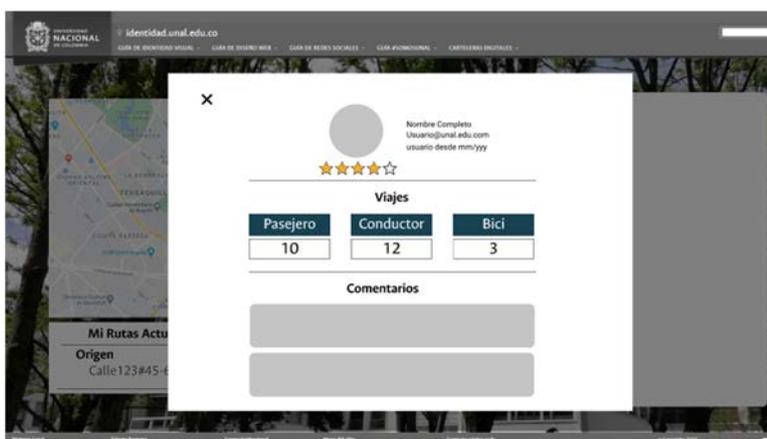


Fig. 36 - Perfil compañero de viaje. Fuente: Elaboración propia



Fig. 37 - Confirmación de viaje. Fuente: Elaboración propia

4.5 Programación

La base de programación que usamos para la PWA es un entorno de NodeJs, con la arquitectura del paquete ExpressJs y otros paquetes como firebase, PM2 y otros para la organización de accesos atreves de Parse (es un motor de NoSQL Basado en MongoDB) entre otras comunicaciones esto con el fin de tener una aplicación web con la mejor adaptación multiplataforma (PWA) orgánica y funcional sobre cualquier tipo de dispositivo.

Actualmente se cuenta con 2 servidores, uno de pruebas y uno master para producción, el cual cuenta con un sistema operativo Ubuntu 18.04, El segundo server es una réplica que consta con sistema operativo igual que el de producción, el cual tiene capacidad de 1GB en RAM y 8GB en disco duro, los deploy constan con Travis CI, el cual nos permite un manejo sobre las publicaciones y continuo monitoreo de cambio en código entre el servidor y el repositorio para soporte entre otros ajustes sobre código fuente.

Internamente entre los servidores tenemos un sistema simple NGINX que cumple su función de servidor web también esta NodeJs como entorno de ejecución y NPM para la instalación y ejecución de paquetes Javascript como secundario se está usando YARN como gestor de paquetes de respaldo el cual está ejecutando al tiempo con NPM para no generar error entre estos gestores de paquetes, en cuanto a GIT se está usando el GIT oficial de Ubuntu, y se está trabajando con Travis CI para testing code y continuous deployments.

En la siguiente imagen podemos ver gráficamente la arquitectura de la PWA.

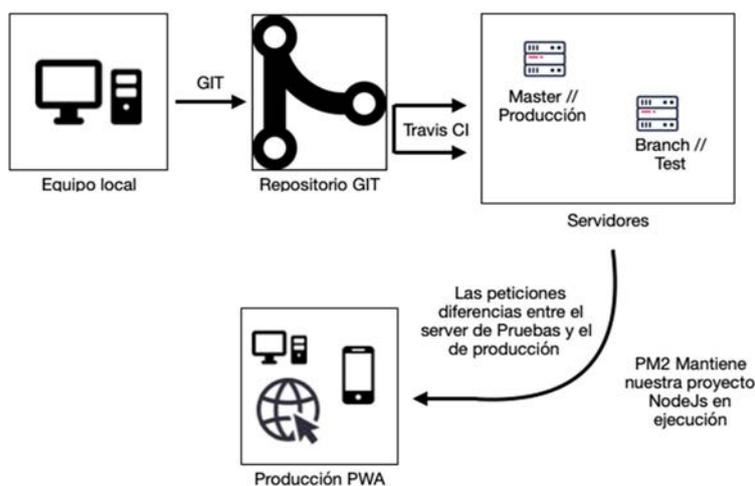


Fig. 38 – Arquitectura PWA. Fuente: Elaboración propia

5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

La base de datos utilizada fue obtenida a partir del desarrollo de una encuesta divulgada por correo masivo al personal administrativo, docentes, estudiantes, egresados, investigadores, empleados y contratistas de la Universidad Nacional de Colombia

De la encuesta realizada se obtuvieron un total de 880 respuestas, contando con registros de desde el mes de septiembre hasta el mes de diciembre del año 2020. Para del desarrollo de los análisis estadísticos de las respuestas obtenidas, es importe definir el estudio a realizar. El estudio para la creación de la aplicación define las posibles rutas de viaje que se comparten entre individuos que se desplazan desde y hacia el campus de la Universidad Nacional, es por esta razón, que los análisis se dividen por zonas de la ciudad, en este caso por localidades, tomando que referencia los individuos que se desplazan desde el sur, norte, oriente y occidente.

Teniendo en cuenta que los individuos que se ubiquen, por ejemplo, en el sector norte de la ciudad, pueden compartir su viaje con otros individuos que se ubiquen en este sector próximos a la ruta de viaje, en la Fig. 7.1 se define la división de los análisis estadísticos a realizar de la base de datos de estudio, partiendo principalmente de la georreferenciación de las respuestas obtenidas. Dado esto, a partir del análisis espacial de los datos, se divide la base de datos, obteniendo como resultado lo siguiente:

- a. Zona norte: comprendida por los individuos que viven en las localidades de Barrios Unidos, Chapinero, Engativá, Suba, Teusaquillo y Usaquén y los municipios del área metropolitana de Bogotá: Cajicá, Chía, Cogua, Cota, El Rosal, la Calera, Sopó, Subachoque, Tenjo, Tocancipá y Zipaquirá.
- b. Zona Sur: comprendida por los individuos que vienen las localidades de Tunjuelito, Usme, Puente Aranda, Kennedy, Ciudad Bolívar, Fontibón, Bosa, Candelaria, San Cristóbal, Antonio Nariño, Mártires, Rafael Uribe, Santa Fe y los municipios del área metropolitana de Bogotá: Bojacá, Facatativá, Funza, Granada, Madrid, Mosquera, Sibaté y Soacha.

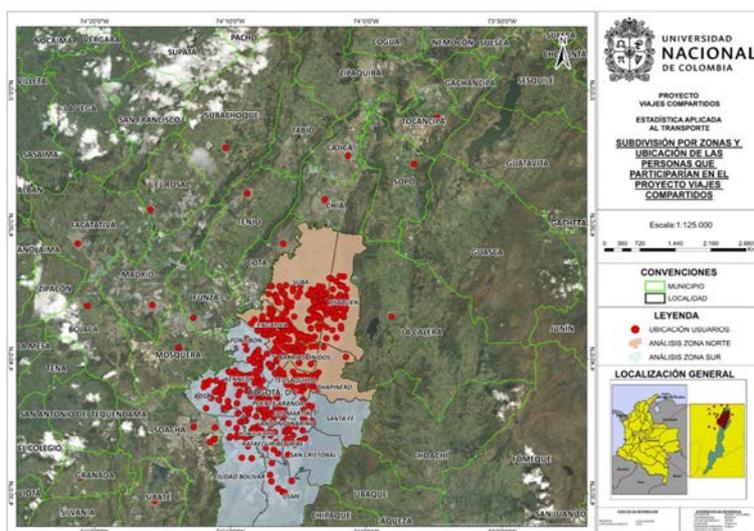


Fig. 39 - Subdivisión por zonas del análisis estadístico. Fuente: Elaboración propia.

El alcance definido comprende un análisis en la **zona norte** de la ciudad de Bogotá y su área metropolitana. A continuación, se presenta una descripción de la base de datos seleccionada:

- Individuo o unidad de análisis: usuario de la aplicación.
- Población: La población objetivo para este proyecto son los 7408 estudiantes de la facultad de ingeniería, incluyendo también personal administrativo, contratistas, empleados, investigadores, egresados y docentes, teniendo alrededor de 9000 personas en total.
- Muestra: Respuestas de la encuesta realizada. Se tiene un total de 429 respuestas de personas pertenecientes a la universidad Nacional de Colombia, que se ubican en la zona norte descrita anteriormente y respondieron que si estarían interesadas en participar en la aplicación.
- Variable: Vínculo con la universidad, Facultad a la que pertenece, Municipio en que vive, Localidad, UPZ, Barrio, hora de salida desde el hogar, hora de salida desde la universidad, modo de transporte antes de la emergencia sanitaria, modo de transporte que usaría durante la emergencia sanitaria, rol principal, secundario y terciario que desarrollaría dentro de la aplicación.

Las variables contenidas dentro de la base de datos son variables categóricas, excepto la upz y con cuantas personas estaría dispuesto a compartir el vehículo, estas dos son variables cuantitativas, como se muestra en la Fig. 40. En total se tienen 18 variables, de las cuales se realizó una selección de las que podrían caracterizar de una mejor forma el análisis planteado en la pregunta del primer punto, encontrándose así en el desarrollo de gráficos de frecuencias, matriz de correlación de Pearson y ACM.

Algunas de las respuestas obtenidas en el formulario presentaban pequeñas variaciones, por ejemplo, para el caso de modo de transporte que utilizaba antes de la emergencia sanitaria, fue necesario depurar y uniformizar la base de datos, ya que algunas personas tenían respuestas que no se encontraban dentro de las opciones definidas o escritas de otra forma, por ejemplo: la palabra “Carro” y “carro”, aunque signifiquen lo mismo, una está escrita con la primera letra en mayúscula y la otra no, por lo cual, al momento de realizar el análisis estadístico en R, se toman como dos variables categóricas diferentes, lo mismo ocurre con el municipio, localidad, el vínculo y el rol; ya que por ejemplo, “Bogotá”, se encontraba escrita con tilde o sin tilde, o también se encontraron 2 municipios de residencia en zonas alejadas del área de influencia, por lo cual, estos datos se descartaron dentro del análisis realizado.

```

Rows: 429
Columns: 18
$ vinculo_un      <chr> "Estudiante de Pregrado", "Estudiante de Pregrado", "Estudiante de Pos-
$ facultad       <chr> "Ingeniería", "Ingeniería", "Ingeniería", "Ingeniería", "Ingeniería", ~
$ modo_antes     <chr> "A pie", "A pie", "bicicleta", "A pie", "A pie", "Carro", "Carro", "Tr-
$ modo_durante   <chr> "A pie", "bicicleta", "bicicleta", "A pie", "A pie", "Carro", "Carro", ~
$ nombre_app     <chr> "Unviaje", "Shared UN", "unviaje", "shared un", "shared un", "car un", ~
$ municipio      <chr> "Bogotá", "Bogotá", "Bogotá", "Bogotá", "Bogotá", "Bogotá", "Bogotá", ~
$ localidad      <chr> "Teusaquillo", "Teusaquillo", "Teusaquillo", "Teusaquillo", "Teusaquil-
$ upz            <dbl> 101, 101, 101, 101, 101, 29, 116, 116, 116, 116, 116, 73, 73, 73, ~
$ barrio         <chr> "Acevedo Tejada", "Acevedo Tejada", "Acevedo Tejada", "Acevedo Tejada", ~
$ usuario_princ  <chr> "Bicisuario", "Bicisuario", "Bicisuario", "Pasajero", "Pasajero", ~
$ dig.veh        <chr> NA, NA, NA, NA, NA, "Impar", NA, NA, NA, NA, NA, NA, "Impar", NA, NA, ~
$ personas_comp  <dbl> NA, NA, NA, 2, 2, 3, NA, NA, 3, 3, 1, 1, 2, 3, 3, NA, NA, NA, NA, ~
$ horario_salida_c_un <chr> "6:30 - 7:00 am", "6:30 - 7:00 am", "7:00 - 7:30 am", "6:30 - 7:00 am", ~
$ horario_salida_un_c <chr> "5:30 - 6:00 pm", "5:30 - 6:00 pm", "6:30 - 7:00 pm", "6:00 - 6:30 pm", ~
$ usuario_opc_2  <chr> NA, NA, NA, NA, "Bicisuario", "Pasajero", NA, NA, "Bicisuario", "Bic-
$ usuario_opc_3  <chr> NA, "Bicisuario", NA, NA, ~
$ horario_salida_c_un2 <chr> NA, NA, NA, NA, "6:30 - 7:00 am", NA, NA, NA, "7:00 - 7:30 am", "5:30 -
$ horario_salida_un_c2 <chr> NA, NA, NA, NA, "6:30 - 7:00 pm", NA, NA, NA, "5:30 - 6:00 pm", "5:30 -

```

Fig. 40 - Estructura de la base de datos inicial. Fuente: Elaboración propia.

De las 18 variables presentadas anteriormente, se seleccionaron las siguientes variables categóricas para el análisis estadístico:

- vinculo_un
- facultad
- modo_antes
- modo_durante
- municipio
- localidad
- usuario_princ
- usuario_opc_2
- usuario_opc_3

5.1 Tablas y gráficas de frecuencias

5.1.1 Vinculo de cada uno de los usuarios con la Universidad Nacional

Considerando los vínculos obtenidos en la zona de influencia norte definida anteriormente, se realiza la respectiva tabla de frecuencias:

	Variable	Frecuencia	Frec. Relativa	Porcentajes%
1	Administrativo	17	0.039627040	3.96
2	Contratista	5	0.011655012	1.17
3	Docente	11	0.025641026	2.56
4	Egresado	3	0.006993007	0.70
5	Estudiante de Posgrado	30	0.069930070	6.99
6	Estudiante de Pregrado	363	0.846153846	84.62

Tabla 1 - Tabla de frecuencias vinculo_UN. Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 1 se resalta que la variable “Estudiante de pregrado” es la que más se presenta dentro de la base de datos realizada, teniendo esta una frecuencia relativa en porcentaje de 84%. Dado esto, los análisis que se van a realizar con respecto a los modos de transporte y lugares de residencia representan un tamaño de la muestra mayor para esta variable, generando así mayores correspondencias con la variable “vinculo_un Estudiante de pregrado”, observada como una de las representativas para el modelo.

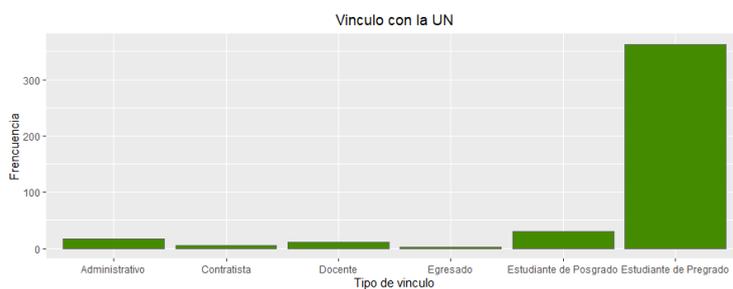


Fig. 41 - Gráfico de frecuencias vinculo_UN. Fuente: Elaboración propia

Como aporte al problema de investigación, se tiene que los resultados obtenidos en cuanto a la relación de los modos de transporte vienen en mayor medida por las respuestas a la encuesta realizada de los estudiantes de pregrado de la universidad Nacional, según se observa en la figura 7.2.

5.1.2 Facultad a la que pertenecen

Considerando la facultad a la que pertenecen los individuos presentes en la zona de influencia norte definida anteriormente, se realiza la respectiva tabla de frecuencias:

Variable	Frecuencia	Frec. Relativa	Porcentajes%
1 Artes	15	0.034965035	3.50
2 Ciencias	15	0.034965035	3.50
3 Ciencias Agrarias	9	0.020979021	2.10
4 Ciencias Económicas	14	0.032634033	3.26
5 Ciencias Humanas	7	0.016317016	1.63
6 Derecho, Ciencias Políticas y Sociales	5	0.011655012	1.17
7 Ingeniería	358	0.834498834	83.45
8 Medicina	4	0.009324009	0.93
9 Medicina Veterinaria y de Zootecnia	1	0.002331002	0.23
10 Nivel Central	1	0.002331002	0.23

Tabla 2 - Tabla de frecuencias facultad. Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que uno de los objetivos principales del proyecto es que en la primera etapa se caracterice de forma aproximada a los usuarios de la facultad de ingeniería; la tabla 1, muestra que los análisis a realizar en cuanto a modo de transporte, representan en mayor medida a personas que pertenecen a dicha facultad, teniendo esta un frecuencia de 358 y una frecuencia relativa en porcentaje de 83,45%, por lo cual, se cumple con uno de los primeros objetivos definidos para la población de análisis, obteniendo así, un tamaño de la muestra que genera mayores correspondencias con la variable facultad de ingeniería, observada como una de las representativas para el modelo.

En la figura 42 se observa la representación gráfica de la variable “facultad”, donde se resalta la diferencia que presenta la facultad de “Ingeniería” respecto a las demás, siendo esta, representativa en el desarrollo del problema estadístico planteado.

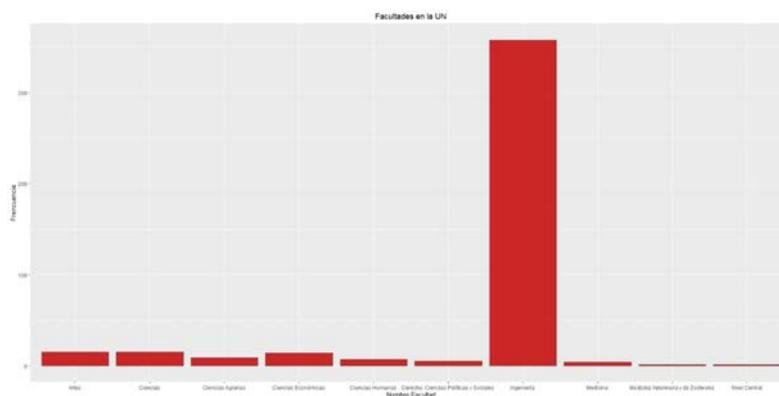


Fig. 42 - Gráfico de frecuencias facultad. Fuente: Elaboración propia.

5.1.3 Modo de transporte con el cual se desplazaba antes de la emergencia sanitaria ocasionada por el covid-19

Considerando los modos de transporte con los cuales se desplazaban los individuos en la zona de influencia norte definida anteriormente, se realiza la respectiva tabla de frecuencias:

	Variable	Frecuencia	Frec. Relativa	Porcentajes%
1	A pie	19	0.044289044	4.43
2	Bicicleta	72	0.167832168	16.78
3	Carro	56	0.130536131	13.05
4	Monopatín	2	0.004662005	0.47
5	Moto	10	0.023310023	2.33
6	Taxi	1	0.002331002	0.23
7	Transporte público	269	0.627039627	62.70

Tabla 3 - Tabla de frecuencias modo_antes. Fuente: Elaboración propia

Se observa que el transporte público es el modo de transporte más utilizado quienes respondieron la encuesta, presentando una frecuencia de 269, con una frecuencia relativa en porcentaje de 62,70 %. Esta información es importante para contrastar los cambios de modo de transporte que se pueden presentar durante la emergencia sanitaria, con el fin de atacar estos frentes a partir del desarrollo de la aplicación móvil. Se observa una frecuencia relevante de personas que se movilizan en bicicleta y carro, los cuales pueden ser usuarios potenciales de la aplicación móvil.

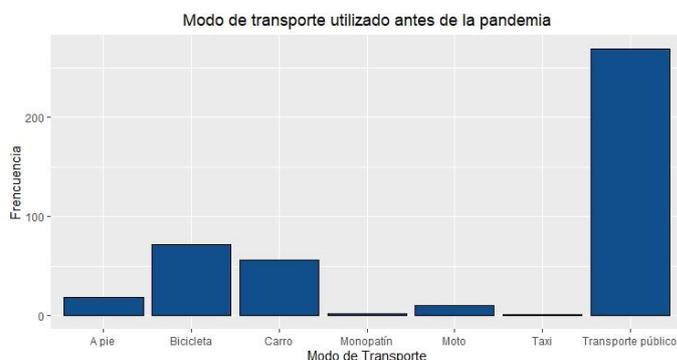


Fig. 43 - Gráfico de frecuencias modo_antes. Fuente: Elaboración propia

En la fig. 43 se presenta de manera gráfica lo mencionado anteriormente, donde sobresale el modo de transporte público, bicicleta y carro.

5.1.4 Modo de transporte con el cual se desplazaría durante la emergencia sanitaria ocasionada por el covid-19

Considerando los modos de transporte con los cuales se desplazarían los individuos en la zona de influencia norte definida anteriormente, se realiza la respectiva tabla de frecuencias:

	Variable	Frecuencia	Frec. Relativa	Porcentajes%
1	A pie	21	0.048951049	4.90
2	Bicicleta	138	0.321678322	32.17
3	Carro	119	0.277389277	27.74
4	Monopatín	2	0.004662005	0.47
5	Moto	8	0.018648019	1.86
6	Transporte público	141	0.328671329	32.87

Tabla 4 - Tabla de frecuencias modo_durante. Fuente: Elaboración propia

Se observa un aumento significativo en las personas que se movilizarían en bicicleta, pasando de una frecuencia de 72 a 138; lo mismo ocurre con carro pasando de una frecuencia de 56 a 119 y una reducción en el uso de transporte publico pasando de una frecuencia 269 a 141. Esta información es un insumo fundamental ya que se observa un cambio significativo en los modos de transporte, aumentando así considerablemente los usuarios que se movilizarían en carro y bicicleta, los cuales serían usuarios potenciales de la aplicación móvil.

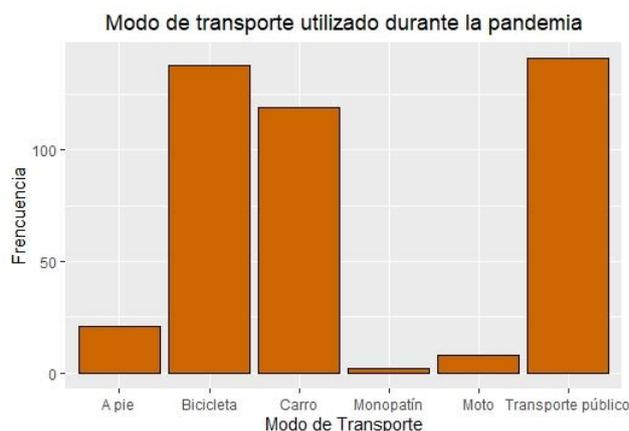


Fig. 44 - Gráfico de frecuencias modo_durante. Fuente: Elaboración propia

La fig. 44 contiene el gráfico de frecuencias que representa lo mencionado anteriormente, siendo esto un insumo fundamental para resolver el problema estadístico planteado, ya que caracteriza los cambios en modos de transporte presentados.

5.1.5 Localidad en la que vive

Considerando la localidad en la que viven los individuos en la zona de influencia norte definida anteriormente, se realiza la respectiva tabla de frecuencias:

	Variable	Frecuencia	Frec. Relativa	Porcentajes%
1	Barrios Unidos	26	0.06060606	6.06
2	Chapinero	8	0.01864802	1.86
3	Engativa	118	0.27505828	27.51
4	Municipios externos	47	0.10955711	10.96
5	Suba	127	0.29603730	29.60
6	Teusaquillo	40	0.09324009	9.32
7	Usaquén	63	0.14685315	14.69

Tabla 5 - Tabla de frecuencias localidad. Fuente: Elaboración propia

Se resalta que las localidades de Suba y Engativá son las que presentan una mayor frecuencia respecto a las demás localidades, teniendo así un valor de frecuencia de 127 y 118 respectivamente, junto con un valor de frecuencia en porcentaje de 29,60 % y 27,51 %. A partir de este análisis, se puede concluir las localidades con las cuales, a partir del estudio de los modos de transporte de los individuos que las habitan, pueden presentar una relación con la cual se puedan obtener correspondencias para realizar viajes compartidos.

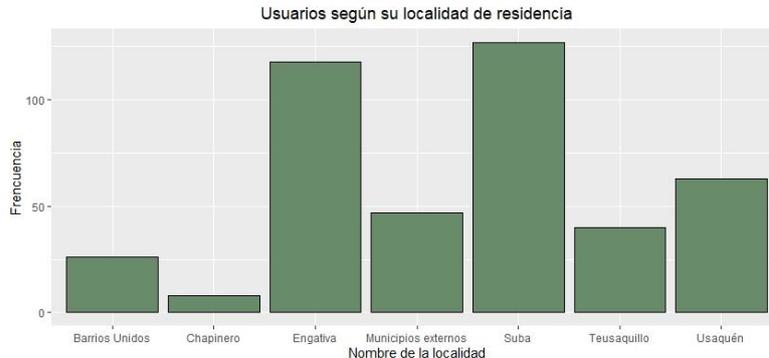


Fig. 45 - Gráfico de frecuencias localidad. Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 45 se presenta el gráfico de frecuencias obtenido donde se sobresalen las localidades de Suba y Engativá.

5.1.6 Usuario principal de uso de la aplicación

Considerando el rol principal de uso de la aplicación los individuos en la zona de influencia norte definida anteriormente, se realiza la respectiva tabla de frecuencias:

	Variable	Frecuencia	Frec. Relativa	Porcentajes%
1	Biciusuario	132	0.3076923	30.77
2	Conductor (Con vehículo disponible)	71	0.1655012	16.55
3	Pasajero	226	0.5268065	52.68

Tabla 6 - Tabla de frecuencias usuario principal. Fuente: Elaboración propia

Se observa que el usuario “pasajero” presenta una mayor frecuencia, con una frecuencia de 226 y una frecuencia relativa en porcentaje de 52,68 %. Este análisis es importante ya que el número de vehículos particulares debe satisfacer la demanda de pasajeros observada y su aporte a la solución del problema estadístico es importante, ya que se deriva de los modos de transporte que el individuo usa.

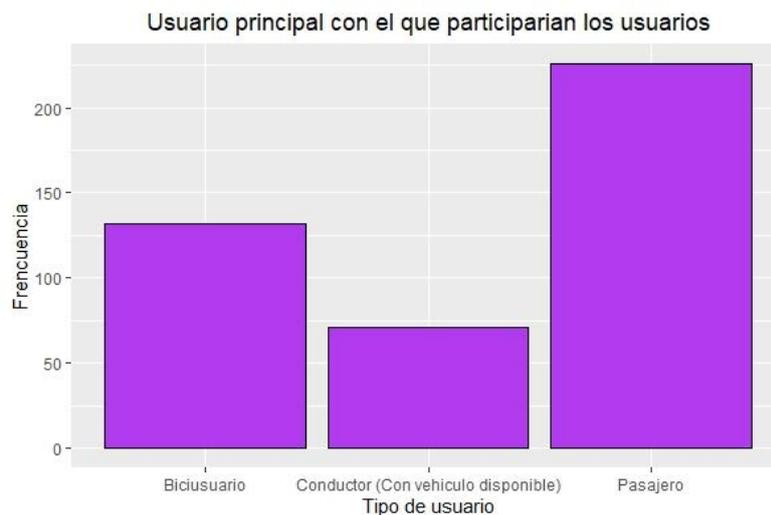


Fig. 46 - Gráfico de frecuencias usuario principal. Fuente: Elaboración propia

5.1.7 Segundo rol de Usuario en la aplicación

Considerando el segundo rol de uso de la aplicación los individuos en la zona de influencia norte definida anteriormente, se realiza la respectiva tabla de frecuencias:

	Variable	Frecuencia	Frec. Relativa	Porcentajes%
1	Biciusuario	95	0.2214452	22.14
2	No interesado	271	0.6317016	63.17
3	Pasajero	63	0.1468531	14.69

Tabla 7 - Tabla de frecuencias segundo rol. Fuente: Elaboración propia

A partir de la tabla de frecuencias obtenida se puede concluir que 271 individuos (63,17%), no están interesados en ejercer un segundo rol dentro de la aplicación, mientras que bicisuario, es el segundo rol que predomina, con un total de 95 individuos (22,14 %).

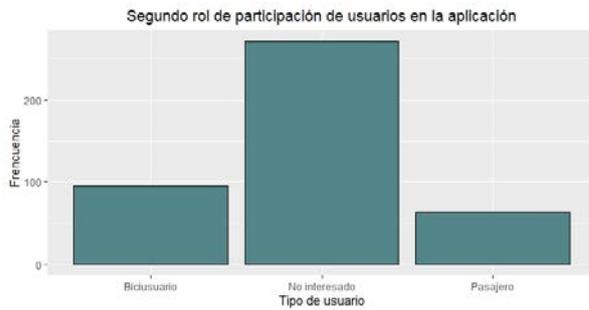


Fig. 47 - Gráfico de frecuencias segundo rol. Fuente: Elaboración propia

En la figura 47 se presenta el gráfico obtenido, donde se resalta un alto porcentaje de usuarios no interesados en desarrollar un segundo rol en la aplicación, siendo esto un insumo relevante para resolver el problema estadístico debido a su relación directa con los modos de transporte que el individuo utilizaría.

5.1.8 Tercer rol de Usuario en la aplicación

Considerando el tercer rol de uso de la aplicación los individuos en la zona de influencia norte definida anteriormente, se realiza la respectiva tabla de frecuencias:

	Variable	Frecuencia	Frec. Relativa	Porcentajes%
1	Bicisuario	26	0.06060606	6.06
2	No interesado	403	0.93939394	93.94

Tabla 8 - Tabla de frecuencias tercer rol. Fuente: Elaboración propia

A partir de la tabla de frecuencias obtenida se puede concluir que 403 individuos (93,94%), no están interesados en ejercer un tercer rol dentro de la aplicación, mientras que bicisuario, es el rol que se mantiene, con un total de 26 individuos (6,06 %). Esto permite identificar que los modos de transporte, objeto de análisis del problema estadístico planteado, presentan una alta relación con el rol principal seleccionado.

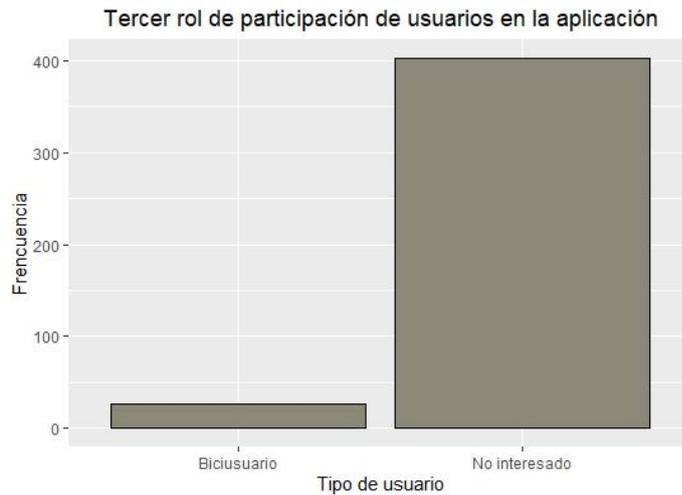


Fig. 48 - Gráfico de frecuencias tercer rol. Fuente: Elaboración propia

5.1.9 Municipios de residencia – Zona Norte

Considerando el tercer rol de uso de la aplicación los individuos en la zona de influencia norte definida anteriormente, se realiza la respectiva tabla de frecuencias:

	Variable	Frecuencia	Frec. Relativa	Porcentajes%
1	Cajicá	6	0.12765957	12.77
2	Chía	10	0.21276596	21.28
3	Cogua	1	0.02127660	2.13
4	Cota	3	0.06382979	6.38
5	El Rosal	2	0.04255319	4.26
6	La Calera	3	0.06382979	6.38
7	Sopó	2	0.04255319	4.26
8	Subachoque	1	0.02127660	2.13
9	Tenjo	1	0.02127660	2.13
10	Tocancipá	1	0.02127660	2.13
11	Zipaquirá	17	0.36170213	36.17

Tabla 9 - Tabla de frecuencias municipios de residencia. Fuente: Elaboración propia

Aunque se observa una baja frecuencia para los municipios analizados, se resalta el municipio de Zipaquirá, con una frecuencia de 17 y una frecuencia relativa en porcentaje de 36,17 %. Esto es un insumo importante ya que en estos municipios se pueden analizar los diferentes modos de transporte partiendo de que debido a su alta distancia con el campus universitario, los modos de transporte tienden a ser transporte público, moto y automóvil.

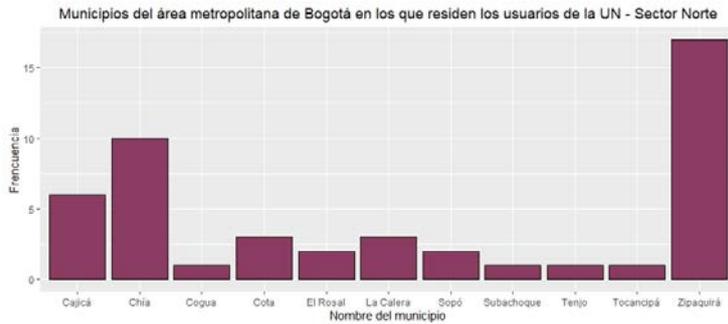


Fig. 49 - Municipio de residencia. Fuente: Elaboración propia

5.2 Tablas y gráficos de contingencias

5.2.1 Localidad vs vinculo

Considerando que dentro del objetivo del problema estadístico se tiene analizar los modos de transporte antes y durante la emergencia sanitaria presentada por el covid-19, teniendo en cuenta su localidad de residencia y el vínculo que este tiene con la universidad, es importante relacionar estas variables a partir de una tabla de contingencias, tal como se ve en la siguiente tabla:

	Barrios Unidos	Chapinero	Engativá	Municipios externos	Suba	Teusaquillo	Usaquén
Administrativo	0	0	10	1	4	2	0
Contratista	0	0	0	0	2	2	1
Docente	1	1	0	0	4	3	2
Egresado	0	0	1	0	1	1	0
Estudiante de Posgrado	2	0	9	0	9	4	6
Estudiante de Pregrado	23	7	98	46	107	28	54

Tabla 10 - Tabla de contingencia localidad vs vinculo. Fuente: Elaboración propia

Nuevamente se destaca que “estudiante de pregrado” es la variable que presenta un mayor número de registros, esto contrastado con las localidades de Engativá y Suba. Municipios externos se incluye dentro de este análisis, sin embargo, este se estudia con una mayor profundidad más adelante. Para realizar un análisis más a fondo, es importante relacionar las variables de localidad y vinculo, con los modos de transporte usados antes y durante la emergencia sanitaria.

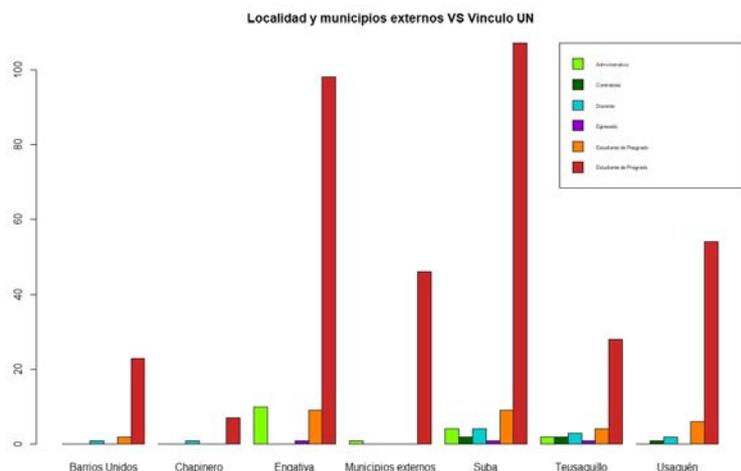


Fig. 50 - Gráfico de contingencias localidad vs municipio. Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se resalta lo mencionado con respecto al mayor número de registros para estudiantes de pregrado en las localidades de Suba, Engativá, Usaquén, Municipios externos y Teusaquillo. Es importante considerar la cercanía que estas localidades tienen al campus universitario, por ejemplo, las personas que residen próximas a la universidad nacional que viven en la localidad de Teusaquillo, tienden a desplazarse a pie o en bicicleta, mientras que las personas que residen los municipios externos tienden a desplazarse en transporte público, moto o carro. Estos análisis se desarrollan a profundidad en las siguientes tablas de contingencias.

5.2.2 Vinculo vs modo antes

Considerando que dentro del objetivo del problema estadístico se tiene analizar los modos de transporte antes y durante la emergencia sanitaria presentada por el covid-19, teniendo en cuenta el vínculo que el usuario tiene con la universidad, es importante relacionar estas variables a partir de una tabla de contingencias, tal como se ve en la siguiente tabla:

	A pie	Bicicleta	Carro	Monopatín	Moto	Taxi	Transporte público
Administrativo	2	0	7	0	0	0	8
Contratista	0	2	0	0	0	0	3
Docente	0	2	6	0	0	0	3
Egresado	0	1	0	0	1	0	1
Estudiante de Posgrado	2	11	3	0	1	1	12
Estudiante de Pregrado	15	56	40	2	8	0	242

Tabla 11 - Tabla de contingencia Vinculo vs modo antes. Fuente: Elaboración propia

Según lo presentado en la tabla de contingencias anterior, los estudiantes de pregrado tienden a desplazarse más en transporte público, caso contrario a los docentes, ya que según los resultados estos tienden a desplazarse más en carro particular. Esta tabla refleja un frente importante a trabajar en el desarrollo del proyecto y es el de incentivar a que más docentes se unan al proyecto de carro compartido, ya que estos pueden aportar más vehículos particulares para satisfacer la demanda de pasajeros. En el siguiente gráfico se presenta la información descrita en la Tabla 11, donde se resalta que una vez describan los

resultados obtenidos en el modo de transporte que usaría durante la emergencia sanitaria, se realiza análisis del problema estadístico planteado.

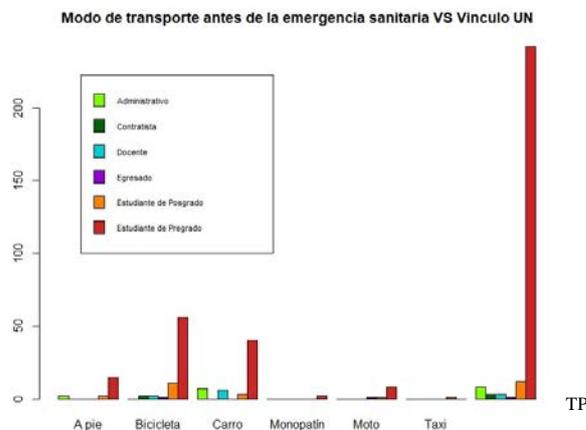


Fig. 51 - Gráfico de contingencias Modo antes vs vinculo. Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Vinculo vs modo durante

Considerando que dentro del objetivo del problema estadístico se tiene analizar los modos de transporte antes y durante la emergencia sanitaria presentada por el covid-19, teniendo en cuenta el vínculo que el usuario tiene con la universidad, es importante relacionar estas variables a partir de una tabla de contingencias, tal como se ve en la siguiente tabla:

	A pie	Bicicleta	Carro	Monopatín	Moto	Transporte público
Administrativo	1	2	8	0	0	6
Contratista	0	2	2	0	0	1
Docente	0	2	7	0	0	2
Egresado	0	3	0	0	0	0
Estudiante de Posgrado	2	16	3	0	1	8
Estudiante de Pregrado	18	113	99	2	7	124

TP

Tabla 12 - Tabla de contingencia Vinculo vs modo durante. Fuente: Elaboración propia

Según los registros presentados en la tabla de contingencias anterior, se observa que los estudiantes de pregrado reducirían considerablemente el uso del transporte público durante la emergencia sanitaria hacia un eventual regreso a las actividades presenciales pasando de 242 a 124 registros, y a su vez, estos migran al uso de carro particular pasando de 40 a 99 registros. Se observa que, para los demás vínculos, no se presenta un cambio significativo en el modo de transporte utilizado antes y durante la emergencia sanitaria, por lo cual, se puede concluir que el vínculo “estudiante de pregrado”, es el que presenta una mayor relación en cuanto a los cambios que se pueden presentar en los desplazamientos.

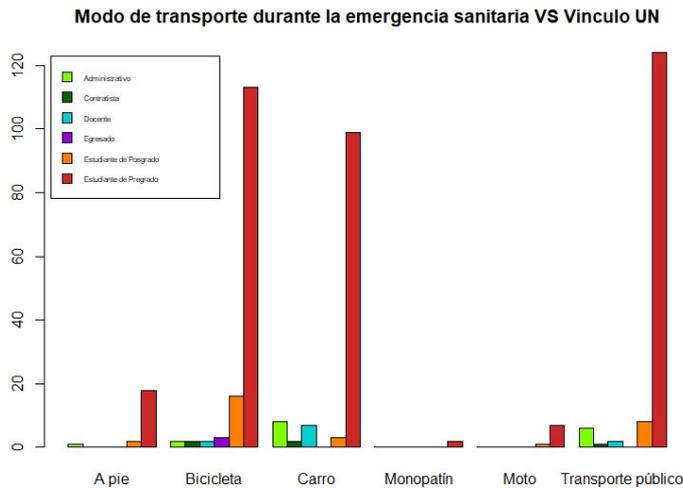


Fig. 52 - Gráfico de contingencias Modo durante vs vinculo. Fuente: Elaboración propia

Los análisis descritos anteriormente se pueden visualizar de una mejor forma comparando las figuras 51 y 52, donde se observa el cambio de las alturas de las barras según el modo de transporte.

5.2.4 Localidad vs modo antes

Considerando que dentro del objetivo del problema estadístico se tiene analizar los modos de transporte antes y durante la emergencia sanitaria presentada por el covid-19, teniendo en cuenta la localidad de residencia del usuario, es importante relacionar estas variables a partir de una tabla de contingencias, tal como se ve en la siguiente tabla:

	A pie	Bicicleta	Carro	Monopatín	Moto	Taxi	Transporte público
Barrios Unidos	0	7	4	0	1	1	13
Chapinero	1	0	1	0	0	0	6
Engativá	0	33	16	0	2	0	67
Municipios externos	0	0	3	0	4	0	40
Suba	0	16	17	0	1	0	93
Teusaquillo	18	14	1	2	1	0	4
Usaquén	0	2	14	0	1	0	46

Tabla 13. - Tabla de contingencia localidad vs modo antes. Fuente: Elaboración propia

Se observa que antes de la emergencia sanitaria, el modo de transporte público es el que se utiliza mayormente por cada localidad, excepto en la localidad de Teusaquillo, ya que como se había analizado anteriormente, su proximidad con la universidad hace que la mayoría de las personas se desplace a pie o en bicicleta. Se resalta que las localidades de Suba, Engativá, y Usaquén son las que presentan un mayor número de registros en cuanto a modos de transporte como el transporte público y carro particular.

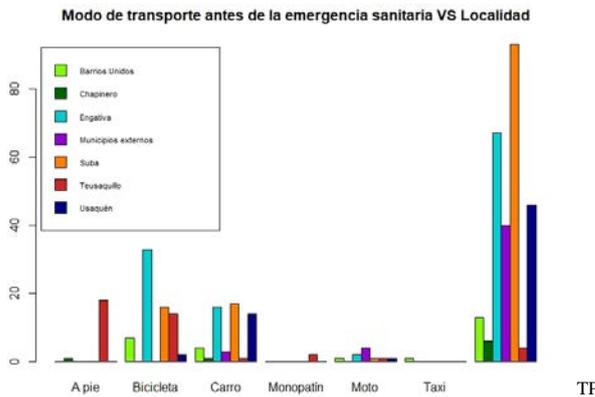


Fig. 53 - Gráfico de contingencias Modo de transporte vs localidad. Fuente: Elaboración propia

Es importante analizar la localidad vs el modo de transporte durante la emergencia sanitaria con el fin de obtener una respuesta al problema estadístico planteado

5.2.5 Localidad vs modo durante

Considerando que dentro del objetivo del problema estadístico se tiene analizar los modos de transporte antes y durante la emergencia sanitaria presentada por el covid-19, teniendo en cuenta la localidad de residencia del usuario, es importante relacionar estas variables a partir de una tabla de contingencias, tal como se ve en la siguiente tabla:

	A pie	Bicicleta	Carro	Monopatín	Moto	Transporte público
Barrios Unidos	0	17	5	0	0	4
Chapinero	2	2	1	0	0	3
Engativá	4	53	26	0	1	34
Municipios externos	0	0	10	0	4	33
Suba	1	34	43	0	2	47
Teusaquillo	14	19	2	2	0	3
Usaquén	0	13	32	0	1	17

Tabla 14 - Tabla de contingencia localidad vs modo durante. Fuente: Elaboración propia

Según los registros presentados en la tabla de contingencias anterior, se observa que los usuarios de las localidades de Suba, Engativá y Usaquén reducirían considerablemente el uso del transporte público durante la emergencia sanitaria hacia un eventual regreso a las actividades presenciales pasando de 93 a 47, 67 a 34 y 46 a 17 registros respectivamente, y a su vez, estos migran al uso de carro particular pasando de 17 a 34, 16 a 26 y 14 a 32 registros respectivamente.

También se observa un importante aumento del uso de la bicicleta en localidades como Engativá, Suba, Barrios unidos y Usaquén; por lo cual, estas localidades presentarían una gran posibilidad de uso del aplicativo para realizar viajes compartidos en carro particular y la conformación de grupos de ciclistas.

Si se compara la Fig. 53 con respecto a la Fig. 54, se observa el contraste que se presenta con respecto a los modos de transporte por localidad utilizados antes y durante la emergencia sanitaria, siendo este un insumo relevante para resolver el problema estadístico planteado.

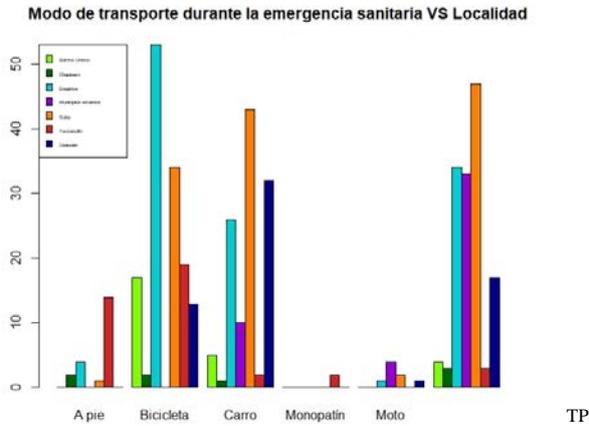


Fig. 54 - Gráfico de contingencias Modo durante vs localidad. Fuente: Elaboración propia

5.2.6 Municipio vs modo antes

Considerando que dentro del objetivo del problema estadístico se tiene analizar los modos de transporte antes y durante la emergencia sanitaria presentada por el covid-19, teniendo en cuenta el municipio de residencia del usuario, es importante relacionar estas variables a partir de una tabla de contingencias, tal como se ve en la siguiente tabla:

	Carro	Moto	Transporte público
Cajicá	0	0	6
Chía	0	0	10
Cogua	0	0	1
Cota	1	0	2
El Rosal	1	0	1
La Calera	0	1	2
Sopó	0	0	2
Subachoque	0	1	0
Tenjo	0	0	1
Tocancipá	0	0	1
Zipacquirá	1	2	14

Tabla 14 - Tabla de contingencia Municipio vs modo antes. Fuente: Elaboración propia

Para poder analizar la tabla anterior, es importante revisar la tabla que relacione el modo de transporte durante la emergencia sanitaria vs el municipio.

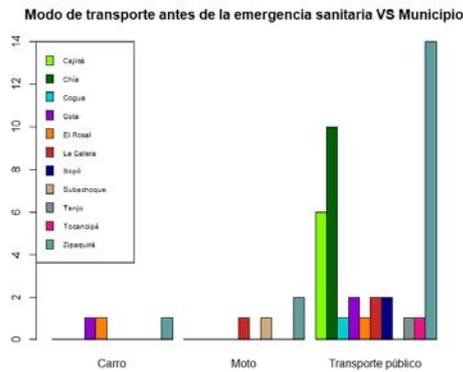


Fig. 55 - Gráfico de contingencias Modo antes vs Municipio. Fuente: Elaboración propia

5.2.7 Municipio vs modo durante

Considerando que dentro del objetivo del problema estadístico se tiene analizar los modos de transporte antes y durante la emergencia sanitaria presentada por el covid-19, teniendo en cuenta el municipio de residencia del usuario, es importante relacionar estas variables a partir de una tabla de contingencias, tal como se ve en la siguiente tabla:

	Carro	Moto	Transporte público
Cajicá	0	0	6
Chía	1	0	9
Cogua	0	0	1
Cota	1	0	2
El Rosal	1	0	1
La Calera	1	1	1
Sopó	0	0	2
Subachoque	0	1	0
Tenjo	1	0	0
Tocancipá	0	0	1
Zipaquirá	5	2	10

Tabla 15 - Tabla de contingencia Municipio vs modo durante. Fuente: Elaboración propia

Se observa que se presenta poca diferencia entre el modo de transporte utilizado antes de la emergencia sanitaria y después de la misma. Aunque se resalta que se presenta un leve aumento del uso del carro particular durante la emergencia sanitaria como se puede observar si se compara la Fig. 55 y Fig. 56.

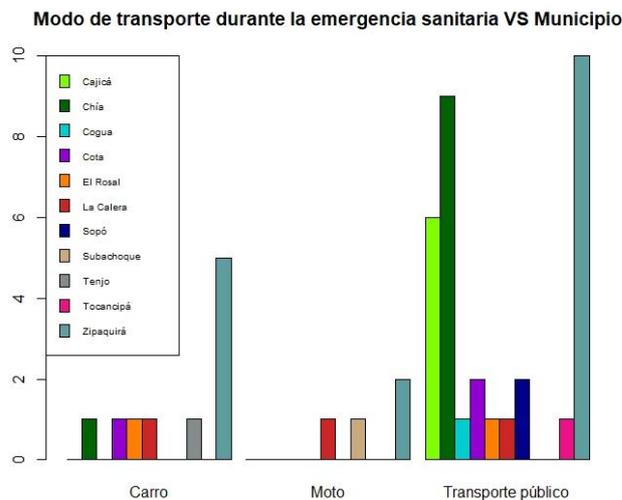


Fig. 56 - Gráfico de contingencias Modo durante vs Municipio. Fuente: Elaboración propia

5.3 Matriz de correlación de Pearson

En el anexo A, se presenta la tabla de Burt de frecuencias relativas realizada para desarrollar los análisis estadísticos de correlación de Pearson. Realizando una exploración inicial de las potenciales relaciones que se pueden presentar entre las variables, considerando también los análisis realizados por medio de tablas y gráficos de contingencias y de frecuencias, en la Fig. 57, se presenta el resultado de los análisis de correlación obtenidos:

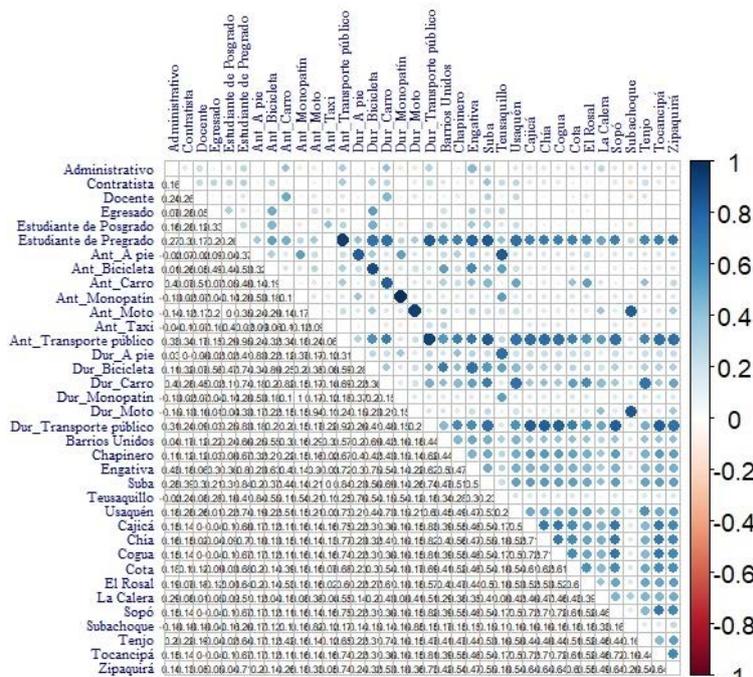


Fig. 57 - Coeficientes de correlación lineal de Pearson. Fuente: Elaboración propia

Observando las diferentes correlaciones obtenidas, se reafirma los supuestos planteados anteriormente, ya que se evidencia que la variable “estudiante de pregrado”, presenta una mayor correlación con la mayoría de las demás variables analizadas, esto corrobora los resultados obtenidos en cuanto a frecuencias y contingencia. Si analizamos los modos de transporte que son el objetivo principal de este análisis, se observa que transporte publico presenta una alta correlación con las demás variables. Por su parte, algunas variables como moto, monopatín, vinculo administrativo, egresado, docente y contratista, presentan poca correlación con la mayoría de las variables de análisis, por lo cual, su uso es poco relevante dentro de la solución del problema estadístico. También se evidencia una alta correlación de localidades como Engativá y Usaquén con respecto a varias de las variables utilizadas, aunque, a manera general, las localidades y municipios si son relevantes dentro de los análisis realizados.

5.4 Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM)

Contrastando los resultados obtenidos anteriormente en cada uno de los análisis estadísticos realizados anteriormente, es importante aplicar un análisis de correspondencias múltiples con el fin de corroborar la relación existente entre las variables categóricas, esto de forma gráfica, a partir de los respectivos gráficos biplot obtenidos. Para este análisis, se utilizan las variables de vinculo_un, modo_antes, modo_durante, municipio y localidad. El siguiente gráfico muestra la varianza representada en cada una de las dimensiones contenidas dentro del ACM:

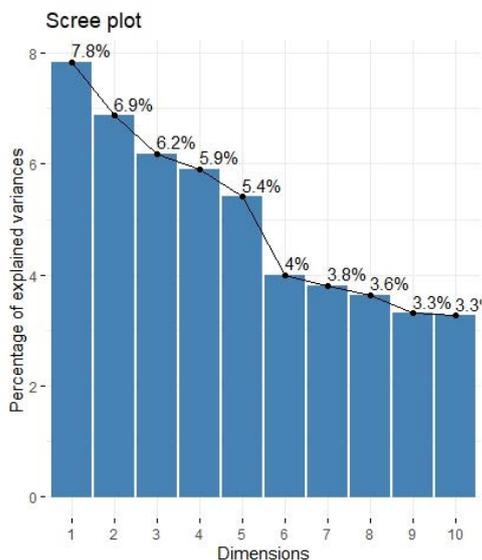


Fig. 58 - Varianza para cada dimensión. Fuente: Elaboración propia

El gráfico Biplot de correspondencias múltiples agrupa los análisis estadísticos de las primeras dos dimensiones.

	Dim 1	Dim 2	Dim 3	Dim 4	Dim 5
vínculo_un	0.0507050	0.01492978	0.07443590	0.01029841	0.1851428
modo_antes	0.5658525	0.75377881	0.80494832	0.88195720	0.6578468
modo_durante	0.6078269	0.70638982	0.81772441	0.87771447	0.6724284
municipio	0.5545850	0.25726166	0.24445404	0.07255927	0.1206911
localidad	0.8087095	0.53478565	0.09692396	0.10372327	0.1482212

Tabla 16 - Varianza por cada dimensión. Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta lo explicado anteriormente, a continuación, se presenta el respectivo gráfico biplot de ACM:

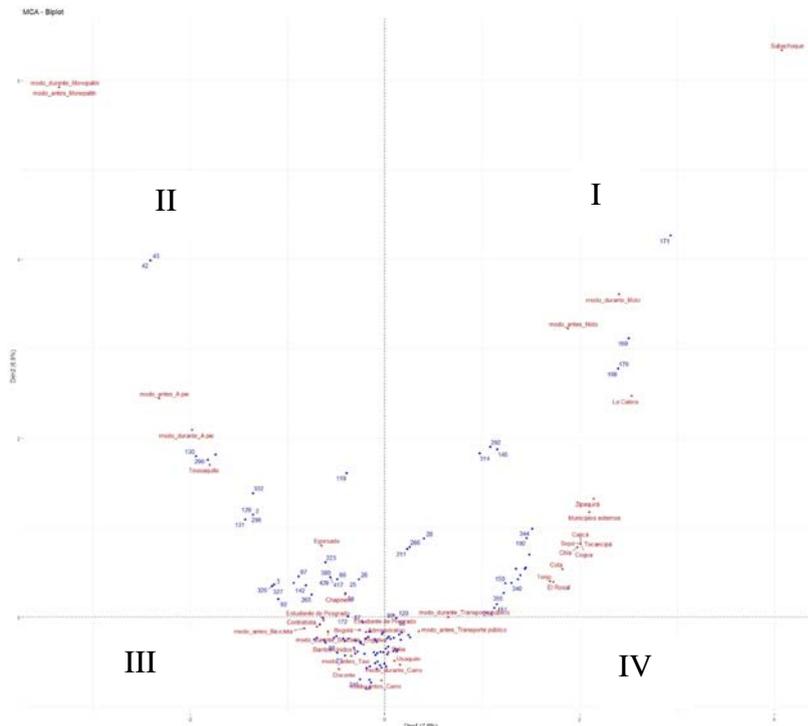


Fig. 59 - Biplot de correspondencias. Fuente: Elaboración propia

Analizando los planos factoriales obtenidos se presenta una relación entre los resultados estadísticos obtenidos anteriormente, ya que “estudiante de pregrado”, se encuentra próximo al punto donde cortan el eje de la dimensión 1 y 2, esto se traduce a que esta variable forma un clúster con las demás variables, por lo cual, se evidencia una relación directa entre estas variables que se encuentran agrupadas. Teniendo en cuenta esto, analizamos las variables principales para saber la relación que existe entre estas:

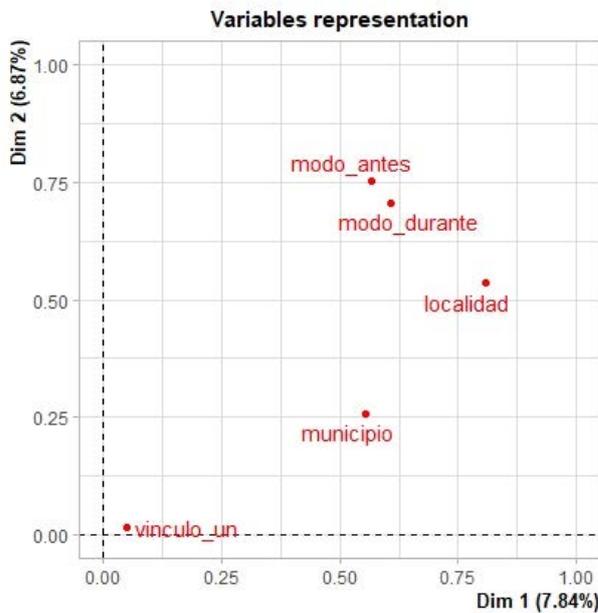


Fig. 60 - Representación de las variables. Fuente: Elaboración propia

Se observa que las variables se ubican en el mismo cuadrante, presentando una cercanía entre los modos de transporte utilizados como se espera que suceda. El siguiente gráfico muestra la relación existente entre los registros analizados, donde se destaca una estrecha relación entre la mayoría de los registros presentados, sin embargo, se observan algunos registros que se encuentra bastante alejados con respecto a los demás, por lo cual, se concluye que estos no son relevantes dentro de la solución del problema estadístico:

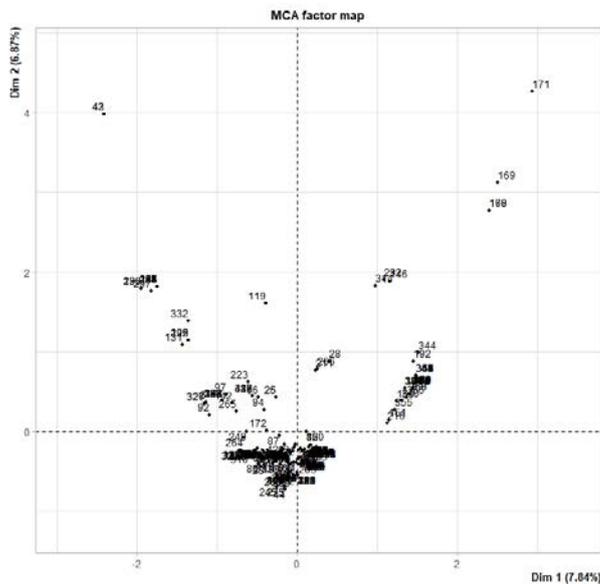


Fig. 61 - Representación de los registros. Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen se presenta la información del biplot de correspondencias, en el cual se destaca la conformación de clusters y también se descartan variables como modo de transporte a pie o transporte en moto dentro del análisis ya que no son relevantes.

Se destaca también la agrupación que se refleja en el cuadrante 4 de los municipios del área metropolitana, ya que como era de esperarse, existe una estrecha correlación entre estos, por lo cual, el análisis de modos de transporte es relevante para los clusters que se identificaron.

6. CONCLUSIONES

- Se evidencia un interés por parte de la comunidad académica en formar parte del proyecto compartiendo su vehículo o formando grupos de bicicleta para desplazarse hacia el campus universitario, contando con respuestas positivas en las encuestas de un 85.3% de los encuestados.
- Con ayuda de herramientas tecnológicas como lo son la PWA podemos generar soluciones modernas a problemas relacionados con movilidad, que además se acomodan a inconvenientes actuales como lo es la pandemia provocada por el COVID-19.
- Se presenta un interfaz amigable y fácil de usar, adaptable a usuarios sin experiencia tecnológica y que evidencian que es una app que puede ser usada por una comunidad mucho mayor que incluya desde niños mayores de 10 años hasta adultos mayores.
- Este proyecto busca ampliarse a las demás facultades de la Universidad y se contempla la posibilidad de que sea útil también en otros entornos como otras universidades, empresas o entidades.
- Debido a que no se han retomado actividades presenciales dentro de la Universidad, no ha sido posible contar con viajes que hagan uso de esta herramienta, pero tiene la ventaja de ser útil, también cuando se normalice la situación por COVID-19.
- El análisis estadístico realizado arroja una alta correlación entre la variable “estudiante de pregrado” con la mayoría de las demás variables tenidas en cuenta. Es importante para posteriores análisis tratar de ampliar la información recolectada con los demás vínculos de la universidad con el fin de poder caracterizar de una manera más amplia el comportamiento de otros individuos.

REFERENCIAS

CICLOGREEN, (2020). Dossier informativo: Universidades. Disponible en: http://landing.ciclogreen.com/universidades?__hstc=201222513.bff443e3e4c09857e9bfd5c86e1fba80.1598121433590.1599321847292.1620074774305.3&__hssc=201222513.1.1620074774305&__hsfp=3684135696

EL TIEMPO, (2018). Carpooling, la alternativa de transporte que ahorra tiempo y dinero. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/que-es-y-como-funciona-el-carpooling-compartir-carro-en-colombia-237074>

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL, (2020). Resolución número 000677 del 24 de abril de 2020. Por medio de la cual se adopta el protocolo de bioseguridad para el manejo y control del riesgo del coronavirus COVID-19 en el sector transporte.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, (2020). Medidas para la contención del Coronavirus Covid-19. Disponible en: <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/8238/medidas-para-la-contencion-del-coronavirus-covid-19/>

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS); ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS), (2020). La bicicleta, movilización segura y saludable en tiempos de COVID-19: 3 de junio, día mundial de la bicicleta. Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/3-6-2020-bicicleta-movilizacion-segura-saludable-tiempos-covid-19-3-junio-dia-mundial>

SECRETARÍA DE MOVILIDAD DE BOGOTÁ, (2020). Recomendaciones para evitar el contagio de COVID-19 en el transporte público. Disponible en: [h-en-el-transporte-publico](https://www.bogota.gov.co/h-en-el-transporte-publico)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, UNIVERSIDAD NACIONAL, INS, (2020). COVID-19: Cambios en el sistema de transporte pueden cambiar vidas. Disponible en: https://uniandes.edu.co/sites/default/files/asset/document/bogotadisminucion_de_acceso_a_sistema_transmilenio_pre_cuarentena_0.pdf