

**PUBLICACIÓN EN GOOGLE MAPS DE LAS RUTAS DE TRANSPORTE
PÚBLICO URBANO EN MANIZALES**

ALEXANDER TORO RIVERA

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
MANIZALES
2016**

**PUBLICACIÓN EN GOOGLE MAPS DE LAS RUTAS DE TRANSPORTE
PÚBLICO URBANO EN MANIZALES**

ALEXANDER TORO RIVERA

Trabajo de Grado presentado como opción parcial para optar
al título de Especialista en Información Geográfica

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
MANIZALES
2016**

CONTENIDO

RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCIÓN	7
1. ÁREA PROBLEMÁTICA.....	8
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3. JUSTIFICACIÓN	10
4. MARCO TEÓRICO.....	11
4.1 TRANSPORTE VEHICULAR.....	11
4.2 La importancia de los SIG en la mejora de la movilidad de las ciudades.....	15
5. METODOLOGÍA	20
5.1 TIPO DE TRABAJO	20
5.2 PROCEDIMIENTO	21
5.2.1 Fase 1. Investigación del manejo de Google Maps.....	21
5.2.2 Fase 2. Recolección de la información cartográfica de las rutas de la ciudad de Manizales.	21
5.2.3 Fase 3. Análisis y Verificación de la Información recolectada.	22
5.2.4 Fase 4. Modificación de la información.	22
5.2.5 Fase 5. Obtener datos y organizarlos en archivos soportados por Google..	22
5.2.6 Fase 6. Organizar datos para ser probados como archivos GTFS.	22
5.2.7 Fase 7. Ejecutar Archivos para ser visualizados en Google Maps.....	23
5.2.8 Fase 8. Documentación y entrega.	23
6. RESULTADOS.....	24
7. CONCLUSIONES	32
8. RECOMENDACIONES	33
BIBLIOGRAFÍA	34

RESUMEN

Se desarrolló un esquema de publicación de las rutas de transporte público de la ciudad de Manizales para ser observado y manipulado en el Sistema de Información Geográfica de Google, como archivos de tipo Feed GTFS (General Transit Feed Specification), para un mayor control en las operaciones de las rutas de las diferentes empresas prestadoras del servicio y para que cualquier usuario pueda tener acceso a un único servicio que le facilite su movilidad dentro de la ciudad.

El usuario podrá conectarse mediante cualquier dispositivo con acceso a internet y poder trazar la programación de las rutas para movilizarse por la ciudad de Manizales, principalmente, y el municipio de Villamaría, con horarios actualizados y paraderos con su respectiva ubicación geográfica y más información significativa de las rutas en tiempo real.

Inicialmente se realizó la captura del total de rutas de la ciudad de Manizales y Villamaría y se le hizo un diagnóstico a la información obtenida para posteriormente ser procesada y modificada utilizando herramientas SIG, como el paquete de programas ARCGis. Se actualizaron las rutas según el nuevo proyecto de movilidad de la ciudad y se ajustaron los datos al proceso de Feed de Google, para ser interpretados por los servidores de tránsito, mediante código de programación Python.

Con el archivo creado se realizan los respectivos ajustes y se envían al Partner de Google para que sea revisado y publicado en el SIG de Google Transit y ser visualizado en cualquier parte del mundo, permitiendo que miles de personas con interés en la ciudad de Manizales y que no la conozcan, tengan un nuevo medio que permita su libre movilidad.

PALABRAS CLAVES: SIG, Python, Feed, GTFS, Google, movilidad, transporte público.

ABSTRACT

It developed a publication scheme of public transport routes in the city of Manizales to be observed and manipulated in GIS from Google, as Type Feed GTFS (General Transit Feed Specification), for greater control in developed operations routes of different companies providing the service and that any user can access a single service to facilitate their mobility within the city.

The user can connect any device with internet access and be able to draw programming routes to move around the city of Manizales, mainly, and the municipality of Villamaría, with updated schedules and bus stops com their geographical location and more meaningful information routes in real time.

Initially the capture of all routes in the city of Manizales and Villamaría was performed and a diagnosis was made on the information obtained to be later processed and modified using GIS tools, such as ARCGis package programs. Routes were updated according to the new mobility project of the city and the data were adjusted to process feed Google, to be interpreted by servers transit through Python programming code.

With the file created the respective adjustments are made and sent to the Partner of Google to be reviewed and published in the GIS Google Transit and be viewed anywhere in the world, allowing thousands of people interested in the city of Manizales and who do not know, have a new medium that allows free mobility.

KEY WORDS: SIG, Python, Feed, GTFS, Google, mobility, public transport.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas integrados de transporte han permitido mejorar la movilidad de las ciudades a nivel nacional, es el caso de Medellín que, con su gran infraestructura vial, es un modelo a seguir para muchas ciudades, pero por tener un sistema de transporte no garantiza que sea una solución precisa y acertada, como el caso de Bogotá, donde la mayoría de habitantes no se encuentra a gusto con la movilidad en la ciudad.

Según reportes de la Secretaría de Tránsito de Manizales, existe un promedio de crecimiento del parque automotor, en los últimos 6 años, del 11 % anual¹, es una cifra alta para una ciudad intermedia. Es por esto que Manizales se ve en la necesidad de un sistema de transporte que garantice la movilidad para los habitantes del municipio.

En el año 2013 se liquidó el Transporte Integrado de Manizales (TIM), que pretendía mejorar el uso del transporte público de los manizaleños con el cobro de los pasajes por medio de una tarjeta inteligente. Aunque se esperaba que el orden en las rutas iba a mejorar y que con un solo pasaje el usuario podía acceder a transbordos sin pagar de nuevo. Finalmente, por no tener en cuenta la aceptación que se esperaba y además por tener problemas administrativos y fiscales, el sistema duró muy poco en la ciudad.

Aunque este proyecto no pasó siquiera la primera fase, se refleja que Manizales tiene problemas serios de movilidad y se necesita de un sistema que permita mitigar, en una etapa temprana, los inconvenientes en transporte de servicio público y particular, sin cometer los mismos errores del TIM y tener un enfoque al monitoreo de la red vial y servicio de información al usuario.

¹ (Escobar Santander Natalia, 2015)

1. ÁREA PROBLEMÁTICA

El transporte público en el mundo es un factor importante en la evolución de la humanidad y que es un tema que tiende a cambiar, brindando un mejor servicio de movilidad a las ciudades grandes e intermedias y que es un plus de medición a la hora de innovar en disminución de factores ambientales y logísticos, adaptando sistemas tecnológicos que permiten mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.

La importancia de tener un orden en la movilidad de transporte de Manizales, es una necesidad que se ha ido aplazando quizás por la mala experiencia en la primera fase del Transporte Integrado de Manizales (TIM), pero Manizales por ser capital de Caldas y por su constante aumento en su parque automotor, debería contar con un sistema SIG encargado del monitoreo y control del tránsito de Manizales.

A esto se puede abonar el crecimiento del municipio en sus obras viales que aumentan el problema y que los ciudadanos no cuentan con una herramienta para identificar rutas alternas, problema que también se presenta en las primeras semanas de enero, donde prácticamente las vías principales y de acceso por el sur del país, colapsan debido a los eventos realizados en la feria anual de Manizales.

Un problema identificado en el TIM, es la poca información que a los ciudadanos se les brindó, es por esto que el sistema SIG está enfocado a informar en tiempo real los medios de transporte, rutas, estado de vías, información de accidentes, estado de semáforos, ubicación de paraderos y demás, que ayude a agilizar el flujo vehicular, y que hoy en día, con la influencia del internet, Manizales no cuenta con una publicación del mapa de las rutas de transporte público de la ciudad

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Publicar las rutas de transporte público de Manizales, que permita su visualización vía web o móvil, utilizando metodologías de desarrollo y organización, mediante la plataforma de Google, facilitando información en tiempo real para sus usuarios, con herramientas SIG.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar herramientas SIG útiles para el desarrollo de redes viales.
- Realizar inventario de tiempos aproximados de viajes, paraderos, empresas de transporte público con sus respectivas rutas, horas de llegada, horas de salida.
- Generar un mapa con el inventario de los elementos que conforman la red vial del municipio, identificando el recorrido de las rutas que realizan las empresas de transporte público en Manizales.

3. JUSTIFICACIÓN

La ciudad de Manizales apuesta a ser una ciudad virtual, en donde se ha reflejado el avance en las empresas públicas y privadas del municipio, en temas de educación y recreación brindando facilidades a ciudadanos y visitantes en sus actividades diarias. Actualmente la alcaldía y la secretaría de movilidad le apuesta a un sistema integrado de transporte, que permita mejorar el control del transporte público y buscar alternativas por el crecimiento del parque automotor y disminuir los accidentes de tránsito en la ciudad, sobre todo de la motocicleta que transitan a diario por las calles de la ciudad.

Según estudios:

“En Manizales, la gran mayoría de los ciudadanos se encuentran satisfechos con los medios de transporte que utilizan diariamente. En 2014 cuatro de cada cinco ciudadanos manifestaba encontrarse satisfecho con su medio de transporte habitual, siendo Manizales la segunda ciudad de la Red Cómo Vamos en satisfacción con este aspecto, superada tan solo por Medellín.” (Escobar Santander Natalia, 2015)

Es un buen promedio para una ciudad que aún no cuenta con un sistema de transporte consolidado. Temas de topografía, tamaño del área urbana, y demás, pueden ser variables significativas en el resultado de este estudio, pero que, de igual manera, se debe tener en cuenta variables como contaminación, accidentes de tránsito y mejoramiento en la movilidad, que conviertan a Manizales como ciudad digital en el transporte.

Aunque en el pasado el proyecto de Transporte Integrado de Manizales, mejor conocido como TIM, no cumplió las expectativas, es de mucha importancia lanzar un proyecto que permita, de manera paulatina, dar conocer las bondades de la tecnología para el transporte público en la ciudad. Un primer avance es permitir el acceso público integrado de la información de las rutas de la ciudad, empresas prestadoras del servicio, paraderos con sus respectivos tiempos y vías transitadas, que sea amena al usuario de transporte, además de generar motivación de los dueños de vehículos particulares y comenzar a ejercer consciencia en el uso exclusivo de paraderos para el abordaje y parada de buses, busetas y colectivos.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 TRANSPORTE VEHICULAR

El transporte vehicular surgió como una necesidad del hombre por explorar nuevas territorios no habitables y expandir sus propiedades a través del mundo como parte de su evolución. La rueda permitió un avance significativo en la movilidad terrestre, donde el ser humano pudo transportarse con mayor comodidad y lo más significativo, tener la opción de llevar sus pertenencias a su destino final, sin realizar mucho esfuerzo. La ambición y el hecho de mejorar a diario para facilitar sus necesidades de movilidad, convirtió al hombre en un buscador de tecnología y pudo evolucionar a lo que hoy en día se llama automóvil.

La creación de ciudades dio pie para su aumento por el continuo desplazamiento de personas del campo hacia las metrópolis, donde el transporte urbano se convirtió en un caos.

El beneficio del automóvil en la vida diaria, se ha consolidado en el diario vivir para las personas, donde de algún modo se han visto beneficiadas y se ha convertido en una necesidad que ha roto barreras en desplazamiento y tiempo.

Pero no todas las personas tenían la capacidad económica para adquirir un vehículo propio, por los elevados costos en su momento, es allí donde nace una aproximación de lo que sería el transporte público.

4.1.1 Transporte en el Mundo y Colombia. Según registros, el transporte público urbano inició en Europa en el siglo XVII, sin tener en cuenta los servicios informales. El transporte público nace de la necesidad de personas con escasos recursos para adquirir un vehículo propio, carecían de un medio de transporte que les permitiera realizar sus desplazamientos diarios y cumplir con sus responsabilidades laborales, es por esto que algunos dueños de carros particulares, los ofrecieron y comenzaron a transportar a estas personas como forma de colectivos a destinos fijos y cobrando una única tarifa por viaje.

Este sistema tuvo un gran éxito y acogida entre la gente, por lo cual decidieron comprar vehículos de gran tamaño y adaptarlos para llevar a las personas de manera cómoda. En las grandes ciudades del mundo, se presentó una evolución de los vehículos transportadores, donde inicialmente eran de tracción animal, se estima que en el año 1.662 circuló el primer bus de tracción animal en la ciudad de Paris, los cuales tuvieron inicios muy remotos y fueron los más utilizados durante décadas, circulando sobre una ruta fija.

Con esta acogida, el invento dejó de circular por la muerte de su inventor Blaise Pascal y su patrón, el Duque de Roannez (1673), personas que se destacaron en la búsqueda de mejoras en el transporte de su época.

En Londres a principios del siglo XVII se estableció el sistema de taxis de tracción animal, que inicialmente se utilizaba para transportar pasajeros desde las estaciones de embarque de los viajes interurbanos, hacia las zonas residenciales y viceversa; sin embargo, los buses urbanos, un tiempo después, se independizaron. En 1825, había cerca de 400 viajes diarios, desde Londres hasta los suburbios, cobrando individualmente a cada pasajero. Cabe destacar que a pesar de la época en que se encontraban, existía mucho orden y estaba reglamentado, como por ejemplo los pasajeros se debían recoger y dejar en sitios indicados para transitar.

En ciudades de tamaño mediano, los buses arrastrados por caballos, se convirtieron en el principal medio de transporte público y en las ciudades grandes, fue un medio alimentador para el acceso a trenes y tranvías. En ciudades grandes, los tranvías de tracción animal, permitieron que las calles no se desgastaran demasiado por el sistema de poca fricción y así mismo permitía que los vagones fueran más amplios y transportar cantidades grandes de personas que los buses convencionales.

En algunos países la reglamentación exigía que el límite de velocidad para estos vehículos fuera de hasta 10 Km/h máximo. En Latinoamérica el número de pasajeros era bajo en comparación con Europa, un tema influyente fue el precio, con un costo mucho mayor como se describe en el siguiente artículo:

“A fines de decenio de 1880, existía en la ciudad de Buenos Aires una red de tranvías con una extensión estimada en 198 kilómetros, cifra muy poco inferior al largo de la red londinense. Sin embargo, es impactante observar la diferencia entre el volumen de pasajeros transportados por los tranvías bonaerenses y los londinenses. En 1889, los de Buenos Aires llevaron a 49 millones de pasajeros y los de Londres a aproximadamente 200 millones, diferencia que probablemente se debía a que la tarifa cobrada en Buenos Aires fuera muy superior.” (Unidas, El Desarrollo del Transporte Público en América Latina y El mundo, 1994)

Todo esto significó que existiera un atraso en el sistema de transporte público en Latinoamérica respecto a los países de Europa.

Colombia vio la necesidad de implementar el transporte público en sus ciudades principales, después de su cambio referente al transporte normal que empezó aproximadamente en 1492, donde se utilizaban personas para transportar carga de alimentos y después llevados por mulas y bueyes. Una historia colonial, donde los representantes son los arrieros; personas las cuales tenían a su mando una cantidad animales de carga, llamadas bestias que realizan un recorrido de días por las montañas de la topografía colombiana.

Estas personas fijaron zonas estables, donde se realizaba el intercambio de materiales y víveres; que después se convertirían en las primeras ciudades del territorio colombiano. Como se ha visto, el transporte surge de una necesidad, Colombia no es la excepción. El comercio colombiano, empieza a tener una importancia conjunta junto con el transporte,

cuando después de la época colonial, que transcurre lenta, por la guerra e independencia, se empiezan a establecer caminos para el mercado de las poblaciones. El café se convierte en un producto próspero y con mayores beneficios que los demás, el reducido tráfico comercial empieza a incrementarse, la demanda de las cosechas cafeteras para su exportación necesita de nuevas rutas terrestres y fluviales en óptimas condiciones. Por lo tanto, después de la guerra de los mil días (1899-1902), comienza a ver una preocupación en el transporte por el escaso de vías y unos cuantos kilómetros de ferrocarril. El gobierno crea el Ministerio de Obras Públicas, mediante decreto legislativo 7, de enero 17 de 1905.

Aunque se ve una preocupación, la idea de una mejora en el transporte se desarrolla a un paso demasiado lento, por temas de regionalismo y el conformismo por obras pequeñas que finalmente dan una solución parcial en los años 1950. A mitad de siglo y hasta 1992, cuando se crea el ministerio de transporte y se empieza a replantear el transporte actual y organizar o reconstruir lo que está en la actualidad, se ve el atraso significativo en las vías, no hay más solución que demoler estructuras que en verdad son inútiles y dar paso a estructuras medianamente comparables a las de las potencias mundiales, porque ya se presenta un atraso de casi un siglo respecto a los demás países.

4.1.1.1 Transporte Público en Colombia. El transporte público en Colombia empezó en las ciudades grandes, especialmente en la ciudad de Bogotá, la quinta ciudad más grande de América del Sur. Por su topografía montañosa y accidentada, el país tuvo problemas en el avance de obras ferroviarias y no fue hasta 1889, cuando tuvo un tren a vapor en su capital. Los carruajes de tracción animal de 1884 y sus tranvías eléctricos, importados en 1984, tuvieron que ser ingresados por mulas en viajes por las montañas.

Esto significó una mejora importante en la ciudad y el país, donde ha venido evolucionando hasta hoy. La ley 15 de 1959, intervino el transporte que se manejaba en aquel tiempo y se crea en Bogotá la Empresa Distrital de Transporte Urbano.



Figura 1. *Bus Pegasso 1959.* (Unidas, El Desarrollo del Transporte Publico en America Latina y El mundo, 1994)

Después de realizarse cambios en el sistema de transporte con diferentes decretos que buscaban darle orden al sistema de transporte urbano actual, las autoridades se encontraron con el problema de la expansión de la ciudad y el crecimiento en su número de habitantes,

por el constante aumento en la migración de habitantes hacia la capital colombiana. Se toma la determinación de construir un sistema masivo de transporte que pueda mitigar la congestión, por lo tanto en 1998, bajo la alcaldía de Enrique Peñaloza, se empieza la construcción de Transmilenio, inaugurado el 4 de diciembre de 2000. Con troncales que atraviesan la ciudad, este sistema masivo tuvo una aceptación en sus inicios por parte de los usuarios, pero no se estimó el crecimiento de la población en la ciudad, por lo cual actualmente es visto como un caos del cual no se le ve una mejora inmediata. Este sistema fue implementado en otras ciudades como Barranquilla, Cali y Pereira.

En la ciudad de Medellín, apostaron a un proyecto ambicioso, nunca antes visto en nuestro país, llamado metro. En 1979 se iniciaron los estudios de factibilidad y en 1983 el consorcio Hispano-Alemán Metromed fue notificado de la adjudicación del proyecto, el cual inicio construcción en 1984.

El 30 de noviembre de 1995 se inauguró el servicio metro, donde hasta el día de hoy se ha aumentado el número de líneas y además se complementó con la línea de metro cable en 2010, que ha servido para brindar conexión entre rutas y llegar a lugares montañosos de la ciudad, donde el metro no puede dar servicio.

4.1.1.2 Transporte Público en Manizales. El interés por tener un sistema estratégico de movilidad en Manizales, ha sido un objetivo por parte de la administración y la comunidad en general, ya que a pesar de que Manizales no cuenta con cifras altas en contaminación y problemas de movilidad, se le quiere apostar por el proyecto de ciudad inteligente del país.

Aunque un proyecto ya se ejecutó en la ciudad en el año 2006 con el nombre de Transporte Integrado de Manizales (TIM), este no tuvo la aprobación de la ciudadanía en general y fracasó a los pocos días de ser inaugurado. Diferentes problemas se presentaron debido al cambio de rutas, las cuales se realizaron de manera arbitraria sin dar la correcta información a los ciudadanos.

Otro problema fue el cobro obligatorio de la tarifa del pasaje mediante tarjeta inteligente, donde las recargas se hacían en puestos de venta de la empresa Susuerte, por lo tanto los horarios no coincidían con la de los ciudadanos que en horas tempranas salen para sus destinos laborales. Estos problemas como otros, se presentaron en la implementación del TIM, aun así, la ciudad no dejó de pensar en organizar su sistema de transporte público y en un nuevo proyecto, por hacer memoria del primer cable aéreo en nuestra ciudad, se pensó en traer de nuevo este servicio, como medio más óptimo de transporte masivo a la ciudad, que por su topografía montañosa otro sistema diferente generaría más problemas que soluciones.

En octubre de 2006, se inicia el proceso de estudio para el cable aéreo de Manizales buscando satisfacer las siguientes necesidades:

“a) UTILIZA UNA TECNOLOGÍA LIMPIA (Operación con energía eléctrica)

1. Ahorro de combustible

2. Reducción de emisiones

b) TIENE UNA BAJA AFECTACIÓN DEL SUELO

1. *No exige construcción de vías*
2. *No afecta corrientes de aguas ni la riqueza del suelo (arqueológica, urbanística, redes, paisaje)*
- c) **SIGNIFICA UNA MEJOR ADAPTABILIDAD A LA TOPOGRAFÍA**
 1. *Supera las barreras naturales*
 2. *Reduce el uso de modos de transporte contaminantes*
- d) **PUEDE SIGNIFICAR UNOS MENORES COSTOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA**
 1. *Tiene una larga vida útil*
 2. *Permite y facilita la Transferencia de Tecnología*
- e) **IMPLICA UN MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES**
 1. *Ahorro de tiempo y costos de transporte*
 2. *Disminución de la accidentalidad y los costos asociados a ésta*
- f) *Es una alternativa de la oferta turística de la ciudad.*
- g) *Mejora la competitividad de la ciudad.*
- h) *Puede generar sinergias entre la administración y los transportadores.*
- i) *Desarrolla un city-marketing: diferenciación de ciudad” (Manizales, 2014)*

A pesar de los objetivos, que se ajustaban a cualquier sistema de transporte moderno en el mundo, el cable vía en su inicio no dio utilidad a la ciudadanía ni a la empresa manejadora del servicio, pues se pensó más como sitio turístico que en la conveniencia de la ciudadanía, con un tramo que no tenía el suficiente número de usuarios que permitiera solventar el gasto.

Con la construcción del tramo entre el terminal de transportes y el municipio de Villamaría, el volumen de usuarios aumentó considerablemente, por la disminución en el tiempo de viaje entre las dos ciudades, además por la modelación de la vía panamericana permitió que los habitantes de Villamaría prefieran este sistema de transporte que el tradicional.

4.2 La importancia de los SIG en la mejora de la movilidad de las ciudades.

La movilidad en cualquier ciudad del mundo es un tema fundamental que se debe abordar con el mayor compromiso por parte de las autoridades, empresas públicas y privadas, ya que de esta depende tener un tema de satisfacción de los ciudadanos que habitan en ellas.

Un sistema de transporte organizado no solo depende de la infraestructura vial y los medios de transporte. En los últimos tiempos, la información ha sido parte fundamental en cualquier empresa y en la optimización de la movilidad, estos avances no han sido ajenos.

En este documento veremos como los SIG han permitido el mejoramiento de la movilidad en las ciudades capitales y como el aumento de personas hace que no solo los medios de transporte son los encargados de evolucionar, sino que la información que se le preste al

usuario debe ser precisa, exacta, disponible en cualquier momento y de fácil acceso, para que los objetivos de una ciudad inteligente se cumplan.

4.2.1 La congestión vehicular y el reto para la mejora de la movilidad en las ciudades. No es un secreto que la densidad de población ha tenido un aumento en las ciudades, producto de la urbanización donde cada vez más personas llegan a las capitales por diferentes factores dependiendo de cada país. Estudios de las Naciones Unidas estiman que el 70% de la población mundial vivirá en ciudades en 2050², esto conlleva una expansión en la red vial de las ciudades y el transporte.

En la mayoría de los casos las ciudades buscan los transportes públicos masivos que buscan mejorar la movilidad y darle rapidez al tráfico, siendo una solución también limpia. Por eso los gobiernos buscan esta medida para invertir en sistemas de transporte inteligente que no afecten el presupuesto que es destinado para varias necesidades.

Algunos proyectos de movilidad han dado pequeños y grandes avances en la obtención de sus objetivos y han identificado que se ha mejorado la competitividad de la ciudad y la calidad de vida de sus habitantes.³

Existen ciudades que este tipo de opciones aún están lejos de ser implementadas o al menos entrar en una fase de análisis, por diferentes factores políticos, culturales, sociales, etcétera, pero han implementado otras alternativas como el pico placa, por el aumento del parque automotor. Citando a Colombia, En la actualidad, el país cuenta con 3 millones de automóviles y 2,3 millones de motocicletas, cifras que aumentarán considerablemente para el año 2040; se especula que serán de 10,4 y 13 millones, respectivamente.⁴

Con estos datos es momento de realizar un análisis del presente y futuro en temas de movilidad en el país y precisamente en la ciudad de Manizales, de lo que se tiene actualmente y de lo que se necesita, haciendo uso de las Tecnologías de la información, clave para la construcción de un plan vial que optimice los sistemas de movilidad. La construcción de sistemas que permitan llevar control de los vehículos con tiempo de uso mayor, para iniciar su proceso de chatarrización y que el mismo no se dilate por diferentes temas.

4.2.2 SIG una herramienta para la mejora de la movilidad. Los Sistemas de información Geográfica se han convertido en una herramienta primordial en los diferentes análisis en distintas áreas, para la elaboración de indicadores para toma de decisiones, como un sistema único. Ellos nos ayudan a estudiar diferentes

² La situación demográfica en el mundo, 2014 Informe conciso – Naciones Unidas Nueva York 2014 – Enlace: (Unidas, Concise Report on the World Population Situation 2014, 2014)

³ (Movilidad, 2011)

⁴ (Echeverry, y otros, 2008)

fenómenos espaciales con gran nivel de detalle y capturar resultados para su posterior uso y necesidad que se presente.

En el tema de la movilidad, esta herramienta no es ajena a este avance tecnológico, permitiendo el acceso a la cartografía de las diferentes zonas de una ciudad, mostrada por capas la información que nos interesa.

Estas herramientas se encuentran hoy en día de fácil acceso para todo tipo de usuarios, pero miremos como ha facilitado la movilidad a los diferentes habitantes de una ciudad en particular.

En un principio el flujo vehicular rápido, dependía solamente del usuario, que tomaba decisiones producto de su experiencia diaria al movilizarse en diferentes medios de transporte. El decidía la mejor ruta según sus criterios como costo, tiempo, seguridad, estado de la carretera, etcétera. Con estos factores puede decidir la mejor manera de transportarse (automóvil, motocicleta, transporte público, bicicleta, etcétera) y que ruta utilizar para llegar a su destino final, decisión que depende de la congestión vial que tenga la ruta en el momento.

Esta información no era de toda precisa, porque existían variables que podían alterarse y cambiar el flujo de las rutas, como un accidente de tránsito, el estado de la vías, que tienen deterioro en determinado tiempo, el flujo de pasajeros y otras más que hacen que cada día el análisis de los usuarios no sea acertado.

“El tiempo de recorrido en cualquier ruta, desde un cierto origen a un cierto destino, es una función del flujo y de la congestión totales. Por lo tanto, no es fácil determinar la ruta más corta en tiempo en una red. Se ha intentado representar el tráfico vehicular de acuerdo con la teoría hidrodinámica, mediante modelos de aproximaciones de fluidos de primer y segundo orden, pero hasta ahora dichos modelos sólo han permitido representar situaciones muy simples del comportamiento del flujo vehicular.” (Lozano, Torres, & Antún, 2003)

El problema de estas variables en su precisión, era que no se tenía la mayor parte de información para ser analizada, se carecía de muchos recursos para poder tener un análisis preciso. Se utilizan diversas técnicas de variables de flujo, pero el avance de los SIG con la incorporación del análisis de las redes de flujo del transporte, fue la manera que tomó fuerza por su avance tecnológico y su amplio manejo en el manejo de grandes volúmenes de información.

“La representación y el análisis de las redes de transporte ha mejorado con el desarrollo de estos sistemas, pues además de permitir una representación topológica de la red, con ellos se puede hacer una representación geográfica de la misma. Y lo más importante es que los análisis de redes pueden ser combinados con análisis espaciales,

tradicionales en los sistemas de información geográfica, los cuales consideren características del territorio tales como uso de suelo, crecimiento de la mancha urbana y datos de atributos demográficos o socioeconómicos. Así, surge la posibilidad de crear escenarios de tipo hipotético para cambios en la infraestructura vial o en la demanda.”
(Lozano, Torres, & Antún, 2003)

Es por este motivo que los SIG son fundamentales para cualquier plan de movilidad de cualquier ciudad del mundo y que se acopla como un mecanismo de seguimiento, análisis y toma de decisiones veraz y preciso.

Un estudio realizado planteado por la Universidad Nacional de Nordeste en Argentina llamado “*Los Sistemas de Información Geográfica y la Planificación del Transporte Público. Aplicaciones en la ciudad de Resistencia (Chaco-Argentina)*”, donde por medio de un SIG de análisis espacial, se obtuvo con gran detalle las estimaciones de demanda de viajes, identificación de las rutas con más accidentes de tránsito, caracterización de la estructura vial en informes con datos que permiten realizar minería de datos, en diferentes áreas de influencia.

Debido al aumento de la necesidad en las ciudades para implementar Sistemas de Información Geográfica en sus planes de movilidad y transporte, la empresa Google ha diseñado un proyecto llamado Google Transit, que permite a empresas públicas y privadas publicar su sistema de rutas de transporte, para que puedan ser accedidas por diferentes usuarios a nivel mundial de manera fácil, rápida gratuita y ordenada. Esta aplicación organiza los archivos tipo feed GTFS (General Transit Feed Specification), separados en horarios, paraderos, tipo de transporte, rutas, ordenando para rutas y empresas de transporte público donde el cliente final tiene acceso desde cualquier dispositivo con acceso a internet permitiendo visualizar la información y también almacenarlo en memoria cache y ser visualizados posteriormente sin accesos a internet.

La definición clara y detallada de lo que es un feed GTFS es:

“Un feed GTFS se compone de una serie de archivos de texto recopilados en un archivo ZIP. Cada archivo modela un aspecto particular de información de tránsito: paradas, rutas, viajes y otros datos relacionados con los horarios. Los detalles de cada archivo se definen en la referencia de GTFS. Puedes encontrar un feed de ejemplo en los ejemplos de GTFS. Una empresa de transporte puede producir un feed GTFS para compartir su información de transporte público con programadores, quienes luego escribirán las herramientas que consumen feeds GTFS para incorporar la información de transporte público a sus aplicaciones. La GTFS se puede utilizar para impulsar a planificadores de viajes, editores de horarios y diversas aplicaciones, demasiado variadas para enumerar aquí, a que usen la información de transporte público de alguna manera.”

(Google, 2016)

El sistema GTFS funciona en tiempo real lo que permite que se realicen actualizaciones en los viajes, como: retrasos, cancelaciones y cambios de ruta. Alertas del servicio, como: accidentes o eventos no programados que afectan los paraderos, rutas o estaciones. Se puede detallar la Posición del vehículo y el nivel de congestión.

¿Cómo funciona?

“Las actualizaciones de cada tipo se proporcionan en un feed separado. Los feeds se muestran a través de HTTP y se actualizan con frecuencia. El archivo en sí es un archivo binario normal, por lo que cualquier tipo de servidor web puede alojar y mostrar el archivo (es posible utilizar otros protocolos de transferencia también). Alternativamente, los servidores de aplicaciones web también se podrían utilizar, los cuales devolverán el feed como una respuesta a una solicitud GET de HTTP válida. No hay limitaciones en cuanto a la frecuencia ni al método exacto de cómo el feed debe ser actualizado o recuperado.

Ya que GTFS en tiempo real te permite presentar el estado real de tu flota, el feed debe ser actualizado con frecuencia, de preferencia cuando se ingresen nuevos datos de tu sistema de ubicación automática de vehículos.”

(Google, 2016)

GTFS no discrimina ningún tipo de sistema de transporte mundial, solo se debe acomodar la información de las rutas y tipos de transporte en lenguaje de programación Python, para que puedan ser interpretados de manera clara.

“El formato de intercambio de datos de GTFS en tiempo real se basa en Búferes de protocolo.

Los búferes de protocolo son un mecanismo de lenguaje y plataforma neutral para serializar datos estructurados (como XML, pero más pequeño, rápido y simple). La estructura de datos se define en un archivo gtfs-realtime.proto, que luego se utiliza para generar el código fuente para leer y escribir fácilmente tus datos estructurados desde y hacia una variedad de flujos de datos, mediante diferentes lenguajes, por ejemplo Java, C++ o Python.”

(Google, 2016)

5. METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE TRABAJO

Este trabajo corresponde a una investigación tecnológica, donde se define y ejecutan los diferentes elementos que permiten implementar un sistema de rutas en una ciudad, mediante una visualización SIG de Google, mostrando datos de interés para cualquier usuario.

Se realizó una búsqueda del manejo de datos en la aplicación web de Google Maps, que un software de manejo de imágenes satelitales, mapas de calles, condiciones de tráfico en tiempo real y planificación de rutas, siendo esta última la que se realizará la investigación. En la planificación de rutas, se utilizará el viaje por rutas de transporte público para la ciudad de Manizales.



Figura 2. Interfaz de opciones de Google Maps Copyright

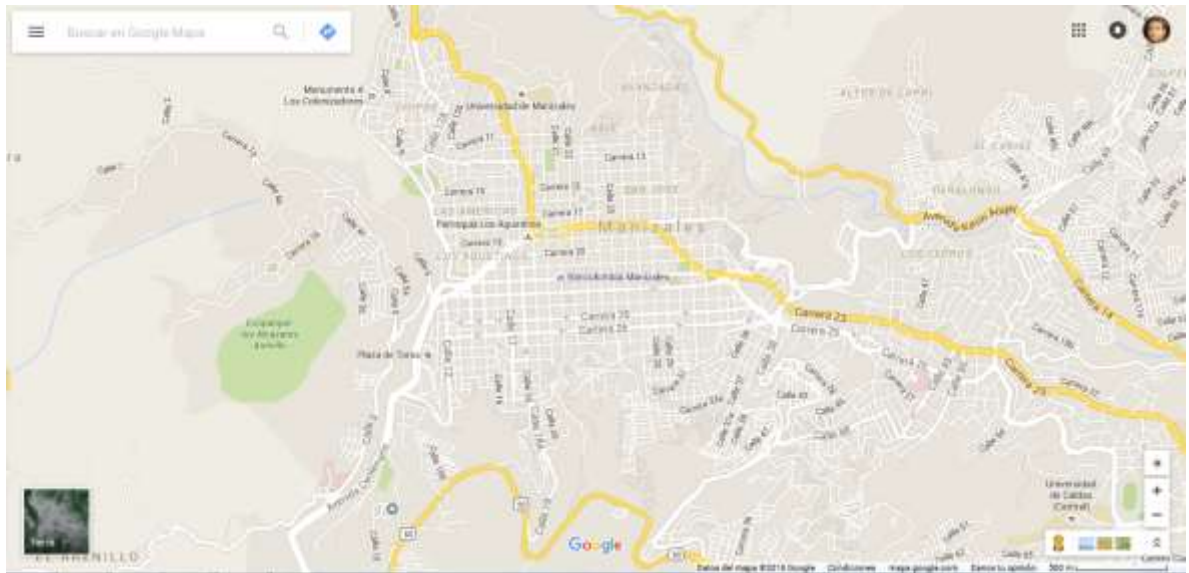


Figura 3. Mapa de Manizales en Google Maps Copyright

5.2 PROCEDIMIENTO

5.2.1 Fase 1. Investigación del manejo de Google Maps. En esta fase inicial, se realiza una exhaustiva investigación del manejo de Google Maps y la manera en que interactúan los datos y su comportamiento para poder iniciar la creación de las rutas de empresas de transporte público de la ciudad de Manizales.

- **Actividad 1.** Se realizan búsquedas vía web de Google Maps y manejo de tránsito en Google, mediante un computador con conexión a internet.
- **Actividad 2.** Se analizan modelos actuales de manejo de rutas ya consolidados en otras ciudades, mediante un computador con conexión a internet.
- **Actividad 3.** Se consulta y verifica si la herramienta de Google esta soportada por algún lenguaje de programación, mediante un computador con conexión a internet.

5.2.2 Fase 2. Recolección de la información cartográfica de las rutas de la ciudad de Manizales. Es primordial obtener los datos geográficos de las rutas de transporte público de Manizales, con el respectivo mapa de la ciudad que sea de fácil interpretación visual.

- **Actividad 1.** Se realizan entrevistas con personal de la alcaldía de Manizales, en especial con las secretarias de tránsito, para poder obtener la información necesaria de las rutas de transporte de la ciudad.

5.2.3 Fase 3. Análisis y Verificación de la Información recolectada. Se procede a realizar un inventario de la información recolectada en la fase anterior y se procede a realizar el análisis correspondiente de la información obtenida.

- **Actividad 1.** Se realiza un proceso de análisis con la información recolectada y estimar si la información obtenida es suficiente y completa para iniciar con la siguiente fase.
- **Actividad 2.** En el caso de que la información esté incompleta, se realiza reunión para saber si con estos datos es posible darle un tiempo para búsqueda y cómo será su manejo.
- **Actividad 3.** Se procede a seleccionar las herramientas y programas que se utilizaran en la manipulación de los datos.

5.2.4 Fase 4. Modificación de la información. En esta fase se prepara la información y se procede a organizarla con las herramientas seleccionadas en la fase anterior.

- **Actividad 1.** Se carga la información en las herramientas escogidas para su edición, trabajando en las mismas coordenadas en que fueron creadas.
- **Actividad 2.** Se procede a realizar la separación de las rutas por empresa de transporte.
- **Actividad 3.** Con los datos separados se toma ruta por ruta y se procede a realizar las modificaciones del caso y a separar la ruta de ida y la de regreso.
- **Actividad 4.** Los cambios realizados se van almacenando en una capa única para todas las rutas y además para llevar un control se creará una plantilla que tendrá el estado y observaciones de la ruta modificada.

5.2.5 Fase 5. Obtener datos y organizarlos en archivos soportados por Google. En esta fase ordenamos la capa para que nos muestre los datos y poder ser manejados para los datos de Google Maps.

- **Actividad 1.** Se realizó un procedimiento en la herramienta SIG para obtener los resultados con las coordenadas X y Y.
- **Actividad 2.** Se observa que los datos cumplan con lo necesitado y se procede a exportar los datos a Excel.
- **Actividad 3.** Se les da orden a los archivos y se modifican para dejarlos en formato plano separados por comas.

5.2.6 Fase 6. Organizar datos para ser probados como archivos GTFS. En esta fase se da inicio a separar y ordenar los datos de las capas e información de las rutas de transporte de Manizales, según la base de datos soportada por GTFS.

- **Actividad 1.** Se realiza separación de las capas y se asignan los diferentes códigos de verificación a cada ruta.
- **Actividad 2.** Se procede a crear el archivo de rutas, teniendo en cuenta el número de verificación de las rutas.
- **Actividad 3.** Compilar para detectar errores.
- **Actividad 4.** Corregir errores.
- **Actividad 5.** Guardar archivos de capas como zip.

5.2.7 Fase 7. Ejecutar Archivos para ser visualizados en Google Maps. En esta fase se carga el archivo con las rutas de transporte público de Manizales y se procede a visualizarlo de manera web.

- **Actividad 1.** Configurar y ejecutar herramienta `schedule_viewer` para ejecutar la visualización.
- **Actividad 2.** Ejecutar capas de rutas.
- **Actividad 3.** Realizar informe de resultados.

5.2.8 Fase 8. Documentación y entrega. Realizar documentación de lo observado y realizar entrega de archivo.

- **Actividad 1.** Documentar los resultados obtenidos y posibles errores que se evidencian.
- **Actividad 2.** Realizar entrega de archivo a encargado de la alcaldía de Manizales.

6. RESULTADOS

Esta sección da cuenta del desarrollo de los objetivos, los hallazgos encontrados en el desarrollo del proyecto y el material final obtenido a partir de la metodología empleada.

En la construcción de los archivos planos, se basó en los datos obtenidos de los shapfiles de las rutas de transporte de Manizales, organizadas y editadas en su mayoría, ya que se detecta que la información suministrada por la Alcaldía de la ciudad, no contaba con la actualización pertinente que se realizó en el año 2010, mediante orden oficial de la capital de Caldas, por la cual estableció desviar las rutas que transitaban por la carrera 21, hacia la avenida del centro por motivos de alta contaminación y cuidado del patrimonio histórico que se estaba viendo afectado por niveles altos de humo y polución; por lo tanto se procede a editar las coordenadas de las líneas que trazaban las rutas, además, las rutas no estaban separadas y clasificadas en ruta de ida y regreso, por lo cual se tenía que hacer su respectiva división para todas las rutas de las diferentes empresas de transporte y cable aéreo.



Figura 4. Imagen problemas detectados en el shape. Se puede notar como se muestran las rutas de ida y regreso sin su separación, además de que las rutas continúan transitando por la carrera 21 de la ciudad.

Se procede a realizar la separación de las rutas y editar las que no cumplen con la actualización realizada. Para llevar un mayor orden se dispuso a modificar las rutas y almacenarlas en Shapfiles, ordenados por empresa de transporte público que permita llevar un monitoreo de las rutas faltantes.

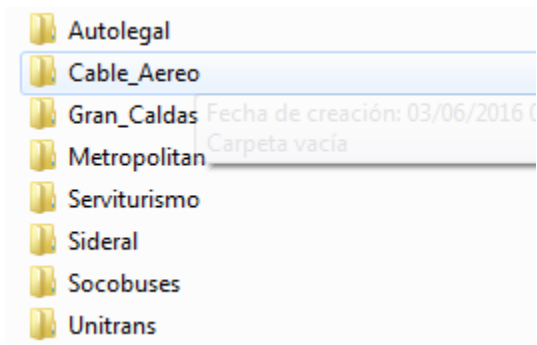


Figura 5. Imagen Shape ordenadas por ruta en carpetas

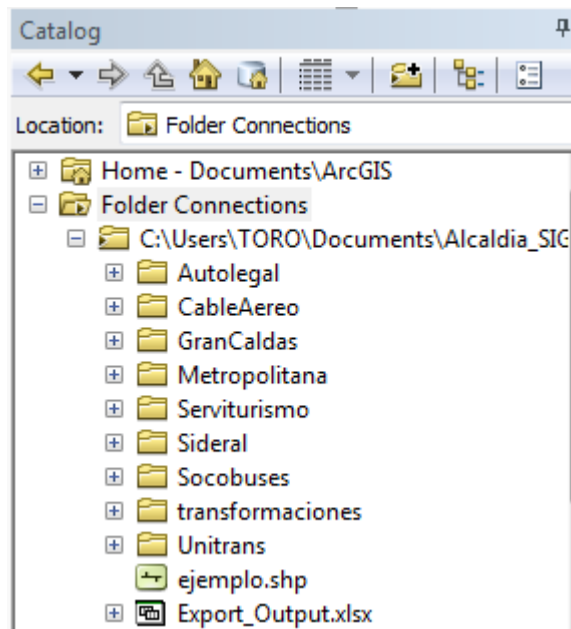


Figura 6. Imagen Rutas shape en ArcCatalog

Inicialmente se proporcionó una capa de las rutas de transporte de Manizales con 61 datos que conformaban la red de rutas de las empresas de transporte, se organizaron los datos de las rutas realizando la separación mediante las herramientas de Arctoolbox, Data Management Tools, Features, Split Line At Vértices. Se generó un Shape global con las rutas separadas lo que generó un número de datos mayor de 2568; el procedimiento a seguir es realizar la identificación de cada ruta con su respectivo rumbo de ida y regreso y comenzar su separación.

Se identifican las rutas que tienen errores en sus líneas que trazadas y además se trasladan a la avenida del centro las que no cumplen el requisito de la alcaldía y se almacenan en una base de datos geográfica agregando un campo del rumbo de la ruta catalogada en ida, vuelta o circular.



Figura 7. Se observa los errores en las rutas las cuales se cruzan en varios trayectos



Figura 8. Ruta actualizada pasando por la avenida del Centro

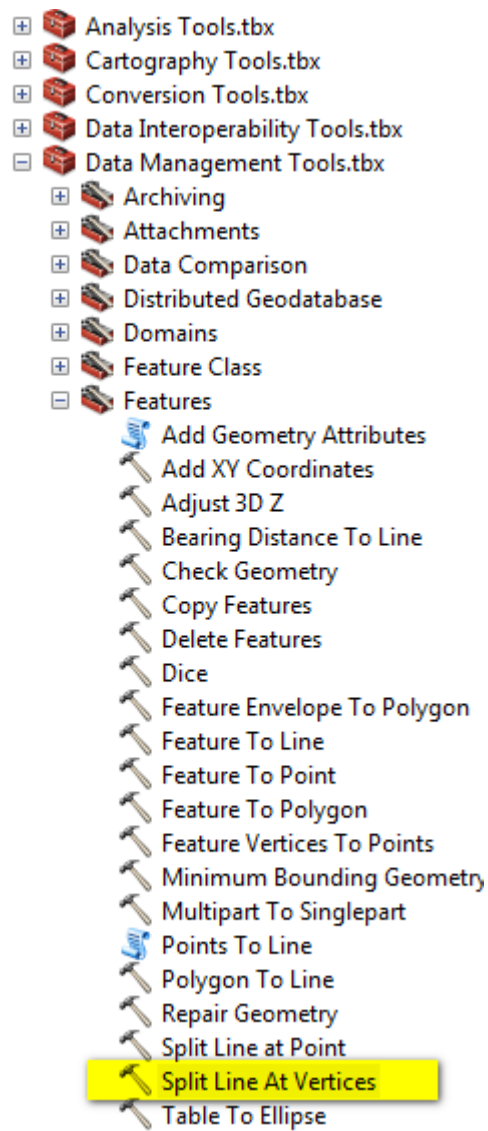


Figura 9 .Opción de Arctoolbox para dividir líneas en los vértices

Table

separacion

	FID	Shape *	ROUTE_NAME	FID_1	ROUTE_ID	ROUTE_NA_1	CODIGO_RUT	RU
▶	0	Polyline	Route 101	75	151	Route 101	1	1
	1	Polyline	Route 101	75	151	Route 101	1	1
	2	Polyline	Route 101	75	151	Route 101	1	1
	3	Polyline	Route 101	75	151	Route 101	1	1
	4	Polyline	Route 101	75	151	Route 101	1	1
	5	Polyline	Route 101	75	151	Route 101	1	1
	6	Polyline	Route 101	75	151	Route 101	1	1

1 (0 out of 2568 Selected)

separacion

Figura 10. Se muestra el shape con los 2568 datos nuevos después de la separación.

Cuando finalmente se realiza a separación global, se procede a separar las rutas por empresas de transporte, en total se obtuvo 78728 puntos de coordenadas, que deben ser interpretados para las rutas de transporte, agruparlos y almacenarlos en la base de datos geográfica de ArcGIS.

A2	A
78706	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.096013871,-75.53933198,778,
78707	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.095811702,-75.5393985,779,
78708	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.095651552,-75.53945811,780,
78709	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.09548642,-75.53950972,781,
78710	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.095462419,-75.53950966,782,
78711	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.095368385,-75.53952243,783,
78712	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.095251335,-75.53954115,784,
78713	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.095171309,-75.53955096,785,
78714	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.095128272,-75.53956485,786,
78715	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.095029226,-75.53958262,787,
78716	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.094888117,-75.53962528,788,
78717	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.094850092,-75.53963519,789,
78718	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.094752021,-75.53966295,790,
78719	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.094713007,-75.53966786,791,
78720	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.094699985,-75.53967683,792,
78721	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.0946429,-75.53971069,793,
78722	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.094567763,-75.53976651,794,
78723	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.094497588,-75.53983735,795,
78724	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.094478565,-75.5398463,796,
78725	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.094430486,-75.53987819,797,
78726	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.094412393,-75.53991614,798,
78727	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.094319242,-75.53997692,799,
78728	Route604_UNITRANS_VERACRUZ-SINAI_VUELTA,5.094294192,-75.53999686,800,

Figura 11. Excel con el total coordenadas geográficas con la respectiva ruta y empresa de transporte.

Con las coordenadas debidamente separadas en formato de Excel, se procede a organizar los archivos para ser leídos e interpretados en la aplicación de Google Transit.

La estructura de archivos Feed de Google GTFS, se comportan de la siguiente manera:

Nombre del archivo	Obligatorio	Definiciones
agency.txt	Obligatorio	Una o varias empresas de transporte público que proporcionan los datos de este feed.
stops.txt	Obligatorio	Ubicaciones concretas en donde los vehículos recogen o dejan pasajeros.
routes.txt	Obligatorio	Rutas de transporte público. Una ruta es un grupo de viajes que se muestran a los usuarios como servicio independiente.
trips.txt	Obligatorio	Viajes para cada ruta. Un viaje es una secuencia de dos o más paradas que se produce en una hora específica.
stop_times.txt	Obligatorio	Horarios a los que un vehículo llega a una parada concreta y sale de ella en cada viaje.
calendar.txt	Obligatorio	Fechas de los ID de servicio a través de un horario semanal. Se especifica cuando comienza y finaliza un servicio, al igual que los días de la semana en que el servicio está disponible.
calendar_dates.txt	Opcional	Excepciones de los ID de servicio definidas en el archivo calendar.txt. Si el archivo calendar_dates.txt incluye TODAS las fechas de servicio, se puede especificar este archivo en lugar de calendar.txt.
fare_attributes.txt	Opcional	Información sobre tarifas correspondientes a las rutas de una organización de transporte público.
fare_rules.txt	Opcional	Reglas de aplicación de la información sobre tarifas correspondientes a las rutas de una organización de transporte público.
shapes.txt	Opcional	Reglas para el trazado de las líneas en un mapa que representen las rutas de una organización de transporte público.
frequencies.txt	Opcional	Tiempo entre viajes para las rutas cuya frecuencia de servicio es variable.
transfers.txt	Opcional	Reglas para establecer conexiones en los puntos de transbordo entre rutas.
feed_info.txt	Opcional	Información adicional sobre el feed en sí, incluida la información sobre el editor, la versión y el vencimiento.

Figura 12. Estructura de Feed (Google, 2016)

Cada archivo lo adaptamos a nuestra necesidad que es el servicio de transporte público de la ciudad de Manizales, que lo integra buses, busetas, colectivos y cable aéreo. Para el tránsito por las diferentes calles, también está involucrado el municipio vecino de Villamaría ya que en la actualidad existen tres empresas de transporte que tienen ruta por ese sector y además, la nueva ruta del cable aéreo, desde el sector de los Cábmulos en Manizales hacia la plaza central de Villamaría. Por este motivo las coordenadas se organizan en un solo archivo para los dos municipios, en los trayectos de las rutas, en doble sentido, los paraderos para cada una, debidamente identificados por nombre y descripción, permitiendo al usuario un mayor control al programar su inicio y destino.

En la estructura Feed se observa que se tiene un total de 13 archivos con formato TXT, de los cuales 6 son obligatorios y el resto opcional. Los archivos obligatorios contienen la información relevante y básica que debe tener cualquier ruta, de allí parten las coordenadas geográficas de las rutas, los paraderos, las empresas prestadoras del servicio, el calendario y los horarios básicos de las paradas, sin estos archivos la aplicación genera error de compilación. Los archivos de tipo opcional contienen la información complementaria de los datos obligatorios, permite tener mayor precisión en cada una de las rutas listadas, pero que no interfiere con la compilación de la aplicación si alguno de estos falta. De igual forma cada archivo tiene un orden en su contenido, el cual se debe conservar para que no genere error alguno.

El ordenamiento es similar y conserva algunas propiedades de las bases de datos. Contiene un campo id, que sería como la llave primaria y que en algunos casos, es compartido en otros archivos para que exista el principio de relación entre datos.

El Feed del proyecto de las rutas de Manizales, utiliza 7 archivos. Los 6 obligatorios y un archivo opcional llamado Shape, este permite tomar las coordenadas de las rutas y realizar su trazado.

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
agency.txt	23/07/2016 03:14 ...	Documento de tex...	1 KB
calendar.txt	24/07/2016 03:40 ...	Documento de tex...	1 KB
routes.txt	24/07/2016 03:57 ...	Documento de tex...	8 KB
shapes.txt	24/07/2016 04:50 ...	Documento de tex...	6.038 KB
stop_times.txt	24/07/2016 05:09 ...	Documento de tex...	5 KB
stops.txt	10/04/2016 05:12 ...	Documento de tex...	79 KB
trips.txt	24/07/2016 04:34 ...	Documento de tex...	12 KB

Figura 13. Archivos de Feed para Manizales.

Con los archivos debidamente diligenciados, con su respectiva ruta, se comprime y se almacena su totalidad como un archivo con formato ZIP, este formato es el utilizado por el servidor de Google para poder ser simulado en Python.

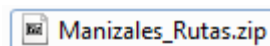


Figura 14. Archivo final con la estructura Fedd

El proyecto de tránsito de Google, tiene ciertas normas, a pesar de ser de acceso gratuito, antes de poner la ruta creada, por la empresa de transporte público, en sus servidores oficiales, ellos realizan una inspección y comprobación de que cumplan los requisitos para poder ser tenidos en cuenta y ser puestos en su sistema de Google Maps. Para que el usuario pueda tener un control de la ruta que envía para su inspección y que no tenga

errores, se diseñó un sistema en Python llamado ScheduleViewer, el cual permite una simulación básica de prueba de los Feed creados en un mapa, esto no garantiza que la visualización sea perfecta para otros sistemas, pero al menos permite poder llevar inspección de los errores que pueden ocurrir en los datos. (GitHub, 2014).

Este programa se ejecuta en la maquina local y por medio del localhost y el puerto TCP 8765 nos conecta a la simulación de Python.



Figura14. Simulación de Feed de Manizales con ScheduleViewer.

Se puede observar en la parte superior de la interfaz las diferentes empresas de transporte público asociadas.

En la esquina izquierda se observa un filtro para búsquedas más detalladas de las rutas y seguidamente debajo se listan todas las rutas del sistema de transporte público de la ciudad de Manizales.

A medida que damos clic sobre cada ruta, el sistema nos traza de diferente color la ruta en el mapa del centro y ubica geográficamente sus puntos de paraderos. Al final podemos observar los valores y comprobar si se requiere realizar modificación alguna.

Cuando el archivo se encuentre sin ningún problema visual o de campos, se envía a los señores de Google para su respuesta de aprobación o si tiene alguna modificación que realizar.

7. CONCLUSIONES

- El presente trabajo permite ubicar la ciudad de Manizales en el escenario mundial como una de las ciudades que muestran su sistema de transporte público en los servidores de Google con su aplicación de tránsito, para que sean accedidos por cualquier persona que no conozca la ciudad y programar de manera fácil y cómoda sus viajes por las vías de la ciudad y evitar sobrecostos en su modalidad. Es importante para Manizales brindarle a los ciudadanos, turistas y visitantes, este tipo de sistemas de información, ya que la ciudad es un destino cultural, estudiantil y turístico, reconocido a nivel nacional e internacional, por lo tanto, debe contar con herramientas que ayuden en la modernización de la ciudad, con fácil acceso y bajos costos.
- Esta aplicación permite visualizar todas las rutas correspondientes a las diferentes empresas de transporte público y además vincular el sistema de cable aéreo, en tiempo real y con la información más significativa, como horarios, paraderos, puntos de llegada de partida, etc.
- Manizales sería de las pocas ciudades de Latinoamérica en implementar y publicar su sistema de transporte público, para comodidad de los ciudadanos y visitantes, además sirve como eje de empuje para implementar un sistema de movilidad, el cual se ha trabajado en años anteriores pero que no ha tenido la suficiente fuerza necesario para su puesta en marcha.
- Realizar el análisis de la información geoespacial en ArcMap, permite tener un mayor control y precisión en la interpretación de los datos para cualquier SIG sin importar las herramientas de programación que se utilicen para su implementación final.
- Con Google Transit, el usuario no tendrá que conocer todo el sistema de rutas de la ciudad, basta solamente con saber su origen y destino de la ruta y la aplicación le mostrara en un mapa el número de rutas cercanas que puede tomar a su criterio y beneficio.

8. RECOMENDACIONES

- La precisión para las coordenadas de las rutas, depende especialmente del trabajo realizado con la herramienta ArcMap y del sistema de coordenadas que se utilice, ya que debe ser el mismo que se trabaja en la Alcaldía de Manizales y que aplica para las empresas de transporte público de la ciudad.
- Para la actualización y modificación de las rutas, por temas de trabajos en las vías, depende especialmente de los cambios que realice el administrador, quien debe reportar oportunamente a Google para que realice los diferentes cambios en el servidor de Google Maps.
- Se pueden agregar diferentes características que se necesiten en las rutas, todas las herramientas de desarrollo se pueden encontrar en (Google, s.f.), donde existe un gran volumen de información, además la posibilidad que se resuelvan las dudas mediante los foros.
- Para validar las rutas, realizando compilación en búsqueda de errores e inspeccionar la exactitud de los datos, antes de lanzar la aplicación, se utiliza la herramienta Feedvalidator (Google, s.f.), también proporcionada por Google bajo código en Python.

BIBLIOGRAFÍA

- Anna, N., Anne, M., Ken, R., & Alan, W. (2011). Automating the Production of Map Interfaces for Digital Collections Using Google APIs. *D-Lib Magazine*.
- Castelein, W., Grus, L., Crompvoets, J., & Bregt, A. (2010). *A characterization of Volunteered Geographic Information*.
- Chilán Soledispa, E. J. (2013). *DESARROLLO DE APLICACIÓN PARA PRESENTAR REPORTE GRÁFICOS (RUTAS VEHICULARES) QUE SE VISUALICEN EN GOOGLE MAPS*. Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil.
- CRUZ, L. A., HERRERA, J. P., & EVELIA, L. (2010). ANÁLISIS COMPARATIVO DE SERVIDORES DE MAPAS. *Revista Internacional de Ciencia y tecnología de la Información Geográfica*, 10.
- Descamps-Vila, L., Misterio, J., Conesa Caralt, J., Pérez Navarro, A., & Gutiérrez Losada, I. (2011). Hacia la mejora de creación de rutas turísticas a partir de información semántica. *SIGTE*.
- Echeverry, J. C., Acevedo, J., Bocarejo, J. P., Ospina, G., Lleras, G., & Rodríguez, Á. (2008, Noviembre 20). El transporte como soporte al desarrollo, Una visión 2040. *V Congreso Nacional de la Infraestructura*, (p. 104). Cartagena de Indias. Retrieved from V Congreso Nacional de la Infraestructura Cartagena de Indias.
- Escobar Santander Natalia. (2015). *Manizales Cómo Vamos*. Retrieved Enero 2016, from <http://manizalescomovamos.org/?portfolio=movilidad>
- GitHub. (2014, Septiembre 20). *Google Transitfeed*. Retrieved from <https://github.com/google/transitfeed/wiki/ScheduleViewer>
- Google. (2016, Marzo 31). *Google Transit*. Retrieved from <https://developers.google.com/transit/gtfs/?hl=es#cmo-empiezo>
- Google. (n.d.). *Google Developers*. Retrieved from <https://developers.google.com/?hl=es>
- Llitas, A. B., Challiol, C., Mostaccio, C. A., & Gordillo, S. E. (2011). *Representaciones enriquecidas para la navegación indoor-outdoor en aplicaciones móviles*.
- Loro Aguayo, M., & Arce Ruíz, R. M. (2013, Mayo). *Ejercicio de Análisis de Redes con Network Analysis de ArcGIS 10*. Retrieved Junio 2016, from Archivo Digital UPM:

http://oa.upm.es/21156/1/Ejercicio_de_An%C3%A1lisis_de_Redres_con_Network_Analysis_de_ArcGIS_10.pdf

Lozano, A., Torres, V., & Antún, P. (2003, Abril-Junio). *Trafico Vehicular*. Retrieved from Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.: <http://revistas.unam.mx/index.php/cns/article/viewFile/11887/11209>

Manizales, A. d. (2014). *Reseña histórica Cable Aéreo Manizales*. Retrieved from <http://www.cableaereomanizales.com/historia.pdf>

Movilidad, A. M.–S. (2011). *Informe de Gestión Sector Movilidad 2011*. Retrieved from http://movilidadbogota.gov.co/hiwebx_archivos/audio_y_video/INFORME%20DE%20GESTION%20Y%20RESULTADOS%202011.pdf

Ruth, G. (2006). *Boletín de la Sociedad de la Información*. Retrieved 2016

Unidas, N. (1994). El Desarrollo del Transporte Publico en America Latina y El mundo. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*, (p. 72). Santiago de Chile.

Unidas, N. (2014). *Concise Report on the World Population Situation 2014*. Retrieved from <http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/trends/Concise%20Report%20on%20the%20World%20Population%20Situation%202014/es.pdf>