Mejorando la movilidad para usuarios de bicicletas en Bogotá: Una solución tecnológica basada en herramientas del Big Data

Jimy Quintiliano Cárdenas Chaparro, Julián Camilo Esguerra Pineda, Kevin Alfredo Linero Soto, Danny Steven Zuluaga Ortiz

Especialización en Big Data, Fundación Universitaria Compensar

Proyecto fin de grado

Docente: Katherine Serrano Leon

27 de Noviembre de 2023

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Mejorando la movilidad para usuarios de bicicletas en Bogotá: Una solución tecnológica basada en herramientas del Big Data

Jimy Quintiliano Cárdenas Chaparro, Julián Camilo Esguerra Pineda, Kevin Alfredo Linero Soto y Danny Steven Zuluaga Ortiz

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Especialistas en Big Data

Director(a):

M.sc., Katherine Serrano León

Fundación Universitaria Compensar

Facultad de Ingeniería, Especialización en Big Data

Bogotá, Colombia

2023

Resumen

El desarrollo de la aplicación tecnológica realizada en este proyecto se centra en mejorar la seguridad vial de los biciusuarios, permitiendo reportar accidentes donde se encuentre como actor vial principal la bicicleta. Además, mediante un análisis de información se presenta un tablero que resalta los índices de accidentalidad entre los años 2015 y 2020. Lo que hace que esta aplicación sea de gran utilidad en su funcionalidad, es el uso de Big Data y técnicas de recopilación, análisis, procesamiento y visualización de datos, generando información actualizada sobre los accidentes donde se involucran biciusuarios. Para lograr el desarrollo de la problemática fue necesario el uso del modelo metodológico CRISP-DM, el cual contiene las fases necesarias para gestionar con éxito proyectos que involucran minería de datos o elementos integrales del Big Data.

Abstract

The development of the technological application carried out in this project focuses on improving road safety for bicycle users, allowing to report accidents where the bicycle is the main road actor. In addition, through an analysis of information, a dashboard is presented that highlights the accident rates between 2015 and 2020. What makes this application very useful in its functionality is the use of Big Data and data collection, analysis, processing, and visualization techniques, generating updated information on accidents involving bicycle users. To achieve the development of the problem, it was necessary to use the CRISP-DM methodological model, which contains the necessary phases to successfully manage projects involving data mining or integral elements of Big Data.

Keywords: Sustainable mobility, Bike users, Big Data, Road accidents, Technological application, Cycling infrastructure, Bicycle safety.

Tabla de Contenido

Resumen **1**
Abstract **2**
1. Introducción **4**
1.1 Antecedentes y Justificación 4
1.2 Formulación del Problema 6
1.3 Objetivos 7
1.3.1 Objetivo General 7
1.3.2 Objetivos Específicos 8
1.4 Alcances y Limitaciones 8
1.4.1 Alcance 8
1.4.2 Limitaciones 8
2. Marco Teórico **9**
3. Diseño Metodológico **12**
4. Resultados **12**
4.1 Comprensión del negocio 12
4.2 Comprensión de los datos 13
4.3 Preparación de los datos 13
4.4 Modelado 14
5. Discusión **15**
6. Conclusiones y Recomendaciones **15**
6.1 Conclusiones 15
6.2 Recomendaciones 16
7. Bibliografía **17**

1. Introducción

La movilidad en las ciudades contemporáneas es un desafío constante que enfrentan los habitantes. En este contexto, los ciclistas han emergido como una comunidad que aboga por una movilidad más sostenible, saludable y eficiente. En esta revolución de movilidad se encuentra la ciudad de Bogotá, que a través de sus planes de desarrollo ha invertido considerablemente en la expansión de su red de ciclorutas para fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte; sin embargo, este auge en la movilidad no está exento de desafíos, uno de ellos es la seguridad en las vías.

En respuesta a esta necesidad, el presente trabajo de grado se enfoca en el desarrollo de una aplicación que proporcione a los ciclistas de Bogotá información en tiempo real sobre los puntos de siniestralidad más críticos a lo largo de las vías de la ciudad; en efecto, se pretende que la aplicación se convierta en una herramienta esencial que le permita tomar decisiones informadas a los biciusuarios, mejorando su experiencia de movilidad.

Lo que hace que esta aplicación sea de gran utilidad en su funcionalidad, es el uso de Big Data y técnicas de recopilación, análisis, procesamiento y visualización de datos, generando información actualizada sobre los accidentes donde se involucran biciusuarios.

El uso de técnicas del Big Data como la minería de datos o el Machine Learning permite hallar patrones y tendencias derivadas de los accidentes que involucran a biciusuarios, de esta forma, la aplicación está dirigida a estos actores viales proyectándose como herramienta útil que asista a las autoridades u organismos locales, en la implementación de medidas preventivas basadas en datos reales.

1.1 Antecedentes y Justificación

Bogotá, conocida como la capital mundial de la bici (Secretaría de movilidad, 2022), título que se sustenta en los datos que respaldan este valioso medio de transporte. Según las cifras registradas por la Secretaría Distrital de Movilidad (2019) Bogotá tan solo en el año 2019 albergó a más de 880.000 biciusuarios. Este número representa un aumento progresivo del “39,1% desde 2015” (Pág. 20). En tal sentido, es importante y representativa la cantidad de personas que han optado por la bicicleta como alternativa de movilidad sostenible (Mushom, 2020). Esta elección se hace evidente ante los niveles de congestión, tráfico y contaminación que caracterizan a los medios de transporte tradicionales (Garcia, Posada, & Corrales, 2018).

En este escenario es evidente que la ciudad enfrenta desafíos considerables en términos de movilidad (Recasens Alsina, 2020). Bogotá ha sido catalogada como una de las capitales con mayor congestión o de tráfico a nivel mundial, según un estudio reciente de la empresa privada INRIX (2022) denominado *Global Traffic Scorecard*, la capital colombiana ocupó el sexto lugar en la lista de las ciudades más congestionadas del mundo (Pág. 13).

Para preservar el título de la capital mundial de la bici (Secretaría Distrital de movilidad, 2022) el distrito desarrolla una serie de estrategias y políticas locales que promueven el uso de la bicicleta, un ejemplo de ello es la ampliación de la infraestructura de ciclorrutas que actualmente abarca más de 608 kilómetros según datos recientes (Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá, 2023). Entre los programas y políticas locales destacados se encuentran:

- **Sistema de bicicletas compartidas:** busca fomentar su uso mediante el alquiler de bicicletas proporcionadas por la alcaldía local (Secretaría Distrital de Movilidad, 2023, Pág. 16), para más información acceder a: Muévete por Bogotá con el sistema de bicicletas compartidas | Bogota.gov.co
- **Política Pública Bici:** desarrollada por la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá (2023) cuyo fin es mejorar las condiciones físicas, socioeconómicas y culturales de la ciudad para el uso y disfrute de la bicicleta entre 2021 y 2039, asegurando recursos por más de $2.2 billones de pesos por parte del distrito.
- **Programa de Ciclo Infraestructura:** al respecto, la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá (2023) ha generado “documentos técnicos para la implementación de 7 kilómetros de nuevas ciclorrutas, así como apoyo técnico para la conservación de 17 kilómetros de ciclorrutas existentes y la operación de ciclovías temporales” (Pág. 16).
- **Escuela de la Bicicleta:** Implementado por el IDRD busca promover una cultura de actividad física y recreación mediante el uso de la bicicleta, brindando procesos pedagógicos para habitantes de la capital mayores de 4 años.

El contexto actual se ve empañado por las cifras de siniestralidad que registra la ciudad. Las estadísticas oficiales emitidas por la ANSV (2023) reportan 425 siniestros viales de biciusuarios en lo que va del presente año, lo que representa un aumento del 3.91% en comparación con el año 2022, es decir, 16 siniestros más que el año anterior. 43 de estos siniestros involucran víctimas mortales.

Frente al número de personas que utilizan la bicicleta como medio de transporte y el incremento en la probabilidad de accidentes, surge la necesidad de diseñar una aplicación

tecnológica que, mediante el análisis de grandes volúmenes de datos, proporcione a los biciusuarios información valiosa y en tiempo real sobre:

- La ubicación de accidentes o siniestros viales
- Ciclorrutas o puntos críticos en términos de accidentalidad
- Reportes y visualización sobre siniestros que involucran biciusuarios

El propósito principal de esta aplicación es permitir a los biciusuarios tomar decisiones informadas sobre su movilidad, reduciendo así su exposición a posibles situaciones de riesgo y siniestralidad en las vías de Bogotá.

1.2 Formulación del Problema

La cantidad de siniestros que involucran a biciusuarios en Bogotá plantea un desafío significativo tanto para la seguridad de estos actores viales, como para la fluidez de la movilidad en la capital.

Son múltiples las causas asociadas al problema en mención, entre las más destacadas tenemos:

- Incremento en la demanda de ciclas o un número creciente de biciusuarios que en efecto incrementan la probabilidad de que este tipo de actor vial sufra accidentes durante su recorrido. Situación derivada en parte por la congestión de la ciudad, recordando que “Bogotá ha sido catalogada como una de las capitales con mayor congestión o tráfico a nivel mundial” (INRIX, 2022, Pág. 13).
- La carencia de herramientas tecnológicas de bajo costo para generar reportes o información útil y en tiempo real sobre la movilidad, puntos críticos y siniestros viales que involucren biciusuarios en la ciudad de Bogotá. Actualmente, en el mercado local existen varias aplicaciones que le permiten al biciusuario conocer su ruta optima según el trayecto a recorrer, y de la misma forma, algunas de estas aplicaciones cuentan con funcionalidades pagas que les permiten a sus usuarios compartir información sobre la movilidad, funcionando como una red social exclusiva y de acceso restringido.
- Presupuestos insuficientes por parte de los organismos locales, que implica un deterioro en la infraestructura vial que utilizan los biciusuarios para su movilidad, al respecto, la Secretaría Distrital de Movilidad (2021) señala que “la actual red de ciclorrutas es insuficiente para la demanda, de manera complementaria se hace referencia a la falta de

mantenimiento de las ciclorrutas, la falta de demarcación de las estas, en particular en los andenes" (Pág. 107).

- Deficiente infraestructura vial y mobiliario urbano para el uso o movilidad en bicicleta; frente al tema, "se hace énfasis en la falta de señalización inclusiva, la carencia de iluminación y los problemas asociados a los semáforos" (Secretaría Distrital de Movilidad, 2021, Pág. 107).
- Respecto de la infraestructura, Jaramillo (2020) en su trabajo de grado sobre el análisis del riesgo percibido frente al uso de la bibicleta en estratos 4,5 y 6 en la ciudad de Bogotá, menciona que como evidencia de la falta de infraestructura para los ciclistas, la Personería de Bogotá afirma que el 49% de la red de ciclorutas se encuentra en malas condiciones para el tránsito, presenta problemas en las superficies, señalización, demarcación y continuidad, situación que provoca un aumento de los accidentes en la utilización de bicicletas. Es importante recalcar la falta de continuidad en las ciclorrutas principales de la ciudad.
- Finalmente se encuentran los factores socioculturales y ecológicos que repercuten en una movilidad convulsiva propensa a los siniestros viales, entre estos se encuentran mayor demanda por la bicicleta debido a altos niveles de contaminación ambiental, falta de conciencia y percepción del riesgo, y falta de cultura entre ciclistas. Frente a este último punto, Jaramillo (2020) menciona que "uno de los factores más relevantes es la falta de cultura ciudadana frente a los ciclistas, por ejemplo, los peatones representan un riesgo en las ciclorutas, existe mal trato entre los biciusuarios convirtiendo estos espacios en estresantes y peligrosos; además los vehículos no respetan el espacio público diseñado para las bicicletas." (Pág. 32).

Este contexto lleva como punto de partida la problemática, ¿cómo diseñar una aplicación tecnológica que, a través de las herramientas del Big Data proporcione información valiosa y en tiempo real sobre los siniestros que afectan la movilidad de los biciusuarios de Bogotá, permitiéndoles tomar decisiones informadas y mejorando su experiencia durante los recorridos o desplazamientos por la ciudad?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar una aplicación tecnológica que emplee herramientas del Big Data y técnicas de visualización para proporcionar información sobre accidentes de tránsito o siniestro viales que

involucran biciusuarios, contribuyendo a su prevención y el mejoramiento en la movilidad de la ciudad de Bogotá.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar factores, causas y consecuencias derivadas de los siniestros viales que se presentan en los biciusuarios de la ciudad de Bogotá, empleando técnicas del Big Data.
- Diseñar un prototipo de página Web a partir del uso técnicas del Big Data permitiendo la visualización de reportes en tiempo real, para que los biciusuarios adopten medidas preventivas frente a posibles siniestros o incidentes presentados en la ciudad.
- Proponer un mecanismo de reporte de siniestros viales para biciusuarios, el cual se integre dentro de la página Web.

1.4 Alcances y Limitaciones

1.4.1 Alcance

El proyecto se enfoca en diseñar y proponer un aplicativo web que utilice herramientas de Big Data para proporcionar información actualizada de siniestros en biciusuarios y promover su prevención en Bogotá; en otras palabras, corresponde a un prototipo de página web, que abarca la implementación de sistemas de recolección, análisis e integración de datos relevantes para su funcionamiento.

1.4.2 Limitaciones

El proyecto estará sujeto a recursos limitados en términos de presupuesto, tiempo y financiación, que corresponden a la publicación, evaluación y mantenimiento de la página Web.

Las limitaciones técnicas, como la disponibilidad de datos en tiempo real y la calidad de la infraestructura tecnológica existente, pueden influir en la capacidad del prototipo de página web para proporcionar información precisa y oportuna.

2. Marco Teórico

La bicicleta se ha incorporado en la cotidianidad del Capitalino, destacando que su uso reduce los costos de transporte e incrementa la práctica de estilos de vida saludable, al respecto Vela (2018) asegura que “los usuarios alrededor del mundo han visto una alternativa ecológica y saludable en el uso de la bicicleta, además los embotellamientos en Bogotá proporcionan a este medio de transporte una ventaja ante otros, donde el Transmilenio ya no es un medio viable con sus altos índices de inseguridad, congestión y demoras del sistema” (Pág. 7).

En el año 2021 la capital registro 460 personas fallecidas a causa de siniestro viales (Secretaría de Movilidad de Bogotá, 2021), resaltando que el 17,8% de esa cifra fueron biciusuarios, es decir, que durante ese año 82 biciusuarios perdieron la vida en siniestros viales. De igual manera “el 45% de las muertes de biciusuarios ocurrieron en siniestros con vehículos pesados de transporte público y transporte de carga” (Secretaría de Movilidad de Bogotá, 2021, Pág. 23).

Durante el 2018 la misma Secretaría de Movilidad de Bogotá estimo que “la siniestralidad acarrea costos anuales equivalentes al 2,9% del PIB de la ciudad - 1 Billón de pesos” (Secretaría de Movilidad de Bogotá, 2019, Pág. 4), además de afectar la productividad en la ciudad ya que representa un incremento de los costos empresariales por incapacidades, rehabilitaciones, entre otras; frente a ello, la CEPAL (2003) señala que la productividad perdida, es el valor del trabajo dejado de realizar por la persona afectada.

Cabe resaltar que las lesiones por siniestros viales son la octava causa de muerte en el mudo (Secretaría de Movilidad de Bogotá, 2019, Pág. 1), en coherencia con esta afirmación, la Organización Panamericana de la Salud (2020) publicó las cifras relacionadas con las 15 principales causas de mortalidad y discapacidad entre los años 2000 y 2019 para toda la región de América, ubicando los accidentes de tránsito en la posición 11 bajo la categoría de lesión en carretera; las cifras específicas para Colombia ubican esta causa en la posición número 6.

Dentro de la exploración de datos se aprecia que en los últimos seis años en Colombia, Bogotá y Cundinamarca se encuentra con el mayor índice de siniestralidad.

Al respecto, en el siguiente enlace se muestran los departamentos con mayor siniestralidad vial en Colombia durante los últimos seis años Histórico víctimas | ANSV

Los biciusuarios están ubicados como uno de los actores viales con mayor siniestralidad y Bogotá ocupa el primer lugar con mayor cantidad de biciusuarios accidentados, tal y como se muestra en las cifras proporcionadas por la Agencia Nacional de Seguridad Vial Histórico víctimas | ANSV

Tan solo en Bogotá para el año 2019 se movilizaron más de 880.000 biciusuarios (Secretaría Distrital de Movilidad, 2019). Durante este mismo año los siniestros en biciusuarios alcanzaron un 9% de las cifras totales de siniestralidad.

La Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá en su anuario de siniestralidad vial (2021) proporciona unas cifras importantes relacionada con las víctimas fatales según el sexo, rango de edad y el tipo de actor vial, tal y como se muestra en el siguiente informe Anuario de Siniestralidad Vial de Bogota 2021 | Datos Abiertos Secretaría Distrital de Movilidad (movilidadbogota.gov.co)

En el informe referenciado, el rango etario de los 20 a los 24 años se presenta el mayor índice de personas fallecidos en siniestros viales incluyendo a los biciusuarios; de igual manera, la Secretaría Distrital de Movilidad (2021) describe que en la ciudad “el 48% de los siniestros con fallecidos que involucraron usuarios de bicicleta ocurrieron en las localidades de Kennedy, Bosa y Suba” (pág. 92).

Los datos proyectados sobre siniestralidad vial son dicientes y reflejan un panorama que amerita el planteamiento de soluciones que reduzcan efectivamente estas cifras, en tal sentido, en el ámbito académico y empresarial se han planteado soluciones tecnológicas enfocadas en brindar herramientas útiles para la seguridad y bienestar de los biciusuarios que transitan por la ciudad. Algunas de las aplicaciones más reconocidas o utilizadas son:

- **Mapas Bogotá bici:** esta es una aplicación gratuita desarrollada entre Catastro Bogotá y la Secretaría Distrital de Movilidad que tiene las siguientes funcionalidades:

  - Estimar el tiempo entre el punto de origen y destino
  - Calcular la ruta más optima
  - Identificar cuál es el trayecto por recorrer y la hora de llegada
  - Opción de compartir el recorrido a los contactos del usuario o en redes sociales.
  - Llamada directa a la línea de emergencias local

- **Strava:** es una aplicación gratuita y de descarga libre, cuenta con una versión paga que permite una mayor personalización de sus servicios. Su objetivo o esquema de

funcionamiento se dirige a la comunidad que usa la aplicación, donde se pueden generar retos, compartir resultados y realizar comparación entre competidores. Dentro de sus funcionalidades están:

- Rastreo de ubicación.
- Registro y almacenamiento de velocidad, distancia y datos sobre el acondicionamiento físico del biciusuario.
- Funcionamiento como una red social para biciusuarios.

- **Bikemap:** es una aplicación gratuita y de descarga libre que al igual que las demás aplicaciones relacionadas anteriormente funciona a través de geolocalización, lo que permite realizar recorridos en bicicleta en modo navegador, algunas de sus funcionalidades son:

  - Planear rutas y calcular el tiempo de recorrido.
  - Identificar y seleccionar los perfiles de las rutas a utilizar.
  - Comunidad colaborativa donde se puede compartir las rutas o recorridos entre los contactos.
  - Guardar las rutas recorridas y volverlas a usar.

- **Tembici:** es una aplicación de descarga gratuita desarrollada por una empresa brasileña y con la cual la Secretaría Distrital de Movilidad mantiene acuerdos comerciales con el fin de garantizar el funcionamiento del sistema de bicicletas compartidas en Bogotá, sus características o funcionalidades son:

  - Alquiler de bicicletas mecánicas, eléctricas, monociclos o accesorios a través de las 300 estaciones en funcionamiento
  - Acceso a talleres de bicicletas(ciclotalleres).

- **Mobi:** esta aplicación se propone dentro del ámbito académico como un plan de negocio el cual tendrá como funcionalidades los mapas actualizados de las ciclo-rutas en Bogotá, imágenes, videos y recomendaciones para quienes utilizan a diario este medio de transporte (Cely, Cubillos y Rodriguez, 2020, Pág.26).

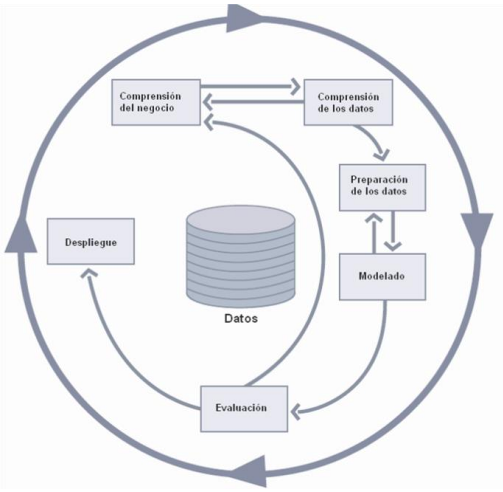
Se propone como una aplicación de descarga gratuita y de monetización por publicidad, sin embargo, se proyecta una versión de descarga premium (paga) que ofrece mayores beneficios.

3. Diseño Metodológico

El modelo metodológico empleado para el desarrollo del proyecto es CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining), el cual contiene las fases necesarias para gestionar con éxito proyectos que involucran minería de datos o elementos integrales del Big Data, que como en este caso, se recolectan y gestionan datos generados por los biciusuarios de la aplicación. Las fases de este método son flexibles y completamente adaptables a las necesidades específicas del proyecto.

Figura 2

Proceso metodológico CRISP-DM



Nota: *Adaptado de Conceptos básicos de ayuda de CRISP-DMS,* por IBM, 2021, https://www.ibm.com/docs/es/spss-modeler/saas?topic=dm-crisp-help-overview.

4. Resultados

4.1 Comprensión del negocio

En esta fase se identificó el problema y se plantearon los objetivos encaminados en su solución. Para poder identificar el problema se evaluó la situación relacionada con siniestros

viales en la ciudad de Bogotá. A través de las cifras y/o datos disponibles por varias entidades gubernamentales como la Secretaría Distrital de Movilidad o la Agencia Nacional de Seguridad Vial, se logra evidenciar una alta tasa de siniestralidad en los biciusuarios. Adicional a lo anterior, y a partir de un análisis de contexto local, se determina que el mercado carece de una solución tecnológica que con la ayuda de los elementos del Big Data contribuya con la reducción de estas cifras.

4.2 Comprensión de los datos

A continuación, se muestran algunas de las características de los datos analizados:

- Datos de carácter público
- 27007 registros
- 19 variables o atributos
- 6 variables numéricas y 13 variables cualitativas
- Frecuencia de actualización de la data es trimestral
- Consulta a la página de datos abiertos Actor Vial | Datos Abiertos Secretaría Distrital de Movilidad (movilidadbogota.gov.co)

Los datos claves o de insumo principal para el entendimiento del problema y el desarrollo de la investigación, se han referenciado a lo largo del presente documento.

4.3 Preparación de los datos

Una vez realizada el análisis y comprensión de los datos disponibles sobre los accidentes o siniestros viales en bicicusuarios de la ciudad de Bogotá, se procede con su limpieza y tratamiento. En este caso se surte el siguiente proceso:

- Realizar lectura de los datos e identificación de variables objetivo.
- Identificación de los problemas en los datos, entre ellos; datos incompletos, con errores tipográficos, y discrepancias entre atributos o entre fuentes de datos.
- Normalización de los datos aplicando técnicas como, eliminación de registros incompletos y clustering para encontrar similitudes o asociaciones entre los biciusuarios afectados con el fin de imputar datos faltantes.

4.4 Modelado

Transformación de los datos

Siguiendo la formulación del problema, se procede a transformar los datos relevantes obtenidos desde la página de Datos Abiertos (https://datosabiertos.bogota.gov.co/dataset/siniestros-viales-consolidados-bogota-d-c/resource/9e3add8e-3f46-42ce-9c0f-419964f6f598) para obtener las variables objetivo las cuales son las siguientes:

- Condición del accidente
- Estado del accidentado.
- Edad
- Género
- Hora
- Dirección
- Coordenadas del accidente.

La documentación detallada sobre el tratamiento de estos datos se puede encontrar en el siguiente enlace:

- https://gist.github.com/kanas142/9c533ad609180d701509223bb324e975

Creación del aplicativo WEB

Para el aplicativo WEB se usó modelo de desarrollo MVC (Modelo, Vista, Controlador), a partir de código basado en PHP 8.1 para Backend y HTML, CSS y Java Script para FrontEnd.

Se estructura una página con los siguientes enlaces:

- Index: Descripción y Objetivo del aplicativo
- Reporta Aquí: Reporte mediante un formulario donde se indica el género, nivel de afectación, hora, localidad, y dirección del accidente. Adicional de un mapa que marca el punto del accidente.
- Dashboard: Tablero informativo con datos relacionados a la accidentalidad de biciusuarios desde el año 2015 a 2020.
- Contacto: Formulario de contacto que contiene Nombres, apellidos, email y número de teléfono.

El código de desarrollo de la aplicación se puede encontrar en el siguiente enlace: https://github.com/kanas142/bikehealth/tree/main.

5. Discusión

El resultado del prototipo incluye las siguientes ventajas competitivas:

- Mecanismo de reporte o recolección de los datos asociados con accidentes o siniestros viales que involucren biciusuarios en las vías de Bogotá.
- Procesamiento y análisis de los datos generados por los reportes de biciusuarios sobre siniestros en la vía.
- Generación de reportes y/o visualizaciones de siniestros en biciusuarios donde se proyecta la siguiente información: siniestros por localidad, por género, horarios, nivel de afectación y punto o dirección de ocurrencia.

La proyección de los puntos de siniestralidad se prevé empleando técnicas de visualización y de fácil interpretación para el biciusuario, como es el caso del mapa geográfico de la ciudad.

La aplicación se plantea como colaborativa, esto quiere decir que la mayor parte de los datos con los cuales se realizarán los respectivos procesamientos y análisis planteados, serán recolectados a través de reportes o formularios diligenciados por los biciusuarios de la aplicación. Datos que serán transformados en reportes y visualizaciones al alcance de los usuarios del aplicativo Web para la toma de decisiones informadas.

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

- La creación de este aplicativo web mediante técnicas de Big Data representa un avance significativo en la gestión y visualización de siniestros de biciusuarios. La implementación de un dashboard intuitivo y un mapa interactivo proporcionará a los usuarios una

herramienta poderosa para comprender y analizar patrones de incidentes, identificar áreas de riesgo y, en última instancia, mejorar la seguridad de los ciclistas.

- Este aplicativo no solo facilita la identificación de problemas, sino que también sienta las bases para iniciativas proactivas y políticas de seguridad vial enfocadas en la protección de los biciusuarios.
- Los reportes o visualizaciones simples son cada vez más valorados en el mundo empresarial, académico o en el mercado en general, por esto, las visualizaciones que se proyectan a través del aplicativo web son de fácil interpretación y proporcionan información valiosa para la población objetivo (biciusuarios), representando un factor diferencial que logra transformar y modelar los datos.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda continuar y mejorar el proyecto, integrando funcionalidades relacionadas con el reporte y visualización de robos de bicicletas. Las mejoras pueden estar asociadas con la creación de un modelo que planifique el viaje mediante las rutas que tengan menor índice o tasas de robo de bicicleta, permitiendo mayor eficacia en el desplazamiento en este medio de transporte.

- En coherencia con la recomendación anterior y considerando que el mayor factor diferencial del aplicativo web es la visualización de datos, se pueden integrar reportes adicionales, como mapas de calor por localidades que le permitan al biciusuario conocer puntos calientes respecto de robos, siniestros viales o hasta talleres para bicicletas. Con ello, se recomienda escalar el aplicativo web a aplicativo móvil.

- En una fase de implementación del proyecto, se propone la integración o colaboración con las autoridades locales responsables de la infraestructura vial de Bogotá y aquellas entidades de salud que atienden los siniestros en la ciudad, con el objetivo de identificar y mejorar las deficiencias en la infraestructura vial que usan los biciusuarios, con especial atención en las rutas o zonas de mayor tránsito en la ciudad; así como, lograr una atención oportuna de los actores viales (biciusuarios) involucrados en siniestros o accidentes de tránsito.

Es importante mencionar que las sugerencias para la colaboración con las autoridades locales deben considerar el marco regulatorio vigente y las políticas gubernamentales en curso. Los cambios en la legislación o las políticas pueden afectar la viabilidad de ciertas propuestas.

7. Bibliografía

Secretaria Distrital de Movilidad. (2019). *Encuesta de Movilidad 2019 – indicadores preliminares.* Portal web secretaría de movilidad. https://www.movilidadbogota.gov.co/web/encuesta_de_movilidad_2019

Inrix. (2022). *2022 INRIX Global Traffic Scorecard.* United States. https://inrix.com/scorecard/

Secretaria Distrital de Movilidad. (2023). *Informe de rendición de cuentas vigencia 2022.* Portal web secretaría de movilidad. https://www.movilidadbogota.gov.co/web/politica_publica_de_la_bicicleta

Secretaria Distrital de Movilidad. (2019). *Informe diagnostico sectorial sector de movilidad 2016-2019.* Portal web secretaría de movilidad. https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/27-11-2019/informe_1_diagnostico_sectorial_27-11-2019.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Nueve de cada diez personas de todo el mundo respiran aire contaminado.* Recuperado el 20 de Septiembre de 2023, Sitio Web Mundial OMS: https://www.who.int/es/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action

Organización Panamericana de la Salud. (2020). *Causas principales de mortalidad, y discapacidad* Nueve de cada diez personas de todo el mundo respiran aire contaminado. Recuperado el 23 de Septiembre de 2023, Sitio Web Organización Panamericana de la Salud OPS: https://www.paho.org/es/enlace/causas-principales-mortalidad-discapacidad

Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2023). *Cifras año en curso.* Recuperado el 12 de Septiembre de 2023, Observatorio Estadística de la ANSV website: https://ansv.gov.co/es/observatorio/estad%C3%ADsticas/cifras-ano-en-curso

Secretaria Distrital de Movilidad. (2021). *Anuario de siniestralidad vial de Bogotá 2021.* Portal web secretaría Distrital de movilidad. https://datos.movilidadbogota.gov.co/documents/anuario-de-siniestralidad-vial-de-bogota-2021/explore

Secretaria Distrital de Movilidad. (2021). *Diagnóstico para la política pública de la bicicleta.* Portal web secretaría Distrital de movilidad. https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/documento_diganostico_poltica_pblica_de_la_bicicleta.pdf

Jaramillo. (2020). *Análisis del riesgo percibido frente al uso de la bibicleta en estratos 4,5 y 6 en la ciudad de bogotá* [Trabajo de grado, Colegio de Estudios Superiores de Administración CESA]. Biblioteca Digital Colegio de Estudios Superiores de Administración CESA. http://hdl.handle.net/10726/2459

Unidad Administrativa de Catastro Distrital. (2020). Mapas Bogotá Bici se actualiza para mejorar la movilidad de sus usuarios. https://www.catastrobogota.gov.co/noticia/mapas-bogota-bici-se-actualiza-para-mejorar-la-movilidad-de-sus-usuarios

Cely, Cubillos y Rodríguez. (2017). *MOBI: movilidad en bici* [Trabajo de grado, Fundación Universitaría del Área Andina]. Repositorio Institucional Areaandina. https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/3778

Garcia, J., Posada, C. E., & Corrales, A. (2018). *Congestión Vehicular en Medellín: Una Posible Solución desde la Economía (Vehicle Congestion in Medellín: A Possible Solution from the Economic Theory).* Medellin: Center for Research in Economics and Finance (CIEF). Recuperado el 12 de Septiembre de 2023, de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2956473

Imagine Easy Solutions. (09 de 2016). *Normas APA*. Obtenido de http://normasapa.net/

Mendeley. (09 de 2016). *Mendeley*. Obtenido de https://www.mendeley.com/

Mushom, L. A. (2020). *Contribución de la movilidad sostenible a la edificación y el urbanismo.* Universitat Politècnica de València. Valencia: Universitat Politècnica de València. Recuperado el 12 de Septiembre de 2023, de https://web.archive.org/web/20230616042023/https://riunet.upv.es/handle/10251/134583

Recasens Alsina, M. (22 de Junio de 2020). Desafíos para una movilidad sostenible: Barcelona. (G. d. Fomento, Ed.) *Ciudad y territorio, estudios territoriales, 52*(204), 263-276. Recuperado el 12 de Septiembre de 2023, de https://upcommons.upc.edu/handle/2117/331412

Roy Rosenzweig Center for History and New Media. (09 de 2016). *Zotero*. Obtenido de https://www.zotero.org

Sáenz, J. (09 de 09 de 2016). *Wiki Sistemas Digitales*. Obtenido de http://sistdig.wikidot.com

Suárez, R. (2015). Energías renovables, Impacto y Efectividad. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo en Energía*, 48-53.

Thomson Reuters. (09 de 2016). *EndNote*. Obtenido de http://endnote.com/