

PRESENTACIÓN DE CONFERENCIA

Gestión de riesgos en **movilidad sostenible**: el papel de la IA en la **seguridad ciclista**. Caso de éxito RAMCI

Dr. Edgar Gonzalo Cossio Franco

CONFERENCIA INTERNACIONAL

Programa de Movilidad de Investigadores Internacionales UCALP 60 Años

Gestión de riesgos en movilidad sostenible: el papel de la inteligencia artificial en la seguridad ciclista. Caso de éxito RAMCI

Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería

Autor: Dr. Edgar Cossio

Correo: edgar.cossio@ieeg.gob.mx

ORCID: 0000-0001-6324-9960

CV abreviado (hasta 3 líneas): Edgar Cossio es Doctor en sistemas computacionales con orientación en inteligencia artificial, tiene una maestría en ingeniería de software y es ingeniero en sistemas. Profesor en la Universidad del Valle de Atemajac y en el Centro de Investigación en Tecnología Avanzada. Cuenta con 20 años de experiencia en la construcción de software en el Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco, donde está adscrito. Sus líneas de investigación se centran en inteligencia artificial, supercómputo e ingeniería de software. Es autor de distintos artículos y capítulos de libro. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores del CONAHCYT. Miembro nivel oro de la Red Mexicana de Ingeniería de Software (REDMIS), Miembro Regular de la Academia Mexicana de Computación (AMEXCOMP) y de la IEEE. Líder de proyecto en el ranking (1er. lugar) de las más innovadoras, edición 2024 de Netmedia. Cátedra Patrimonial “Dr. Edgar Gonzalo Cossio Franco” instaurada por el Tecnológico Nacional de México, campus Ciudad Hidalgo en 2024. Editor en jefe de la revista científica: Datos, Políticas e Innovación Pública del IIEG. Presidente del Congreso Internacional de Inteligencia Artificial e Industria 4.0 (CINIAI) de la UNIVA.

Redes sociales: @koffran (X)

RESUMEN (entre 200 y 300 palabras)

Para reducir la huella de carbono de la movilidad en las megaciudades, la bicicleta para largas distancias es una de las soluciones limpias y saludables. Sin embargo, la cantidad de accidentes registrados en la vía entre vehículos motorizados y bicicletas genera una preocupación importante. El Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) cuenta con más de 6 millones de habitantes, 3 millones de vehículos y en la última década más de 120 km de ciclovías que buscan brindar seguridad a más de 126,000 usuarios de bicicletas.

La presente investigación utilizó registros históricos de accidentes de bicicleta para entrenar algoritmos de aprendizaje automático (ML) con el fin de predecir la gravedad de los accidentes entre ciclistas y vehículos, identificar cruces peligrosos bajo ciertas condiciones e informar a los usuarios en mapas interactivos de movilidad para reducir las posibilidades de accidentes. Llamamos a ese conjunto de algoritmos de aprendizaje

CONFERENCIA INTERNACIONAL

Programa de Movilidad de Investigadores Internacionales UCALP 60 Años

automático: Riesgo de Accidente de Movilidad Ciclista (RAMCI). La principal contribución de este trabajo es la metodología para entrenar con los datos de la ciudad, algoritmos de aprendizaje automático para predecir la gravedad de los accidentes entre ciclistas y vehículos en mapas de la ciudad con un nivel de confianza comprensible. Los resultados obtenidos pueden ayudar a otras ciudades que buscan desarrollar la movilidad en bicicleta como estrategia para reducir la huella de carbono y así reducir la posibilidad de accidentes y mejorar la adopción de este sistema de transporte.

Palabras clave (tres a cinco palabras clave separadas por comas)

Movilidad en bicicleta, plataforma en tiempo real, predicción de gravedad, Smart city, inteligencia artificial.

Disponible en: <https://youtu.be/kJFPGUxt1gA>

Gestión de Riesgos en Movilidad Sostenible: El Papel de la Inteligencia Artificial en la Seguridad Ciclista: Caso de éxito RAMCI

Dr. Cossio

La Plata, Buenos Aires, Argentina

2024



CONFERENCIA INTERNACIONAL



IIEG

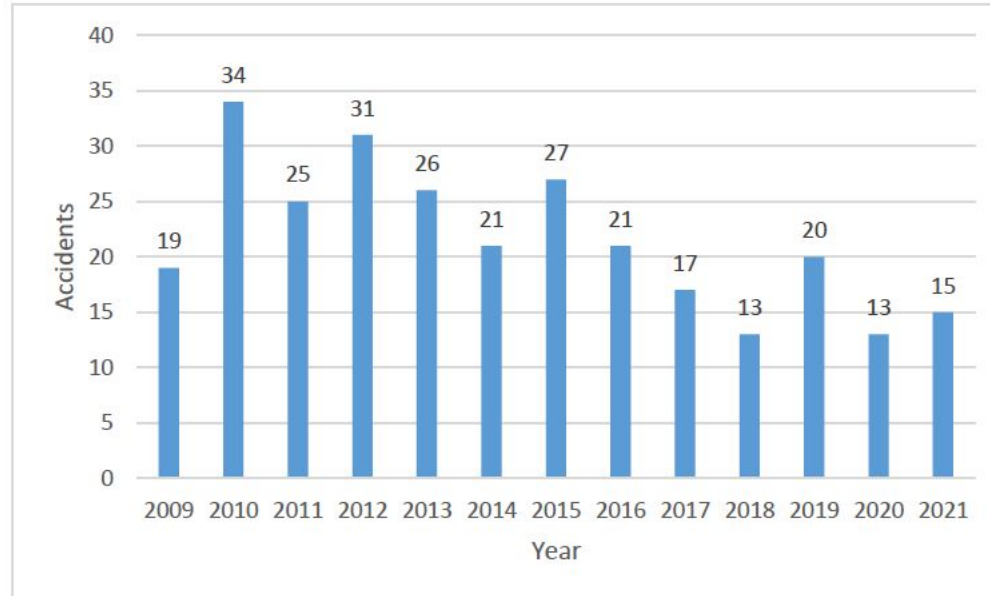
Instituto de Información
Estadística y Geográfica
de Jalisco

El 2.4% de la población del AMG utiliza la bicicleta como su medio de transporte diario, sin contar el uso lúdico y recreativo (Jalisco Cómo Vamos, 2020).

De los más de **126,000 ciudadanos** aproximadamente que se mueven en bicicleta (Jalisco Cómo Vamos, 2020) (Cuadernillos de Áreas Metropolitanas IIEG, 2023) probablemente gran parte son usuarios del **sistema de bicicletas compartidas MiBici** el cual cuenta con más de 100,000 registros activos (Plataforma MiBici – IIEG, 2023).

Problemática

En promedio **23 ciclistas** (2009-2021) **pierden la vida y 104** (2015-2021) **son heridos** de gravedad anualmente en un siniestro vial en el AMG (Bicicleta Blanca, 2023) (Mapa siniestralidad IIEG, 2022).



Pregunta de investigación

¿Es posible clasificar el riesgo para accidentes de movilidad ciclista de manera georreferencial con una precisión del del 75% o superior?



Se requiere que tanto las vías ciclistas como las vialidades de AMG ofrezcan la certeza de ser un espacio seguro de accidentes de movilidad. Por ello:

- **La clasificación de riesgo** para accidentes de movilidad ciclista ayudará a los más de 126,000 ciudadanos usuarios de la bicicleta (Jalisco Cómo Vamos, 2020) (Cuadernillos de Áreas Metropolitanas IIEG, 2023) a identificar áreas de peligro y a las autoridades a focalizar sus recursos en la mejora de la seguridad ciclista.

La clasificación georreferencial de riesgo de accidente de movilidad ciclista para una serie de locaciones del área metropolitana de Guadalajara llevada a cabo con técnicas de machine learning superará una precisión del 75%.

CAMC>PE

Donde CAMC = clasificación de riesgo de movilidad ciclista; y PE = precisión esperada.

Por consiguiente:

Hi = la clasificación de riesgo de movilidad ciclista alcanza una precisión mayor a la precisión esperada.

Objetivo General

Clasificar el riesgo de accidente de movilidad ciclista de manera georreferencial en locaciones del AMG con una exactitud del por lo menos el 75%.



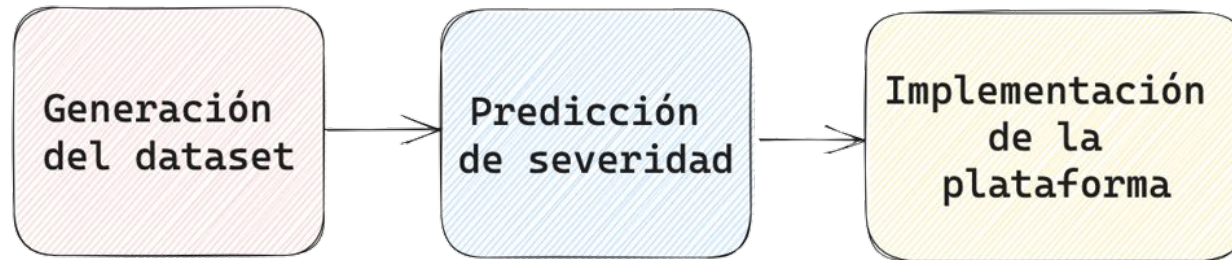
Objetivos específicos

1. **Desarrollar herramientas de software** para obtención del nivel de tráfico de vehículos motorizados para cualquier punto georreferencial del AMG en tiempo real.
2. **Generar la variable estimada de flujo** de ciclistas para cualquier punto georreferencial del AMG.
3. **Diseñar la metodología** de análisis de información para identificar variables predictoras e identificar mejores algoritmos de machine learning para la predicción de severidad de accidentes de movilidad ciclista.
4. **Crear la metodología de clasificación de nivel de riesgo** para accidentes de movilidad ciclista.
5. **Desarrollo de plataforma de visualización** de la clasificación de riesgo para accidentes de movilidad ciclista.
6. Brindar herramientas que sirvan para **incentivar el uso de la bicicleta y las ciclovías salvaguardando la integridad de ciclistas.**

Propuesta General

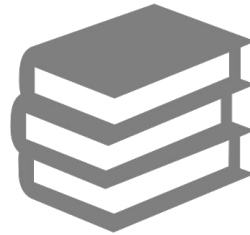
Desarrollar e implementar la plataforma inteligente de predicción de la severidad de accidentes de movilidad ciclistas en tiempo real.

Para ello se definieron las siguientes fases: **generación del dataset** (homologación, variable de tráfico por vialidad, variable de tráfico de zona), **predicción de severidad** (selección de variables, pruebas de concepto con modelos de machine learning, codificación y pruebas de algoritmos en Python) e **implementación de la plataforma**.



Marco teórico

- **60 fuentes de artículos científicos** relacionados a los accidentes de movilidad ciclista en el marco teórico.
- **43 libros** y sitios web relacionados al marco referencial, antecedentes y marco conceptual de la investigación.



Factores que propician un accidente de movilidad ciclista

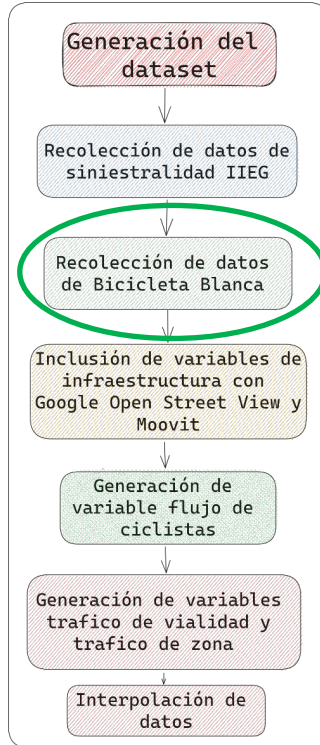
- Variables en tiempo real
 - Tráfico de vehículos
 - Tráfico de ciclistas
 - Fecha, día, hora
- Variables de los conductores
 - Sexo
 - Edad
 - Vehículo
 - Maniobras
- Infraestructura
 - Cantidad de carriles
 - Sentidos
 - Límite de velocidad
 - Ángulo de intersección
 - Entradas y salidas
 - Semáforos
 - Infraestructura ciclista
 - Lugar, Municipio, colonia
 - Rotonda
 - Tipo de intersección, tipos de vialidad
 - Rutas de transporte público

Tipos de variables dependientes en modelos de predicción y clasificación de accidentes de movilidad ciclista

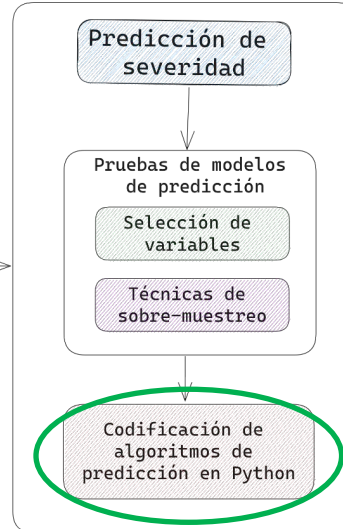
1. Momento de ocurrencia de un accidente.
2. **Severidad en caso de ocurrir un accidente.**
 - Probabilidad de accidente fatal.

Propuesta Detallada

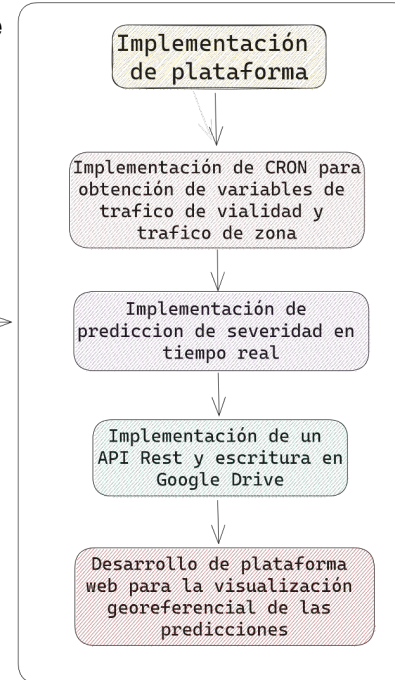
Generación de la Base de datos



Predicción de severidad de accidente



Implementación de plataforma

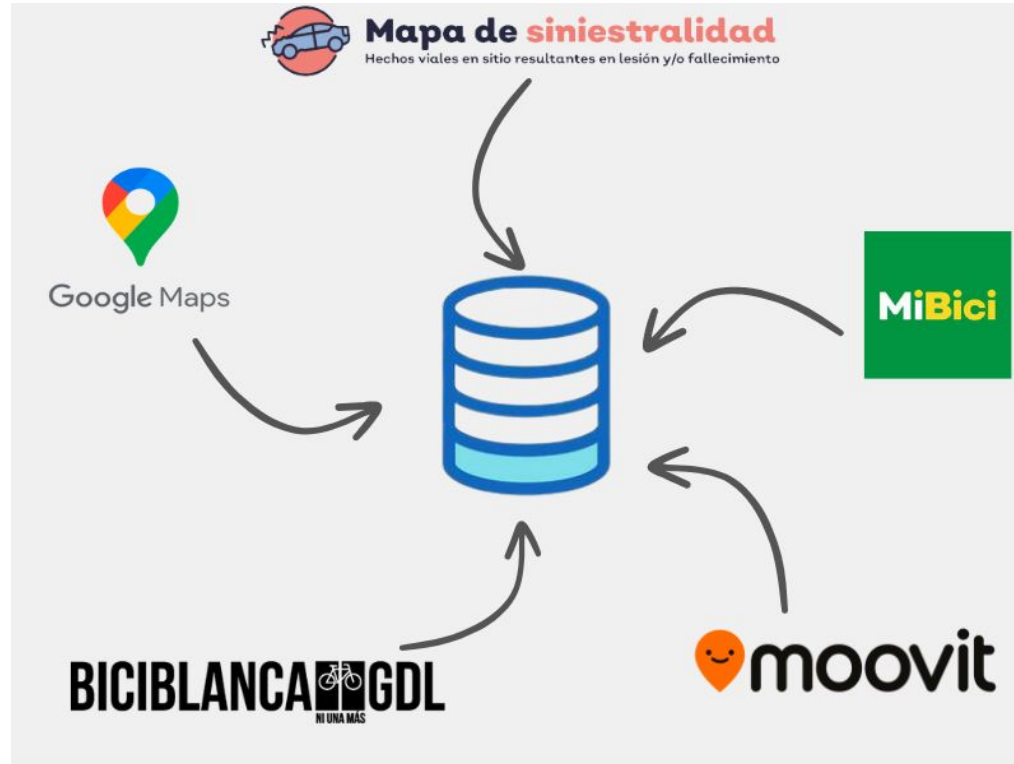


Hanikua-Hasi

Recolección y generación del dataset

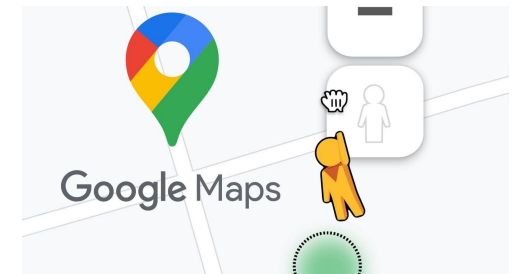
Se recolectaron datos de variadas fuentes y se unieron en un solo dataset de accidentes de ciclistas:

- Bicicleta blanca
- IIEG
- MiBici
- Google Maps
- Moovit
- Open street view



Etapas de la generación de la base de datos

1. **Recolección de información de accidentes** de movilidad ciclista (Bicicleta Blanca fatales, Bicicleta Blanca no fatales y Mapa de Siniestralidad IIEG).
2. **Identificación de vehículos involucrados** en accidentes de la fuente Mapa de siniestralidad IIEG.
3. **Unificación de fuentes** de registros de accidentes en una sola base de datos.
4. **Recopilación de variables** de infraestructura.
5. **Depuración y Homologación.**



Generación de variables flujo de ciclistas, flujo de vehículos y accidentes previos

Flujo de ciclistas:

- **Bicycle_routes**: que indica el número estimado de ciclistas que transitan al día por cada ubicación de accidente.
- **Bicycle_routes_cat**: indica con un “Yes” si por la ubicación pasa uno o más ciclistas al día, mientras que “No” indica que no se tiene registro de ciclistas que transiten por dicha ubicación.

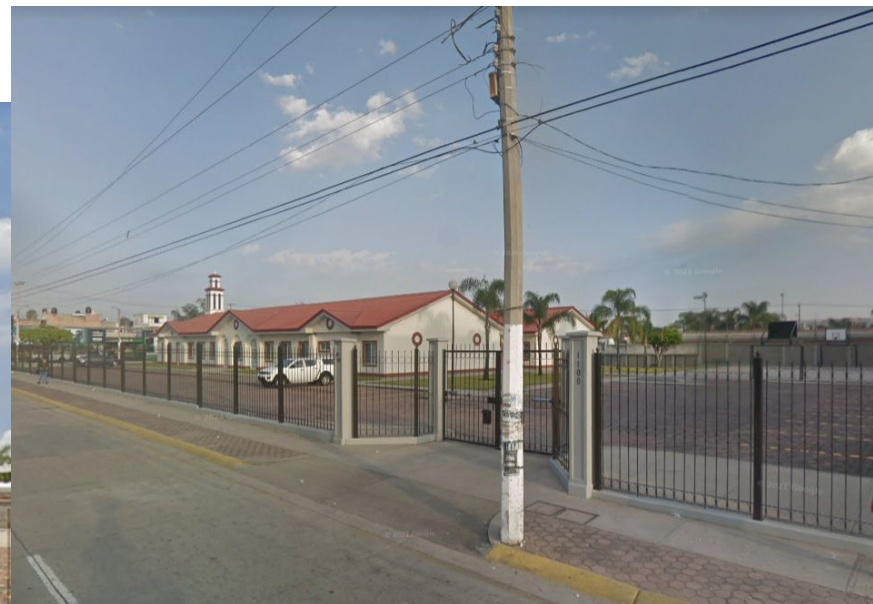
Desarrollo de identificación de flujo ciclista

Recorridos de MiBici en un día:



Interpolación

Año 2022



Año 2018

CONFERENCIA INTERNACIONAL



UCALP
INVESTIGACIÓN

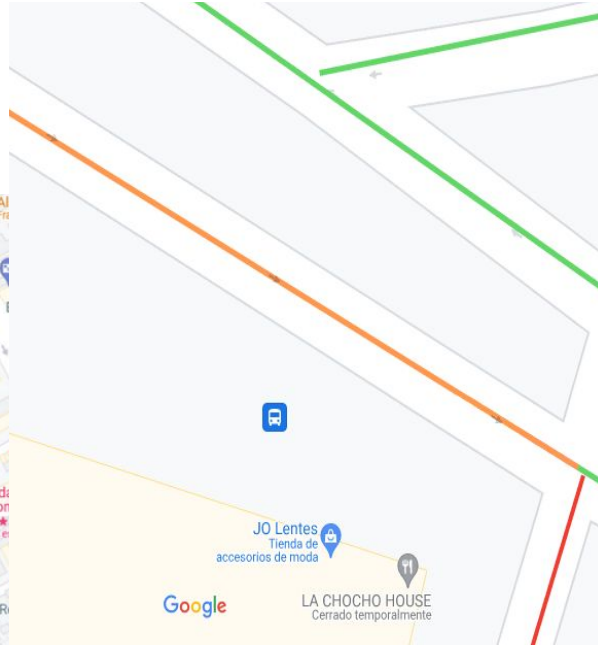
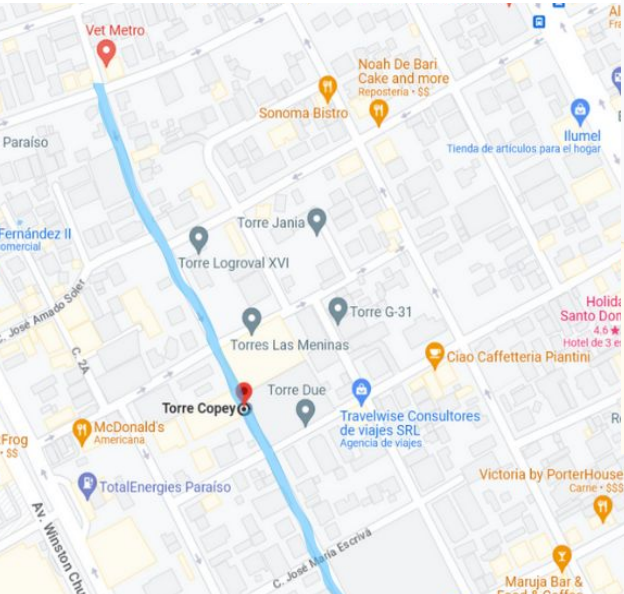
FACULTAD DE
CIENCIAS EXACTAS
E INGENIERÍA

PROGRAMA DE MOVILIDAD
DE INVESTIGADORES
INTERNACIONALES

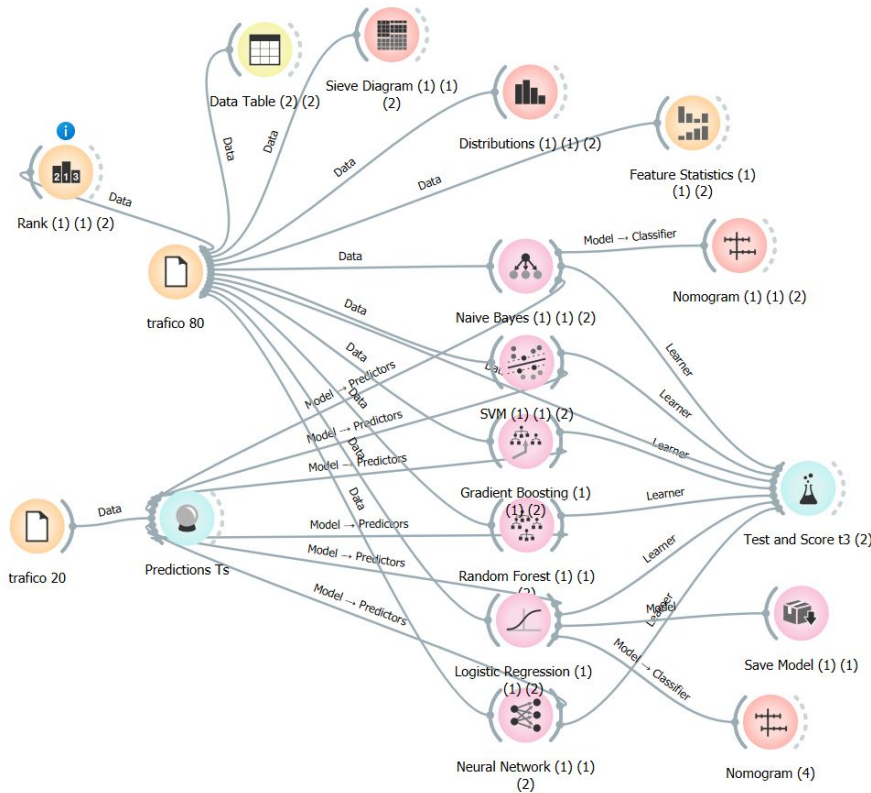
Predicción de tráfico a partir de Google Maps

Se generan predicciones de tráfico haciendo uso de los servicios web y api de Google Maps (costos por uso). Se definieron dos estrategias de captura:

- Variable tráfico por vialidad
- Variables tráfico por zona



Pruebas de modelos de predicción



Etapa 1

- Validación de la precisión de los modelos
- Selección de variables (pasos hacia atrás, pasos hacia adelante).

Etapa 2

- Sobre muestreo del dataset de accidentes.
- Validación de la precisión de los modelos.
- Selección de modelos para el mejoramiento de su desempeño en python.



Codificación de algoritmos de predicción con python

Implementación de algoritmos en python:

- Se implementaron algoritmos para mejorar su desempeño en python:
 - Gradient Boosting
 - Random Forest
 - Neuronal Network
- Se eligió e implementó el algoritmo de Regresión logística.

```
1  ## Gradient Boosting parameters
2  params= {
3      'objective': 'binary:logistic',
4      'learning_rate': 0.01,
5      'max_depth': 7,
6      'n_estimators': 1000,
7      'min_child_weight': 3,
8      'gamma': 1,
9      'subsample': 0.1,
10     'colsample_bytree': 0.5,
11     'colsample_bylevel': 0.5,
12     'lambda': 0,
13     'alpha': 1,
14     'scale_pos_weight': 1,
15     'seed': 50,
16     'nthread': -1,
17     'tree_method': 'auto',
18 }
19 model= xgb.XGBClassifier(**params)
20
21 ## Raining of model
22 model.fit(X_oversampling, y_oversampling)
```



Metodología de Clasificación

Dado el resultado de la clasificación binaria donde **0** es el valor más próximo a Herido y **1** el valor más próximo a muerto se asignó:

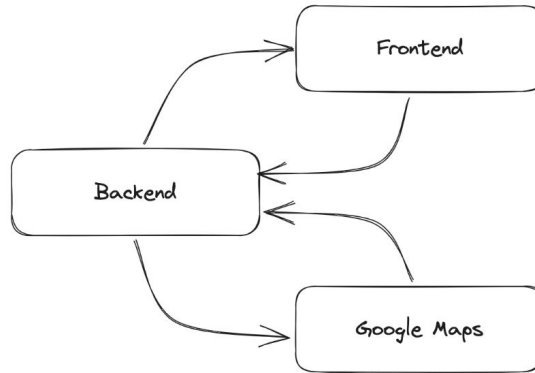
- Color verde que representa poco riesgo para una predicción de 0 a 0.24.
- Color amarillo que representa riesgo medio bajo para una predicción de 0.25 a 0.49.
- Color naranja que representa riesgo medio alto para una predicción de 0.50 a 0.74.
- Color rojo que representa riesgo alto para una predicción de 0.75 a 1.



Implementación de plataforma de clasificación de riesgo

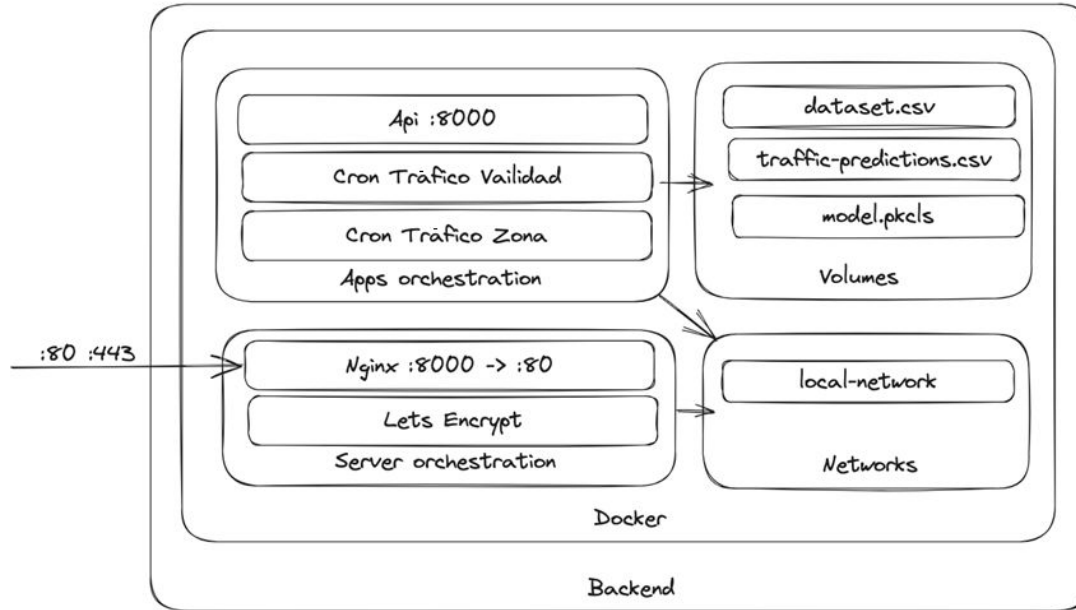
Backend

Tres sistemas que trabajan de forma coordinada para obtener la visualización de clasificación de riesgo en tiempo real, el **Backend**, el **Frontend** y **Google Maps** como proveedor de información de tráfico con su mapa con capa de tráfico y su API Directions.



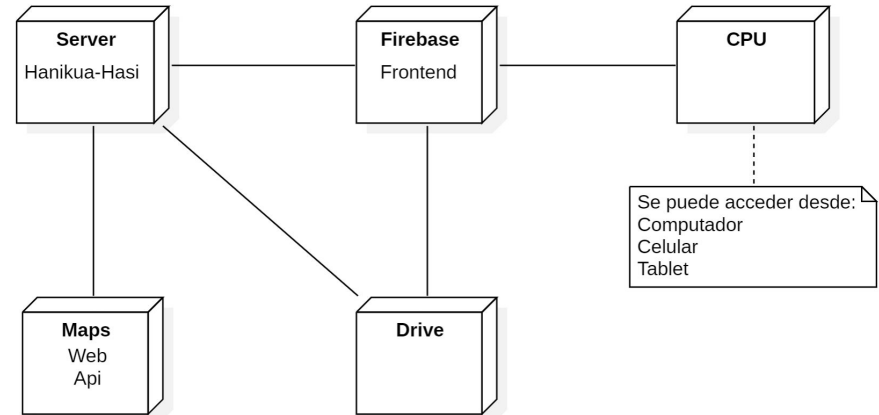
Implementación de plataforma de clasificación de riesgo

Backend en la nube



Arquitectura del sistema

Se propuso una arquitectura orientada a servicios. El cliente (CPU), interactúa con el frontend en Firebase. Dicho frontend se encarga de mostrar los mapas de predicciones de severidad, de forma cualitativa y georeferenciada. El servidor, predice el tráfico de forma dinámica y lo utiliza para clasificar el riesgo en cada punto de interés.



Modelo de Arquitectura



RAMCI



RAMCI Infraestructura

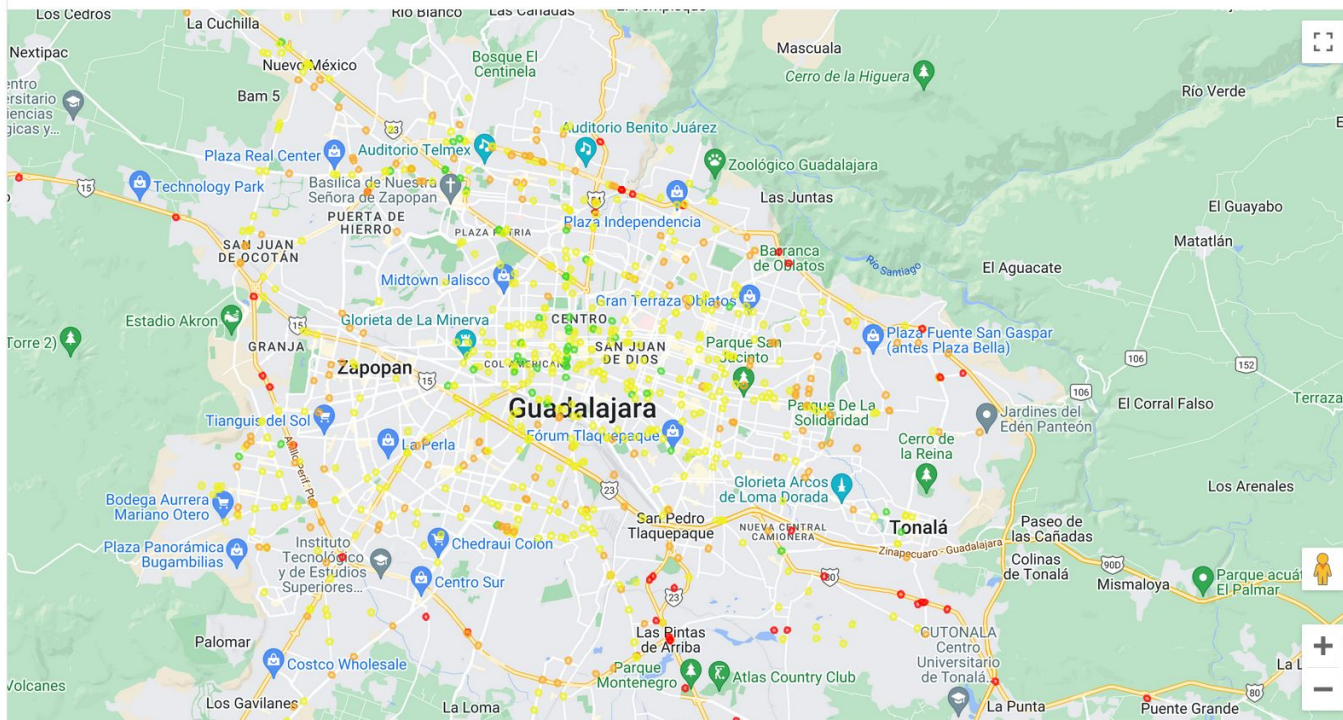


RAMCI En tiempo real



Metodología

Riesgo de Accidente de Movilidad Ciclista



CONFERENCIA INTERNACIONAL

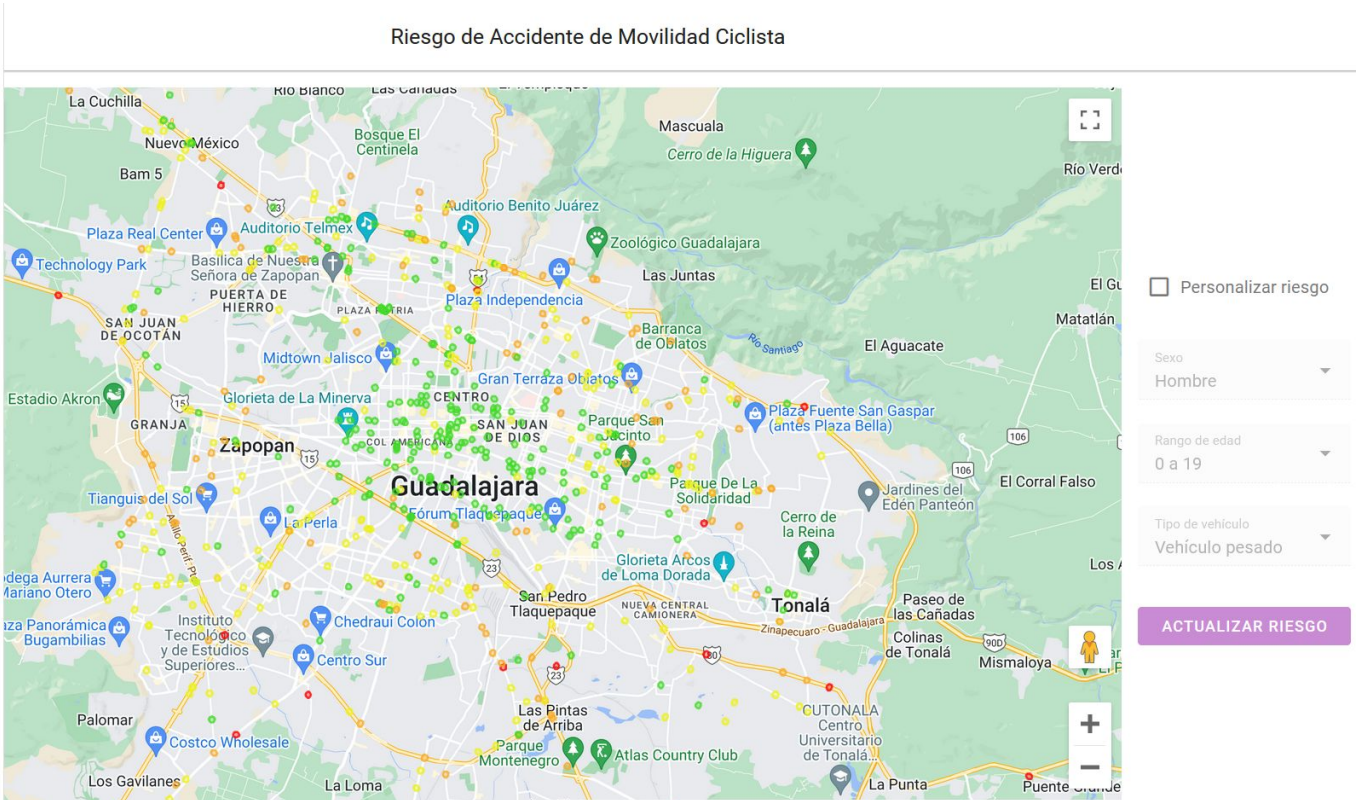


FACULTAD DE
CIENCIAS EXACTAS
E INGENIERÍA

PROGRAMA DE MOVILIDAD
DE INVESTIGADORES
INTERNACIONALES

Modelo de tráfico en tiempo real

- RAMCI
- RAMCI Infraestructura
- RAMCI En tiempo real
- Metodología



CONFERENCIA INTERNACIONAL



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍA

PROGRAMA DE MOVILIDAD DE INVESTIGADORES INTERNACIONALES

Modelo personalizado en tiempo real



RAMCI



RAMCI Infraestructura

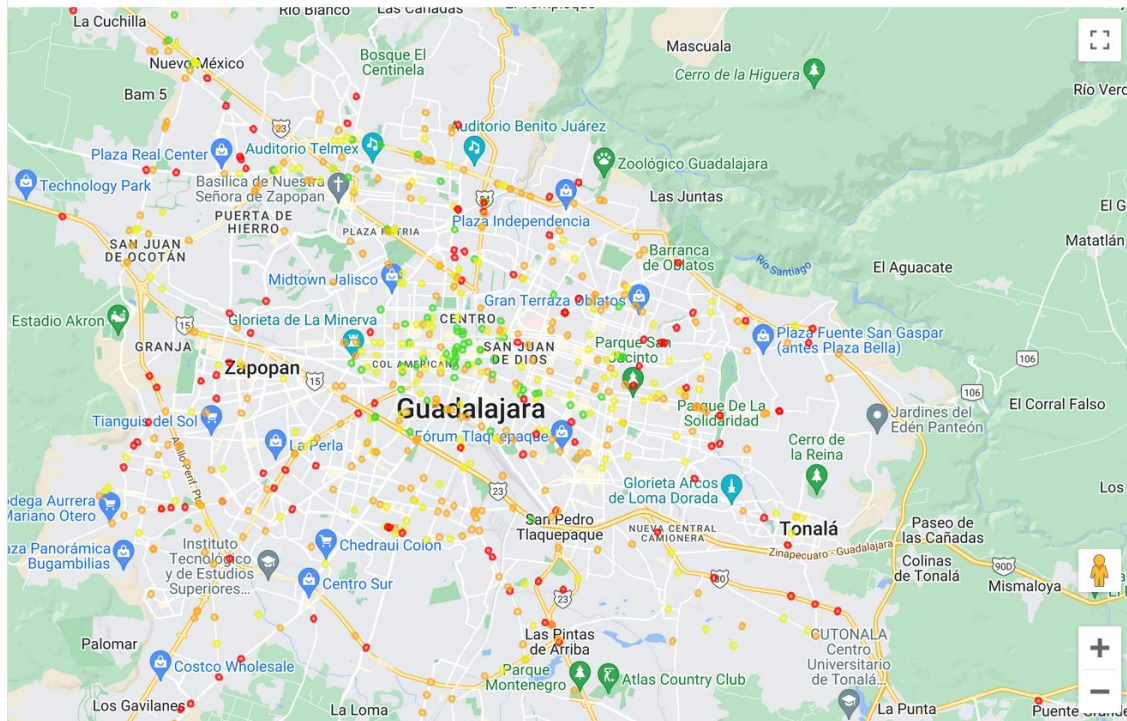


RAMCI En tiempo real



Metodología

Riesgo de Accidente de Movilidad Ciclista



Personalizar riesgo

Sexo
Mujer

Rango de edad
20 a 29

Tipo de vehículo
Vehículo de pasajeros

ACTUALIZAR RIESGO

CONFERENCIA INTERNACIONAL



FACULTAD DE
CIENCIAS EXACTAS
E INGENIERÍA

PROGRAMA DE MOVILIDAD
DE INVESTIGADORES
INTERNACIONALES

Visita la plataforma



CONFERENCIA INTERNACIONAL



FACULTAD DE
CIENCIAS EXACTAS
E INGENIERÍA

PROGRAMA DE MOVILIDAD
DE INVESTIGADORES
INTERNACIONALES

Infraestructura

- A mayor límite de velocidad, la probabilidad muerte en un accidente aumenta.
- A menor cantidad de carriles, con alto límite de velocidad, la probabilidad muerte en un accidente aumenta. (carreteras).
- Si existe un flujo ciclista detectado en la vialidad, se reduce la probabilidad de muerte en un accidente.
- Se comprueba que, si existe semaforización y/o una infraestructura ciclista en una vialidad, la probabilidad muerte en un accidente disminuye.

Tráfico

- Cuando en una vialidad no hay tráfico, la probabilidad de muerte en un accidente aumenta y también cuando hay mucho tráfico la probabilidad muerte en un accidente aumenta, se detecta que cuando hay un flujo constante moderado, la probabilidad de muerte en un accidente disminuye.
- La probabilidad de muerte en un accidente aumenta según el horario, siendo el más representativo el que ocurre después de las 12 a.m. y hasta las las 5:59 a.m., el segundo más representativo es el que ocurre entre las 18 a 20 hrs. El horario más seguro es el de las 10 a.m a 12 p.m

Dinámico

- La probabilidad de muerte en un accidente aumenta cuando se tiene un siniestro con un vehículo pesado y de transporte de pasajeros.
- En cuanto a la edad, la probabilidad de muerte en un accidente más alta es con personas de 70 y más, y la más baja es la de 20 a 29.

Conclusiones

- Se creó una plataforma web con base en inteligencia artificial (con aproximadamente 2 mil líneas de código en python)
- Se creó la arquitectura software (con aproximadamente 20 planos arquitectónicos)
- Se creó la wiki del proyecto
- Se crearon 7 repositorios
- Se creó la variable de flujo de tráfico
- Se logró el objetivo general de Clasificar el riesgo de accidente de movilidad ciclista de manera georreferencial en una de locaciones del AMG con una exactitud del por lo menos el 75%. Además de realizar la clasificación en tiempo real.
- Se está trabajando en un artículo para el Journal: IEEE Access con Fi 3.2 (JCR Q2)

Caso de éxito

CONFERENCIA INTERNACIONAL



UCALP
INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE
**CIENCIAS EXACTAS
E INGENIERÍA**

PROGRAMA DE MOVILIDAD
DE INVESTIGADORES
INTERNACIONALES

La más innovadora en el sector público de México en 2024

CONFERENCIA INTERNACIONAL



UCALP
INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE
CIENCIAS EXACTAS
E INGENIERÍA

PROGRAMA DE MOVILIDAD
DE INVESTIGADORES
INTERNACIONALES



LAS MÁS INNOVADORAS

[24.^a edición]

17 DE OCTUBRE DE 2024
PEPSI CENTER WTC, CDMX



CONFERENCIA INTERNACIONAL



UCALP
INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE
**CIENCIAS EXACTAS
E INGENIERÍA**

PROGRAMA DE MOVILIDAD
DE INVESTIGADORES
INTERNACIONALES



IIEG

Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco

1.ER LUGAR

Institución: Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco

Proyecto: Riesgo de Accidente de Movilidad Ciclista (RAMCI)

Líder del proyecto: Edgar Gonzalo Cossio Franco, analista de Sistemas

Propósito del proyecto: Innovación de producto / servicio

Inversión requerida: \$0

Tecnologías utilizadas: Analítica de datos, ML, AI, supercómputo

Descripción: Se trata de una plataforma web pública que, mediante AI, predice la severidad de un accidente que podría tener un ciclista en el área metropolitana de Guadalajara (AMG), Jalisco. RAMCI da información a los ciclistas acerca de los cruces y horarios más peligrosos para crear conciencia del riesgo y fomentar la precaución a la hora de rodar.

Principales beneficios:

- Ayuda a más de 130,000 personas que utilizan la bici como su medio de transporte
- Genera predicciones para ciclistas en tiempo real con AI
- Proporciona una base sólida para crear políticas públicas de movilidad

<https://lasmasinnovadoras.com/proyectos-ganadores-sector-publico-2024/>



CONFERENCIA INTERNACIONAL



UCALP
INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE
CIENCIAS EXACTAS
E INGENIERÍA

PROGRAMA DE MOVILIDAD
DE INVESTIGADORES
INTERNACIONALES

¿Preguntas?

CONFERENCIA INTERNACIONAL



UCALP
INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE
**CIENCIAS EXACTAS
E INGENIERÍA**

PROGRAMA DE MOVILIDAD
DE INVESTIGADORES
INTERNACIONALES



¡GRACIAS!

Dr. Cossio
La Plata, Buenos Aires, Argentina
2024

CONFERENCIA INTERNACIONAL



IIEG

Instituto de Información
Estadística y Geográfica
de Jalisco

Calzada de los Pirules No. 71
Col. Ciudad Granja C.P.45010
Zapopan, Jalisco, México
Teléfono: (33) 3777-1770

IIEG.GOB.MX



IIEG Jalisco

Dr. Edgar Cossio
edgar.cossio@iieg.gob.mx

CONFERENCIA INTERNACIONAL