

**ANEXO**

**Nº45**

**INFORME**

**FINAL**



**Serie Proyectos de Investigación e Innovación**  
**Superintendencia de Seguridad Social**  
**Santiago - Chile**

“Evaluación de la distancia recorrida por un trabajador durante el trayecto desde o hacia su trabajo como factor de riesgo de exposición en accidentes de tránsito de Mutua de Seguridad C.Ch.C”

**INFORME FINAL**

Autor:  
GSE Salud Consultores  
LTDA.  
Santiago Mansilla Pérez  
Matías Toro Ipinza

Año publicación

2024



## **SUPERINTENDENCIA DE SEGURIDAD SOCIAL SUPERINTENDENCE OF SOCIAL SECURITY**

La serie Proyectos de Investigación e Innovación corresponde a una línea de publicaciones de la Superintendencia de Seguridad Social, que tiene por objetivo divulgar los trabajos de investigación e innovación en Prevención de Accidentes y Enfermedades del Trabajo financiados por los recursos del Seguro Social de la Ley 16.744.

Los trabajos aquí publicados son los informes finales y están disponibles para su conocimiento y uso. Los contenidos, análisis y conclusiones expresados son de exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente la opinión de la Superintendencia de Seguridad Social.

Si requiere de mayor información, sobre el estudio o proyecto escriba a: [investigaciones@suseso.cl](mailto:investigaciones@suseso.cl).

Si desea conocer otras publicaciones, artículos de investigación y proyectos de la Superintendencia de Seguridad Social, visite nuestro sitio web: [www.suseso.cl](http://www.suseso.cl).

The Research and Innovation Projects series corresponds to a line of publications of the Superintendence of Social Security, which aims to disseminate the research and innovation work in the Prevention of Occupational Accidents and Illnesses financed by the resources of Law Insurance 16,744.

The papers published here are the final reports and are available for your knowledge and use. The content, analysis and conclusions are solely the responsibility of the author (s), and do not necessarily reflect the opinion of the Superintendence of Social Security.

For further information, please write to: [investigaciones@suseso.cl](mailto:investigaciones@suseso.cl).

For other publications, research papers and projects of the Superintendence of Social Security, please visit our website: [www.suseso.cl](http://www.suseso.cl).

Superintendencia de Seguridad Social  
Huérfanos 1376  
Santiago, Chile.



---

# **“Evaluación de la distancia recorrida por un trabajador durante el trayecto desde o hacia su trabajo como factor de riesgo de exposición en accidentes de tránsito de Mutua de Seguridad C.Ch.C”**

---

PREPARADO POR:

Santiago Mansilla Pérez  
Matías Toro Ipinza  
Matías Nicolai Rammsy  
Gabriel Mansilla Lucero  
Eduardo Graef Garrido

Junio 2024

**Agradecimientos:**

Agradecemos muy sinceramente a los participantes directos e indirectos que hicieron posible este proyecto, en especial a Luis Alarcón Montero y Luis Alberto Stiven Hurtado de Mutual de Seguridad por la colaboración pronta y generosa en la provisión de datos e información necesaria para alcanzar los objetivos de este proyecto y a los expertos en seguridad vial de empresas privadas y organismos públicos que dieron opiniones y observaciones orientativas que permitieron enriquecer esta investigación.

## Índice

|                                                                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Resumen</b>                                                                                                     | <b>6</b>  |
| <b>Antecedentes</b>                                                                                                | <b>7</b>  |
| Introducción                                                                                                       | 7         |
| Definición del Problema                                                                                            | 9         |
| Pregunta de investigación                                                                                          | 9         |
| <b>Objetivos</b>                                                                                                   | <b>10</b> |
| Objetivo general:                                                                                                  | 10        |
| Objetivos específicos:                                                                                             | 10        |
| <b>Metodología</b>                                                                                                 | <b>10</b> |
| Revisión de literatura                                                                                             | 10        |
| Metodología cualitativa                                                                                            | 11        |
| Limpieza base datos y geocodificación                                                                              | 12        |
| Metodología en interfaz gráfica y visualización                                                                    | 15        |
| Modelo teórico de gestión del riesgo                                                                               | 15        |
| Metodología A: Factores de riesgo                                                                                  | 16        |
| Metodología B: Probabilidad de accidente                                                                           | 18        |
| Modelo probabilístico a través de modelo de aprendizaje                                                            | 19        |
| <b>Principales resultados</b>                                                                                      | <b>21</b> |
| Resultados Bibliografía                                                                                            | 21        |
| Resultados de trabajo cualitativo                                                                                  | 23        |
| Resultados modelo teórico de análisis de datos                                                                     | 26        |
| Resultados sobre modelos de probabilidad de accidentes de trayecto                                                 | 32        |
| <b>Recomendaciones</b>                                                                                             | <b>35</b> |
| Recomendaciones sobre el uso de este tipo de modelos en la gestión de accidentes viales en el contexto del trabajo | 35        |
| Recomendaciones para empresas sobre el uso de modelos predictivos para accidentes de trayecto                      | 36        |
| Recomendaciones sobre los datos analizados de accidentes de trayecto.                                              | 37        |
| <b>Conclusiones</b>                                                                                                | <b>38</b> |
| Desafíos para la seguridad vial en nuestro país                                                                    | 39        |
| Fortalezas y debilidades                                                                                           | 40        |
| <b>Bibliografía</b>                                                                                                | <b>41</b> |
| <b>Anexos</b>                                                                                                      | <b>42</b> |
| Anexo 1 Resolución Comité de ética                                                                                 | 42        |
| Anexo 2 Variables a evaluar por expertos                                                                           | 43        |
| Anexo 3 Planilla de llenado para expertos                                                                          | 44        |
| Anexo 5 Análisis de los datos obtenidos API ARCSIS                                                                 | 45        |

## Resumen

Los accidentes de tránsito constituyen un grave problema de salud pública, hoy es la principal causa de muerte entre los jóvenes de 15 a 29 años, superando al VIH/SIDA y otras enfermedades. A nivel mundial, cada día se registran aproximadamente 3,500 muertes en carreteras, junto con millones de heridos o discapacitados anualmente. En Chile, los accidentes viales son un problema de salud pública urgente. Organismos como la OCDE están activamente comprometidos en la reducción de estas alarmantes estadísticas.

**Objetivo:** Evaluar la relación entre el riesgo de exposición, medido a través de la distancia recorrida, y el riesgo de sufrir accidentes de tránsito.

**Metodología:** El estudio identifica variables que influyen en el riesgo de sufrir accidentes de tránsito, revisando literatura científica y gris, y utilizando criterio de experto para clasificarlas. Se usó modelo probabilístico y de IA para estimar el riesgo de sufrir un accidente de trayecto en función de la distancia recorrida.

**Resultados:** Los accidentes son más frecuentes durante horas pico de entrada y salida del trabajo, especialmente los lunes. Se observó efectos de la pandemia y la incorporación de Ley de disminución de velocidad. La prevalencia de accidentes varía según el género y la edad, afectando más a hombres en bicicleta y motocicleta, y a mujeres en transporte público.

**Conclusiones:** El uso de IA o modelos probabilísticos en el análisis de datos, pueden ser una herramienta importante para el entendimiento de los factores asociados a los accidentes de trayecto y para implementar medidas preventivas efectivas en seguridad vial.

### Introducción

---

En el mundo cada día mueren aproximadamente 3500 personas en carreteras y en accidentes de tránsito no mortales, varios millones de personas sufren heridas o discapacidades cada año. La OMS describe a los accidentes de tránsito como la principal causa de muerte entre los 15 a 29 años, superando al VIH/SIDA, infecciones de las vías respiratorias, cardiopatía isquémica, entre otras, por lo que ha destinado recursos y se han formado alianzas internacionales para disminuir los fallecimientos a causa del tránsito vehicular.

El fenómeno se ha estudiado a nivel internacional y va en alza independientemente del avance tecnológico en automóviles y en la mejoría de la infraestructura vial. Para el año 2012, 68 países registraron un aumento en el número de muertes por accidentes de tránsito, hay que considerar que el mayor aumento se produce en países de ingresos bajos y medios conformando el 84% del total de países. Debido a la magnitud del fenómeno, varios autores han caracterizado la accidentabilidad de tránsito como una epidemia, por sus consecuencias en la salud de la población, por su característica global y su transversalidad en grupos etarios, étnicos y socioeconómicos.

Los accidentes de tránsito son un problema de salud pública, y se ha considerado como una de las grandes epidemias de nuestros tiempos, dentro de las principales causas de muertes descritas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) los traumatismos causaron 4,9 millones de muertes para el año 2016, más de una cuarta parte (el 29%) como consecuencia de accidentes de tránsito. La mortalidad por accidentes de tránsito a nivel mundial es de 18,8 defunciones por cada 100 000 habitantes, es más acusada en los países de ingresos bajos, donde alcanza las 29,4 defunciones por cada 100 000 habitantes. Los accidentes de tránsito también se encuentran entre las 10 causas principales de muerte en los países de bajos y de medianos ingresos, tanto en la franja inferior como en la franja superior.

En Chile, los accidentes de tránsito representan un problema de salud pública dada la alta frecuencia con que ocurren los eventos y la severidad de las lesiones que afectan a las víctimas. La población afectada corresponde a todos los grupos etarios, condición social y tipo de movilización, en cifras oficiales de la CONASET (Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito) el 2016 fallecieron 1.675 personas, teniendo una disminución importante de los fallecidos en años anteriores; como miembro actual de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), nuestro país debe enviar sus estadísticas de forma anual y cumplir ciertos criterios de estandarización, los datos de accidentes de tránsito son agrupados por el ITF (International Transport Forum) y analizados por el IRTAD (International Traffic Safety Data and Analysis Group), para este efecto el IRTAD solicita el total de accidentes y su resultado (en función de la severidad) en el periodo de tiempo de un mes ocurrido el accidente y la distancia recorrida en kilómetros; nuestro país en la actualidad no cuenta con este tipo de dato ya que posee sólo las estadísticas de las primeras 24 horas ocurrido el accidente, y no presenta un análisis profundo de las posibles causas de los accidentes.

En un estudio sobre las características de accidentes laborales con resultados de muerte en trabajadores adheridos a Mutual de Seguridad, ocurridos en la década 2010-2019, se encontró que el 69% del total de muertes fue producto de un accidente con vehículos involucrados. Se demostró además que en términos proporcionales la mortalidad en trayecto afecta más a mujeres trabajadoras.

Existe una brecha importante en la cantidad de accidentes de tránsito ocurridos en países de ingresos bajos – medios, en comparación con los países de ingresos altos, llegando hasta cifras de casi el doble por cada 100.000 habitantes, este efecto se asocia al modelo multicausal de los accidentes de tránsito y las condiciones socioeconómicas de cada país. Un modelo basado en variables demográficas puede tener un valor intrínseco para el entendimiento de la causalidad de los accidentes de tránsito, así como refiere Stipdonk (2013) que las variables demográficas definen no sólo la presencia o no de accidente, si no la severidad de este.

Los accidentes de trayecto se definen como “aquellos ocurridos en el trayecto directo, de ida o de regreso, entre la habitación y el lugar de trabajo, y aquellos que ocurran en el trayecto directo entre dos lugares de trabajo,

aunque correspondan a distintos empleadores (inciso segundo del artículo 5° de la Ley N°16.744). El trayecto puede realizarse caminando o a través de distintos medios de locomoción, tales como automóviles particulares, bicicleta, servicios de locomoción colectiva o vehículos de acercamiento proporcionados por la entidad empleadora.” Si analizamos las estadísticas prepandemia vemos que el año 2019, se registraron 59.155 accidentes de trayecto, lo que representa un aumento de 10,4% respecto al año anterior. Respecto a los accidentes de trayecto, se estima que en los meses de invierno ocurren más accidentes mortales que en los meses de verano. Según SUSESO esto puede deber a la alteración de las rutas normales de las personas entre su hogar y su trabajo, a la disminución del transporte público y la necesidad de las personas caminar largas distancias. Para ese año, si bien las cifras son similares, las mujeres lideran este indicador con un 50,3%, mientras que los hombres alcanzan el restante 49,7%. Por otra parte, el rango etario con mayor incidencia es el rango entre 25 y 34 años (31%) y 35 y 44 años (21%). Al observar las principales lesiones y su ubicación en el cuerpo, los miembros inferiores concentran mayor incidencia, con un 50% de las lesiones que sufren las mujeres, mientras que en el caso de los hombres representan un 42%.(SUSESO, 2019).

Es ampliamente conocido que diferentes modos de viaje pueden tener diferentes riesgos. Factores como la edad y el sexo del conductor, o la hora del día del viaje por carretera, también se sabe que influyen el riesgo. Por otra parte se sabe, que los jóvenes conductores de automóviles sin experiencia o sin cursos formales de conducción corren más riesgo de ser involucrados en accidentes de tránsito que los conductores de automóviles más experimentados, mientras que los conductores de edad avanzada también tienen un mayor riesgo en el tráfico. En general, los conductores masculinos también tienen un mayor riesgo que las mujeres conductoras. Por lo tanto, cuando las series de tiempo de datos de accidentes son estudiadas, un análisis de riesgo de tipo estratificado es relevante.

Evaluar el riesgo a través del total de víctimas dividido por la distancia total recorrida, puede verse influenciada por los diversos modos de viaje o transporte pues ello puede significar modos de viaje más inseguros que otros. Dichos cambios también pueden deberse a cambios en las circunstancias o medidas de seguridad, en cuyo caso dichas circunstancias o las medidas de seguridad por lo general sólo se aplican a un subconjunto de todos los accidentes. De este modo, para comprender los efectos de estos últimos cambios en el riesgo general, puede ser necesaria la estratificación.

En teoría, hay muchas formas en las que el riesgo en el tráfico se puede estratificar, sin embargo, para una estratificación exitosa tanto los datos del choque y los datos de la distancia recorrida deben estar disponibles. En muchos países, los datos disponibles de la distancia recorrida no permiten la estratificación por muchas variables (Yannis et al., 2008). En los Países Bajos, por ejemplo, no es posible estratificar por límite de velocidad de la carretera, porque tales datos no son recogidos. De las pocas variables disponibles en encuestas de viaje holandeses se decidió estratificar por modo de viaje, edad y género, para las razones mencionadas.

Es importante mencionar que a pesar que la gran cantidad de datos ayuda a guiar a la toma de decisiones viales, los datos utilizados contienen información sensible o confidenciales de personas; su uso podría filtrar (parte de) esta información sensible. Es por esto que es de suma relevancia contar con fuertes garantías formales de privacidad, durante la generación de los modelos y la publicación de resultados. Decimos que un análisis preserva la privacidad si es que el resultado no depende de ningún individuo en particular. Garantizar privacidad es un área de investigación desafiante, ya que mecanismos intuitivos como agregación o anonimización se han demostrado que son insuficientes. Uno de los enfoques más prometedores es la privacidad diferencial, técnica que provee una garantía de privacidad estadística.

En el último tiempo se han puesto a disposición de la prevención de accidentes de origen laboral, un sin fin de nuevas tecnologías como el uso de sistemas de manejo de bases de datos (RDBMS), machine learning, y aplicaciones web. Las RDBMS son fundamentales para el buen manejo de datos estructurados, garantizando muchas propiedades de alta disponibilidad (ACID). Machine learning es una rama de inteligencia artificial que provee técnicas para generar algoritmos que aprenden y mejoran a partir del ingreso de datos. Las aplicaciones web, son fundamentales en el día a día para disponibilidad servicios desde cualquier parte del mundo a muchos usuarios, que usan una base de datos en común. El uso de estas técnicas y herramientas (entre otras) ofrecen oportunidades para plantear nuevos modelos que ayuden a entender los procesos que llevan a los accidentes.



## Definición del Problema

---

Actualmente el análisis de gran cantidad de datos y variables, permiten tener una mirada predictiva sobre algunos eventos de características similares, permitiendo así focalizar los esfuerzos para una mejor prevención de accidentes, manteniendo la privacidad de los trabajadores.

El propósito de la investigación de este proyecto es estimar el riesgo de padecer un accidente de trayecto mediante análisis de series temporales de dichos eventos ocurridos a trabajadores de empresas adherentes a Mutual de Seguridad CChC. con fin de implementar medidas de control que puedan reducir el riesgo asociado al tiempo y distancia recorrida por las y los trabajadores modelados por edad, sexo y comuna.

Este tipo de investigación presenta una oportunidad para definir criterios y parámetros encontrados previamente en la literatura que puedan ayudar a la prevención de accidentes de trayecto, así mismo, generar respuestas oportunas preventivas en función de las variables ingresadas.

### **Antecedentes del concurso**

El proyecto fue presentado al comité de ética de Mutual CChC. contando con su aprobación para la ejecución con resolución del 02 de Febrero del 2023 N° 328, se realizaron diversas reuniones con la contra parte para entregar la base de datos el día 03 de Marzo 2023 de parte de Mutual CChC. Se siguió trabajando la base de datos y reuniones de coordinación para las diversas etapas del proyecto.

Dentro del proceso se realizó el revisión bibliográfica y se realizó el trabajo cualitativo con expertos el lunes 19 de Junio del 2023 ejecutándose sin ningún contratiempo. Se realizó las aplicaciones web para ambos modelos teóricos los cuales se revisaron y se pusieron en prueba de usuario para determinar detalles de funcionamiento.

## Pregunta de investigación

---

¿Cuál es la relación entre la exposición, medida a través de la distancia recorrida, y el riesgo de sufrir un accidente de tránsito?

## Objetivos

### Objetivo general:

---

Evaluar la relación entre el riesgo de exposición, medido a través de la distancia recorrida, y el riesgo de sufrir accidentes de tránsito.

### Objetivos específicos:

---

- Desarrollar una metodología para estimar la distancia recorrida y aplicarla sobre datos de Mutual para precisar calidad y cobertura de la herramienta.
- Evaluar la relación causal entre el riesgo de exposición sobre indicadores de accidentabilidad.
- Determinar umbral de riesgo de exposición a partir del cual se debiesen focalizar los esfuerzos preventivos.
- Validar metodología y resultados de los modelos con criterio experto.
- Establecer recomendaciones sobre uso y aplicación en futuros proyectos.
- Preservar la privacidad del uso de datos a través de la herramienta desarrollada para el análisis de datos y el análisis o algoritmos.

### Metodología

Se empleará una metodología mixta que combinará enfoques cualitativos y cuantitativos. En la primera etapa, se llevará a cabo una búsqueda bibliográfica panorámica para recopilar información sobre las variables relevantes que se analizarán en la base de datos, con el fin de estimar el riesgo de sufrir un accidente de trayecto. Los hallazgos de la literatura serán presentados a expertos para reforzar y validar la información obtenida.

Posteriormente, se limpiará la base de datos y, mediante metodología cuantitativa, se realizará un análisis estadístico de los datos. Se desarrollará un modelo de datos que se visualizará a través de una aplicación web, facilitando así la interpretación de los elementos encontrados.

### Revisión de literatura

---

Se realizó una revisión de literatura científica y gris para tener una base de las variables que son utilizadas para categorizar o evaluar el riesgo de padecer un accidente de tránsito para este efecto se planteó la siguiente pregunta de investigación:

*¿Qué variables son consideradas en la literatura publicada para estimar el riesgo de padecer un accidente de trayecto?*

Se realizó una búsqueda en la web y en las bases de MEDLINE y Google Scholar para literatura científica utilizando términos MESH como no MESH para realizar la búsqueda además de los términos booleanos “OR” y “AND”, para dar respuesta a la pregunta se utilizaron en diversas combinaciones los siguientes términos:

- Travel accident
- Traffic accident
- Risk
- Work commute accident
- Related variables

Puesto que en la primera búsqueda no se encontró una masa crítica de trabajos (menos de 6 trabajos) para ser analizados se optó por ampliar la búsqueda a los riesgos relacionados a los accidentes de tránsito o que esté un vehículo involucrado. En función de esto se tuvieron 54 artículos que cumplieron los siguientes criterios de inclusión:

- Artículos entre los años 2015 y 2022
- Artículos en inglés y español
- Artículos originales y revisiones sistemáticas de literatura
- Artículos que definen la problemática relacionada con los accidentes de tránsito y las variables relacionadas.

Se utilizaron los siguientes criterios de exclusión:

- Artículos en otros idiomas
- Artículos derivados de análisis de casos o asuntos particulares
- Artículos que tenían conflicto de interés relacionados con aseguradoras y/o similares para accidentes de tránsito y/o trayecto.
- Artículos que generan un análisis sólo teórico del análisis de los riesgos de accidentes de trayecto.

Luego se en el análisis de títulos y abstract se filtraron 32 artículos obteniendo 12 artículos para su análisis en profundidad.

Se obtuvieron luego del análisis de los trabajos las variables relacionadas con estimar el riesgo de padecer una accidente de tránsito y/o las variables que están involucradas en un accidente de tránsito.

## Metodología cualitativa

---

La investigación cualitativa está basada en una variedad de fuentes de datos, como estudios de caso, experiencias personales, introspección, historias de vida, entrevistas individuales o grupales, textos y producciones culturales. Es una metodología científica que se centra en recopilar datos no numéricos con el objetivo de obtener información descriptiva, como las palabras utilizadas por las personas (habladas o escritas) y la observación de conductas. Los métodos cualitativos de investigación se enfocan en comprender la realidad en su contexto natural y cotidiano, interpretando los fenómenos de acuerdo con los significados otorgados por las personas involucradas. (Martínez, 2006)

En el contexto de la investigación se realizó un trabajo de mesas de expertos de tipo taller de trabajo el cual se citaron a 10 expertos en el área de análisis de accidentes de tránsito, los cuales fueron expuestos a los resultados de la revisión de la literatura.

Se seleccionaron los expertos por definición de pares y conveniencia de parte de equipo investigador y Mutual CChC. La definición de experto está referida a la relación con el tema de la investigación y reconocimiento de los pares en la materia.

El trabajo se realizó en dos etapas:

- Primera etapa: Se expuso a clasificar las variables encontradas en tres ámbitos Factores ambientales, demográficos y conductuales. Para este efecto se les entregó la lista de variables sin ningún orden específico y se les pidió que clasificaran las variables en dichas categorías.
- Segunda etapa: Luego de realizar la clasificación se les pidió que dentro de cada categoría pusieran un puntaje de 1 a 5 en orden de importancia (siendo el 1 más importante que el 5) la o las variables que ellos a su criterio consideraban más relevantes o pertinentes a la hora de estimar el riesgo de padecer una accidente de tránsito y/o trayecto.

Todos los expertos fueron expuestos a consentimiento informado como estipuló el comité científico ético respectivo, el cual fue aceptado y firmado por todos los participantes. Cabe considerar en dos personas prefirieron trabajar en pareja. Los resultados obtenidos se expresan en el capítulo de resultados.

### Limpeza base datos y geocodificación

Se trabajó una base de datos entregada por Mutual CChC la cual presentó las siguientes características:

La base de datos se caracteriza por incluir un total de 131,148 casos de accidentes de trayecto, también denominados accidentes de origen laboral, registrados entre los años 2002 y 2022 en los registros administrativos de Mutual CChC. De estos casos, 47,592 corresponden a mujeres (36.3%) y 83,556 a hombres (63.7%). Un total de 98,116 casos presentan al menos un día de reposo laboral, con una media de 30.69 días perdidos.

En cuanto a los tipos de vehículos involucrados en los accidentes, los datos se distribuyen de la siguiente manera:

- Automóvil/Camioneta: 39,572 casos (30.2%)
  - Bicicleta/Scooter: 30,420 casos (23.2%)
  - Microbús/Bus/Furgón: 26,997 casos (20.6%)
  - Motocicleta: 23,258 casos (17.7%)
  - Otros (Taxi/Colectivo, Tren/Metro/Metrotren, Vehículo no identificado, Camión): 8.3%
- La edad promedio de los involucrados es de 36.7 años, con un rango de entre 16 y 92 años.

Se realizó una limpieza de los datos para las variables relacionadas con la geocodificación, resultando en un total de 10,153 casos que cumplen con la definición de una correcta geocodificación de las variables: dirección de origen, lugar del accidente y lugar de destino final, se optó por un análisis de geocodificación con un criterio más amplio para la selección de cada punto quedando un total de 63.294 casos correspondiendo a un 48,3% que denominaremos como base de datos limpia (ACC) que se utilizó para los análisis estadísticos y para la construcción del modelo de inteligencia artificial.

El análisis y los descriptores de esta base de datos limpia se desarrollan en el cuerpo del informe. La estructura de la base de datos se ve reflejado con detalle en la Tabla 1.

Base de Datos Accidentes de Trayecto  
Total de Casos de la Base de Datos : 131.148 que corresponden a los casos entre 2012 y 2022 de todos los accidentes de trayecto.

Tabla 1: Totalidad de casos de base de datos original

| Tipo de Casos                                                                                                                 | Cantidad          | Porcentaje |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|
| Número de Casos Totales                                                                                                       | 131.148           | 100 %      |
| Número de Casos sin celdas vacías en el conjunto de campo de interés                                                          | 92.160            | 70,3%      |
| Número de Casos Con posibilidades de geolocalizar la Lugar del accidente, de la empresa y domicilio de la persona trabajadora | (Falta este dato) |            |

Fuente: Elaboración propia. Relacionada con base de datos entregada por Mutual CChC.

Las posibilidades de geolocalizar se dan cuando se tiene una dirección de comuna ,Calle y Número reconocibles en los sistemas de información geográfica.

**Tabla 2: Información de Cada Campo de la Base de Datos**

| Campo de la BD            | Celdas Vacías | Celdas Con algún dato Alfanumérico | Observaciones                                                                                                                                  |
|---------------------------|---------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| atdn_id_unico             | 0             | 131148                             | Datos ID                                                                                                                                       |
| adhr_numero               | 0             | 131148                             | Datos ID                                                                                                                                       |
| pcnt_id_paciente          | 0             | 131148                             | Datos ID                                                                                                                                       |
| cntr_codigo               | 652           | 130496                             | Datos ID                                                                                                                                       |
| cntr_idi_mct              | 4711          | 126437                             | Datos ID                                                                                                                                       |
| atdn_atd_fecha_ocurrencia | 0             | 131148                             | Fecha de Ocurrencia                                                                                                                            |
| calificacion              | 0             | 131148                             | Todos Accidentes de Trayecto (TY)                                                                                                              |
| resolucion_accidente      | 0             | 131148                             | Todos aceptados como Accidente de Trayecto Con o Sin Tiempo Perdido                                                                            |
| tipo_marca                | 0             | 131148                             | Todos SV                                                                                                                                       |
| stp_ctp                   | 0             | 131148                             | CTP 98.116 (74%), STP 33.032 (25,2%)                                                                                                           |
| caso_nom_diag_1_may_est   | 0             | 131148                             | Diagnósticos                                                                                                                                   |
| grave                     | 0             | 131148                             | Calificación Gravedad:<br>0.0 = 114.715 (87,5%)<br>1.0 =16,433 (12,5%)                                                                         |
| rpss_dias_reposo          | 0             | 131148                             | Días de Reposo Médico                                                                                                                          |
| pcnt_edad                 | 1             | 131147                             | Edad de accidentados(as) 1 Celda Vacía y 3 Celdas con información errónea (Indica Edad= 0.0 o 322 años) se eliminan para análisis de promedios |
| pcnt_genero               | 0             | 131148                             | F = 47.592 (36,3%) M = 83.556 (63,7%)                                                                                                          |
| caso_profesion_ocupacion  | 3             | 131145                             | Ocupación                                                                                                                                      |
| vehiculo_paciente         | 0             | 131148                             | Ver tabla de frecuencias abajo                                                                                                                 |
| bde_comuna_trabajador     | 738           | 130410                             | Comuna domicilio trabajador(a)                                                                                                                 |
| bde_nomb_calle_trabajador | 750           | 130398                             | Calle domicilio trabajador(a)                                                                                                                  |
| bde_num_calle_trabajador  | 2980          | 128168                             | Número de la dirección domicilio trabajador(a)                                                                                                 |
| bde_comuna_acc            | 738           | 130410                             | Comuna del accidente                                                                                                                           |
| bde_nomb_calle_accidente  | 755           | 130393                             | Calle del accidente                                                                                                                            |
| bde_num_calle_accidente   | 1021          | 130127                             | Número de la Calle del accidente                                                                                                               |
| bde_comuna_adherente      | 738           | 130410                             | Comuna de empresa Empleador                                                                                                                    |
| bde_nomb_calle_empleador  | 738           | 130410                             | Calle de empresa Empleador                                                                                                                     |
| bde_num_calle_empleador   | 738           | 130410                             | Número de Calle de empresa Empleador                                                                                                           |

Fuente: Elaboración propia. Relacionada con base de datos entregada por Mutual CChC.

Una vez recibida la base de datos se comenzó a estandarizar los datos obtenidos, la base de datos tenía los siguientes campos a estudiar:

- Cinco campos ID
- Fecha ocurrencia accidente
- Calificación
- Resolución

- Tipo marca
- CTP
- Diagnóstico
- Clasificación severidad
- Días de reposo
- Edad
- Género
- Vehículo
- Ocupación trabajador
- Dirección, comuna y número de origen
- Dirección, comuna y número de destino
- Dirección, comuna y número del accidente

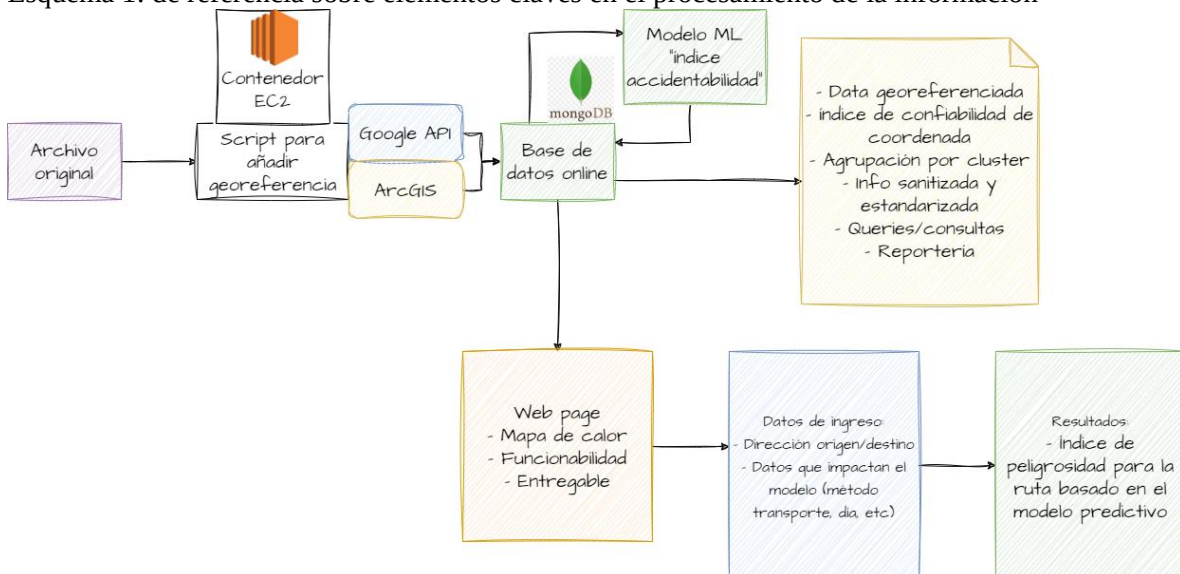
Se estandarizaron los 131,148 datos iniciales de la base mediante un algoritmo de ordenamiento de datos. Como resultado, se determinó que aproximadamente el 10% de la base de datos, es decir, 10,153 registros, contenían datos "limpios" adecuados para la georreferenciación de los tres puntos de interés: origen, destino y lugar del accidente. A partir de estos datos, se estableció una metodología para su utilización óptima.

Los datos que se encontraban dentro de los 90% el mayor problema era la poca definición de campo en función de la calle y número (Ejemplo: AMERICO VESPUCCIO CON VICUÑA MACKENA; ó AVENIDA MATTA SIN NÚMERO) por lo que no se podía establecer un lugar específico para cualquiera de los tres puntos necesarios para el análisis.

Para el resto de los datos se optó por utilizar dos API que son ampliamente utilizadas en el mercado, Google MAPS y ArcGIS, se pusieron en funcionamiento todos los puntos de interés (datos de caminos, números y comunas) para que ambos programas definieran una coordenada de georreferenciación. Dentro del rendimiento de ambas aplicaciones ArcGIS cuenta con la definición de un criterio de "eficiencia" con lo que se podía estimar que tan exacto es el dato entregado. Se adjunta imagen de referencia de análisis de los datos por ArcGIS (Anexo 5).

El ecosistema de conexión para el análisis de todo el proceso lo vemos reflejado en el siguiente esquema:

Esquema 1: de referencia sobre elementos claves en el procesamiento de la información



Fuente: Elaboración propia.

Donde desde un archivo de base de datos original se avanza a todos los procesos relacionados con la georreferenciación a través del uso de scripts y las API ya mencionadas, esto va a llevar a una base depurada para el manejo web esperando un entregable con mapas de calor y una plataforma que permita a través de ingresar información generar como final un índice de “peligrosidad” según el modelo predictivo teórico manejado.

Los resultados obtenidos por la API de Google Maps no fueron resolutivos a la hora de establecer una coordenada específica de utilidad para el estudio por lo que se optó por mantener los datos entregados por ArcGIS.

Con estos resultados se obtuvo un rango de estimación de punto de trabajo para estandarizar cuanto es el radio aceptable para la utilización de este en el análisis de los accidentes, se trabajó finalmente con una zona relacionada con la comuna de origen y destino de cada uno de los accidentes descritos en la base de datos.

## Metodología en interfaz gráfica y visualización

---

En función de la visualización de datos y análisis metodológico para el cálculo de probabilidad de accidentes se realizaron dos modelos teóricos los cuales se definieron a través de la calidad y cantidad de datos obtenidos en la base de datos, el primero busca a través de los datos encontrados obtener una probabilidad de riesgo de accidente de trayecto y por otro lado un sistema de identificación de probabilidad de riesgo a través de un modelo de aprendizaje en función de la data recolectada y la futura.

A continuación se presentan la metodología utilizada disponiendo el análisis teórico del mismo para justificar la metodología utilizada en ambos modelos para el cálculo de probabilidad de accidentes de trayecto.

## Modelo teórico de gestión del riesgo

---

### Fuentes de datos

- Encuesta Origen-Destino, Santiago, 2012 (SECTRA, 2012). Encuesta la cual constituye la principal fuente de información utilizada en todo proceso de planificación de los sistemas de transporte. Éstas entregan antecedentes relevantes sobre los patrones de movilidad de una determinada ciudad y proporcionan los datos requeridos para la calibración de los modelos de análisis de transporte. Diarios 18.461.134. Autor Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Gobierno de Chile.
- Datos de accidentes provistos por la contra parte de Mutual CChC, entregada en archivo para su análisis posterior abreviada para el resto del informe como “ACC”. Referencias y definición de cada variable provista en la base descrita en la tabla N°2.
- ArcGis, API para el desarrollo de bases de datos que utilizan o necesitan una geocodificación, se describe como fuente de datos por la corrección desligada posterior a la geocodificación de la misma base de datos ACC, cuál define los campos a utilizar en el algoritmo de análisis de datos, con esto se estima y proyecta los nuevos datos de geolocalización. Se optó por esta aplicación puesto que daba un coeficiente para la certeza de cada dirección integrada en la base de datos.

Fuente: <https://www.arcgis.com/index.html>

### Descripción de limpieza de datos a través de ArcGis.

Al observar los datos se observa que el lugar del accidente esta descrito en prosa casual, sin seguir un formato establecido. Por ejemplo “C/ INCA DE ORO”, “AV MATTA”, “Andres Bello Con Suecia”, o “SERVICIO AL LLEGAR A COLEGIO CHILOE”. Es por esto por lo que se exploraron distintas herramientas de *geolocalización inversa*, que transforman nombres de direcciones en coordenadas de latitud y longitud. Dentro de las que destacan

se encuentran las de Google Maps y ArcGIS. Además de entregar la posición, ambas herramientas entregan también una geometría que representa el margen de error de la respuesta. En el caso de ArcGIS, este también incluye un índice de confiabilidad (un real entre 0 y 1).

Para cada caso se aplicó geolocalización inversa a las direcciones del trabajador, del accidente, y del empleador, comparando su efectividad. Después de observar los datos pudimos concluir que, en promedio, ArcGIS devuelve datos con mejor exactitud. En particular, la cantidad de puntos devueltos dentro de Chile es mayor en la herramienta de ArcGIS que la de Google Maps. Adicionalmente, las intersecciones son manejadas mejor por ArcGIS, donde muchas veces Google Maps falla para casos como “Andres Bello Con Suecia”.

Por consecuencia para las dos siguientes metodologías, se trabaja con datos geográficos provistos por ArcGIS.

## Metodología A: Factores de riesgo

---

La gravedad de los accidentes puede definirse en relación a la forma de ocurrencia de los accidentes, de los efectos traumáticos o conmoción causada o por criterios diagnósticos de la lesión causada en la persona trabajadora que sufre el evento, tal como lo señala la normativa de la superintendencia de Seguridad Social, (SUSESO) o el Ministerio de Salud, (MINSAL).

Los criterios empleados para definir accidentes graves en las instituciones mencionadas son los siguiente:

### Criterio SUSESO

- Obliga a realizar maniobras de reanimación (Definida dentro de la Circular N°2.378 de fecha 30 de mayo del 2007).
- Obligue a realizar maniobras de rescate (Definida dentro de la Circular N°2.378 de fecha 30 de mayo del 2007).
- Ocurra por caída de altura, de más de 2 metros.
- Provoque, en forma inmediata, la amputación o pérdida de cualquier parte del cuerpo.
- Involucre un número tal de trabajadores/as que afecte el desarrollo normal de la faena afectada.
- Involucre a dos o más trabajadores/as, con un origen y lugar común (evento colectivo).

### Criterio por Diagnóstico (MINSAL)

- Fracturas de cualquier parte del cuerpo.
- Traumatismos encéfalo craneano definidos en la guía clínica N° 49/2007 Auge-GES-MINSAL.
- Politraumatizados definidos en la guía clínica N° 59/2007 Auge-GES-MINSAL
- Intoxicación por cualquier sustancia química.
- Quemaduras graves definidas en la guía clínica N° 55/2007 Auge-GES-MINSAL
- Trauma ocular grave definido en la guía clínica Auge-GES-MINSAL
- Toda lesión grave con el potencial de generar invalidez parcial o total.

Por otra parte, en varios estudios se utiliza el término gravedad o severidad de lesiones asociados a días de reposo médico asumiendo que la variable de días de reposo médico se asocia con mayor o menor severidad de las lesiones

Los datos incluyen la cantidad de días de reposo asociados a la víctima de cada accidente. Suponemos que esta cifra es una variable que está fuertemente correlacionada con la severidad de cada accidente. En consecuencia, el concepto de *severidad* lo consideraremos formalmente como el número de días de reposo.

A continuación se describen los detalles de la utilización de variables relacionadas explicando la fuente de cada una de ellas, esto con el fin de fortalecer el análisis de probabilidades utilizada en el modelo de riesgo puesto que se necesita datos relacionados con la movilidad y la probabilidad de tener un accidente.

Podemos estimar la relación entre múltiples factores asociados a los viajes con accidentes y su severidad. En,



consideramos los siguientes factores:

- *La distancia asociada al viaje.* Este atributo es imputado a cada accidente, y corresponde a la media de la distancia de un viaje entre la comuna de residencia y la comuna de trabajo de cada persona en kilómetros. Esa distancia media se mide en la Encuesta de Movilidad 2012 (SECTRA, 2012)..
- *El vehículo utilizado por la persona.* Este dato proviene directamente de ACC. Los posibles valores son: automóvil/camioneta, bicicleta/scooter, microbus/bus/furgón y motocicleta.
- *El sexo de la persona.* Este dato proviene directamente de ACC. Los posibles valores son: mujer y hombre.
- *El tramo de edad de la persona.* Este dato proviene directamente de ACC. Los valores son rangos de edades de 10 en 10.
- *El día de la semana en que sucedió el accidente.* Este dato proviene directamente de ACC.
- *El período horario del día en que sucedió el accidente.* Este dato es imputado a cada accidente en base a la hora reportada en ACC, y a los períodos horarios definidos en la SECTRA, 2012. Los posibles valores son: punta mañana, hora valle, almuerzo, punta tarde, y noche.
- *El mes en que sucedió el accidente.* Este dato proviene directamente de ACC.

Por ejemplo, se puede esperar que haya diferencias en la severidad por accidentes en motocicleta y automóvil, o bien, que ante las mismas condiciones, alguien de mayor edad sufra consecuencias más graves que alguien más joven. El método de **regresión de Poisson** nos permite cuantificar estas relaciones (ver Tabla 1).

La Tabla 1 reporta los efectos marginales de cada variable. Para los factores que son categóricos (por ej., tipo de vehículo) el efecto se calcula en comparación a una categoría base. Por ejemplo, si se considera como categoría base viajar en *Automóvil/Camioneta*, el tener un accidente en *Motocicleta* tiene como consecuencia una severidad mayor, expresada como 23 días adicionales de reposo; o bien, en comparación con los días *Lunes*, los accidentes entre los días martes y jueves son menos graves (sus efectos marginales son negativos), mientras que viernes y fin de semana tienen mayor severidad (sus efectos marginales son positivos). Respecto al factor *distancia*, por cada kilómetro extra de viaje, la severidad de los accidentes observados disminuye (-0.01).

**Tabla 3: Efectos marginales por factor de acuerdo a regresión de Poisson.**

|                                               | Variación en<br>severidad | Error<br>estándar | Coeficiente<br>z | Valor<br>p | Intervalo<br>2.5% | Intervalo<br>97.% |
|-----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|------------------|------------|-------------------|-------------------|
| Vehículo (referencia:<br>Automóvil/Camioneta) |                           |                   |                  |            |                   |                   |
| Bicicleta/Scooter                             | 8.5959                    | 0.090             | 95.544           | 0.000      | 8.420             | 8.772             |
| Microbus/Bus/Furgón                           | -3.8376                   | 0.098             | -39.328          | 0.000      | -4.029            | -3.646            |
| Motocicleta                                   | 22.9836                   | 0.086             | 266.069          | 0.000      | 22.814            | 23.153            |
| Sexo (referencia: Mujer)                      |                           |                   |                  |            |                   |                   |
| Hombre                                        | 8.4038                    | 0.071             | 118.037          | 0.000      | 8.264             | 8.543             |
| Día de la semana (referencia:<br>Lunes)       |                           |                   |                  |            |                   |                   |
| Martes                                        | -3.9039                   | 0.091             | -43.015          | 0.000      | -4.082            | -3.726            |
| Miércoles                                     | -0.6716                   | 0.089             | -7.529           | 0.000      | -0.846            | -0.497            |
| Jueves                                        | -1.7955                   | 0.090             | -19.849          | 0.000      | -1.973            | -1.618            |
| Viernes                                       | 0.4242                    | 0.091             | 4.685            | 0.000      | 0.247             | 0.602             |
| Sábado                                        | 5.1140                    | 0.116             | 43.990           | 0.000      | 4.886             | 5.342             |
| Domingo                                       | 2.5530                    | 0.150             | 16.983           | 0.000      | 2.258             | 2.848             |
| Período del día (referencia: hora<br>valle)   |                           |                   |                  |            |                   |                   |

|                                   |         |       |         |       |        |        |
|-----------------------------------|---------|-------|---------|-------|--------|--------|
| Punta tarde                       | 2.1447  | 0.085 | 25.325  | 0.000 | 1.979  | 2.311  |
| Almuerzo                          | -2.3565 | 0.121 | -19.497 | 0.000 | -2.593 | -2.120 |
| Punta mañana                      | -5.1620 | 0.075 | -69.146 | 0.000 | -5.308 | -5.016 |
| Noche                             | 2.7593  | 0.111 | 24.901  | 0.000 | 2.542  | 2.977  |
| Mes del año (referencia: Febrero) |         |       |         |       |        |        |
| Abril                             | 0.2985  | 0.137 | 2.182   | 0.029 | 0.030  | 0.567  |
| Agosto                            | -1.6413 | 0.144 | -11.421 | 0.000 | -1.923 | -1.360 |
| Diciembre                         | -1.1068 | 0.135 | -8.200  | 0.000 | -1.371 | -0.842 |
| Enero                             | -0.0865 | 0.137 | -0.634  | 0.526 | -0.354 | 0.181  |
| Julio                             | 0.3085  | 0.144 | 2.136   | 0.033 | 0.025  | 0.592  |
| Junio                             | -1.4427 | 0.144 | -10.018 | 0.000 | -1.725 | -1.160 |
| Marzo                             | 1.0384  | 0.131 | 7.938   | 0.000 | 0.782  | 1.295  |
| Mayo                              | -3.2338 | 0.143 | -22.582 | 0.000 | -3.515 | -2.953 |
| Noviembre                         | -0.7890 | 0.134 | -5.880  | 0.000 | -1.052 | -0.526 |
| Octubre                           | -0.2326 | 0.136 | -1.714  | 0.087 | -0.498 | 0.033  |
| Septiembre                        | -0.2324 | 0.142 | -1.637  | 0.102 | -0.511 | 0.046  |
| Distancia (KM)                    | -0.0163 | 0.003 | -5.474  | 0.000 | -0.022 | -0.010 |
| Edad (rangos de 10 años)          | 0.4859  | 0.002 | 223.491 | 0.000 | 0.482  | 0.490  |

Fuente: Elaboración propia en función de los datos obtenidos de la base de datos posterior a la limpieza de datos, denominada ACC.

Nota: La tabla hace referencia para obtener el factor de importancia de cada variable dentro del modelo para el cálculo de la probabilidad de padecer un accidente de trayecto.

## Metodología B: Probabilidad de accidente

Se busca estimar la probabilidad de un accidente dado un factor, por ejemplo, la *distancia*. Esto se expresa como la probabilidad condicional  $P(\text{tener un accidente} \mid \text{distancia de viaje})$ , que representa la probabilidad de tener un accidente dada una distancia de viaje dada. Para estimar este valor se utiliza el teorema de Bayes que indica lo siguiente:

$$P(\text{tener un accidente} \mid \text{distancia de viaje}) = P(\text{distancia de viaje} \mid \text{tener un accidente}) * P(\text{tener un accidente}) / P(\text{distancia de viaje})$$

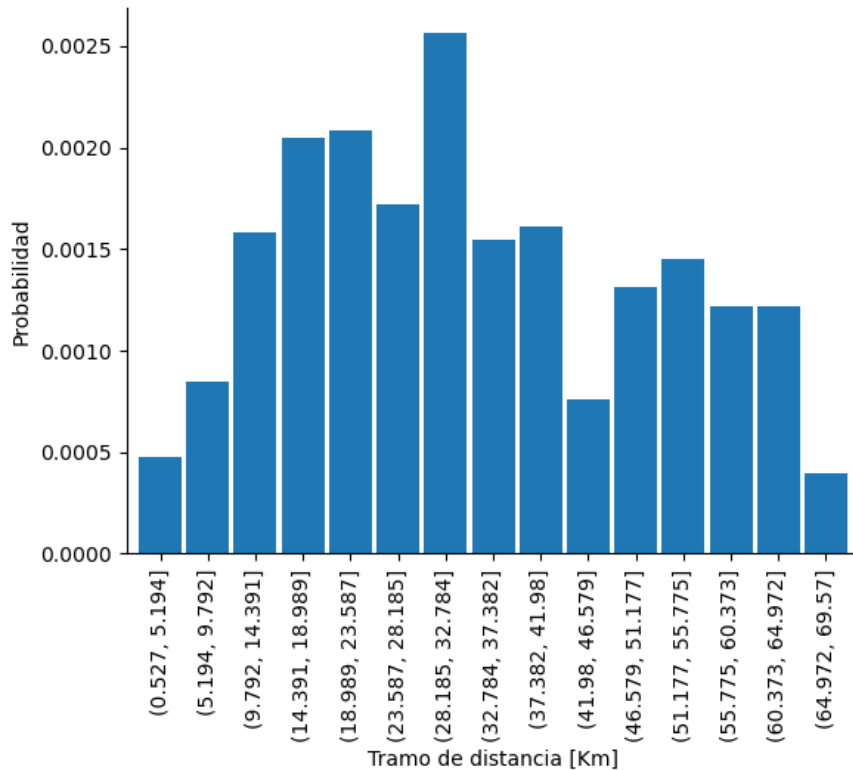
Los elementos de la ecuación en el lado derecho se desglosan en lo siguiente:

$P(\text{distancia de viaje})$ : la probabilidad de que un viaje sea de una distancia específica. Este valor se puede calcular en la SECTRA 2012.

- $P(\text{tener un accidente})$ : la probabilidad de que un viaje tenga un accidente. Este valor no es conocido, sin embargo, puede ser aproximado en función del conocimiento experto o de lo que se encuentre en la literatura. Dada su posición en la ecuación, funciona como un factor de escalamiento que no altera el orden de los resultados.
- $P(\text{distancia de viaje} \mid \text{tener un accidente})$ : la probabilidad de que un viaje interrumpido por un accidente tenga cierta distancia original de viaje. Este valor se puede calcular directamente en ACC.

Para hacer estos cálculos se estimaron tramos de distancia de aproximadamente 5Km y se calcularon las probabilidades asociadas. El resultado preliminar de la probabilidad  $P(\text{tener un accidente} \mid \text{distancia de viaje})$  se observa en la Figura 1. Como probabilidad de accidente se consideró 0.001 (es decir, 1 de cada 1000 viajes).

**Gráfico 2:** Probabilidad de tener un accidente para cada tramo de distancia de viaje.



Nota: Gráfico de referencia de análisis preliminar de los datos para estimar los factores de expansión.

Fuente: Elaboración propia, posterior a la limpieza de datos, denominada ACC.

Estos resultados son preliminares puesto que se necesitan considerar los efectos estivales y los factores de expansión de la SECTRA 2012. Aun así, se puede observar una tendencia bimodal que podría explicarse al explorar la relación entre la variable tramo de distancia y otras variables, como el vehículo utilizado.

### Modelo probabilístico a través de modelo de aprendizaje

El modelo es del tipo ‘random forest’ que se utiliza para realizar clasificaciones y también puede ser utilizado para problemas de regresión. El random forest, o bosque aleatorio es un algoritmo de machine learning de uso común que cruza múltiples árboles de decisión para encontrar un resultado. Para el caso de este proyecto se utiliza para buscar la probabilidad y severidad de los accidentes dentro de los clusters de puntos geográficos donde se detectan accidentes, por lo que es un problema de clasificación, donde el modelo debe determinar si las opciones son ‘accidente’ o ‘no accidente’ con una probabilidad calculada. La ventaja de utilizar un modelo como este es su relativa simpleza de utilización, aprendizaje y que no depende de gran cantidad de factores para poder realizar un cálculo a diferencia de modelos de redes neuronales que pueden ser más complejos y no funcionar a menos que se tenga información/datos de muy buena calidad. En el caso de este proyecto la información se propaga a lo largo de diferentes años, y no se posee la accidentabilidad absoluta de las rutas o la cantidad exacta de viajes sin accidentes en el mismo periodo de tiempo, por lo que se debe utilizar un modelo flexible que haga un balance entre la calidad de la respuesta y la data disponible.

En general ningún modelo se puede decir que es 100% preciso, algunos serán más buenos que otros, pero ninguno es determinístico, sino probabilístico, por lo que es una aproximación de que ocurra un suceso, no una certeza absoluta. Que tan bueno sea un modelo depende de la calidad de la información del proceso de aprendizaje. Cuando existen ‘vacíos’ en la información y poca información de accidentes en una zona en particular, el modelo va a tratar de predecir igual y llenar ese vacío de data, lo que usualmente es un proceso de baja precisión a menos que se entrene con grandes cantidades de datos a través del tiempo para que pueda obtener patrones claros de

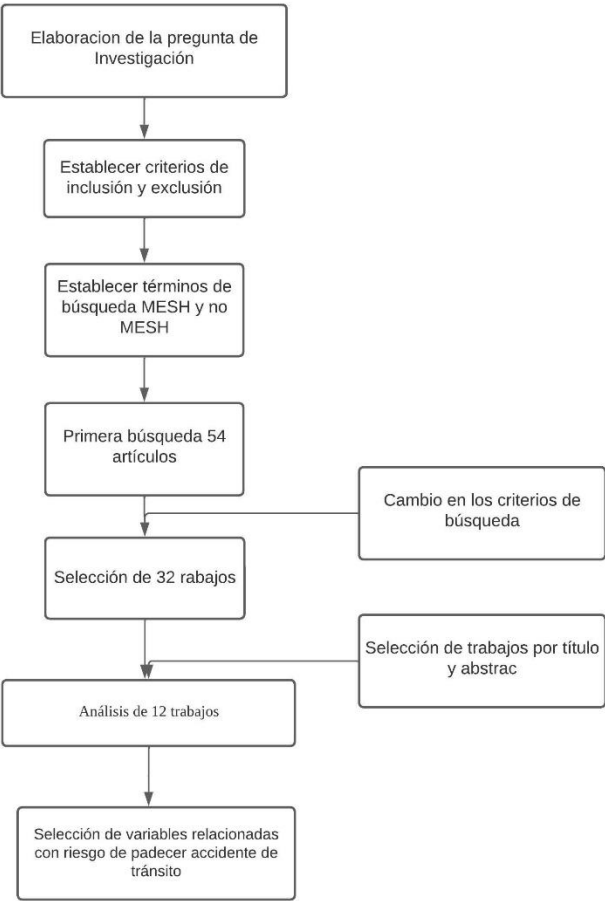
ocurrencias. Se puede entrenar un modelo a que alucine de forma más propensa a aumentar la probabilidad de accidente que de reducirla también, y dentro del análisis interno se pueden utilizar métodos como la impureza de Gini para buscar identificar las variables que más impactan y darles mayor peso al aprendizaje.

#### **Nota del universo de datos utilizados**

Dentro del universo de datos utilizados, con la limpieza, selección y decodificación realizada a la base de datos original entregada por Mutual CChC. el equipo investigador no describe sesgos por merma de datos puesto que el volumen final (provisto de la base de datos ACC) es apto para generar estadística probabilística y como punto base para el modelo de inteligencia artificial de tipo “random forest”. Se realizó de igual manera para efectos de estimar valores descriptivos generales la base de datos total.

Resultados Bibliografía

Esquema 2: Los resultados de la bibliografía se establecen según el siguiente esquema de trabajo:



Dentro de los resultados de la bibliografía se resumen en la siguiente tabla, se distribuyó las variables según la definición de cada uno de los trabajos seleccionados entre Demográficas, conductuales y ambientales.

**Tabla 4 revisión bibliográfica**

| Revisión literatura sobre variables involucradas en los accidentes de tránsito |                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |          |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N°                                                                             | Nombre Papper                                                                                                        | Autor                                                                                                                                                 | País     | Año publicación | Link ref                                                                                                                                                                                                                                                                      | Variables demográficas                                         | Variables conductuales                                                                                                                                                                                       | Variables ambientales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1                                                                              | Determination of the Risk Factors That Influence Occurrence Time of Traffic Accidents with Survival Analysis         | Burcu ORALHAN1, and Ziya Gökalp GÖKTOLGA                                                                                                              | Irán     | 2018            | <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6123587/#:~:text=lm%20traffic%20accident%20analysis%20s,license%20%20%E2%80%939323">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6123587/#:~:text=lm%20traffic%20accident%20analysis%20s,license%20%20%E2%80%939323</a> | Tiempo en tener licencia de conducir; edad; género; educación; |                                                                                                                                                                                                              | Las condiciones climáticas (soleado -- lloviendo); Luz (día/noche); Superficie del pavimento (seca/mojada); Material del pavimento (concreto/asfalto); Tipo de camino (dividido/simple); dirección del camino (simple dirección/doble dirección); Alineación horizontal (recta/curva); Alineación vertical (A nivel/ inclinada); Intersecciones (presente/no presente); |
| 2                                                                              | Variable categories influencing single-vehicle run-off-road crashes and their severity                               | Venkata R. Duddu, Srinivas S. Pulugurtha, Venu M. Kukkappalli                                                                                         | USA      | 2020            | <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666691X20300397">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666691X20300397</a>                                                                                                                         | Enfermedad previa; edad; género;                               | Exceso de velocidad; falta de sueño; falta de atención; fatiga del conductor; Uso de alcohol; uso de drogas; uso de fármacos; evitación de peligros                                                          | curvas en la carretera; estado de la carretera (superficie); baja visibilidad; baja fricción; cambios de límite de carreteras; distancias de seguimiento cortas; condición climática; condición de luz; clasificación de camino; límite de velocidad; tipo de carretera; número de pistas; tiempo del día (mañana, tarde, noche);                                       |
| 3                                                                              | Impact of roadside features on the frequency and severity of run-off-roadway accidents: an empirical analysis        | Jinsun Lee, Fred Mannering                                                                                                                            | USA      | 2000            | <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457501000094">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457501000094</a>                                                                                                                 | Severidad del accidente; edad; género                          | Uso de alcohol; falta de atención; velocidad al conducir;                                                                                                                                                    | clima; camino seco/mojado; señalética presente/no presente; hora del día; indicador del peak de hora; día de la semana; Tipo de carretera; calidad carretera;                                                                                                                                                                                                           |
| 4                                                                              | Detecting unforgiving roadside contributors through the severity analysis of ran-off-road crashes                    | Carlos Roque, Filipe Moura, João Lourenço Cardoso                                                                                                     | Portugal | 2015            |                                                                                                                                                                                                                                                                               | Características del conductor (no definidas); Edad; Género;    | Velocidad al conducir;                                                                                                                                                                                       | Hora peak; Hora del día; estación del año; señalética; tipo de camino (curvas/no curvas); condiciones climáticas; Fecha; Hora;                                                                                                                                                                                                                                          |
| 5                                                                              | Analysing the development of road safety using demographic data                                                      | Henk Stipdonk, Frits Bijleveld, Yvette van Norden, Jacques Commandeur                                                                                 | Holanda  | 2012            |                                                                                                                                                                                                                                                                               | Género; Edad;                                                  | Distancia recorrida;                                                                                                                                                                                         | Hora del día;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6                                                                              | Intelligent_Nanoscopic_Cyclist_Crash_Modelling_for_Variable_Environmental_Conditions                                 | Faheem Ahmed Malik , Laurent Dala, and Krishna Busawon                                                                                                | UK       | 2022            | <a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/9508857">https://ieeexplore.ieee.org/document/9508857</a>                                                                                                                                                                       | Edad; género;                                                  | Tipo de severidad; Intoxicación; propósito del viaje; distancia recorrida; maniobra al momento del choque;                                                                                                   | Fecha; hora; dirección espacial; Luz; Clima; Tipo de superficie del camino; número de vehículos involucrados; Límites de velocidad; Otro tipo de riesgos como animales etc.                                                                                                                                                                                             |
| 7                                                                              | Distance matters: Effect of geographic trauma system resource organization on fatal motor vehicle collisions         | Joshua B. Brown, MD MSc, Matthew R. Rosengart, MD MPH, Timothy R. Billiar, MD, Andrew B. Peitzman, MD, and Jason L. Sperry, MD MPH                    | USA      | 2017            |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                |                                                                                                                                                                                                              | Lugar de centro de urgencia;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 8                                                                              | From risk perception to accident: An empirical test of the risk chain process model                                  | S. Oppong                                                                                                                                             | Ghana    | 2020            |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                | Percepción de riesgo; conduca al volante; Conocimiento en SST relacionados en conducción;                                                                                                                    | Clima;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 9                                                                              | Gender-related differences in distances travelled, driving behaviour and traffic accidents among university students | Eladio Jiménez-Mejías, Carmen Amezcua Prieto, Virginia Martínez-Ruiz, Juan de Dios Luna del Castillo, Pablo Lardelli-Claret, José Juan Jiménez-Moleón | España   | 2014            |                                                                                                                                                                                                                                                                               | Género; Edad; País de origen;                                  | Distancia recorrida; Uso de cinturón de seguridad; Uso de casco en caso de motos y ciclistas; Uso de drogas; Exceso de velocidad; Consumo de Alcohol; Manejo distraído; No respetar las señales de tránsito; | Tipo de conductor; Condición de luz;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 10                                                                             | Time and distance to first accident and driving patterns of young drivers with pay-as-you-drive insurance            | Mercedes Ayuso, Montserrat Guillén, Ana María Pérez-Marín                                                                                             | España   | 2014            |                                                                                                                                                                                                                                                                               | Género; Edad;                                                  | Experiencia del conductor; Velocidad; Cantidad de kilómetros recorridos                                                                                                                                      | Condición de luz; ciudad o rural; antigüedad del vehículo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 11                                                                             | Determination of the risk factor that influence occurrence time of traffic accidents whit survival analysis          | Oralhan B, Goktolga Z.                                                                                                                                | Turquia  | 2017            |                                                                                                                                                                                                                                                                               | Género; edad; educación;                                       | Tiempo de obtención de la licencia;                                                                                                                                                                          | Número de vehículos involucrados; Material de la carretera; Luz; tipo de camino; dirección de la carretera.                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 12                                                                             | Road crash fatality rates in France: A comparison of road user tyoes. taking account of travel practices.            | Liacine Bouaoun, Mohamed Mouloud Haddak, Emmanuelle Amoros                                                                                            | Francia  | 2015            |                                                                                                                                                                                                                                                                               | Usuario de la vía; sexo; edad;                                 | Distancia recorrida; cantidad de viajes; distancia recorrida; existencia de caminata previa;                                                                                                                 | Tipo de vehículo; descripción de la zona geográfica;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Fuente: Elaboración propia. Resultados de la búsqueda y análisis de la bibliografía.

Estas variables se expondrán a criterio de experto para seleccionar cuáles son las variables más relevantes y disponibles en la base de datos obtenida por Mutual CChC.

## Resultados de trabajo cualitativo

Con la información recolectada de la revisión bibliográfica se procedió a realizar a través de un trabajo de mesas de experto realizada en una sesión, con el objetivo de estimar cuáles de las variables encontradas entre las categorías Demográficas, Conductuales y/o Ambientales se podrían utilizar para un modelo de cálculo para estimar la probabilidad de padecer un accidente de trayecto.

Las variables puestas a disposición de los expertos se describen en el Anexo 2 y la planilla a ordenar en Anexo 3.

La clasificación de los expertos de las variables en las categorías de Demográficas, conductuales y ambientales tuvo mucha dispersión de los mismos, esto puede ser resultado de la diversa experiencia de los citados en el análisis de variables, aun así se recopilan los resultados en la siguiente tabla:

**Tabla 5 cantidad de variables por categoría**

| Experto         | Demográficas | Conductuales | Ambientales | Suma |
|-----------------|--------------|--------------|-------------|------|
| 1               | 11           | 11           | 17          | 39   |
| 2               | 12           | 13           | 14          | 39   |
| 3               | 13           | 14           | 12          | 39   |
| 4               | 8            | 12           | 19          | 39   |
| 5               | 20           | 8            | 11          | 39   |
| 6               | 12           | 11           | 16          | 39   |
| 7               | 9            | 10           | 20          | 39   |
| 8               | 20           | 8            | 11          | 39   |
| 9               | 23           | 8            | 8           | 39   |
| 10              | 12           | 14           | 13          | 39   |
|                 |              |              |             |      |
| <b>Promedio</b> | 14           | 11           | 14          |      |

Fuente: Elaboración propia. Datos provenientes de la clasificación de expertos.

Las variables con más dispersión de clasificación fueron las siguientes:

- Tiempo de licencia
- Tipo de vehículo
- Sistema de turno
- Años de conducción
- Nivel de educación
- Estación del año
- Propósito del viaje
- Fecha
- Número de vehículos involucrados

Dentro de la literatura revisada y en conjunción de la opinión de expertos se realizó un ejercicio de distribución de variables en cuanto a su frecuencia de ambos procesos de la investigación quedando de la siguiente forma:

**Tabla 6 Resultados clasificación de variables en función de distribución por categorías.**

| Proyecto: "Evaluación de la distancia recorrida por un trabajador durante el trayecto desde o hacia su trabajo como factor de riesgo de exposición en accidentes de tránsito de Mutual de Seguridad C.Ch.C." |                                    |             |                                                     |             |                                         |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|-------------|
| Profesión:                                                                                                                                                                                                   |                                    |             |                                                     |             |                                         |             |
| Institución:                                                                                                                                                                                                 |                                    |             |                                                     |             |                                         |             |
| N°                                                                                                                                                                                                           | Variables                          |             |                                                     |             |                                         |             |
|                                                                                                                                                                                                              | Demográficas                       | Ponderación | Conductuales                                        | Ponderación | Ambientales                             | Ponderación |
|                                                                                                                                                                                                              | EDAD                               |             | TIEMPO DE TENER LICENCIA                            |             | CONDICIONES CLIMÁTICAS                  |             |
|                                                                                                                                                                                                              | GÉNERO                             |             | DIRECCIÓN DEL CAMINO                                |             | LUZ (DÍA/NOCHE)                         |             |
|                                                                                                                                                                                                              | NIVEL DE EDUCACIÓN DEL CONDUCTOR   |             | USO DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD (EJ: CASCO, CINTURÓN) |             | ILUMINACIÓN ARTIFICIAL                  |             |
|                                                                                                                                                                                                              | TIPO DE VEHÍCULO (MODERNO/ANTIGUO) |             | FATIGA DEL CONDUCTOR                                |             | SUELO LLUVIOSO/SECO                     |             |
|                                                                                                                                                                                                              | SEXO                               |             | NO RESPETE DEL LÍMITE DE VELOCIDAD                  |             | TIPO DE CAMINO (CARRETERA/CIUDAD/RURAL) |             |
|                                                                                                                                                                                                              | ENFERMEDADES PREVIAS               |             | SEVERIDAD DEL ACCIDENTE                             |             | ALINEACIÓN DE RUTA (CURVA/RECTA)        |             |
|                                                                                                                                                                                                              | PAÍS DE ORIGEN                     |             | DISTANCIA RECORRIDA                                 |             | INCLINACIÓN DE LA RUTA (BAJADA/SUBIDA)  |             |
|                                                                                                                                                                                                              | FECHA DEL ACCIDENTE                |             | CONDUCTA TEMERARIA AL VOLANTE                       |             | ESTADO DEL PAVIMENTO                    |             |
|                                                                                                                                                                                                              | TIPO DE USUARIO                    |             | USO DE FÁRMACOS                                     |             | SEÑALES DE TRÁNSITO                     |             |
|                                                                                                                                                                                                              | AÑOS DE CAPACITACIÓN               |             | EXCESO DE VELOCIDAD                                 |             | HORA DEL DÍA                            |             |
|                                                                                                                                                                                                              | ENFERMEDADES PREVIAS               |             | FALTA DE SUEÑO                                      |             | ESTACIÓN DEL AÑO                        |             |
|                                                                                                                                                                                                              |                                    |             | FALTA DE ATENCIÓN                                   |             | NÚMERO DE VEHÍCULOS INVOLUCRADOS        |             |
|                                                                                                                                                                                                              |                                    |             | PERCEPCIÓN DE RIESGO VIAL                           |             | ANIMALES EN LA VÍA                      |             |
|                                                                                                                                                                                                              |                                    |             | PROPÓSITO DEL VIAJE                                 |             | MODOS DEL ACCIDENTE (CHOQUE/COLISIÓN)   |             |
| Cantidad                                                                                                                                                                                                     | 11                                 |             | 14                                                  |             | 14                                      |             |

Fuente: elaboración propia.

**Nota:** en las variables Nivel de educación del conductor, señales de tránsito y distancia recorrida se utilizó criterio de experto de la consultora para facilitar la clasificación puesto que los expertos la habían seleccionado en las tres categorías.

Para la segunda parte del trabajo de mesa de expertos en para estimar la ponderación o peso de cada variables, se optó con la nueva clasificación asignarle el valor propuesto por cada experto, así facilitar el análisis y la comprensión como fin práctico de seleccionar las variables de mayor importancia para el análisis de riesgo de una accidente de tránsito, cabe señalar que en la bibliografía revisada no existe una ponderación intrínseca de las variables analizadas y expuesta a valoración de expertos. Esta ponderación tiene como objetivo seleccionar las variables más relevantes para el análisis de accidentes de trayecto, esto con función de optimizar la solicitud de variables a Mutual CChC. para fortalecer el análisis de los modelos probabilísticos y/o teóricos. La ponderación de resultados de importancia se ve reflejada en la siguiente tabla:



**Tabla 7 Ponderación de importancia de variables por categoría según expertos**

|                                                                                                                                                                                                              |                                    |             |                                                     |             |                                         |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|-------------|
| Proyecto: "Evaluación de la distancia recorrida por un trabajador durante el trayecto desde o hacia su trabajo como factor de riesgo de exposición en accidentes de tránsito de Mutual de Seguridad C.Ch.C." |                                    |             |                                                     |             |                                         |             |
| Profesión:                                                                                                                                                                                                   |                                    |             |                                                     |             |                                         |             |
| Institución:                                                                                                                                                                                                 |                                    |             |                                                     |             |                                         |             |
|                                                                                                                                                                                                              | Variables                          |             |                                                     |             |                                         |             |
| N°                                                                                                                                                                                                           | Demográficas                       | Ponderación | Conductuales                                        | Ponderación | Ambientales                             | Ponderación |
|                                                                                                                                                                                                              | EDAD                               |             | TIEMPO DE TENER LICENCIA                            | 2           | CONDICIONES CLIMÁTICAS                  | 2           |
|                                                                                                                                                                                                              | GÉNERO                             |             | DIRECCIÓN DEL CAMINO                                |             | LUZ (DÍA/NOCHE)                         | 4           |
|                                                                                                                                                                                                              | NIVEL DE EDUCACIÓN DEL CONDUCTOR   |             | USO DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD (EJ: CASCO, CINTURÓN) |             | ILUMINACIÓN ARTIFICIAL                  |             |
|                                                                                                                                                                                                              | TIPO DE VEHÍCULO (MODERNO/ANTIGUO) | 1           | FATIGA DEL CONDUCTOR                                | 3           | SUELO LLUVIOSO/SECO                     | 3           |
|                                                                                                                                                                                                              | SEXO                               | 5           | NO RESPETE DEL LÍMITE DE VELOCIDAD                  |             | TIPO DE CAMINO (CARRETERA/CIUDAD/RURAL) |             |
|                                                                                                                                                                                                              | ENFERMEDADES PREVIAS               |             | SEVERIDAD DEL ACCIDENTE                             |             | ALINEACIÓN DE RUTA (CURVA/RECTA)        |             |
|                                                                                                                                                                                                              | PAÍS DE ORIGEN                     |             | DISTANCIA RECORRIDA                                 |             | INCLINACIÓN DE LA RUTA (BAJADA/SUBIDA)  |             |
|                                                                                                                                                                                                              | FECHA DEL ACCIDENTE                |             | CONDUCTA TEMERARIA AL VOLANTE                       |             | ESTADO DEL PAVIMENTO                    | 1           |
|                                                                                                                                                                                                              | TIPO DE USUARIO                    | 2           | USO DE FÁRMACOS                                     | 4           | SEÑALES DE TRÁNSITO                     | 5           |
|                                                                                                                                                                                                              | AÑOS DE CAPACITACIÓN               | 4           | EXCESO DE VELOCIDAD                                 | 1           | HORA DEL DÍA                            |             |
|                                                                                                                                                                                                              | ENFERMEDADES PREVIAS               | 3           | FALTA DE SUEÑO                                      |             | ESTACIÓN DEL AÑO                        |             |
|                                                                                                                                                                                                              |                                    |             | FALTA DE ATENCIÓN                                   | 5           | NÚMERO DE VEHÍCULOS INVOLUCRADOS        |             |
|                                                                                                                                                                                                              |                                    |             | PERCEPCIÓN DE RIESGO VIAL                           |             | ANIMALES EN LA VÍA                      |             |
|                                                                                                                                                                                                              |                                    |             | PROPÓSITO DEL VIAJE                                 |             | MODO DEL ACCIDENTE (CHOQUE/COLISIÓN)    |             |

Fuente: Elaboración propia. Clasificación relacionada con el criterio de experto.

Se destaca que las variables como enfermedades previas, distancia recorrida, falta de sueño, edad fueron consideradas por algunos expertos con cierto criterio de importancia, pero no alcanzaron a dar peso en la ponderación.

Se procedió a solicitar agregar a la base de datos de Mutual CChC las variables seleccionadas por los expertos como importantes a la hora de estimar la probabilidad de riesgo de padecer un accidente de trayecto, pero no se pudo tener acceso porque no estaban disponibles para los tramos y fechas seleccionadas de los casos para análisis de la base de datos base.

## Resultados modelo teórico de análisis de datos

Para efectos del modelo teórico de análisis de datos se utilizó la base de datos definida para los casos posibles de descripción de casos, la cual se ilustra en resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 8: Resumen de datos para evaluación de cálculo de probabilidad de accidentes.**

| Total de accidentes       | 131148   |                                                     |          |       |       |          |          |          |          |       |
|---------------------------|----------|-----------------------------------------------------|----------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|-------|
| Accidentes geolocalizados | 63294    | Se utilizaron las APIs de Google y ArcGIS para esto |          |       |       |          |          |          |          |       |
| Variables                 | 25%      | 50%                                                 | 75%      | count | freq  | max      | mean     | min      | std      | uni   |
| bde_comuna_acc            |          |                                                     |          | 63294 | 4674  |          |          |          |          | 334   |
| bde_comuna_adherente      |          |                                                     |          | 63294 | 6907  |          |          |          |          | 311   |
| bde_comuna_trabajador     |          |                                                     |          | 63294 | 3483  |          |          |          |          | 326   |
| bde_nomb_calle_accidente  |          |                                                     |          | 63294 | 454   |          |          |          |          | 41318 |
| bde_nomb_calle_empleador  |          |                                                     |          | 63294 | 461   |          |          |          |          | 15453 |
| bde_nomb_calle_trabajador |          |                                                     |          | 63294 | 367   |          |          |          |          | 41786 |
| bde_num_calle_accidente   |          |                                                     |          | 63294 | 56906 |          |          |          |          | 1040  |
| bde_num_calle_empleador   |          |                                                     |          | 63294 | 11974 |          |          |          |          | 6167  |
| bde_num_calle_trabajador  |          |                                                     |          | 63294 | 1484  |          |          |          |          | 14934 |
| calificacion              |          |                                                     |          | 63294 | 63294 |          |          |          |          | 1     |
| caso_nom_diag_1_may_est   |          |                                                     |          | 63294 | 4321  |          |          |          |          | 922   |
| caso_profesion_ocupacion  |          |                                                     |          | 63294 | 13399 |          |          |          |          | 407   |
| cntr_codigo               | 1389943  | 1649165                                             | 2240893  | 62967 |       | 2727167  | 1786913  | 1242298  | 422840,6 |       |
| cntr_idi_mct              |          |                                                     |          | 63294 | 2260  |          |          |          |          | 23827 |
| grave                     | 0        | 0                                                   | 0        | 63294 |       | 1        | 0,124072 | 0        | 0,329666 |       |
| pcnt_edad                 | 27       | 34                                                  | 45       | 63294 |       | 96       | 36,57582 | 0        | 12,33012 |       |
| pcnt_genero               |          |                                                     |          | 63294 | 39694 |          |          |          |          | 2     |
| pcnt_id_paciente          | 1232120  | 1634984                                             | 2031186  | 63294 |       | 2573451  | 1597831  | 349912   | 517249,9 |       |
| resolucion_accidente      |          |                                                     |          | 63294 | 63294 |          |          |          |          | 1     |
| rpss_dias_reposo          | 1        | 3                                                   | 12       | 63294 |       | 1794     | 22,49245 | 0        | 66,83909 |       |
| stp_ctp                   |          |                                                     |          | 63294 | 47010 |          |          |          |          | 2     |
| tipo_marca                |          |                                                     |          | 63294 | 63294 |          |          |          |          | 1     |
| vehiculo_paciente         |          |                                                     |          | 63294 | 19912 |          |          |          |          | 9     |
| x                         | -71,363  | -70,7302                                            | -70,6283 | 63294 | NaN   | 137,975  | -70,8646 | -122,45  | 7,323545 |       |
| y                         | -34,1548 | -33,5137                                            | -33,4087 | 63294 | NaN   | 61,86572 | -33,1782 | -54,9333 | 7,164714 |       |

Fuente: Elaboración propia. Provenientes de la base de datos ACC.

Nota: count = conteo; freq= frecuencia; max= valor máximo; mean= promedio; min= valor mínimo; std= desviación estándar; uni = valor único.

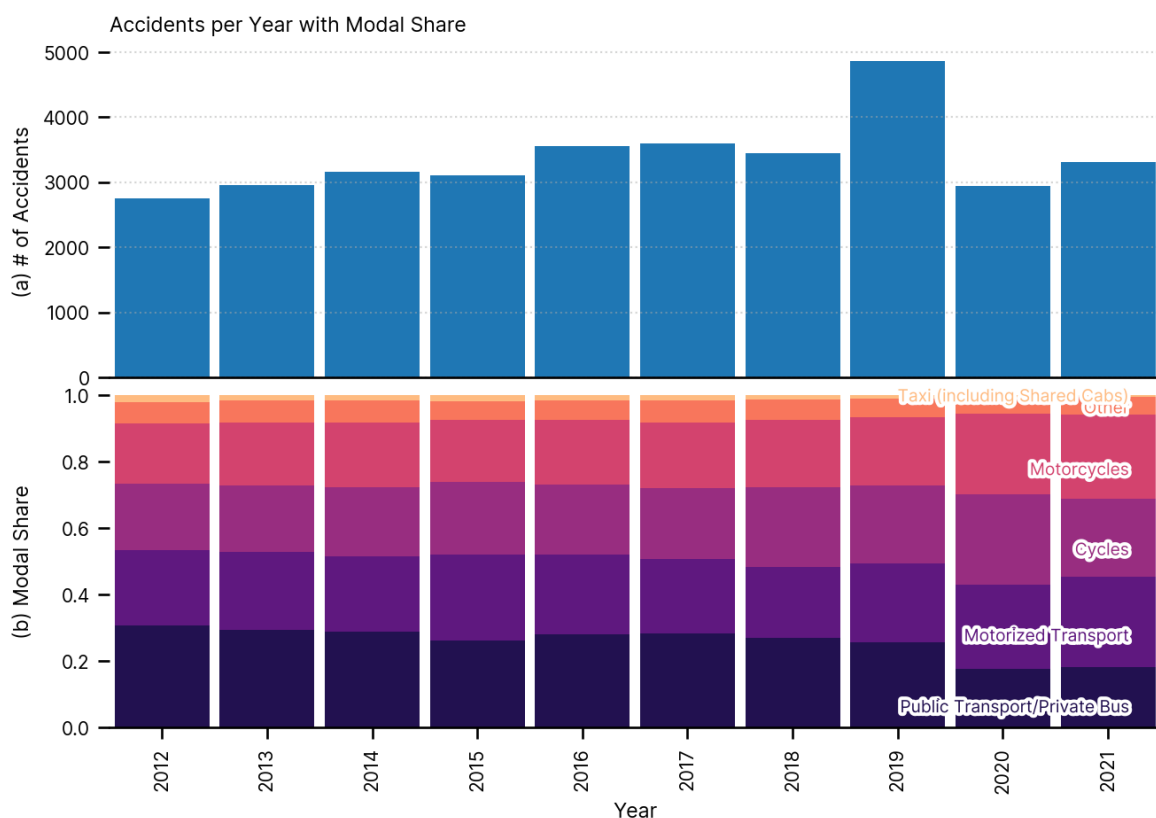
Nota 2: prefijo “bde\_nomb---“ refiere a base de datos nombre para designar una variable,

Se presentan los resultados del análisis realizado sobre los accidentes de trayecto y su probabilidad de accidentabilidad en el entorno laboral en función de los datos recopilados de 10 años de accidentes de trayecto sin resultado de muerte por Mutual Cámara Chilena de la Construcción, en marco del proyecto de investigación. Se examinaron datos recopilados durante el periodo de 10 años, con el objetivo de identificar patrones y tendencias significativas que puedan influir en la ocurrencia de estos incidentes.

Los resultados obtenidos ofrecen una visión detallada de la frecuencia y distribución de los accidentes de trayecto, así como de los factores asociados que contribuyen a su probabilidad.

Para la distribución de los accidentes en función de su tipo de movilización se encontró el siguiente gráfico.

Gráfico 3: Accidentes de trayecto versus el tipo de movilización.

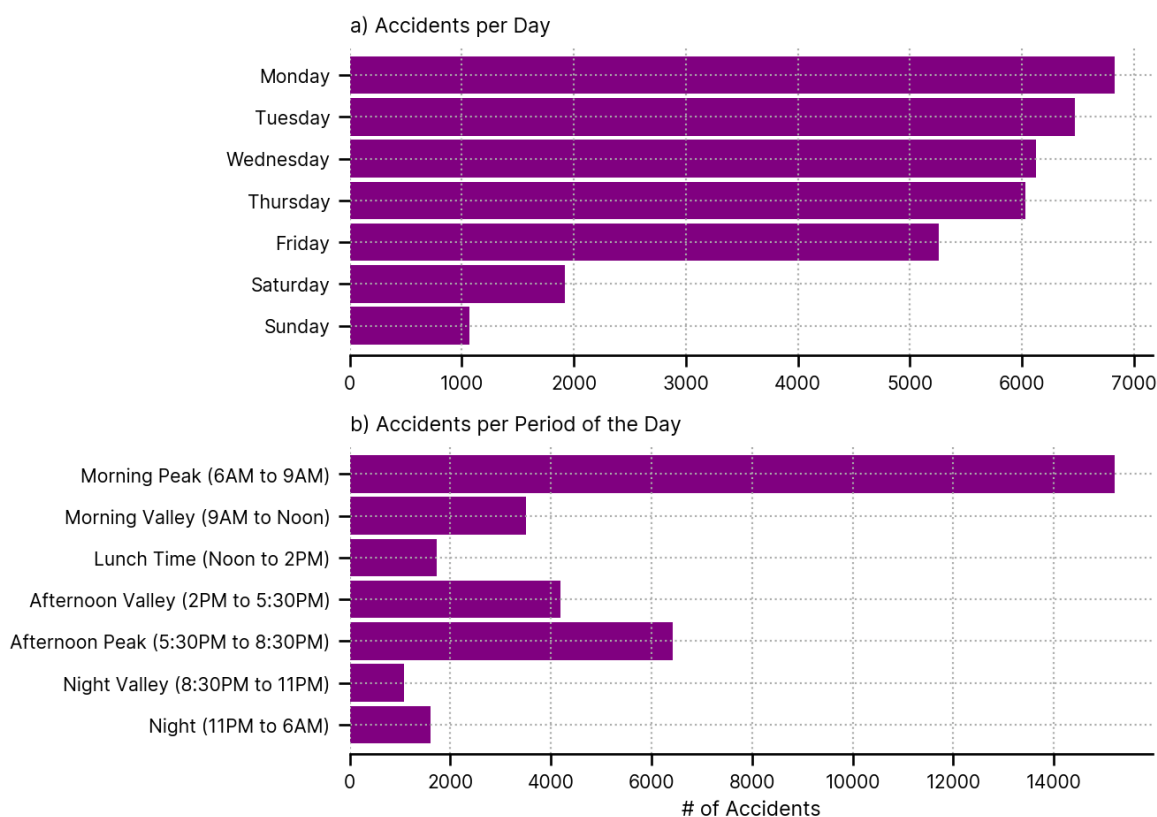


Fuente: Elaboración propia. Provenientes de la base de datos ACC.

En el gráfico se puede ver que los accidentes producidos por ciclos existieron un leve aumento el año 2020, esto se pudo haber producido por el periodo de la pandemia y el cambio de las formas de trayecto dentro de la ciudad (Duo Li, 2023), también se ve una disminución para los años 2020 y 2021 de los accidentes relacionados con el transporte público. Los accidentes relacionados con las motos se ven incrementados en función del aumento del parque vehicular de este tipo de transporte en los años 2020 y 2021.

Cuando analizamos la distribución de los accidentes en función del periodo para la ocurrencia del accidente encontramos el siguiente gráfico:

Gráfico 4: Accidentes por día y su temporalidad versus accidentes de trayecto.

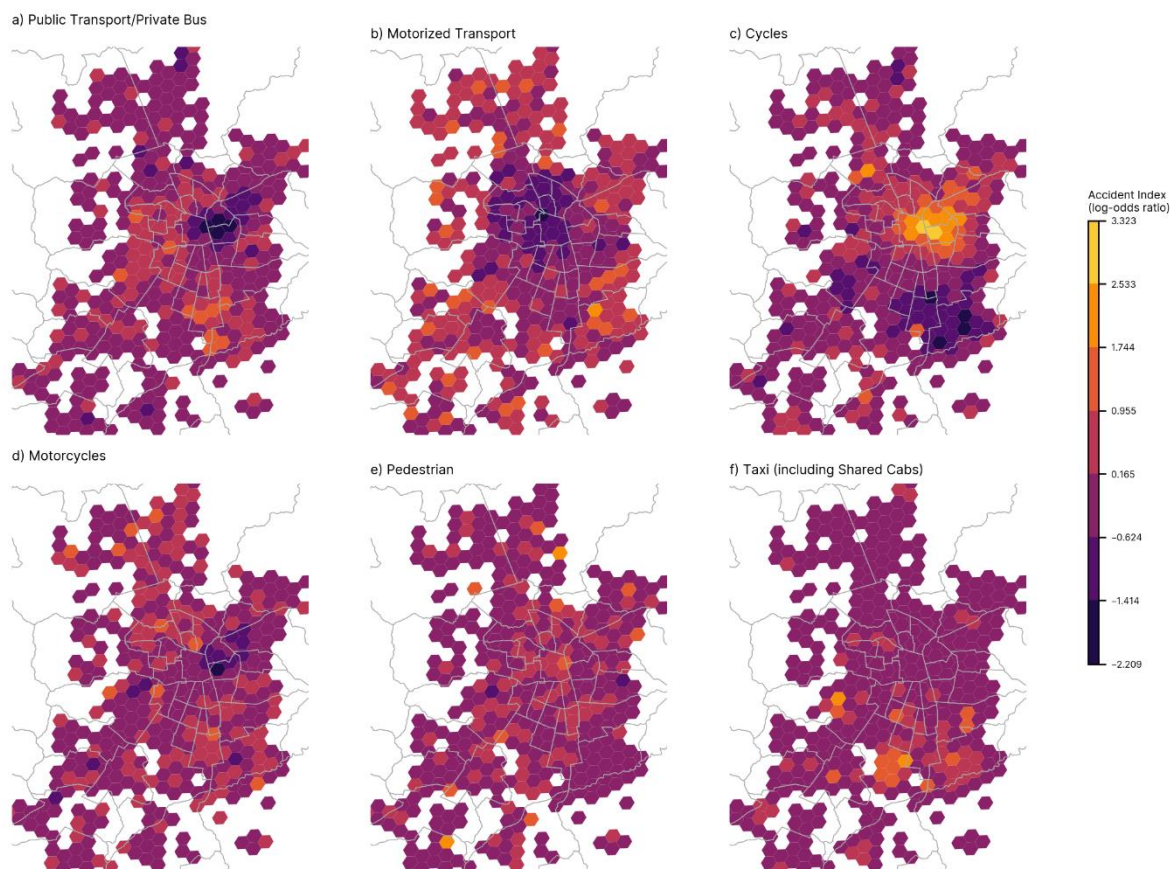


Fuente: Elaboración propia. Provenientes de la base de datos ACC.

El gráfico muestra como el horario de la mañana de 6am hasta las 9am es el periodo donde hay más prevalencia de accidentes de trayecto seguido del horario de las 5.30pm a las 8:30pm confirmando que los periodos de traslado de entrada y salida del trabajo es donde existe un aumento de los accidentes de trayecto. Por otra parte es interesante el fenómeno de que existe una prevalencia aumentada para el día lunes versus los otros días.

Cuando analizamos el modo de transporte utilizado y su distribución espacial, encontramos el siguiente gráfico:

Gráfico 5: Modos de tránsito y accidentes de trayecto. Mapa de calor sobre distribución espacial de los mismos.

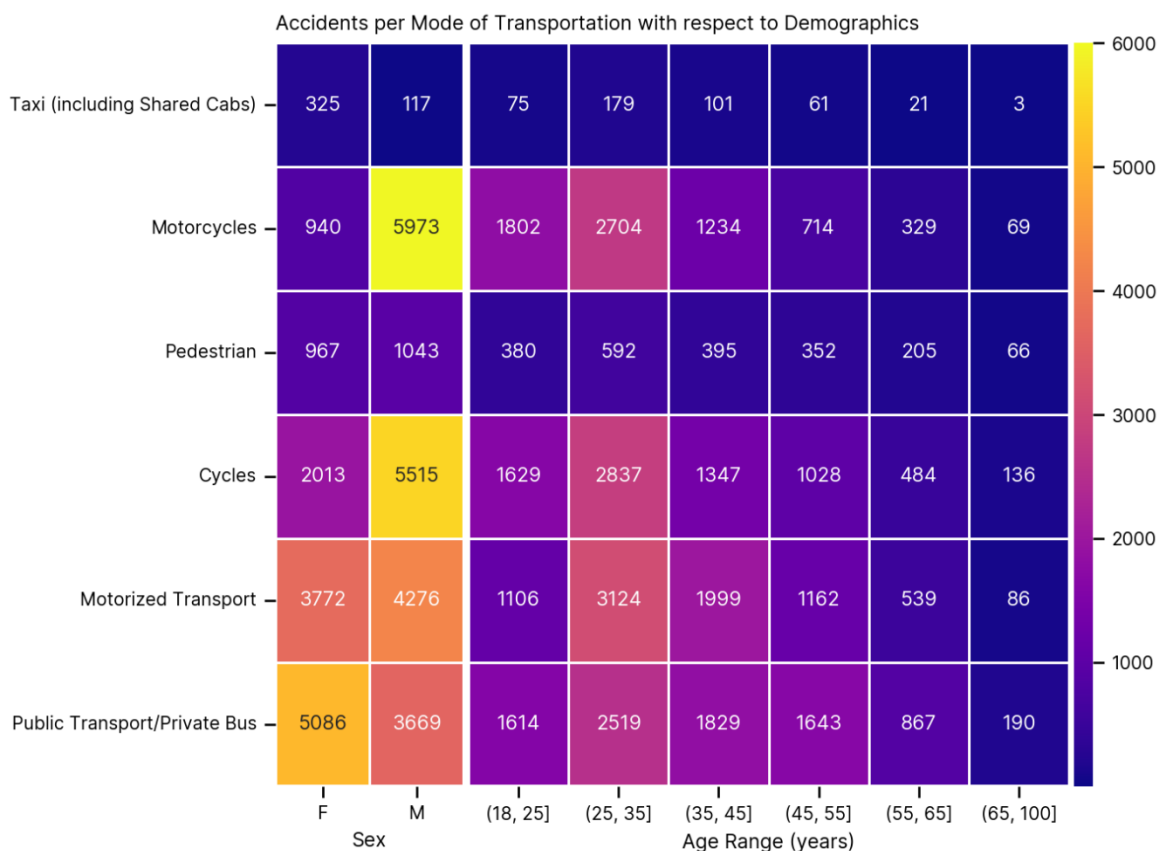


Fuente: Elaboración propia. Provenientes de la base de datos ACC.

En el gráfico se puede observar que los accidentes de trabajadores que se desplazan en ciclos se agrupan principalmente en el centro de la ciudad (Sectores comuna Providencia, Ñuñoa, Santiago, Las Condes) y que en la periferia de la ciudad se describe una mayor densidad de casos de accidentes de motos y vehículos de transporte privado como taxis o colectivos. Los accidentes desarrollados utilizando el transporte público aparentemente tienen una distribución homogénea en la capital.

Cuando analizamos la distribución por sexo y edad tenemos la siguiente gráfica:

Gráfico 6: Edad y Sexo versus accidentes de trayecto.

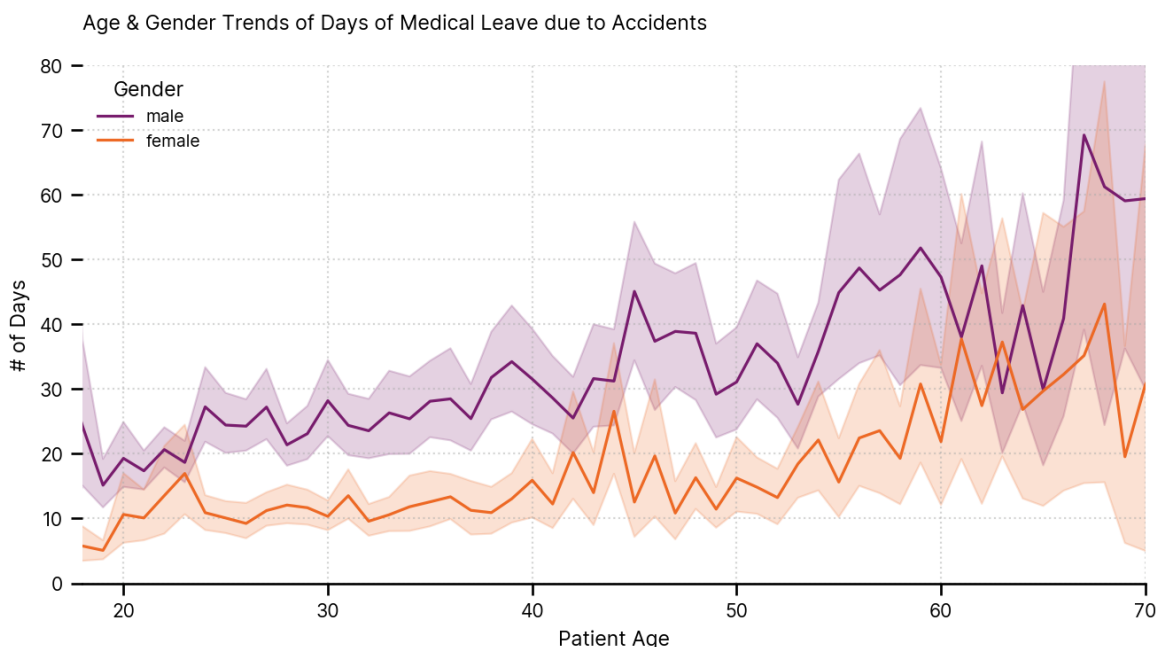


Fuente: Elaboración propia. Provenientes de la base de datos ACC.

Se produce un análisis interesante en el cual para el uso del transporte público las trabajadoras de sexo femenino tienen una mayor prevalencia que los trabajadores hombres, por otro lado en los accidentes de ciclos y motos la distribución es hacia los trabajadores de sexo masculino. Cuando se analizan los accidentes de trayecto por segmento etario, estos se acumulan entre los 18 y 45 años, correspondiente principalmente al segmento etario predominante en nuestro país.

Se realizó un análisis de severidad del accidente usando como proxy los días de licencia médica o reposo laboral y se observó el comportamiento por sexo, donde se obtuvo el siguiente gráfico:

Gráfico 7: Relación entre sexo y días de reposo médico por accidente laboral



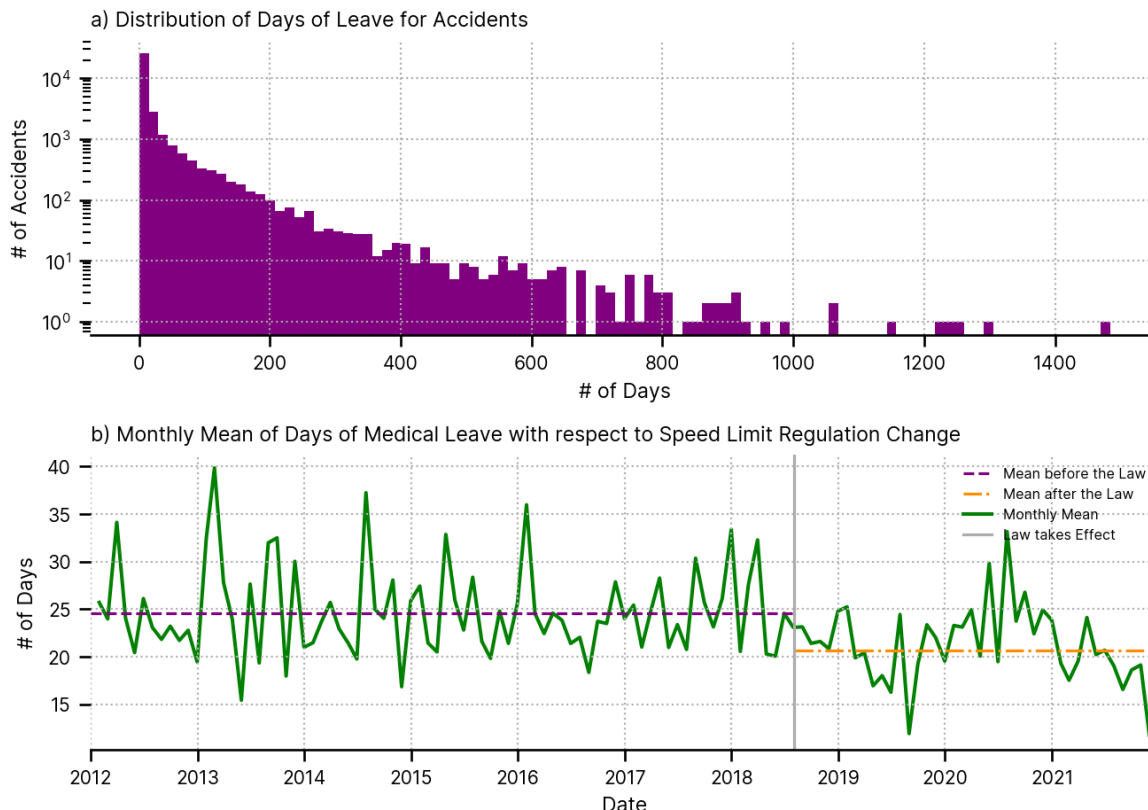
Fuente: Elaboración propia. Provenientes de la base de datos ACC.

Nota: Patient Age = Edad del paciente que fue atendido por un accidente de trayecto en Mutual CChC.  
# of Days= cantidad de días perdidos por accidentes de trayecto o reposo laboral.

Como se puede observar en el gráfico los hombres tienen más días de reposo médico laboral, por otra parte los trabajadores de más edad que presentan accidentes de trayecto los días de reposo aumentan de forma cercana a la lineal.

En un análisis más profundo usando la asociación de los días de reposo laboral a causa de un accidente de trayecto se puede estimar una tendencia sobre el efecto de la disminución de la velocidad máxima y la severidad de los accidentes como se observa en siguiente gráfico:

Gráfico 8: Distribución de los días de los accidentes de trayecto y el efecto de la Ley de disminución de la velocidad máxima.



Fuente: Elaboración propia. Provenientes de la base de datos ACC.

Nota: Signo “#” referente a cantidad de casos en ambos gráficos.

Como se puede observar en el promedio de días perdidos por accidentes de trayecto se ve un “quiebre” a finales del año 2018 donde se enmarca el inicio de la Ley de disminución de la velocidad. Hay que tener consideración con la valoración de estos datos puesto que también conlleva los años relacionados la pandemia de COVID, y esto puede estar explicando también la disminución del promedio de los días perdidos.

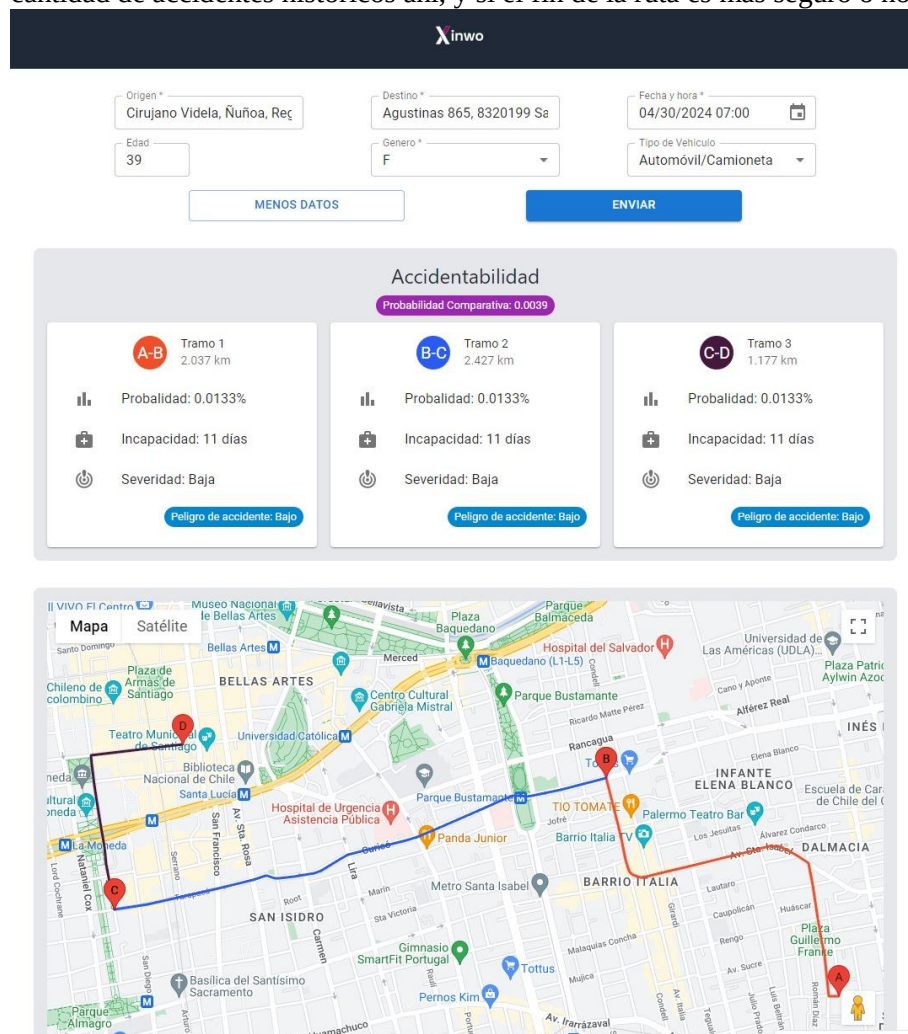
## Resultados sobre modelos de probabilidad de accidentes de trayecto

Para la página web de entregable, se preparó un modelo que pudiera interactuar con un mapa de accidentes basado en la información disponible. Todo el universo de datos de accidentes fue agrupado en ‘clusters’ geográficos que generarían nodos de accidentabilidad. Si una ruta desde el punto A hacia el destino B cruza un nodo con probabilidad de accidente, el modelo la calcula según las variables que le fueron entregadas: el día de la semana, la hora, edad, género y tipo de vehículo del transporte. Estas variables impactan en la probabilidad de accidente y en la severidad en caso de ocurrir uno también, información que es proporcionada por el modelo. Sobre la severidad del accidente y los días de invalidez asociados, el modelo fue entrenado con los días de invalidez proporcionados en la data, pero como la información no era completa, con la descripción del accidente mismo también: esto es aprende de que las palabras como fractura, concusión, golpe se asocian a ciertos valores de días de invalidez que le permite poder inferir en como los datos de origen (tipo de



vehículo, genero, edad) se asocian a los días de invalidez en caso de ocurrir un accidente.

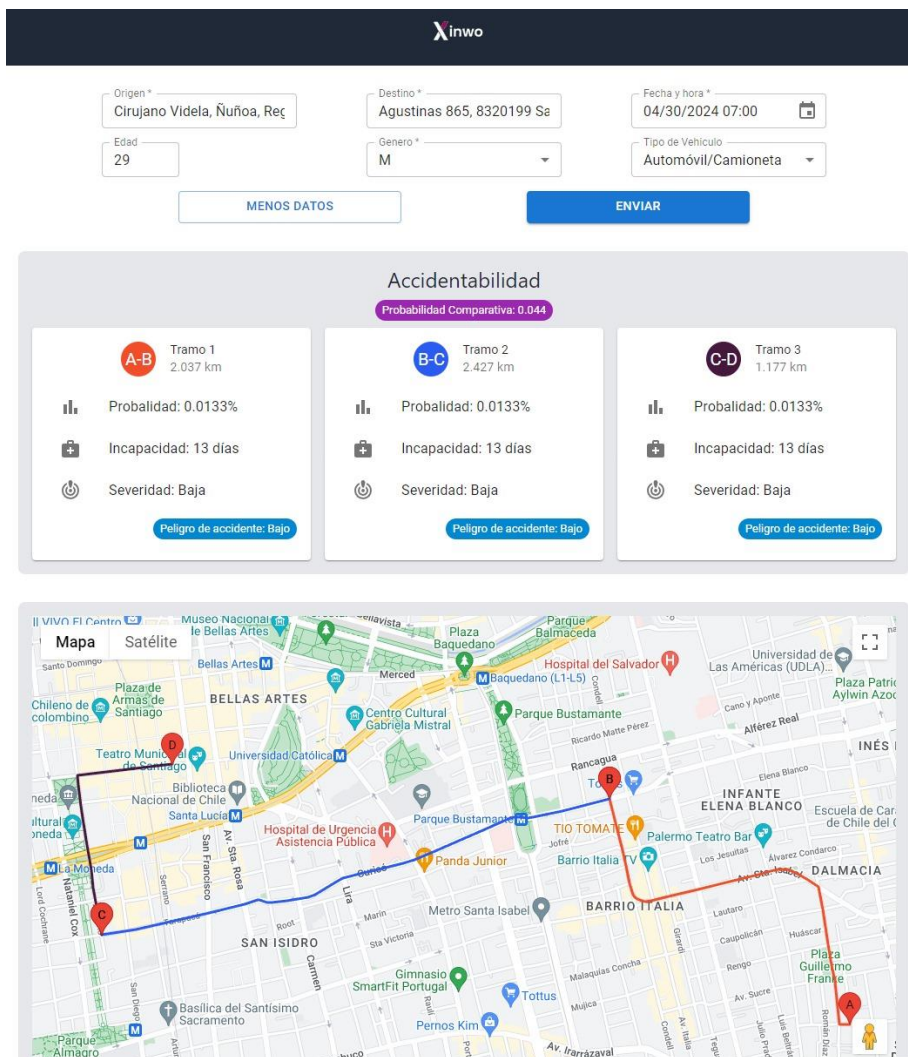
El modelo al agrupar en clusters de accidentabilidad los datos, permite que la ruta se seccione en diferentes partes para poder calcular por separado la probabilidad, lo que mejoraría la precisión y aplicaciones de transporte, ya que indicaría si un tramo en particular es peligroso debido a gran cantidad de accidentes históricos ahí, y si el fin de la ruta es más seguro o no.



Fuente: Elaboración propia. Proveniente de la aplicación web creada por el equipo de investigación.

Figura 1: ejemplo de mapa de ruta y accidentabilidad en la página web.

En la figura 1 en la parte superior se ve la zona donde se pueden colocar los campos de interés para el análisis de accidentes, en color violeta, el valor encontrado es asociado a un factor que multiplicado por la probabilidad que genera un accidente de tránsito en Santiago, da la probabilidad condicional de tener un accidente dado los criterios ingresados en el menú superior. Observar que los valores tienden a ser muy bajos y que la mayoría de los casos este valor no estará definido para cierta combinación de factores y/o parámetros relacionados con los accidentes de trayecto, en cuyo caso se mostrará un mensaje de valor no encontrado.



Fuente: Elaboración propia. Proveniente de la aplicación web creada por el equipo de investigación.

Figura 2: ejemplo de mapa de ruta con otros origen y destino.

Ambas figuras muestran los diferentes factores de probabilidad sobre la misma ruta cambiando 'inputs' iniciales.

En la parte inferior, vemos la página web secciona en tres partes la ruta, con una partición aproximada de 25-50-25% de la ruta, y en base a eso calcula la probabilidad. Una oportunidad de mejora interesante a futuro al tener datos más completos de accidentabilidad de todas las fuentes oficiales permitiría generar mapas de calor más precisos, clusters de información más pequeños, y esto a su vez particionar en más secciones la ruta, pudiendo en caso de que un valor de probabilidad pase cierto umbral (o sea, alta probabilidad de accidente), ofrecer una ruta alternativa para ese tramo. Esto dependería tanto del cálculo del modelo como de la herramienta ruter que se utilice, siendo en el caso de la página web el motor del mapa Google maps y sus servicios de enrutamiento. Otra oportunidad de mejora para proyectos probabilísticos como este es ofrecer diferentes configuraciones de la misma ruta, pero variando la hora, pudiendo indicar si atrasar o adelantar un viaje en cierto periodo de horas, impacta significativamente la chance de tener un accidente. O si bien para la misma hora una ruta alternativa reduce esta probabilidad.

Cabe recordar también de que la accidentabilidad en este caso es estudiada y calculada sólo de los datos entregados, o sea considera cuantos accidentes ocurren en una zona geográfica en particular, pero deja fuera factores externos como el clima, por ejemplo, que puede ser una poderosa variable a estudiar y entrenar modelos para considerarla. Teniendo acceso a datos climáticos y cruzarlos con la información de accidentes le permitiría al modelo designar cuanto pesa esa variable y considerarla para las estimaciones futuras.

En comparación con el modelo de estudio estadístico proporcionado (zona violeta de la página web), el modelo de machine learning (parte inferior de la web) se diferencia al ofrecer mayor flexibilidad en poder extrapolar y calcular en rutas donde no existe información disponible, ya que estos modelos tienden a completar la data y hacen un esfuerzo por responder, siendo la precisión dependiente de la calidad de la data con la que fue entrenada el modelo. Mientras que la información estadística proporcionada nos puede dar datos concretos sobre la accidentabilidad en rutas de comuna a comuna conocidas, el modelo utilizado en el mapa permite seccionarlo en varias rutas potenciales de transporte para ofrecer mayores opciones de alternativas de transporte a futuro.

La página está disponible en:

<https://brandonslp.dev/susesos-app/>

**Nota:** Se considera un prototipo de un modelo que debe ir siendo alimentado con más datos de los que se obtuvieron al momento de creación, no se recomienda el uso para tomar decisiones que impliquen cambios en la gestión de riesgo de las empresas o de los administradores del seguro de la Ley 16.744.

## Recomendaciones

### Recomendaciones sobre el uso de este tipo de modelos en la gestión de accidentes viales en el contexto del trabajo

---

Para garantizar el éxito en el desarrollo y aplicación de un proyecto sobre la medición de la probabilidad de riesgo de accidente de trayecto mediante la distancia recorrida, se debe asegurar la recopilación de datos precisos y confiables sobre los puntos relacionados con el accidente, que para nuestro modelo fueron origen, accidente y destino, para así considerar la distancia recorrida por los vehículos, un factor determinante a la hora de analizar probabilidad de riesgo de accidente de trayecto. Se espera integrar otras variables relevantes, como condiciones del tiempo, estado del tráfico y tipo de carretera, para mejorar la precisión del modelo predictivo por lo que se propone indagar y profundizar este tipo de variables en el análisis de los accidentes de trayecto.

Continuar la mejora del desarrollo de un modelo utilizando técnicas de análisis de datos y aprendizaje automático, para ello se recomienda generar bases de datos con gran número de casos y comparar con los datos obtenidos a nivel nacional o bien de todos los accidentes relacionados con el trabajo de Mutua CChC, así validar el rendimiento del modelo utilizando datos históricos y pruebas en tiempo real.

En un futuro al implementar un modelo de esta magnitud se recomienda medidas preventivas basadas en los resultados del modelo, como la identificación de rutas más seguras o la aplicación de políticas de seguridad vial, para tramos que se considere como “riesgoso” o bien estimar mejoras en las condiciones de traslado de los trabajadores que potencialmente tienen una probabilidad mayor de estar afecto a un accidente de trayecto.

Se recomienda realizar un monitoreo continuo del rendimiento del modelo y realiza ajustes según sea necesario, y asegúrate de cumplir con todas las consideraciones éticas y legales relacionadas con la recopilación y el uso de datos de conducción.

## Recomendaciones para empresas sobre el uso de modelos predictivos para accidentes de trayecto

---

En el ámbito empresarial, la seguridad vial se ha convertido en una prioridad cada vez más importante. Un modelo predictivo juega un papel fundamental en la gestión de esta seguridad, ofreciendo herramientas para comprender y mitigar los riesgos asociados con la conducción empresarial. A continuación, exploraremos cómo un modelo predictivo puede ser una herramienta valiosa en este contexto.

Un modelo predictivo podría permitir la identificación de patrones de riesgo. Al analizar datos históricos de accidentes de trayecto y combinarlos con información sobre condiciones climáticas, estado del tráfico, hora del día y otros factores relevantes, las empresas pueden identificar áreas y momentos de mayor riesgo. Esto proporciona una base sólida para la implementación de medidas preventivas específicas. Por ejemplo, si los datos muestran que los accidentes son más comunes en ciertas rutas durante horas punta, la empresa puede tomar medidas para mejorar la seguridad en esas áreas específicas, como aumentar la visibilidad con señalización adicional o mejorar la iluminación. Por otra parte se podría permitir una gestión proactiva de riesgos al anticipar situaciones peligrosas y tomar medidas preventivas adecuadas, disminuyendo costos para la empresa como disminuyendo la severidad y potencial mortalidad de los trabajadores. Por ejemplo, si el modelo identifica un aumento en el riesgo de accidentes debido a condiciones climáticas adversas, la empresa puede implementar políticas que desalienten la conducción en esas condiciones o proporcionar entrenamiento adicional a los conductores sobre cómo manejar situaciones de baja visibilidad. Por ello un modelo predictivo facilita la optimización de la asignación de recursos. Al comprender mejor las áreas y momentos de mayor riesgo de accidentes de trayecto.

Además de proteger a los empleados y los activos de la empresa, la prevención de accidentes también puede tener un impacto significativo en los costos empresariales. Los accidentes de trayecto pueden resultar en costos significativos asociados con daños a la propiedad, lesiones de empleados y tiempo de inactividad. Al prevenir estos accidentes, las empresas pueden reducir estos costos y proteger su salud financiera a largo plazo. Esto no solo beneficia a la empresa directamente, sino que también puede tener un impacto positivo en el ambiente laboral y la percepción de la empresa por parte de los clientes y otras partes interesadas.

Además, cumplir con las regulaciones de seguridad vial no solo es una obligación legal, sino que también un factor ético y moral como un empleador comprometido con la seguridad de sus empleados. Las empresas que implementan medidas proactivas para prevenir accidentes de trayecto pueden mejorar su imagen corporativa y construir relaciones más sólidas con clientes, proveedores y otras partes interesadas. Esto puede tener beneficios a largo plazo en términos de lealtad del cliente, retención de talento y posicionamiento en el mercado.

## Recomendaciones sobre los datos analizados de accidentes de trayecto.

---

En función de lo descrito en los resultados se describe que se debe seguir trabajando en la estandarización de datos proponiendo implementar criterios de geocodificación estandarizados en la recolección de datos para mejorar la calidad y precisión del análisis estadístico para este tipo de modelos. Por otra parte se debe considerar los factores externos relacionados con los accidentes de trayecto, incluyendo diversas variables para enriquecer el análisis, así dar peso a lo expuesto por los expertos, así enriquecer el estudio y gestión del riesgo de este tipo de accidentes.

Sobre medidas de seguridad específicas, se recomienda desarrollar campañas de concienciación y medidas de seguridad específicas para hombres que usan ciclos y motocicletas por la alta cantidad de casos relacionados con los accidentes de trayecto, así como para mujeres que utilizan el transporte público, para su movilización.

Se recomienda realizar las medidas de prevención focalizadas en el grupo de edad de 25 a 35 años, que presenta la mayor incidencia de accidentes, para reducir el riesgo y la frecuencia de estos incidentes.

Estas medidas si bien están siendo desarrolladas tanto por Mutual CChC. como por otras entidades como CONASET, se espera se refuerce estas ideas para disminuir la cantidad de accidentes de trayecto.

## Conclusiones

El informe detalla un proceso para desarrollar un modelo de aplicación destinado a estimar el riesgo de sufrir un accidente durante un trayecto, utilizando la base de datos proporcionada por Mutual CChC. Tras revisar la literatura especializada, se identificaron variables clave que podrían influir en la probabilidad de sufrir un accidente durante un trayecto laboral, incluyendo sexo, tipo de vehículo, estado de la vía, día y hora del accidente, edad y condiciones climáticas. Estas variables fueron evaluadas por un equipo de expertos, quienes coincidieron en su importancia en relación con los accidentes de tránsito/trayecto. Sin embargo, al analizar la base de datos proporcionada, solo se pudo optimizar alrededor del 10% de los datos debido a la incompletitud o generalización de las direcciones de origen, accidente o destino. Se sugiere estandarizar la entrada de datos con criterios de geocodificación para mejorar los recursos disponibles para análisis estadísticos. A pesar de las limitaciones en los datos, se aplicaron técnicas de clustering para estandarizarlos y geocodificarlos, y se emplearon dos metodologías para evaluar el riesgo de accidente. Se destaca la necesidad de considerar factores externos como el clima y ofrecer alternativas de ruta en función de diferentes condiciones como posibles mejoras futuras.

Al analizar los datos encontrados, se observó que los porcentajes de tiempo o días de ausencia laboral a causa de un accidente de trayecto son más en hombres que en mujeres hasta aproximadamente los 60 años, luego la brecha disminuye en edades posteriores (61 años o más). También se encontró en el caso de uso de ciclos y motocicletas, los hombres tienen una gran diferencia en la cantidad de accidentes, teniendo la hipótesis que existe una conducta más agresiva o menos prudente en este tipo de conductores. Por otra parte, los accidentes producidos en transporte público existen mayor cantidad en mujeres que en hombre. Las edades en las cuales se presentan mayores accidentes son entre los 25 y 35 años, lo que nos sugiere es similar al segmento etario de la población trabajadora.

Otro factor importante al análisis se ve que la entrada en vigor de la Ley de disminución de velocidad urbana, hay un corte de disminución de aproximadamente 5 días en promedio de reposo laboral posterior a la aplicación de la Ley, lo que nos permite impulsar leyes que estén en este mismo sentido. Al análisis de los días de la semana y horario de los accidentes, encontramos que los lunes y martes son los que presentan mayor cantidad de casos, al igual que el horario de 6 am a las 9 am, como también a las 5:30 pm a las 8:30 pm, estimando fomentar el ingreso a diversos horarios para evitar accidentes de trayecto una medida preventiva a considerar como gestión del riesgo.

En la resolución de la pregunta de investigación, la distancia recorrida no parece constituir un factor de riesgo para el incremento de accidentes (factor -0.0163 con  $p < 0.05$  IC -0.022 -0.010), en función del análisis de la data administrada Sin embargo, no es posible establecer una relación causal directa debido a la limitación en la cantidad y calidad de los datos disponibles. Será necesario implementar modelos que integren un volumen mayor de datos para poder determinar una causalidad concreta.

Al analizar dos modelos probabilísticos, se observa que la probabilidad de sufrir un accidente se asocia principalmente con variables relacionadas al tipo de movilidad, género y edad, las cuales tienen un mayor peso en el modelo que la distancia per se. Los valores asignados a la variable distancia se basan en puntos de geocodificación de origen y destino, y la creación de 'clusters' por comunas podría introducir cierto grado de confusión en el análisis de los resultados, especialmente en lo que respecta a la distancia recorrida y el riesgo de accidentes en el trayecto.

Es importante señalar que los modelos empleados para interpretar los datos son efectivos en la región metropolitana, pero su precisión disminuye al aplicarlos al análisis de accidentes en otras regiones. Esto se debe a la escasez de datos sobre accidentes fuera de la región metropolitana. Por tanto, se sugiere que el modelo probabilístico se enriquezca progresivamente con la incorporación de nuevos



datos a la base existente.

## Desafíos para la seguridad vial en nuestro país

---

Uno de los principales desafíos es asegurar la recopilación de datos precisos y confiables. La exactitud de los datos sobre los puntos relacionados con los accidentes (origen, accidente y destino) es crucial para considerar la distancia recorrida por los vehículos y analizar la probabilidad de riesgo de accidente. Además, la integración de variables relevantes como condiciones del tiempo, estado del tráfico y tipo de camino es compleja. Cada una de estas variables puede tener un impacto significativo en la precisión del modelo predictivo, y su correcta inclusión requiere un análisis y una recopilación de datos detallados y consistentes.

El desarrollo de un modelo predictivo que utilice técnicas de análisis de datos y aprendizaje automático implica desafíos técnicos y logísticos. Generar bases de datos con un gran número de casos y comparar estos datos a nivel nacional o con todos los accidentes relacionados con el trabajo de Mutual CChC requiere recursos y tiempo significativos. Asimismo, validar el rendimiento del modelo utilizando datos históricos y pruebas en tiempo real es un proceso continuo y complejo. Se necesita asegurar que el modelo sea robusto y capaz de adaptarse a diferentes escenarios y condiciones para ser realmente útil en la práctica.

Otro desafío importante es la implementación de medidas preventivas basadas en los resultados del modelo. Identificar rutas más seguras, aplicar políticas de seguridad vial en tramos riesgosos y mejorar las condiciones de traslado para trabajadores con mayor probabilidad de sufrir accidentes requiere coordinación y cooperación entre múltiples partes interesadas. Mantener un monitoreo continuo del rendimiento del modelo y realizar ajustes según sea necesario es fundamental, pero también desafiante. Este proceso requiere una supervisión constante y la capacidad de responder rápidamente a cambios en los datos o en las condiciones del entorno.

La recopilación y el uso de datos de conducción deben cumplir con todas las consideraciones éticas y legales. Garantizar la privacidad de los datos y el consentimiento informado de los conductores es crucial y puede representar un desafío significativo. Además, anticipar situaciones peligrosas y tomar medidas preventivas adecuadas es un reto constante. Las condiciones climáticas adversas, el tráfico denso y otros factores pueden cambiar rápidamente, y la empresa debe estar preparada para responder eficazmente.

Optimizar la asignación de recursos para abordar las áreas y momentos de mayor riesgo es un desafío logístico. Requiere una comprensión profunda de los patrones de riesgo y una capacidad de implementación eficiente de las medidas de seguridad. Finalmente, reducir los costos asociados con accidentes de trayecto y mejorar la salud financiera de la empresa a largo plazo es un objetivo complejo. Además, cumplir con las regulaciones y mejorar la imagen corporativa mediante la implementación de medidas de seguridad proactivas requiere un compromiso constante y recursos dedicados.

Estos desafíos subrayan la importancia de un enfoque integral y coordinado para mejorar la seguridad vial en el contexto del trabajo, aprovechando la tecnología y la colaboración entre diversas partes interesadas.

## Fortalezas y debilidades

---

Este estudio presenta una nueva perspectiva sobre el análisis de datos de accidentes de trayecto, utilizando tecnología avanzada para estimar el riesgo de sufrir un accidente durante el trayecto. Aunque se trata de un modelo piloto, ofrece una oportunidad para mejorar la calidad de los datos almacenados en las bases de datos y para generar respuestas preventivas tempranas que ayuden a evitar accidentes.

Entre las debilidades, se destaca la falta de datos y la limitada cantidad de variables utilizadas, lo que podría afectar algunos factores que alimentan el modelo matemático y el modelo de random forest empleado en nuestro estudio. Por lo tanto, se sugiere seguir aumentando la cantidad de datos y evaluar en futuras investigaciones el impacto de estas herramientas en la gestión de accidentes de trayecto dentro de empresas y mutualidades.



## Bibliografia

- Al-Balbissi AH. Role of gender in road accidents. *Traffic Inj Prev*. 2003 Mar;4(1):64-73. doi: 10.1080/15389580309857. PMID: 14522664.
- Bengt Brorsson, Hans Rydgren, Jan Ifver, Single-vehicle accidents in Sweden: A comparative study of risk and risk factors by age, *Journal of Safety Research*, Volume 24, Issue 1, 1993, Pages 55-65, ISSN 0022-4375, [https://doi.org/10.1016/0022-4375\(93\)90050-W](https://doi.org/10.1016/0022-4375(93)90050-W). Jähi, H., et al. (2018).
- Investigating impacts of COVID-19 on urban mobility and emissions, *Cities*, Duo Li, Joan Lasenby Volume 135,(2023),104246,ISSN 0264-2751 <https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104246>.
- Effect of pavement surface conditions on road traffic accident - A Review. Rahma Mkwata, Elizabeth Eu Mee Chong E3S Web Conf. 347 01017 (2022) DOI: 10.1051/e3sconf/202234701017
- Frumento S, Bufano P, Zaccaro A, Poma AM, Persechino B, Gemignani A, Laurino M, Menicucci D. A Systematic Review on the Role of Substance Consumption in Work-Related Road Traffic Crashes Reveals the Importance of Biopsychosocial Factors in Prevention. *Behavioral Sciences*. 2022; 12(2):23. <https://doi.org/10.3390/bs12020023>
- George Z. Libertiny. The Effect of Driver Age on Traffic Accidents. *SAE Transactions Vol. 106, Section 6: JOURNAL OF PASSENGER CARS: Part 1* (1997), pp. 436-444 (9 pages) Published By: SAE International
- Jackson, Paul & Hilditch, Cassie & Holmes, Alex & Reed, Nick & Merat, Natasha & Smith, L. (2011). Fatigue and road safety: a critical analysis of recent evidence.
- Li, Feng & Wang, Guangxi & Li, Yongjuan & Zhou, Ronggang. (2017). Job demands and driving anger: The roles of emotional exhaustion and work engagement. *Accident Analysis & Prevention*. 98. 198-205. 10.1016/j.aap.2016.10.013.
- Molina-Soberanes D, Martínez-Ruiz V, Lardelli-Claret P, Pulido-Manzanero J, Martín-delosReyes LM, Moreno-Roldán E, Jiménez-Mejías E. Individual and environmental factors associated with death of cyclists involved in road crashes in Spain: a cohort study. *BMJ Open*. 2019 Aug 22;9(8):e028039. doi: 10.1136/bmjopen-2018-028039. PMID: 31444182; PMCID: PMC6707684.
- Nafisa Khalid Kaisari, Muamer Abuzwidah, Ahmed Elawady, Waleed Zeiada. Adverse weather impact on driver performance in the UAE. *E3S Web Conf*. 347 01020 (2022). DOI: 10.1051/e3sconf/202234701020
- Pêcher, Christelle & Lemerrier, Céline & Cellier, Jean-Marie. (2011). The Influence of Emotions on Driving Behavior.
- Razi-Ardakani, Hesamoddin & Ariannezhad, Amin & Kermanshah, Mohammad. (2018). A Study of Sex Differences on Road Crash Severity. 10.11159/iccste18.113.
- Robb G, Sultana S, Ameratunga S, Jackson R. A systematic review of epidemiological studies investigating risk factors for work-related road traffic crashes and injuries. *Inj Prev*. 2008 Feb;14(1):51-8. doi: 10.1136/ip.2007.016766. PMID: 18245316.
- Sagberg, F. (2013). Road traffic accidents with fatigue: A review of the literature.
- Sami A, Moafian G, Najafi A, Aghabeigi MR, Yamini N, Heydari ST, Lankarani KB. Educational level and age as contributing factors to road traffic accidents. *Chin J Traumatol*. 2013;16(5):281-5. PMID: 24103823.
- World Health Organization (WHO). (2017). Work-related road safety.



Santiago, 02 de Febrero del 2023

## Decisión del Comité de Ética Científico para Proyectos de Investigación

**Título de la propuesta de investigación :** Evaluación de la distancia recorrida por un trabajador durante el trayecto desde o hacia su trabajo como factor de riesgo de exposición en accidentes de tránsito Mutual de Seguridad C.Ch.C

**Fecha y lugar de la decisión :** 02 de Febrero del 2023, Mutual de Seguridad Santiago.

**Nombre del investigador principal :** Santiago Mansilla Pérez

**Nombre del lugar de desarrollo de la investigación :** Departamento de Investigación, Mutual Cámara Chilena de Seguridad, Santiago, Chile

**Decisión tomada:** Se decide **APROBAR** el Proyecto de Investigación

### Justificación de la decisión:

Se evalúa apelación del proyecto de investigación.

Se revisan los antecedentes, y se decide aprobar ya que proyecto cumple con las exigencias metodológicas y éticas requeridas.

Se le recuerda al investigador que debe contar con la aprobación del Director del Centro donde se realizará el estudio. A sí mismo, debe hacer llegar informe de avance, al año de ejecución ( enero del 2024), y una vez finalizado el estudio.

Atentamente.

**Dr. Pablo Salinas T.**  
Presidente  
Comité de Ética Científico  
Mutual de Seguridad CChC

## Anexo 2 Variables a evaluar por expertos

| VARIABLES                                           |                                                |                                      |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------|
| EDAD                                                | ALINEACIÓN DE RUTA (CURVA/RECTA)               | TIPO DE USUARIO                      |
| TIEMPO DE TENER LICENCIA                            | INCLINACIÓN DE LA RUTA (BAJADA/SUBIDA)         | EXCESO DE VELOCIDAD                  |
| GÉNERO                                              | ESTADO DEL PAVIMENTO                           | FALTA DE SUEÑO                       |
| CONDICIONES CLIMÁTICAS                              | SEÑALES DE TRÁNSITO                            | FALTA DE ATENCIÓN                    |
| LUZ (DÍA/NOCHE)                                     | SEÑALÉTICA EXISTENTE SOBRE LÍMITE DE VELOCIDAD | HORA DEL DÍA                         |
| ILUMINACION ARTIFICIAL                              | SEXO                                           | ESTACIÓN DEL AÑO                     |
| SUELO LLUVIOSO/SECO                                 | ENFERMEDADES PREVIAS                           | NÚMERO DE VEHÍCULOS INVOLUCRADOS     |
| DIRECCIÓN DEL CAMINO (DOBLE VÍA/SIMPLE)             | SEVERIDAD DEL ACCIDENTE                        | ANIMALES EN LA VÍA                   |
| TIPO DE CAMINO (CARRETERA/CIUDAD/RURAL)             | PAÍS DE ORIGEN                                 | AÑOS DE CAPACITACIÓN EN CONDUCCIÓN   |
| NIVEL DE EDUCACIÓN DEL CONDUCTOR                    | DISTANCIA RECORRIDA                            | PERCEPCIÓN DE RIESGO VIAL            |
| USO DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD (EJ: CASCO, CINTURÓN) | CONDUCTA TEMERARIA AL VOLANTE                  | ENFERMEDADES PREVIAS                 |
| FATIGA DEL CONDUCTOR                                | USO DE FÁRMACOS                                | PROPÓSITO DEL VIAJE                  |
| TIPO DE VEHÍCULO (MODERNO/ANTIGUO)                  | FECHA DEL ACCIDENTE                            | MODO DEL ACCIDENTE (CHOQUE/COLISIÓN) |

### Anexo 3 Planilla de llenado para expertos

[illegible]

## Anexo 5 Análisis de los datos obtenidos API ARCSIS

---

```
▼ arcgis: Object
  ► employeeCoordinate: Object
  ▼ accidentCoordinate: Object
    ► spatialReference: Object
    ▼ candidates: Array (1)
      ▼ 0: Object
        address: "Vicuña, Elqui, Coquimbo"
        ▼ location: Object
          x: -70.71271
          y: -30.03344
          score: 74.25
        ► attributes: Object
        ▼ extent: Object
          xmin: -71.28971
          ymin: -30.61044
          xmax: -70.13571
          ymax: -29.45644
        ► companyCoordinate: Object
        atdn_atd_fecha_ocurrencia: "2012-01-17 18:10:00"
        bde_comuna_acc: "La Florida"
        bde_comuna_adherente: "Peñalolén"
        bde_comuna_trabajador: "Maipú"
        bde_nomb_calle_accidente: "AMERICO VESPUCCIO PASADO VICUÑA MACKENNA "
        bde_nomb_calle_empleador: "ALVARO CASANOVA CON GRECIA"
        bde_nomb_calle_trabajador: "EL TUCAN"
        bde_num_calle_accidente: "S/N"
        bde_num_calle_empleador: "0"
        bde_num_calle_trabajador: "551"
        calificacion: "TY"
        caso_nom_diag_1_may_est: "POLICONTUSO"
        caso_profesion_ocupacion: "CONDUCTORES DE AUTOBUSES Y TRANVIAS"
        cntr_codigo: 1421942
        cntr_idi_mct: "MCDT00000526155"
  ▼ google: Object
    ► employeeCoordinate: Object
    ▼ accidentCoordinate: Object
      ▼ bounds: Object
        ▼ northeast: Object
          lat: -17.4983391
          lng: -66.3327
        ▼ southwest: Object
          lat: -56.6233
          lng: -110.0281
        ▼ location: Object
          lat: -35.675147
          lng: -71.542969
          location_type: "APPROXIMATE"
      ► viewport: Object
    ► companyCoordinate: Object
```