



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Análisis de la severidad de los siniestros de tránsito ocurridos en el Gran Concepción,  
utilizando un modelo de elección discreta.**

Por

**Danilo Guillermo Montesino Iturra**

Memoria de Título presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción para  
optar al título profesional de Ingeniero Civil Industrial.

Profesor Guía

PhD Sebastián Astroza Tagle

Abril, 2022

Concepción (Chile)

© 2022 Danilo Guillermo Montesino Iturra

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.

## **Agradecimientos**

Agradezco a todos los que han sido partícipes en este periodo universitario. En especial a mis amigos y familia, que me han brindado día a día su apoyo para salir adelante.

## Resumen

Los siniestros de tránsito son un tema cada vez más relevante a nivel mundial debido a las altas demandas de transporte y a las nuevas formas de hacerlo, donde el alto costo de ocurrencia de estos sucesos ha llevado a distintos países, como Colombia, Portugal y Singapur, a plantear metas y planes de acción con el fin de reducir la cantidad y severidad de estos. En el caso de Chile, el país se encuentra en el segundo lugar de mayor cantidad de fallecidos en siniestros de tránsito por millón de habitantes y primero en cuanto a más fallecidos por cada millón de vehículos, respecto a los demás países de la OCDE. Debido a este mal desempeño y al elevado costo social, que asciende a 138.295.619,32 UF para el año 2020, se redacta la Estrategia Nacional de Seguridad de Tránsito 2021-2030, la cual entre sus objetivos busca reducir en un 30% los fallecidos producto de siniestros de tránsito en miras al año 2030.

Con el fin de analizar los factores que inciden significativamente en el nivel de severidad de las lesiones tras la ocurrencia de un siniestro de tránsito, en esta investigación se emplea un modelo ordered probit generalizado con correlaciones espaciales, aplicado a datos de siniestros de tránsito ocurridos en el Gran Concepción entre los años 2015 y 2020, obtenidos desde Conaset. El modelo fue estimado utilizando una submuestra aleatoria de 6000 observaciones a partir de los 22062 registros existentes, a los cuales se les calculó un peso basado en la distancia inversa con el fin de utilizarlos en una estructura spatial error para modelar la dependencia espacial. Como resultado de la investigación, se destaca que siniestros que involucran motos, pasajeros y aquellos que ocurren en zona rural tienen una propensión más alta a resultar en lesiones de menor gravedad o sin lesiones. Por otro lado, siniestros que involucran múltiples vehículos, que ocurren en horario peak, en cruces con semáforo o signo pare, por imprudencia del conductor y en la comuna de Concepción, son propensos a tener lesiones con un nivel de severidad mayor, resultando incluso en lesiones mortales. En cuanto a la correlación espacial, se encontró que esta es estadísticamente significativa, por lo que un siniestro ocurrido en un lugar se ve afectado por factores no observados en otras localizaciones cercanas, pero esta influencia disminuye a medida que la distancia entre ambas localizaciones aumenta.

## **Abstract**

Traffic accidents are an increasingly relevant issue worldwide due to the high demands of transportation and the new ways of doing it, where the high cost of occurrence of these events has led different countries, such as Colombia, Portugal and Singapore, to set goals and action plans in order to reduce the amount and severity of these events. In the case of Chile, the country has the second highest number of traffic fatalities per million inhabitants and the highest number of fatalities per million vehicles, compared to other OECD countries. Due to this poor performance and the high social cost, which amounts to 138,295,619.32 UF for the year 2020, the National Traffic Safety Strategy 2021-2030 was drafted, which among its objectives, seeks to reduce the amount of deaths resulting from traffic accidents by 30% by the year 2030.

In order to analyze the factors that significantly affect the severity level of injuries after the occurrence of a traffic crash, this research applies a generalized ordered probit model with spatial correlations, applied to data of traffic crashes in Gran Concepción between 2015 and 2020, obtained from Conaset. The model was estimated using a random subsample of 6000 observations from the 22062 existing records, to which a weight was calculated based on the inverse distance formula in order to use them in a spatial error structure to model spatial dependence. As a result of this research, it is highlighted that crashes involving motorcycles, passengers and those occurring in rural areas have a higher propensity to result in minor or no injuries. On the other hand, crashes involving multiple vehicles, occurring at peak hours, at intersections with traffic lights or stop signs, due to driver negligence and in the commune of Concepción, are prone to have injuries with a higher level of severity, even resulting in fatal injuries. As for the spatial correlation, it was found that this is statistically significant, so a crash occurring in one place is affected by factors not observed in other nearby locations, but this influence decreases as the distance between the two locations increases.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Motivación .....	1
1.2 Objetivos .....	4
1.2.1 Objetivo general .....	4
1.2.2 Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES .....	5
2.1 Revisión bibliográfica .....	5
2.2 Investigaciones en Chile.....	10
CAPÍTULO III: BASES DE DATOS .....	12
3.1 Obtención de datos .....	12
3.2 Análisis descriptivo de los datos .....	13
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA .....	29
4.1 Generalized Ordered Response Probit (GORP) Model.....	29
4.2 Spatial Generalized Ordered Response Probit (SGORP) Model. ....	30
4.3 Composite Marginal Likelihood (CML).....	31
CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	33
5.1 Estimaciones del modelo.....	33
5.1.1 Estimaciones para la función de propensión latente al riesgo de lesión. ....	33
5.1.2 Estimaciones para los umbrales .....	36
5.1.3 Correlación espacial .....	40
5.2 Bondad de ajuste .....	40
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES .....	41
REFERENCIAS .....	43
ANEXOS.....	46

Anexo A: Línea de tiempo hitos CONASET.....	46
Anexo B: Plan Paso a Paso. ....	47
Anexo C: Base de datos. ....	50
Anexo D: Fechas cambio de fase Plan Paso a Paso, comunas de la Región del Biobío.....	51
Anexo E: Causas desagregadas de los siniestros viales. ....	52

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Fallecidos por siniestros viales cada 1.000.000 de habitantes en países de la OCDE.....	2
Figura 1.2: Fallecidos por siniestros viales cada 1.000.000 vehículos en países de la OCDE. ....	2
Figura 3.1: Cantidad de siniestros viales por año en el Gran Concepción.....	13
Figura 3.2: Cantidad de siniestros mortales y graves por año.....	14
Figura 3.3: Porcentaje anual de siniestros de tránsito según nivel de severidad.....	14
Figura 3.4: Cantidad de siniestros de tránsito por comuna del Gran Concepción. ....	15
Figura 3.5: Porcentaje de siniestros de tránsito según tipo. ....	16
Figura 3.6: Distribución de tipos de siniestros en los niveles de severidad. ....	17
Figura 3.7: Porcentaje de siniestros de tránsito según tipo, por año. ....	18
Figura 3.8: Porcentaje de siniestros de tránsito según causa.....	19
Figura 3.9: Porcentaje de siniestros mortales según causa.....	19
Figura 3.10: Porcentaje de siniestros de tránsito según características de la vía. ....	20
Figura 3.11: Porcentaje de siniestros de tránsito según tipo de zona. ....	21
Figura 3.12: Porcentaje de siniestros de tránsito según sexo de los conductores. ....	22
Figura 3.13: Porcentaje de siniestros de tránsito según rango etario de los conductores. ....	23
Figura 3.14: Cantidad de siniestros de tránsito con más de un vehículo involucrado. ....	23
Figura 3.15: Porcentaje de siniestros de tránsito con peatones involucrados. ....	24
Figura 3.16: Porcentaje de siniestros de tránsito con pasajeros involucrados. ....	25
Figura 3.17: Distribución de siniestros con motocicletas en los niveles de severidad.....	25
Figura 3.18: Porcentaje de siniestros por año que involucran bicicletas. ....	26
Figura 3.19: Distribución de siniestros con bicicletas en los niveles de severidad.....	26
Figura 3.20: Porcentaje de siniestros ocurridos en día que hubo precipitaciones. ....	27
Figura 3.21: Porcentaje de siniestros de tránsito según día de ocurrencia. ....	28
Figura 3.22: Porcentaje de siniestros de tránsito según hora de ocurrencia.....	28



## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1: Resumen de estudios relacionados a severidad en siniestros de tránsito. ....	7
Tabla 2.1 (continuación) .....	8
Tabla 2.1 (continuación) .....	9
Tabla 5.1: Estimaciones para la función de propensión latente al riesgo de lesión. ....	34
Tabla 5.2: Estimaciones para los umbrales entre niveles de severidad.....	37
Tabla 5.2 (continuación) .....	38

---

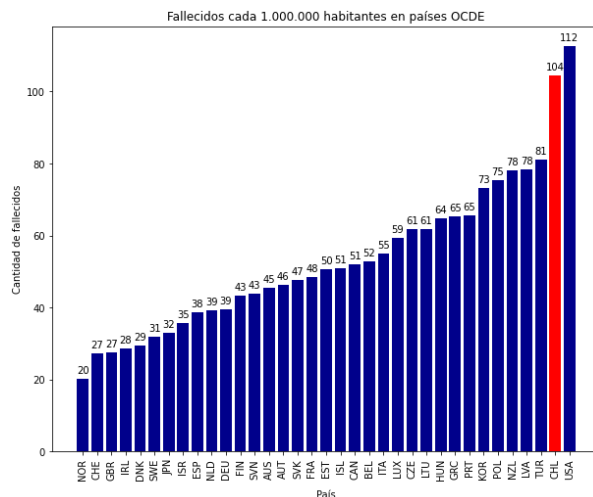
# CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

## 1.1 Motivación

El tránsito se define como la actividad de personas y vehículos que pasan por una calle, carretera, etc. (Real Academia Española, s.f., definición 2). A partir de esta definición, se puede decir que los siniestros de tránsito, o viales, son sucesos imprevistos que interrumpen el correcto transitar de los vehículos y personas, pudiendo provocar lesiones de diversa índole, como también costos de diversas magnitudes, tanto materiales como sociales, sin dejar de lado también el daño psicológico producido a las víctimas y sus familias. Este tipo de siniestros no es algo reciente. Si consideramos uno de los medios de transporte más comunes hoy en día, el automóvil, el primer registro de siniestro vial asociado a este vehículo ocurrió en 1891 en Ohio, USA, es decir, hace más de 100 años (Ohio History Central, s.f.). Ni hablar de siniestros asociados a medios de transporte más antiguos como el uso de caballos, cuya domesticación data de hace aproximadamente 5500 años (ABC, 2012).

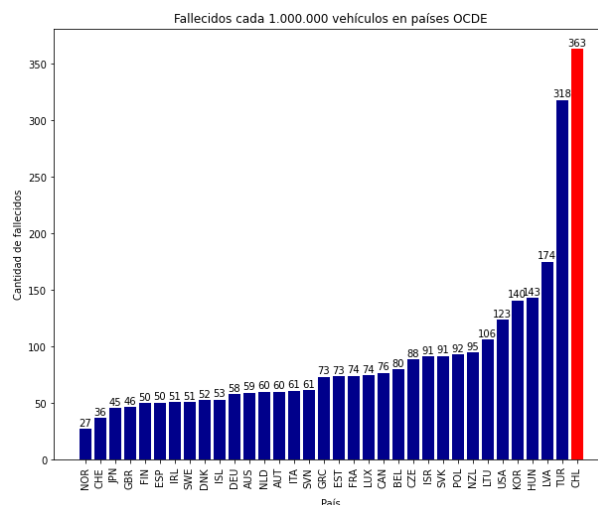
Con tal de disminuir las lesiones producto de estos siniestros, se han creado diversos mecanismos y accesorios de seguridad, siendo varios de ellos de uso común en el día a día, por ejemplo, los frenos, cascos, *airbags* y cinturones de seguridad, entre otros. Otra forma de prevenir las lesiones producto de siniestros viales, es mediante la reforma y creación de leyes de tránsito, las cuales buscan regular el funcionamiento vial mediante penas o multas que desincentiven ciertas acciones potencialmente graves por parte de los conductores de vehículos y peatones, o impulsar el uso de elementos de seguridad. A nivel global, se estima que cada año mueren alrededor de 1.3 millones de personas a causa de siniestros de tránsito, siendo afectados principalmente peatones, ciclistas y motoristas. El costo asociado para la mayoría de los países es cercano al 3% de su PIB (OMS, 2021).

En el caso de Chile, según datos obtenidos desde la OCDE para el año 2018, el país ocupa el segundo lugar con más fallecidos cada 1.000.000 de habitantes entre los países pertenecientes a esta organización, sólo detrás de Estados Unidos, y el primero en cuanto a más fallecidos por cada 1.000.000 de vehículos, como se puede apreciar en la Figura 1.1 y la Figura 1.2, respectivamente.



**Figura 1.1: Fallecidos por siniestros viales cada 1.000.000 de habitantes en países de la OCDE.**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la OCDE.



**Figura 1.2: Fallecidos por siniestros viales cada 1.000.000 vehículos en países de la OCDE.**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la OCDE.

En el Road Safety Annual Report 2019 (ITF, 2020) se puede observar que, en cuanto al uso de elementos de seguridad, Chile se encuentra bajo el promedio OCDE respecto al uso de cinturón de seguridad, tanto en piloto como en copiloto y pasajeros de asientos traseros. Contrario es el porcentaje de uso de casco en pilotos de motocicletas, donde Chile supera el promedio, alcanzando un 99%.

---

Si bien en Chile se han efectuado diversas medidas en vista de mejorar la seguridad vial (línea de tiempo Anexo A), además de la reciente Ley de Convivencia Vial (2021), que busca que todos los modos de transporte tengan una posición de igualdad en las vías, aún falta por recorrer en esta materia. Debido a esto, se redactó la Estrategia Nacional de Seguridad de Tránsito 2021-2030, la cual busca a través de 152 medidas de acción, reducir en un 30% los fallecidos en siniestros de tránsito y aumentar los usos de sistemas de retención infantil y de cinturones en pasajeros en asientos traseros hasta 75% y 90%, respectivamente, con miras al año 2030. Disminuyendo también así el costo social incurrido por la ocurrencia de estos siniestros, el cual se estima en 138.295.619,32 UF para el año 2020, y que podría ser reinvertido en otros proyectos sociales, según indica la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET, 2021). Por otro lado, desde el 19 de octubre de 2019, comienzan en Concepción manifestaciones de gran magnitud, el llamado “Estallido social” que comenzó el día anterior en Santiago. Durante este periodo, el tránsito de la ciudad se vio profundamente afectado por diversas barricadas que buscaban impedir el paso de vehículos, como también marchas y enfrentamientos con carabineros. El municipio señala que se destruyó señalética y semáforos de 75 intersecciones, causando caos entre vehículos y peatones en las calles céntricas (ISCI, 2019), lo que pudo haber ocasionado un aumento en las lesiones de mayor severidad debido a que, en la mayoría de los casos, el control del tránsito en esos sectores quedaba a criterio de los propios conductores y/o peatones.

Luego, con la llegada de la covid-19 al país el día 3 de marzo de 2020, el gobierno decidió adoptar una serie de medidas con tal de mitigar la propagación de este. Es así como el 15 de marzo del mismo año, se declara la suspensión de clases, además de otras medidas como cuarentena de 14 días para personas que lleguen al país desde países de riesgo, prohibición de recalada de cruceros, límite de aforo en actos públicos y medidas especiales para adultos mayores (MINSAL, 2020). Más adelante entra en acción el llamado “Plan paso a paso”, el cual evalúa constantemente la situación por comuna, categorizándolas en distintas fases según el nivel de contagiados que presente. Cada fase cuenta con diferentes medidas restrictivas que se van suavizando a medida que se pasa de una fase de mayor a menor gravedad. Algunas medidas a destacar son la cuarentena durante toda la semana y sólo trabajos esenciales en fase 1, cuarentena sólo fines de semana y feriados en fase 2 y toque de queda para todo el país independiente de la fase. La aplicación de estas medidas redujo el flujo vehicular y peatonal, junto a un descenso en la cantidad de siniestros. Además, como se ubicaron varios puntos de control dentro de cada comuna, es probable que la severidad de los siniestros sea menor en este periodo, ya

---

que es más fácil identificar a un conductor que no esté en un estado óptimo para conducir, ya sea por alcohol, drogas, etc. O que vaya a exceso de velocidad, por poner algunos ejemplos. Más detalles de las restricciones de cada fase pueden ser vistas en Anexo B.

Dicho todo lo anterior, la presente investigación nace con el fin de describir los cambios en las características de los siniestros de tránsito a través de los últimos años en el Gran Concepción, tomando también en cuenta los problemas acarreados por el estallido social y la presente pandemia.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Analizar factores que se relacionan con la severidad de siniestros de tránsito en el Gran Concepción en los últimos años.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Limpiar los datos obtenidos desde CONASET, los cuales contienen información de los siniestros viales ocurridos en la Región del Biobío a partir de los registros realizados por Carabineros de Chile.
- Describir la muestra de datos, obteniendo estadísticas que permitan una mejor comprensión de estos.
- Proponer un modelo de elección discreta que se adapte adecuadamente, basándose en la descripción de datos realizada y en los modelos recopilados en la revisión bibliográfica.
- Estimar el modelo propuesto con los datos obtenidos desde CONASET.
- Concluir sobre los resultados estimados, entregando información sobre los valores estimados y hablando de los potenciales usos de la información obtenida.

---

## CAPÍTULO II: ANTECEDENTES

### 2.1 Revisión bibliográfica

Durante décadas se ha estudiado la severidad en siniestros de tránsito utilizando diversos modelos de elección discretas. Savolainen et al. (2011) llevó a cabo una revisión de algunos de estos estudios, identificando algunos problemas que pueden presentarse a la hora de tratar este tipo de datos.

Subreporte de siniestros: Puede que no todos los siniestros viales ocurridos sean reportados, por ejemplo, puede que siniestros sin resultados de lesión o con lesiones muy leves, no sean reportados a carabineros, por lo que estos no pueden tomar el registro correspondiente. Este problema puede provocar que algunas variables sean sobreestimadas.

Endogeneidad: Se pueden producir problemas de estimación cuando las variables explicativas están potencialmente influenciadas por los niveles de severidad o cuando están correlacionadas con el término de error, lo que indica heterogeneidad no observada.

Naturaleza ordinal: Los niveles de severidad son de naturaleza ordinal, por lo que se puede pensar que lo mejor sería utilizar un modelo que tome en cuenta esta naturaleza. Sin embargo, hay que tener cuidado a la hora de elegir un modelo ordinal, ya que, si se tienen categorías muy relacionadas, puede haber efectos no observados, debido a correlaciones entre ellas, y entregar estimaciones sesgadas de parámetros.

Parámetros fijos: Puede existir heterogeneidad no observada entre los individuos, lo que hace que sean más susceptibles a ciertas variables, por ejemplo, diferencias en la toma de riesgos. El utilizar parámetros fijos fuerza a que todas las observaciones tengan parámetros de igual valor, no tomando en cuenta la heterogeneidad, lo que puede resultar en la existencia de sesgos al realizar las estimaciones.

Correlación entre siniestros: En el caso que se busque utilizar todas las observaciones, es decir, tomar en cuenta que puede haber más de un individuo por siniestro, hay que tener presente la posible existencia de correlación entre ellos por elementos no observados.

Correlación espacial y temporal: Tanto la cercanía entre siniestros, como también el horario, día, semana, etc. Pueden tener efectos no observados, lo que puede provocar que los parámetros estimados sean menos precisos.

---

En la Tabla 2.1 podemos observar algunos estudios realizados sobre análisis de la severidad de siniestros de tránsito. Como se puede apreciar, es posible emplear diversos tipos de modelos y representaciones de severidad, pudiendo ser estas últimas categorías ordinales o de representación binaria. Por otro lado, la cantidad de la cantidad de datos utilizados es de un rango bastante grande, desde 691 observaciones en Zeng et al. (2019) y Zeng et al. (2021) hasta 76994 observaciones en Xie et al. (2009), por lo que se puede inferir que es posible utilizar algún modelo independiente de la cantidad de datos disponibles. Cabe señalar que, al realizar este tipo de análisis, se suele tomar sólo una parte de los datos totales de la base de datos, con el fin de obtener resultados particulares según el interés del investigador. Como ejemplo de lo anterior, Eluru et al. (2008) sólo utiliza registros de severidades de peatones y ciclistas, mientras que Xie et al. (2009) analiza siniestros relacionados sólo con automóviles, SUVs y vans. Este filtro de datos no necesariamente ocurre solamente con los diferentes medios de transporte, otra forma utilizada es mediante la delimitación de ciertos puntos característicos de interés o de alguna carretera. Huang et al. (2008) toma en consideración los siniestros viales que ocurrieron en intersecciones señalizadas de Singapur y, tanto Castro et al. (2013) como Zeng et al. (2019), analizan siniestros ocurridos en carreteras. En cuanto a las categorías de variables utilizadas, no existen grandes diferencias entre un estudio y otro. Características de los conductores, del siniestro y de los vehículos involucrados suelen ser los más utilizados, mientras que algunos añaden características referentes a la calzada y el entorno. Estas variaciones dependen, en parte, del registro que exige cada institución al ocurrir un siniestro de tránsito y de la disponibilidad al obtenerlos para ser estudiados. Por último, Castro et al. (2013), Zeng et al. (2019) y Zeng et al. (2021) realizaron investigaciones para determinar si existe correlación espacial entre los siniestros, obteniendo como resultado que esta dependencia espacial es significativa en los tres estudios.

**Tabla 2.1: Resumen de estudios relacionados a severidad en siniestros de tránsito.**

<b>Estudio</b>	<b>Modelo</b>	<b>Representación de la severidad</b>	<b>Fuente de los datos</b>	<b>Categorías de las variables utilizadas</b>	<b>Algunos resultados</b>
Srinivasan (2002)	Ordered Mixed Logit	4 categorías ordinales.	3500 registros obtenidos de GES 1996, USA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de vehículo.</li> <li>- Tipo de siniestro.</li> <li>- Uso de sistemas de seguridad.</li> <li>- Características del conductor.</li> <li>- Características situacionales (fatiga, noche del viernes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los umbrales entre las categorías de severidad del siniestro varían dependiendo de los valores que tomen las variables de cada registro.</li> <li>- Volcadura y conducir un ciclomotor aumentan significativamente la probabilidad de lesiones mortales.</li> </ul>
Eluru et al. (2008)	Mixed generalized ordered response model	4 categorías ordinales.	3200 registros de peatones y ciclistas obtenidos de GES 2004, USA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características del individuo no motorizado.</li> <li>- Características del conductor motorizado.</li> <li>- Atributos del vehículo motorizado.</li> <li>- Características de la calzada.</li> <li>- Factores del entorno.</li> <li>- Tipo de siniestro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las variables que más influyen son: Edad, límite de velocidad de la autopista, ubicación del siniestro y horario del día.</li> </ul>
Xie et al. (2009)	Bayesian ordered probit	5 categorías ordinales.	76994 registros obtenidos de NASSGES, con siniestros relacionados a automóviles, SUVs y vans en 2003.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características del conductor.</li> <li>- Características del vehículo.</li> <li>- Tipo de siniestro.</li> <li>- Características de la calzada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al utilizar una muestra grande, los modelos ordered probit y Bayesian ordered probit producen resultados similares.</li> <li>- En muestras pequeñas, el Bayesian ordered probit arroja mejores estimaciones y predicciones.</li> </ul>



**Tabla 2.1 (continuación)**

<b>Estudio</b>	<b>Modelo</b>	<b>Representación de la severidad</b>	<b>Fuente de los datos</b>	<b>Categorías de las variables utilizadas</b>	<b>Algunos resultados</b>
Jones & Jørgensen (2003)	Multilevel model	Binaria 0: Lesiones graves 1: Fallecido	16332 registros de siniestros viales de severidad grave y fatal de Noruega entre 1985 y 1996. Peatones fueron excluidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características del individuo.</li> <li>- Tipo de vehículo.</li> <li>- Tipo de siniestro.</li> <li>- Características del entorno.</li> <li>- Características de la calzada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las variables que aumentan el riesgo de un siniestro mortal están asociadas con la edad, sexo, tipo de vehículo, características del impacto, horario del día y sospecha de estar bajo influencia del alcohol.</li> <li>- 83% de la variabilidad no explicada ocurre entre individuos, 16% entre siniestros.</li> </ul>
Huang et al. (2008)	Bayesian hierarchical binomial logistic model.	0: Severidad baja (sin lesión o lesiones leves)  1: Severidad alta (lesiones graves o mortales)	4095 registros de siniestros viales en intersecciones señalizadas de Singapur, entre 2003 y 2005.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características del conductor.</li> <li>- Tipo de vehículo.</li> <li>- Características de la calzada.</li> <li>- Características del entorno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siniestros que ocurren en horarios peak y con buena iluminación de la calle, tienen a ser menos severos para los conductores. Lo mismo ocurre con los que involucran peatones o en vehículos pesados.</li> <li>- Siniestros durante la noche y en el carril de más a la derecha, tienden a ser más severos. Al igual que aquellos que involucran vehículos de dos ruedas y conductores jóvenes o adultos mayores.</li> </ul>
Eluru et al. (2010)	Copula-Based Multivariate Approach.	4 categorías ordinales.	Registros de 2007 en USA, que involucran 35978 vehículos y 48004 individuos. Obtenidos desde GES.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características del ocupante.</li> <li>- Características del vehículo.</li> <li>- Características el entorno.</li> <li>- Atributos de la carretera.</li> <li>- Características del siniestro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se evidencia presencia de correlaciones por factores no observados.</li> <li>- El nivel de severidad en cada asiento del vehículo se ve afectado por varios factores exógenos.</li> <li>- Los pasajeros sentados en los asientos traseros tienden a tener lesiones menos graves.</li> </ul>

**Tabla 2.1 (continuación)**

<b>Estudio</b>	<b>Modelo</b>	<b>Representación de la severidad</b>	<b>Fuente de los datos</b>	<b>Categorías de las variables utilizadas</b>	<b>Algunos resultados</b>
Castro et al. (2013)	Spatial generalized ordered response model.	4 categorías ordinales.	2087 registros de siniestros ocurridos en carreteras de Texas en 2009. Se omiten registros de peatones, ciclistas, motociclistas y trenes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características de los conductores involucrados.</li> <li>- Características del siniestro.</li> <li>- Características de los vehículos involucrados.</li> <li>- Atributos de la carretera.</li> <li>- Características del entorno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe presencia de correlación espacial desde factores no observados.</li> <li>- La severidad se ve principalmente afectada en caso de que algún ocupante del vehículo sea eyectado, si la colisión es frontal, el uso de cinturón de seguridad, si el vehículo se vuelca o si es un camión de transporte.</li> </ul>
Zeng et al. (2019)	Bayesian spatial generalized ordered logit model with conditional autoregressive priors.	3 categorías ordinales.	691 registros de siniestros ocurridos en 2014 en la Carretera Kaiyang, China.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características del conductor.</li> <li>- Composición y volumen del tráfico.</li> <li>- Tipo de vehículo.</li> <li>- Atributos de la calzada.</li> <li>- Características del entorno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de conductor, estación del año, volumen y composición del tráfico, tiempo de respuesta de los servicios médicos de emergencia y tipo de siniestro, tienen efectos significativos sobre la severidad.</li> <li>- Los umbrales se ven afectados por el tipo de vehículo, estación del año, horario del día, condiciones meteorológicas, volumen del tráfico y tipo de siniestro.</li> </ul>
Zeng et al. (2021)	Bayesian generalized ordered probit model with Leroux conditional autoregressive prior.	3 categorías ordinales.	691 registros de siniestros ocurridos en 2014 en la Carretera Kaiyang, China.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de vehículo.</li> <li>- Composición y volumen del tráfico.</li> <li>- Atributos de la calzada.</li> <li>- Características del entorno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El modelo propuesto tiene un mejor rendimiento que un modelo ordered probit convencional.</li> <li>- Existe una correlación espacial moderada.</li> <li>- La severidad se ve afectada por el tipo de vehículo, precipitación, visibilidad, composición del tráfico, día de la semana, tipo de siniestro.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

---

## 2.2 Investigaciones en Chile

En cuanto al análisis de siniestros con datos nacionales, Blazquez et al. (2019) analizó 18826 registros de siniestros en los cuales hay motos involucradas, los cuales fueron obtenidos desde CONASET. Estos datos incluyen tipo de lesión, tipo de siniestro, ubicación relativa, factores contribuyentes, tipo de zona y condiciones climáticas. Si bien este estudio no tiene la severidad de los siniestros como variable dependiente de las otras variables, si analiza los factores que influyen en la correlación espacial mediante los estadísticos Moran's I y Anselin's local Moran's I. Entre los resultados, se tiene que siniestros con atributos como intersecciones señalizadas, tramos de vía recta y lesiones mortales son significativas en la formación de agrupaciones que evidencian correlación espacial por los 5 años que fueron analizados, mientras que conducir bajo la influencia del alcohol en días con llovizna evidencian correlación espacial durante 4 años. Además, estas agrupaciones espaciales se presentan con mayor intensidad en las comunas de Santiago, como también en las regiones de Valparaíso, O'Higgins y Maule. Anteriormente, Blazquez et al. (2016) realizó una comparación y análisis sobre los siniestros ocurridos con niños en calidad de peatones entre las ciudades de Santiago, Chile, y Seúl, Corea del Sur, mediante modelos Negative Binomial Probit y OLS con spatial lag y spatial error. Para el caso de Santiago, el estudio se llevó a cabo con 904 datos de los años 2010 y 2011 obtenidos desde CONASET, los cuales involucran peatones entre 5 y 18 años. Los resultados indican que los hombres son más propensos a siniestros entre peatones y vehículos y que estos ocurren fuera de los horarios escolares, generalmente en la tarde y noche, en su mayoría en intersecciones. La cantidad de niños que residen en cada zona incide positivamente en la ocurrencia de siniestros que los involucran, al igual que la concentración de colegios aumenta el riesgo de ocurrencia de siniestros en los niños de mayor edad. El estudio señala que no se pudo obtener demasiados factores, ya que las variables debían existir tanto en los datos de Chile como en los de Corea del Sur.

Chandia-Poblete et al. (2021) estudió los siniestros que involucran bicicletas mediante un modelo de regresión ordinal multinivel con tres categorías para la variable dependiente (sin lesiones, lesiones leves, lesiones graves/mortales), para lo cual se utilizaron 4096 datos de 2016 obtenidos desde CONASET, en los cuales existen bicicletas involucradas. Dentro de los resultados obtenidos, es posible destacar que la mayoría de las colisiones se deben a distracciones mientras se conduce vehículos motorizados. Además, las lesiones más severas suelen producirse al colisionar con un ciclista detenido, ambos vehículos en movimiento o un vehículo motorizado volcando a sobre un ciclista, como también factores como conductores de vehículos motorizados bajo la influencia del

---

alcohol, si el siniestro ocurre entre las 7:00 pm y 4:59 am y si el ciclista es menor de 18 años o mayor de 45.

Si bien estos estudios están acotados al análisis de ciertos grupos de interés y no son específicos del Gran Concepción, los resultados obtenidos en ellos pueden dar una idea lo que podemos obtener en esta investigación.

---

## **CAPÍTULO III: BASES DE DATOS**

### **3.1 Obtención de datos**

La ley de tránsito N°18.290 artículo 179 establece en los procedimientos policiales y administrativos, que se crearán Unidades Técnicas de Investigación de Accidentes de Tránsito encargadas realizar indagaciones, recopilar datos y emitir informes técnicos (BCN, 2007). Debido a esto, es que carabineros cuenta con una unidad especializada en accidentes de tránsito llamada Sección de Investigación de Accidentes de Tránsito, también conocida por su abreviación, SIAT. Esta unidad es la encargada de registrar las características asociadas a cada siniestro de tránsito y elaborar los informes respectivos, los cuales, según el artículo 181, debe realizar a lo menos uno de los oficiales que participaron en la investigación.

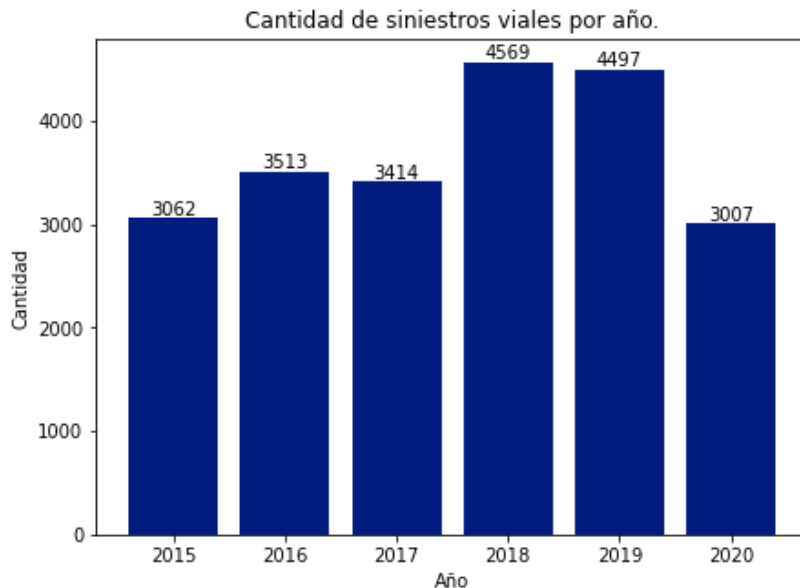
Estos datos recopilados por la SIAT de carabineros son de interés para la Comisión Nacional de Seguridad del Tránsito (CONASET), la cual los solicita cada año para analizarlos y realizar informes estadísticos a nivel nacional y regional, con el fin de asesorar al presidente de la república en cuanto a decisiones para disminuir la tasa de accidentes de tránsito que ocurren en el país, tal como queda de manifiesto en el Decreto Supremo 223 del 27 de diciembre de 1993 (BCN, 1993).

Para la presente investigación de memoria de título, se utiliza como datos base, un dataset entregado por CONASET en el que se encuentran registros de siniestros ocurridos en la Región del Biobío entre los años 2015 y 2020. Para complementar este dataset, se obtuvo datos disponibles para descargar en la página web de CONASET, en los que se encuentran las coordenadas de donde ocurrieron algunos siniestros, sin embargo, sólo se encuentran disponibles para algunos en el Gran Concepción en los años 2015, 2016 y 2017. A raíz de esto, se decide utilizar sólo los registros del Gran Concepción y se obtienen las coordenadas de algunos siniestros de los años 2018, 2019 y 2020 mediante la Google Geocoding API. Por último, se complementa con la densidad por comuna obtenida del Censo 2017 y los registros de precipitaciones diarias obtenidos desde la Dirección Meteorológica de Chile. Una descripción de los datos incluidos en el dataset final a utilizar, el cual cuenta con 22062 registros, se encuentran en el Anexo C.

---

### 3.2 Análisis descriptivo de los datos

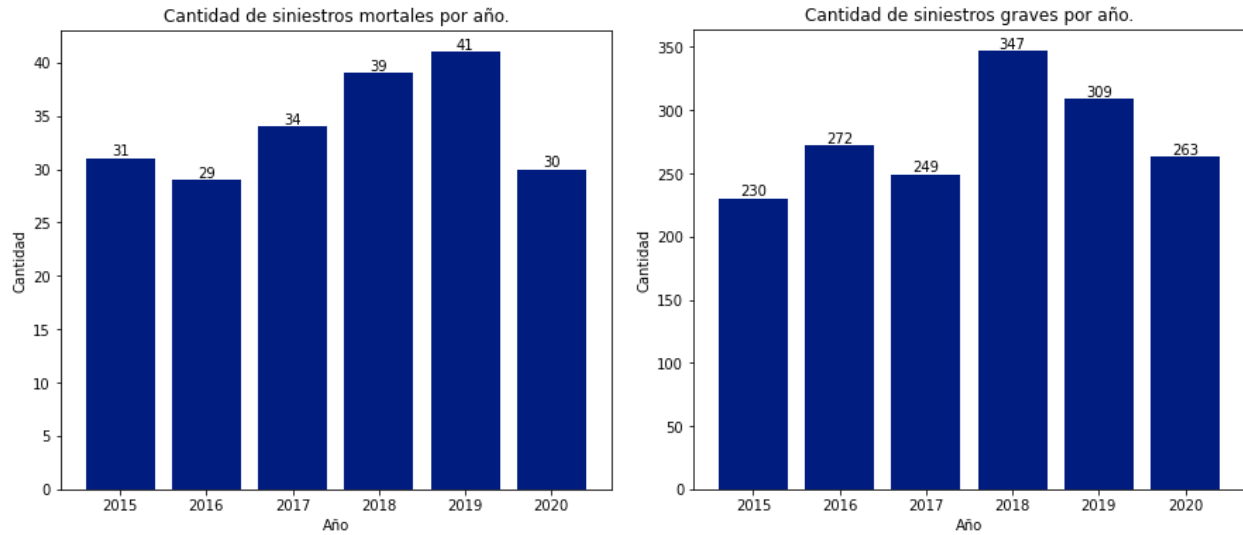
El dataset se encuentra conformado por 22062 registros de siniestros de tránsito ocurridos en el Gran Concepción entre los años 2015 y 2020. La cantidad de registros de siniestros de tránsito disponibles para cada año se encuentra disponible en la Figura 3.1.



**Figura 3.1: Cantidad de siniestros viales por año en el Gran Concepción.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

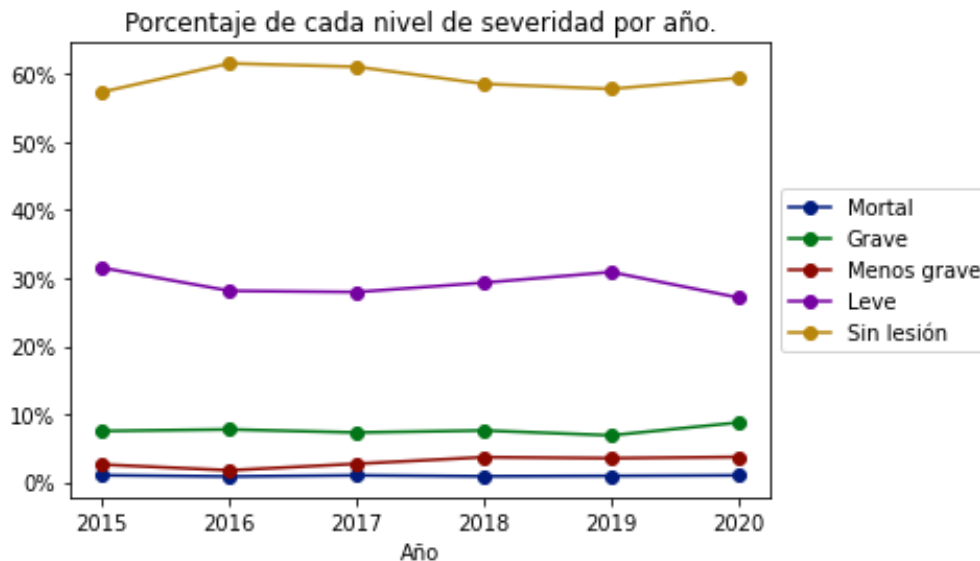
Se puede observar un gran aumento en los registros durante los años 2018 y 2019, los que disminuyen abruptamente en 2020, el año con menor cantidad de registros, lo que debe guardar relación con las restricciones y cambios en percepciones de seguridad en salud pública debido a la pandemia de la Covid-19. Analizando la cantidad de siniestros en los niveles más altos de severidad, correspondientes a siniestros mortales y lesiones graves, se puede observar la misma tendencia que en los siniestros totales. En la Figura 3.2 se puede visualizar en detalle las cantidades por año para ambos niveles de severidad mencionados anteriormente.



**Figura 3.2: Cantidad de siniestros mortales y graves por año.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

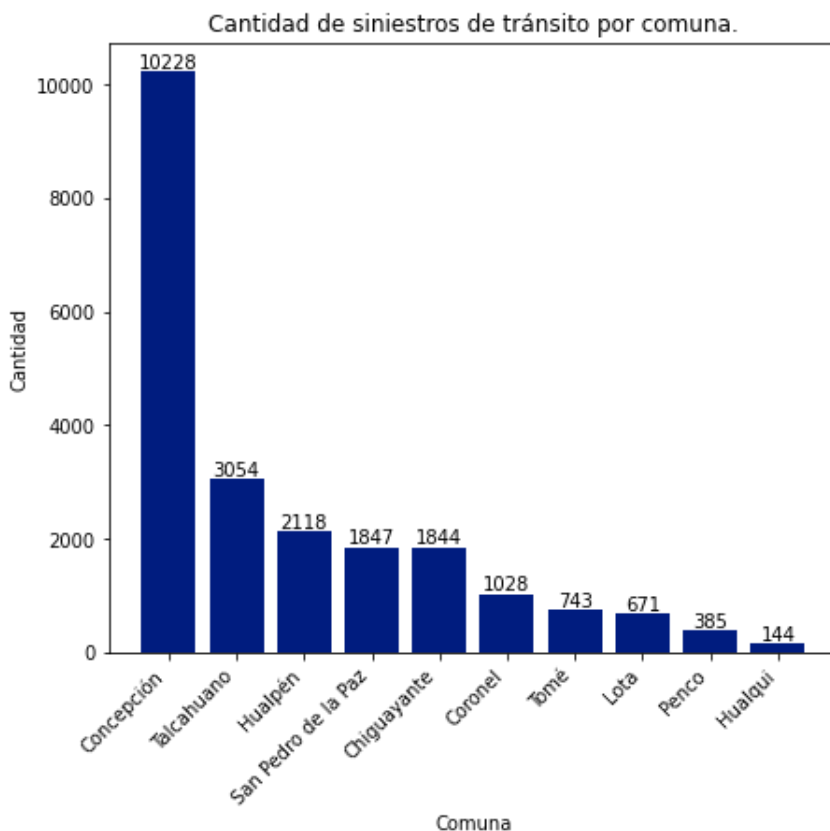
En términos generales, se aprecia en la Figura 3.3 que no ha habido grandes cambios en los porcentajes de cada severidad con el paso de los años, al menos en los datos de la muestra utilizada. Durante el año 2020, se aprecia una leve disminución de siniestros leves y aumento de los graves.



**Figura 3.3: Porcentaje anual de siniestros de tránsito según nivel de severidad.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

Al observar la Figura 3.4, se aprecia que la mayor cantidad de siniestros de tránsito registrados en la muestra ocurrieron en Concepción, mientras que la menor cantidad se produjo en Hualqui. Este orden concuerda en gran medida con la cantidad de población para cada comuna entregada por el Censo (2017).

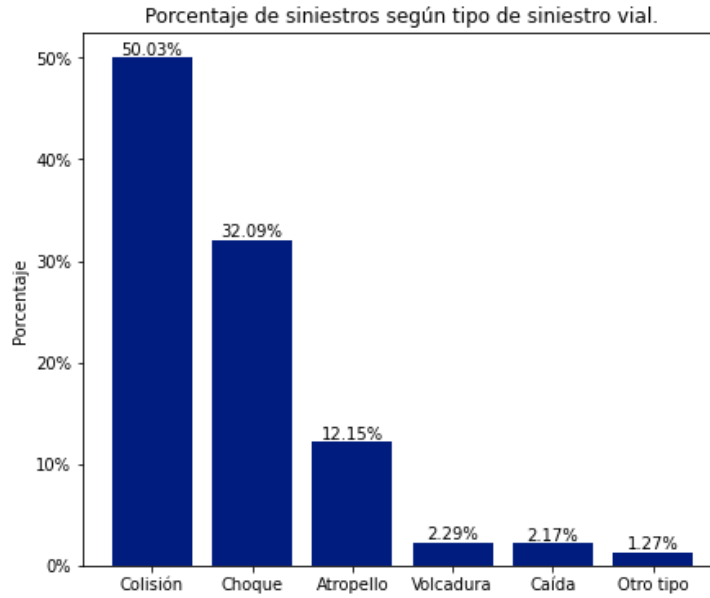


**Figura 3.4: Cantidad de siniestros de tránsito por comuna del Gran Concepción.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

Respecto a los tipos de siniestros viales ocurridos, la mitad de la muestra corresponde a colisiones, seguido por choques y atropellos. Volcaduras, caídas y otro tipo de siniestros, se encuentran en porcentajes inferiores al 2.5%. En la Figura 3.5 se puede observar en detalle el porcentaje de participación de cada tipo de siniestro.

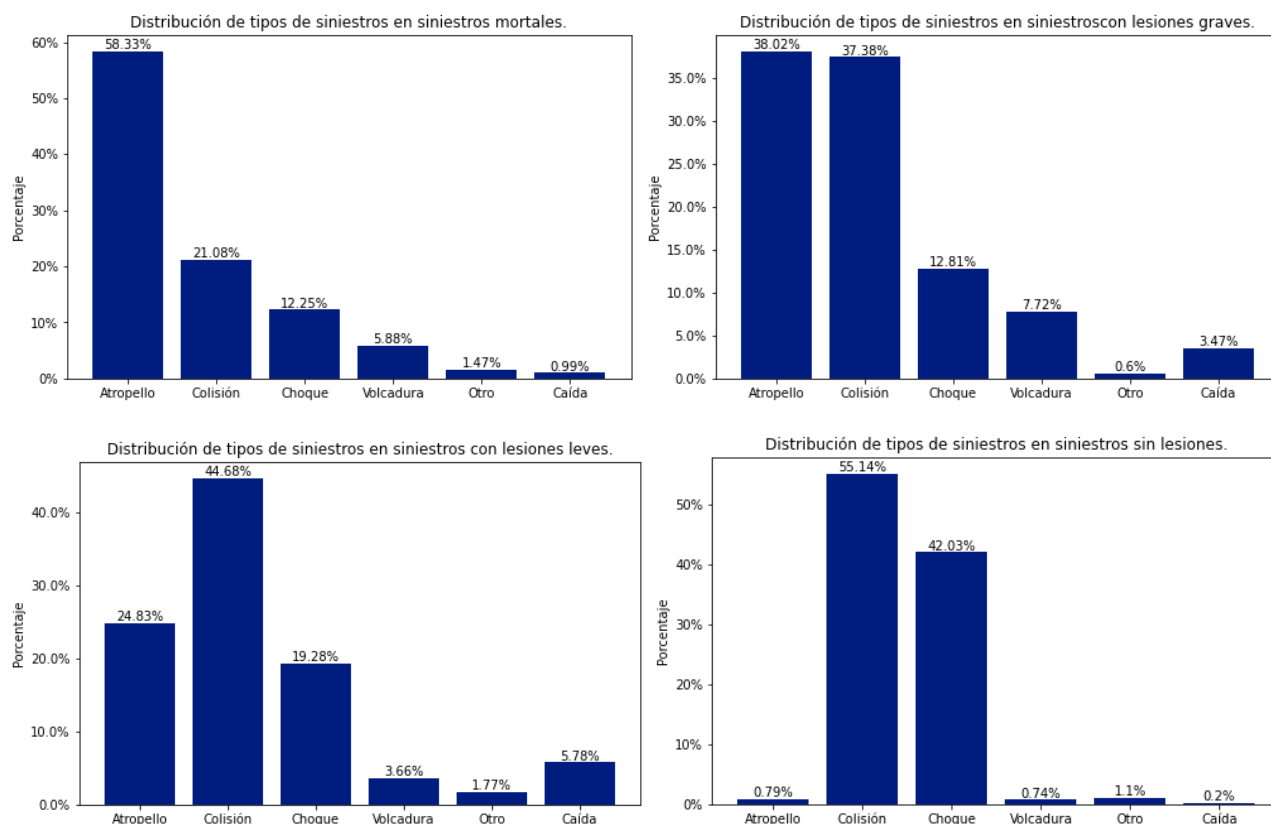




**Figura 3.5: Porcentaje de siniestros de tránsito según tipo.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

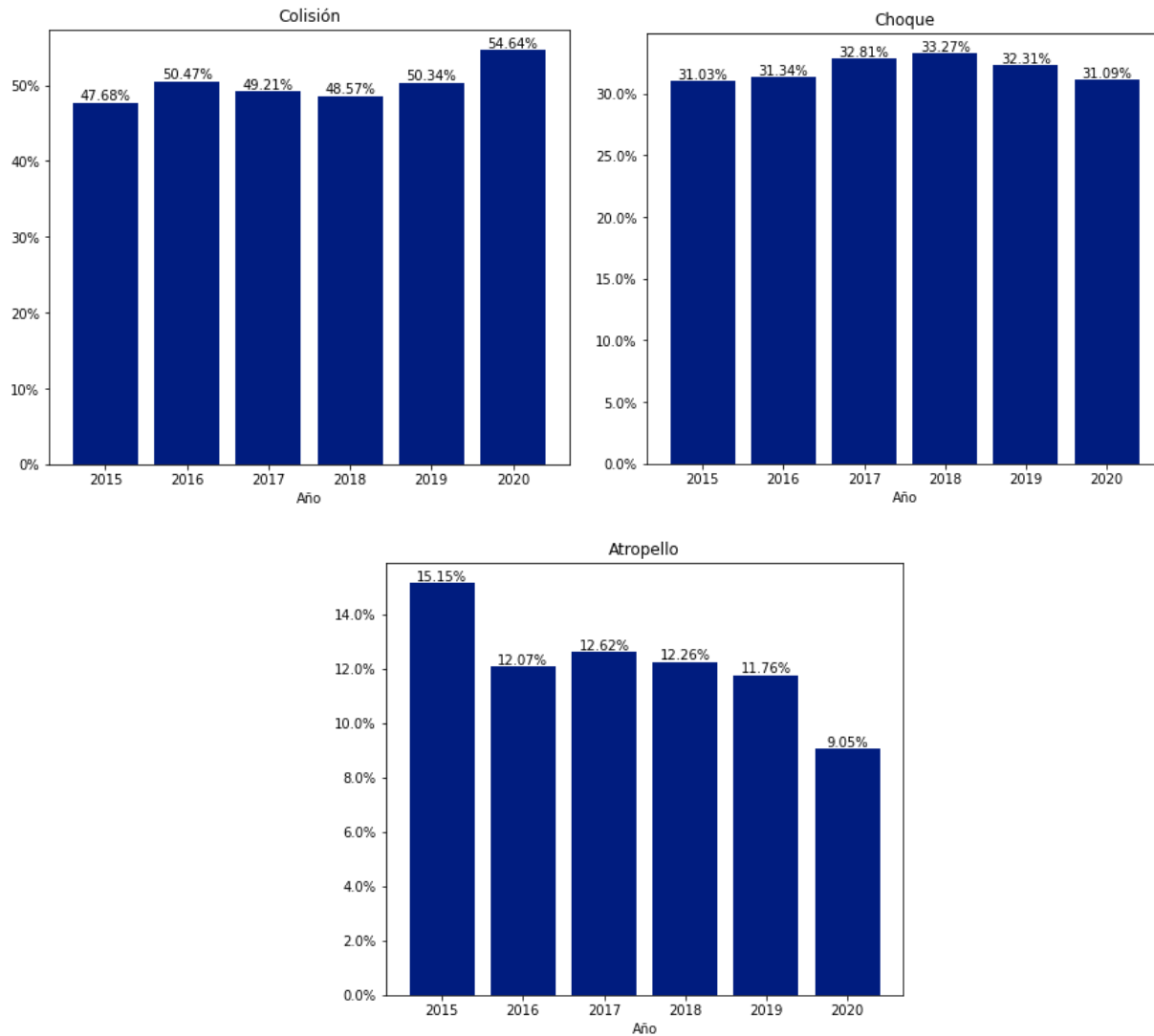
En la Figura 3.6 resulta llamativo que, dentro de los siniestros con individuos fallecidos, el porcentaje de atropellos abarca más de la mitad del total, mientras que su participación decrece a medida que se disminuye el nivel de severidad. Esto puede deberse a que un peatón no posee una protección externa, como el chasis de un auto, sistemas de retención o casco. Las colisiones y choques se encuentran en gran proporción a través de todos los niveles de severidad, lo que debe tener relación con la gran cantidad de siniestros de este tipo que contiene la muestra.



**Figura 3.6: Distribución de tipos de siniestros en los niveles de severidad.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

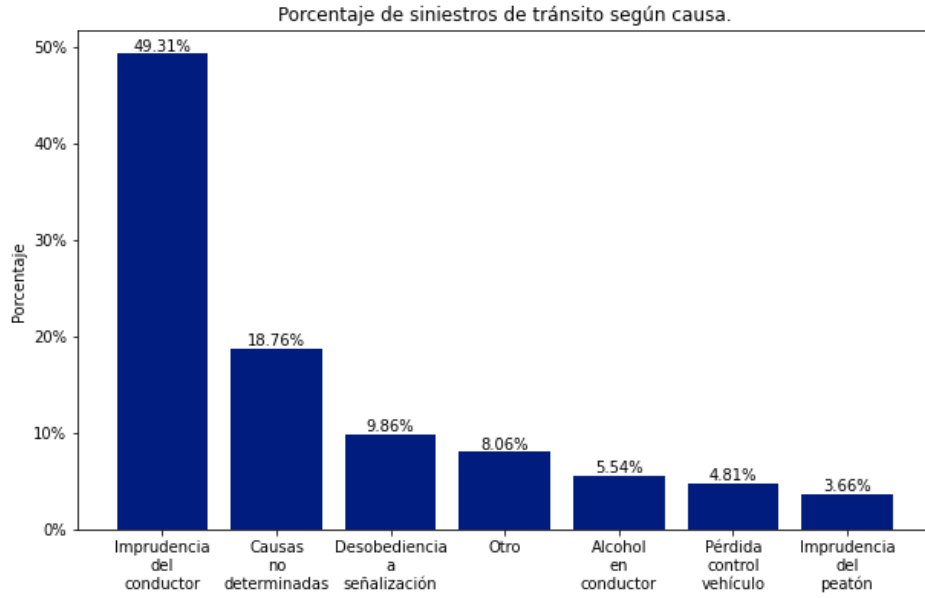
En la Figura 3.7 se puede observar que las colisiones aumentaron cerca de 4% en el año 2020, mientras que los atropellos se redujeron casi un 3%. El aumento de colisiones puede deberse a una mayor cantidad de vehículos particulares circulando en las calles por el miedo al contagio de Covid-19 en transporte público. Por otro lado, la disminución en atropellos puede estar ligada a las cuarentenas por las que atravesaron las distintas comunas del Gran Concepción en el marco del Plan Paso a Paso, cuyas transiciones se encuentran en el Anexo D. En cuanto a los choques, sólo registraron una variación cercana a 1% en 2020 respecto a 2019.



**Figura 3.7: Porcentaje de siniestros de tránsito según tipo, por año.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

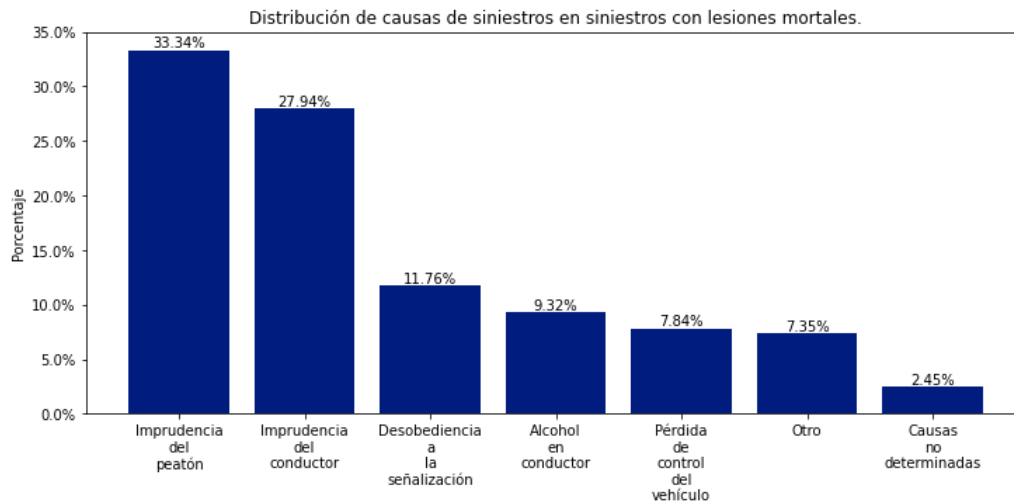
Prácticamente la mitad de los siniestros de tránsito de la muestra se deben a imprudencias del conductor, seguido por causas no determinadas y desobediencia a la señalización, como se muestra en la Figura 3.8. Para ver en más detalle estas causas, revisar el Anexo E con las causas desagregadas.



**Figura 3.8: Porcentaje de siniestros de tránsito según causa.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

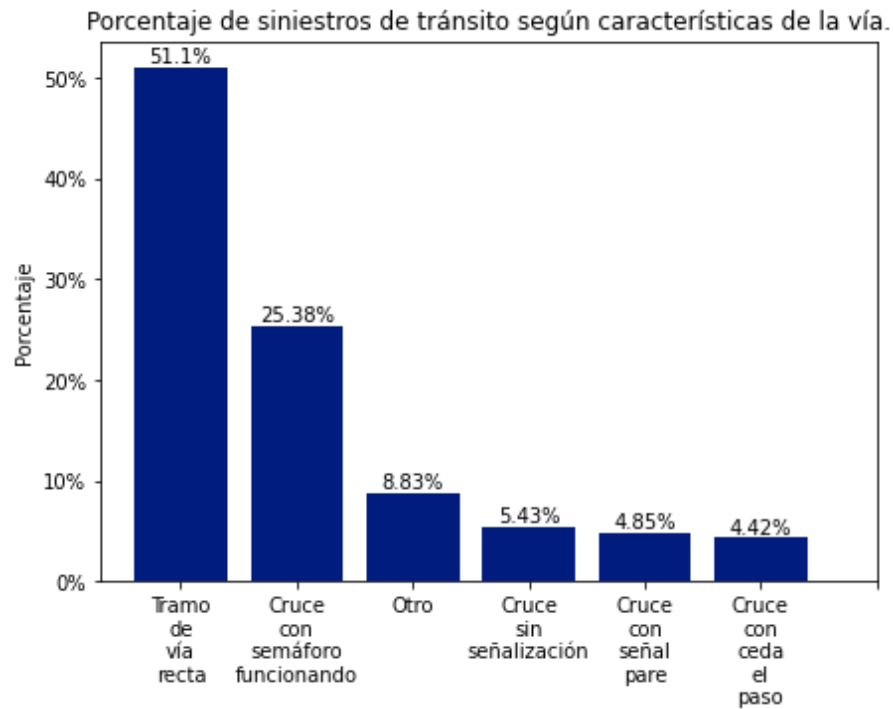
En la Figura 3.9, se observa que la imprudencia del peatón es la principal causa de siniestros con lesiones mortales, lo que tiene sentido con lo encontrado al observar los tipos de siniestros en esta misma categoría de severidad.



**Figura 3.9: Porcentaje de siniestros mortales según causa.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

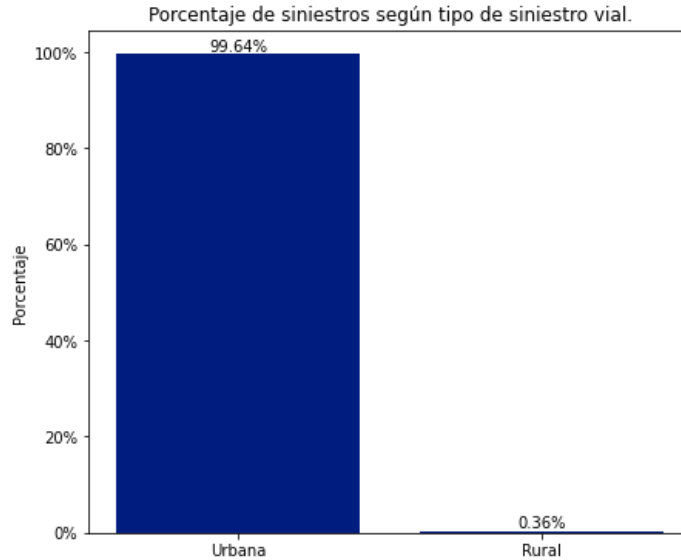
En cuanto a las características de la vía donde ocurren los siniestros de tránsito de la muestra, se observa en la Figura 3.10 que más del 50% ocurre en tramos de vía recta, seguido de alrededor de un 25% que ocurre en cruces con semáforos funcionando, mientras que las demás categorías cuentan menos del 10%.



**Figura 3.10: Porcentaje de siniestros de tránsito según características de la vía.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

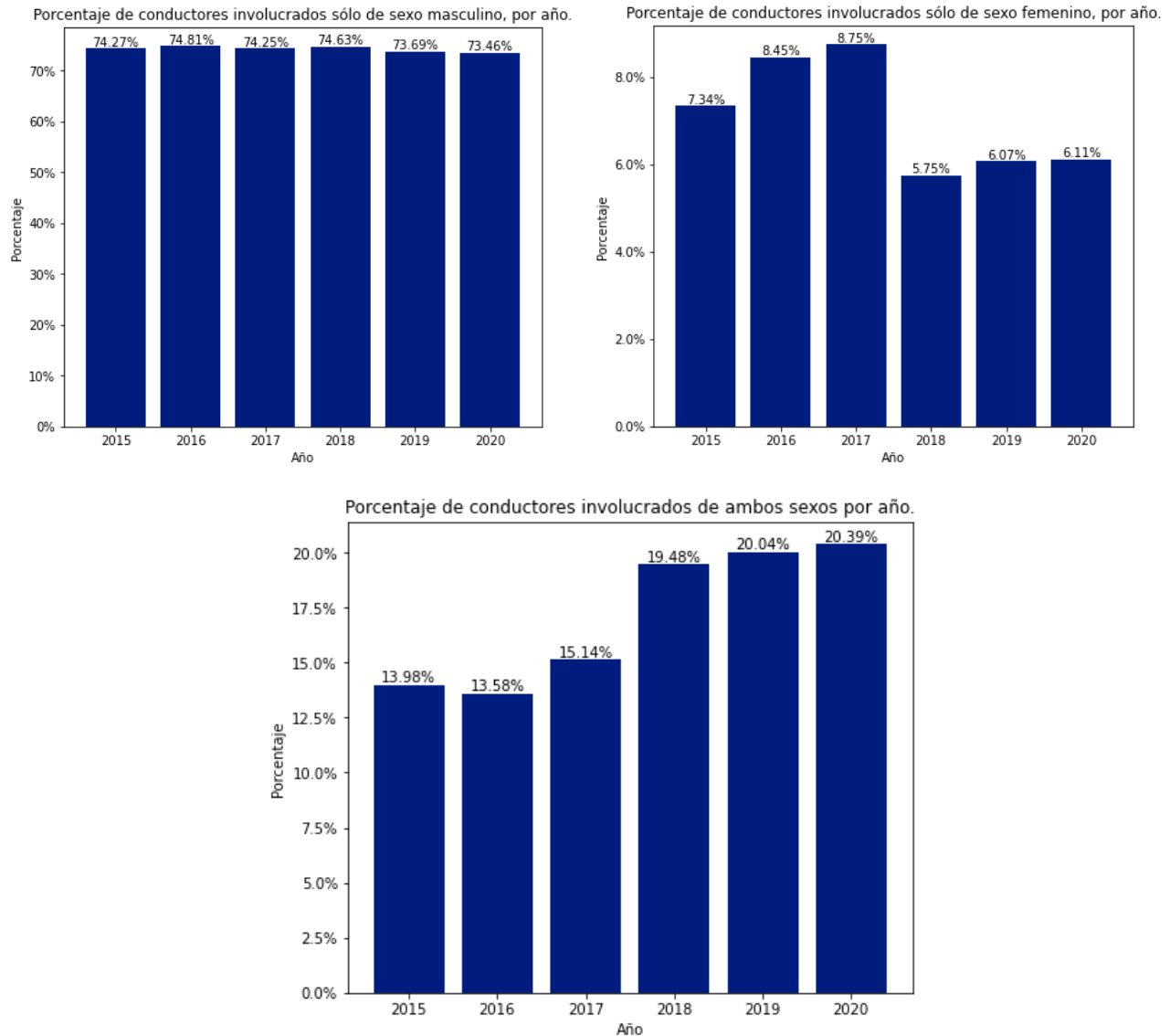
En la Figura 3.11 se observa prácticamente todos los siniestros de tránsito registrados en la muestra ocurrieron en zona urbana. Esto tiene sentido, ya que las zonas rurales dentro de las comunas del Gran Concepción son escasas. Según INE (2021), 97.9% de la ciudad de Concepción es urbana y es donde se registra la mayor cantidad de siniestros de tránsito en el Gran Concepción.



**Figura 3.11: Porcentaje de siniestros de tránsito según tipo de zona.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

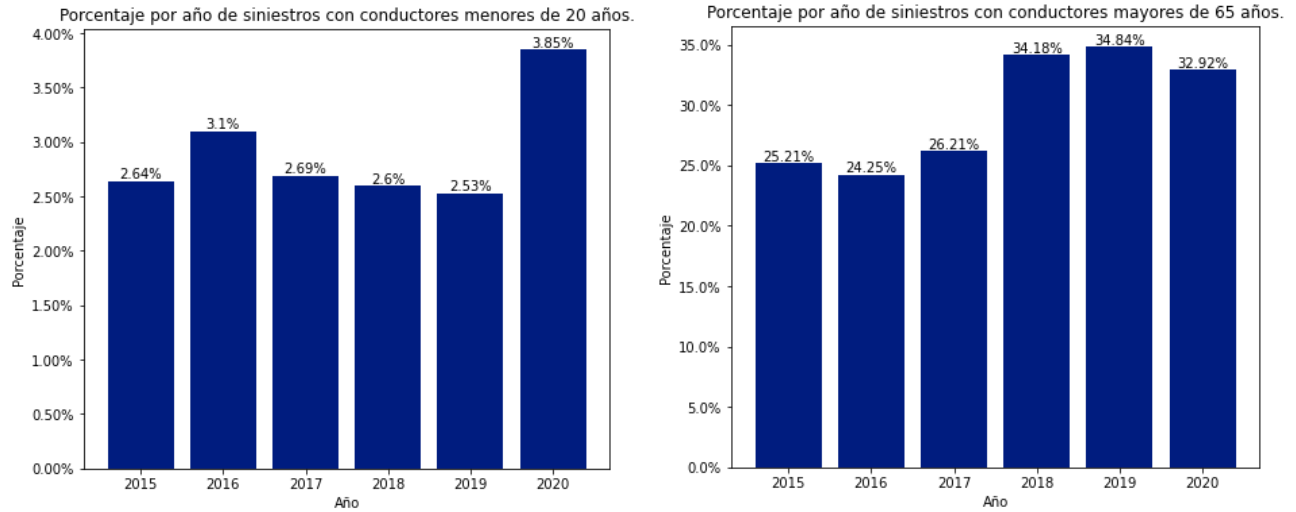
Tal como se observa en la Figura 3.12, la mayoría de los siniestros de tránsito de la muestra sólo involucran conductores de sexo masculino, seguido por los que involucran conductores de sexo femenino y, finalmente, los siniestros que involucran conductores de ambos sexos. El que la proporción de conductores de sexo masculino sea mayor a las de sexo femenino no resulta extraño, ya que según datos obtenidos desde el INE (2020), las licencias de conducir en la región del Biobío pertenecientes a individuos de sexo masculino (33389 licencias) casi triplican a las de sexo femenino (11428 licencias). Cabe señalar que algunos registros de siniestros de tránsito no presentan conductores, sólo pasajeros y/o peatones, por ejemplo, un pasajero que cae desde un bus, por lo que para efecto de los gráficos de conductores se toma como si no hubiera conductores masculinos ni femeninos.



**Figura 3.12: Porcentaje de siniestros de tránsito según sexo de los conductores.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

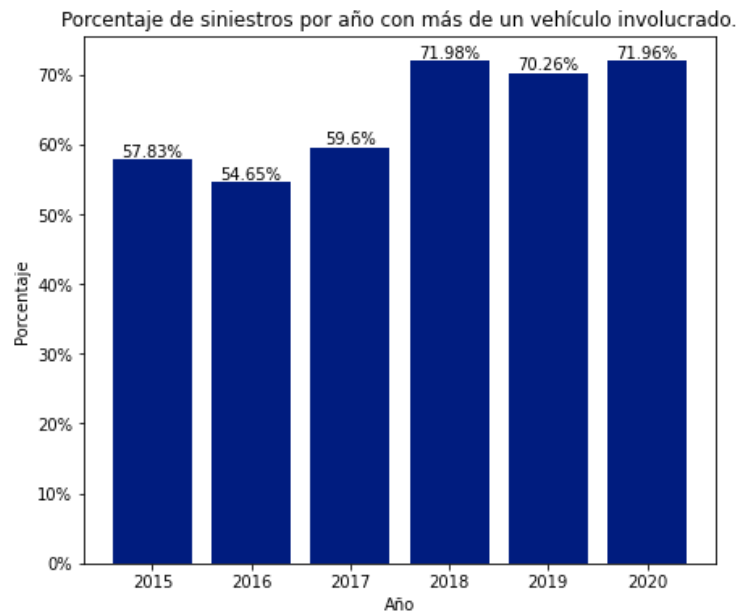
Tanto los porcentajes de siniestros con conductores menores de 20 años como los con mayores de 65, no presentan grandes variaciones en 2020. En el caso de conductores menores de 20 años, su participación en 2020 aumentó cerca de 1% respecto al año anterior, mientras que para los mayores de 65 años hubo una disminución de casi el 2%. Este leve aumento en los conductores jóvenes puede deberse a un menor temor asociado a la pandemia, contrario a lo que quizás ocurre en los mayores de 65, los cuales, por ser grupo de riesgo, puede que se expongan menos. Más detalle puede ser observado en la Figura 3.13.



**Figura 3.13: Porcentaje de siniestros de tránsito según rango etario de los conductores.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

Entre los años 2018, 2019 y 2020 se mantuvo relativamente constante el porcentaje de siniestros que involucran más de un vehículo. En la Figura 3.14 se puede visualizar en detalle los porcentajes para todos los años.



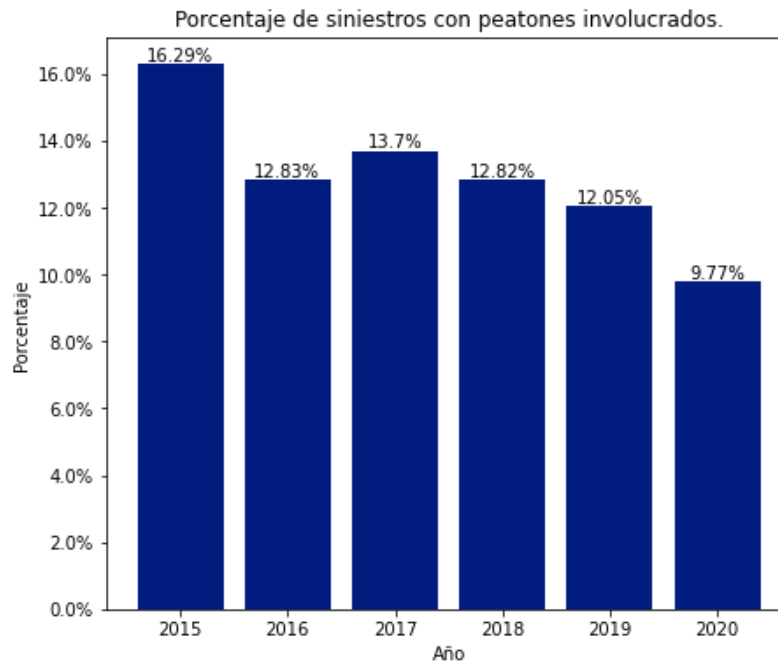
**Figura 3.14: Cantidad de siniestros de tránsito con más de un vehículo involucrado.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.



---

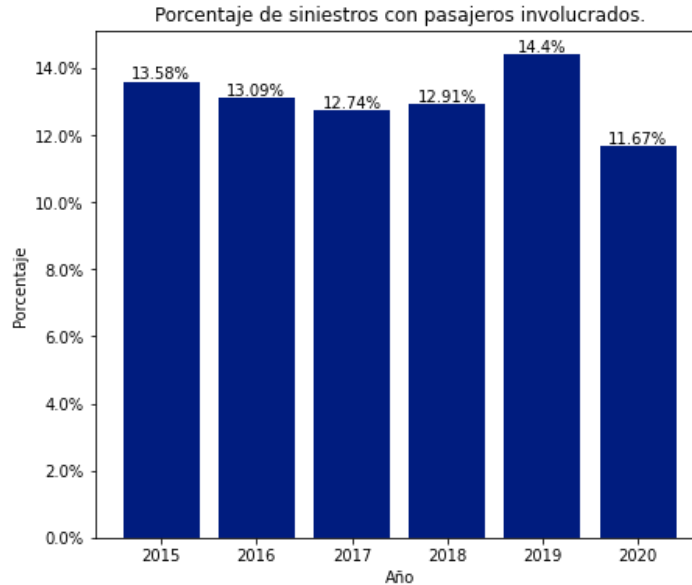
El porcentaje de siniestros de tránsito con peatones involucrados muestran una tendencia a disminuir, al menos en los datos de la muestra. Se observa en la Figura 3.15, que sólo en 2020 el porcentaje fue menor al 10%, lo que puede tener relación con las cuarentenas obligatorias impuestas en algunas comunas debido a la pandemia.



**Figura 3.15: Porcentaje de siniestros de tránsito con peatones involucrados.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

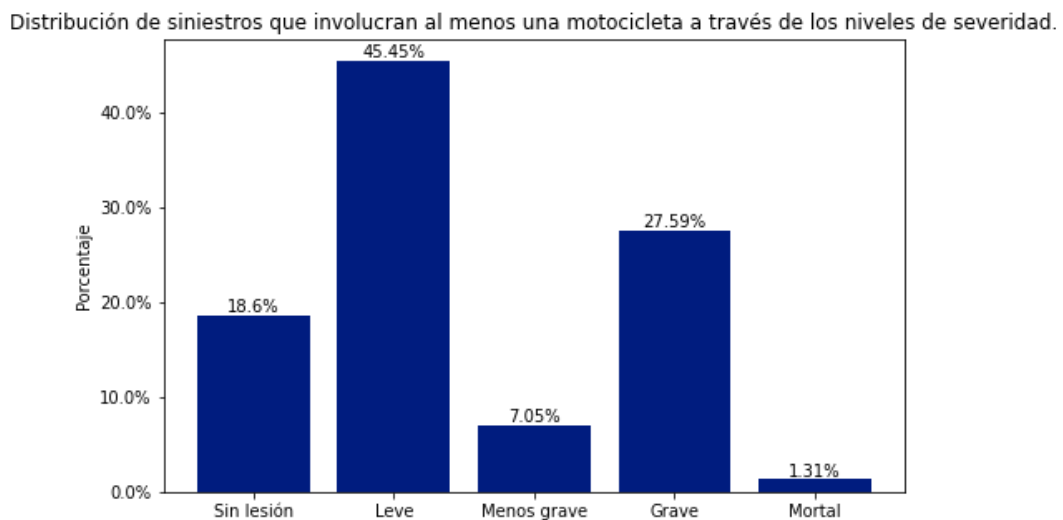
Los porcentajes de siniestros de tránsito que involucran pasajeros se mantiene relativamente constante a través de los años, como se observa en la Figura 3.16. Cabe señalar que puede no haber disminución en el año 2020, como en otras características, debido a que, si hay pasajeros involucrados o no, es independiente de la cantidad, por lo que, si bien puede haber disminuido la cantidad de pasajeros en transporte público, estos no necesariamente se redujeron a cero. Además, pueden seguir siendo pasajeros, sólo que en un vehículo particular.



**Figura 3.16: Porcentaje de siniestros de tránsito con pasajeros involucrados.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

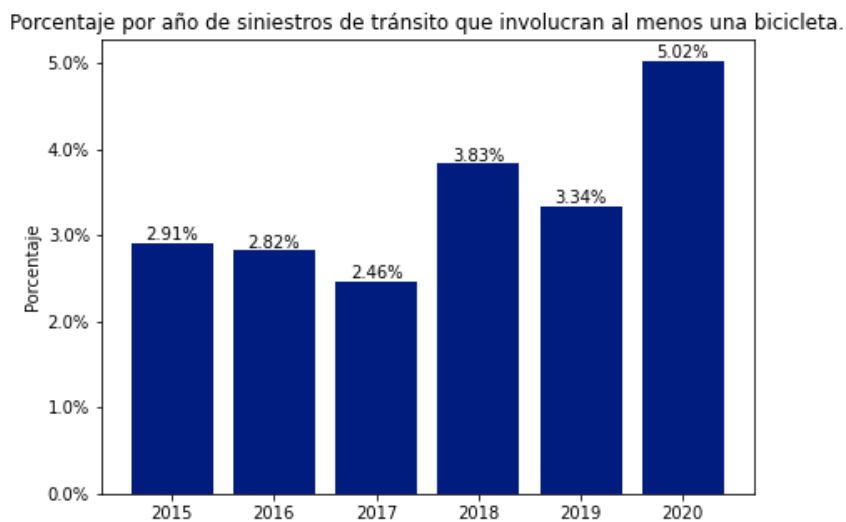
Analizando la distribución de siniestros que involucran al menos una motocicleta en los diferentes niveles de severidad, se observa que en su mayoría presentan lesiones, siendo de carácter grave un 27.59%. En la Figura 3.17 se puede observar el porcentaje en detalle para cada nivel de severidad.



**Figura 3.17: Distribución de siniestros con motocicletas en los niveles de severidad.**

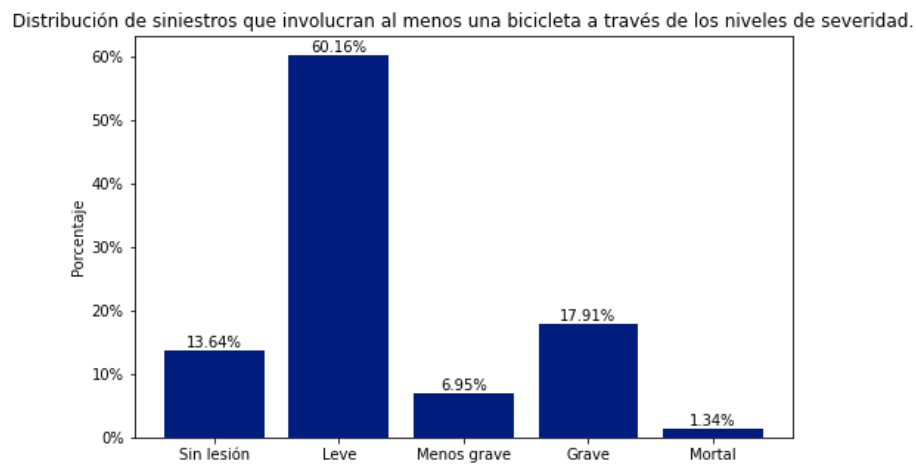
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

En la Figura 3.18 se observa un aumento en el año 2020 del porcentaje de siniestros que involucran al menos una bicicleta, lo que puede estar relacionado al aumento del uso de este medio de transporte debido a temas relacionados con la presente pandemia (BBC, 2020). Por otro lado, se observa en la Figura 3.19 que, al igual como ocurre con las motocicletas, la mayoría de los siniestros de la muestra que involucran al menos una bicicleta presentan lesiones leves, seguidas con alrededor de un 18% por lesiones graves.



**Figura 3.18: Porcentaje de siniestros por año que involucran bicicletas.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

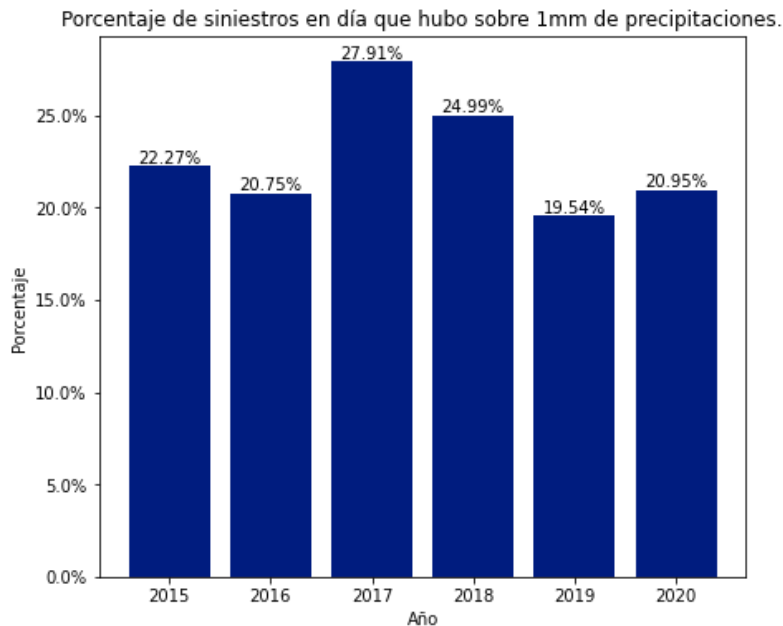


**Figura 3.19: Distribución de siniestros con bicicletas en los niveles de severidad.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

---

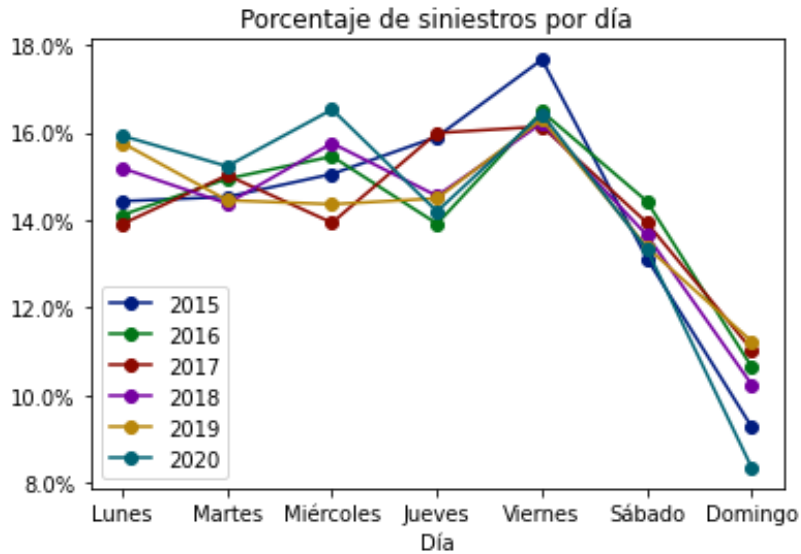
Respecto a la cantidad de siniestros que ocurren durante un día que hubo precipitaciones, independiente de si ocurre mientras precipita, se observa en la Figura 3.20 que abarcan más del 20% del porcentaje total de siniestros de tránsito registrados para cada año.



**Figura 3.20: Porcentaje de siniestros ocurridos en día que hubo precipitaciones.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos desde la Dirección Meteorológica de Chile.

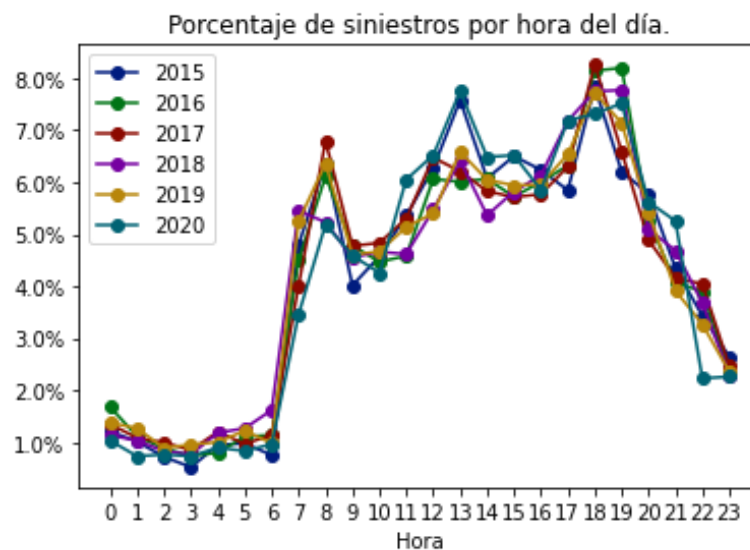
En cuanto a los días de ocurrencia de los siniestros de tránsito, se observa en la Figura 3.21 que el viernes es el día que más siniestros suceden, disminuyendo drásticamente los porcentajes hasta el domingo, el día en que el porcentaje es menor.



**Figura 3.21: Porcentaje de siniestros de tránsito según día de ocurrencia.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

Respecto a la hora de ocurrencia, en la Figura 3.22 se observan tres horarios peaks, los cuales guardan relación con la entrada al colegio/trabajo (entre 7-9 AM), horario de salida del colegio y/o de almuerzo (entre 12-14 PM) y salida del trabajo (entre las 17-20 PM).



**Figura 3.22: Porcentaje de siniestros de tránsito según hora de ocurrencia.**

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de CONASET.

---

## CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

### 4.1 Generalized Ordered Response Probit (GORP) Model.

En términos generales, los estudios de severidad de siniestros de tránsito se dividen en dos tipos de modelos, los que toman en cuenta la naturaleza ordinal de los datos y los que no. Según indica Castro et al. (2013), el primer tipo, llamado Standard Ordered-Response (SOR) model structure, es susceptible a parámetros inconsistentes a causa del subreporte de registros en los distintos niveles de severidad. Además, utilizan umbrales fijos para todos los siniestros viales, lo que conlleva a inconsistencias en la propensión del riesgo de lesión y los valores umbrales, además de inconsistencias en los efectos de las variables sobre la probabilidad de las diferentes categorías de severidad. Por otro lado, el segundo tipo, llamado Unordered-Response (UR) model structure, si bien presenta una mejor respuesta ante el subreporte de siniestros y es más flexible para acomodar formas no restringidas para los efectos de las variables, al no reconocer la naturaleza ordinal, se hace más complejo de interpretar y tiende a incrementarse la cantidad de parámetros a estimar, comparado con los SOR.

A raíz de las características y problemas que enfrentan las estructuras anteriormente descritas, surge el Generalized Ordinal-Response (GOR) structure. Esta estructura reconoce la naturaleza ordinal y utiliza menos parámetros que las UR. Además, en ella se relajan los umbrales fijos, para cada siniestro ocurrido, mediante la parametrización de los umbrales en función de las variables explicativas. Es decir, es una estructura que toma y combina las virtudes de las estructuras SOR y UR. Para la presente investigación, se utiliza un modelo GOR (GORP).

Utilizando las ecuaciones propuestas por Castro et al. (2013), se tiene que la ecuación (1) define el modelo GORP adoptando la siguiente forma:

$$y_q^* = \beta'_q x_q + \varepsilon_q, y_q = k \text{ si } \psi_{q,k-1} < y_q^* < \psi_{q,k} \quad (1)$$

Donde,

$q = 1, 2, \dots, Q$  es el índice que representa cada siniestro.

$k = 1, 2, \dots, K$  representa el nivel de severidad más grave entre los involucrados en un mismo siniestro, para todos los siniestros registrados.

$y_q^*$ : Propensión latente al riesgo de lesión del siniestro  $q$ .

---

$x_q$ : Vector con los atributos exógenos (excluyendo una constante).

$\beta_q$ : Vector de efectos variables específicos de los siniestros viales.

$\varepsilon_q$ : Término de error aleatorio estándar que impacta la propensión latente y que se asume idéntica e independientemente distribuida a través de los siniestros  $q$ .

$\psi_{q,k}$ : Umbral que relaciona la propensión latente  $y_q^*$  con el nivel de lesión observado.

Se considera que  $\psi_{q,0} = -\infty$  y  $\psi_{q,K} = \infty$ , resultando un orden de los umbrales que sigue la forma

$$-\infty < \psi_{q,1} < \psi_{q,2} < \dots < \psi_{q,K-1} < \infty \quad \forall q \quad (2)$$

Con tal de garantizar la condición de orden de los umbrales para cada siniestro, Eluru et al. (2008), propone la siguiente parametrización (3) para el umbral del  $k$ -ésimo nivel de severidad, donde para calcular el siguiente umbral, se le suma una cantidad positiva al umbral anterior.

$$\psi_{q,k} = \psi_{q,k-1} + \exp(\alpha_k + \gamma_k z_{qk}) \quad (3)$$

Donde,

$\alpha_k$ : Parámetro escalar asociado al nivel de severidad  $k = 1, 2, \dots, K - 1$ .

$\gamma_k$ : Vector de coeficientes asociado a los niveles de severidad  $k = 1, 2, \dots, K-1$ .

Por razones de identificación, se adopta la normalización  $\psi_{q,1} = \exp(\alpha_1)$  para todos los siniestros  $q$ .

#### **4.2 Spatial Generalized Ordered Response Probit (SGORP) Model.**

Como se habló en el Capítulo 2.1, es de interés el analizar los efectos que pueden ser provocados por correlaciones espaciales en siniestros ocurridos en localizaciones cercanas. En el marco de este informe, se utiliza la formulación llamada spatial error, debido a que se tiene acceso a un código para su cálculo y por ser la que mejor resultados reporta en Castro et al. (2013). En este, se compara la formulación spatial lag, que asume que la propensión de riesgo de lesiones de un siniestro se ve afectada por la propensión de otros siniestros cercanos, con el modelo spatial intermediate, que consiste en un spatial error que incluye correlación espacial en los efectos de las variables observadas de los otros siniestros.

---

La estructura spatial error sólo toma en cuenta correlación de factores no observados, es decir, considera correlación espacial sólo en los términos de error  $\varepsilon_q$ . Añadiendo esta formulación a la ecuación (1), se obtiene la ecuación (4).

$$y_q^* = \delta \sum_{q'=1}^Q w_{qq'} \varepsilon_{q'} + \beta'_q x_q + \varepsilon_q, \quad y_q = k \text{ si } \psi_{q,k-1} < y_q^* < \psi_{q,k} \quad (4)$$

Donde,

$\delta$ : Parámetro espacial autorregresivo.

$w_{qq'}$ : Peso calculado a partir de las distancias entre pares de siniestros.

El parámetro espacial autorregresivo  $\delta$  puede tomar valores entre 0 y 1 e indica que tanto influye la dependencia espacial en el modelo.

Para calcular los pesos  $w_{qq'}$ , se debe calcular las distancias en km entre pares de siniestros a partir de las coordenadas de latitud y longitud. Finalmente, el peso se obtiene utilizando la especificación de la distancia inversa que se encuentra en la ecuación (5).

$$w_{qq'} = \frac{1}{\text{distancia}^p} \quad (5)$$

Donde  $p$  corresponde a la potencia a la que se eleva la distancia y hace que mientras mayor sea su valor, más influencia tendrán los siniestros cercanos respecto a los lejanos. Si su valor es 0, entonces la influencia no decrece con la distancia, sino que todos los siniestros influyen por igual.

Para este estudio se utiliza la distancia inversa con  $p = 1$ , ya que se encontró que es el valor que mejor se ajusta a los datos tras analizar los t-stat y log-likelihood obtenidos al realizar pruebas con los valores  $p = 0.5$ ,  $p = 1$  y  $p = 2$ .

### 4.3 Composite Marginal Likelihood (CML)

Debido a posibles problemas de convergencia al estimar el modelo mediante la función de verosimilitud completa, se emplea el Composite Marginal Likelihood (CML) utilizado por Castro et al. (2013), el cual se basa en maximizar una función de verosimilitud sustituta, entregando valores de verosimilitud para cada variable por separado. Para esta investigación, se utiliza el CML por parejas, el cual se basa en el producto de las contribuciones de las verosimilitudes de las severidades de las



---

lesiones entre pares de siniestros de tránsito, el cual se encuentra representado en la ecuación (6). Se asume que este estimador es consistente y sigue una distribución normal.

$$L_{CML}(\theta) = \prod_{q=1}^{Q-1} \prod_{q'=q+1}^Q [P([y]_q = [m]_q, [y]_{q'} = [m]_{q'})]^{[R]_{qq'}} \quad (6)$$

Donde,

$[y]$ : Vector con los posibles niveles de severidad.

$[m]$ : Vector con los niveles de severidad observados.

$[R]_{qq'}$ : Matriz con valor 1 si los siniestros  $q$  y  $q'$  están dentro de la distancia límite establecida y 0 en caso de no estarlo.

Esta distancia límite se utiliza bajo el supuesto que los siniestros se pueden ver significativamente afectados por otros siniestros ocurridos en las cercanías, cuyos efectos van disminuyendo al aumentar la distancia entre ellos. Por tanto, para ahorrar tiempo en los cálculos computacionales, se opta por definir una distancia límite entre pares de siniestros, tras la cual se asume que no hay efectos entre ese par. En este caso se utiliza una banda de distancia de 0.5 km, por ser la que mejor se ajusta entre las opciones probadas, las que corresponden a 2 km, 1.5 km, 1 km, 0.75 km, 0.5 km, 0.25 km y 0.1 km.

---

## **CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **5.1 Estimaciones del modelo**

Para estimar el modelo, se utiliza como base un código programado por Castro et al. (2013) al cuál se le cambiaron algunas líneas de código relacionadas a la entrada de coordenadas y se hicieron adaptaciones a los parámetros relacionados con la cantidad de categorías de la variable dependiente. Cabe señalar que, por problemas de complejidad computacional, se utiliza una submuestra aleatoria de 6000 observaciones. Las variables fueron introducidas una a una, con el fin de determinar más fácilmente cuales son significativas y cómo se ven afectadas al introducir otras nuevas, permitiendo una mejor comprensión para elegir cuales deben mantenerse dentro del modelo. Se utiliza un nivel de confianza del 95%, por lo que para que una variable sea significativa, debe tener un  $|t - stat| \geq 1.96$ . El código fue ejecutado en el software Gauss de Aptech utilizando la librería MAXLIK.

#### **5.1.1 Estimaciones para la función de propensión latente al riesgo de lesión.**

Para la función de propensión latente al riesgo de lesión se encontraron 24 variables significativas, cuyas estimaciones se encuentran en la Tabla 5.1.

**Tabla 5.1: Estimaciones para la función de propensión latente al riesgo de lesión.**

<b>Variable</b>	<b>Estimación</b>	<b>t-stat</b>
Moto(s) involucradas (Sin moto(s))	-1.227	-27.38
Múltiples vehículos involucrados (Menos de dos vehículos involucrados)	1.026	21.59
Pasajero(s) involucrados (Sin pasajeros)	-1.326	-16.94
Ocurre en horario peak, entre 7-9 hrs. /12-14 hrs. / 17-20 hrs. (Horario no peak)	0.164	2.72
Ocurre en zona rural (Urbana)	-1.114	-6.92
<b>Día de ocurrencia</b> (Martes)		
Lunes	0.652	10.11
Miércoles	0.475	7.88
Jueves	0.546	9.37
Viernes	0.612	9.84
Sábado	0.542	8.92
Domingo	0.334	5.65
<b>Mes de ocurrencia</b> (Enero, Febrero, Marzo, Abril, Junio, Julio, Septiembre, Octubre)		
Mayo	0.380	8.93
Agosto	0.505	5.95
Noviembre	0.343	5.95
Diciembre	0.700	5.77
<b>Tipo de siniestro vial</b> (Colisión, Volcadura)		
Atropello	-0.356	-4.56
Caída	1.644	13.08
Choque	0.810	9.61
Otro tipo	1.273	11.74
<b>Causa del siniestro</b> (Alcohol en conductor, Desobediencia a señalización, Imprudencia del peatón, Perdida control del vehículo, Otras causas)		
Causas no determinadas	0.375	9.70
Imprudencia del conductor	0.101	2.85
<b>Ubicación relativa</b> (Cruce con señal ceda el paso, Cruce sin señalización)		
Cruce con semáforo funcionando	0.912	17.00
Cruce con señal pare	1.361	12.35
Tramo de vía recta	1.719	19.83
Otro	1.254	18.07
<b>Comuna de ocurrencia</b> (Chiguayante, Coronel, Hualpén, Hualqui, Lota, Penco, San Pedro de la Paz, Talcahuano, Tomé)		
Concepción	0.589	14.69

Fuente: Elaboración propia.

---

Contrario a lo que se esperaría por intuición y a lo encontrado por Srinivasan (2002) y Huang et al. (2008), se obtuvo que un siniestro que involucre al menos una moto es más propenso a lesiones de menor severidad, lo cual tiene sentido al observar la Figura 3.17 en el capítulo 3, donde se aprecia que más del 50% de siniestros que involucran motos pertenece a las categorías sin lesiones y lesiones leves. La misma propensión ocurre en siniestros en los cuales hay pasajeros involucrados, pero en este caso puede deberse a que el conductor adopta una conducción menos riesgosa al trasladar vidas ajenas, tal como indica Lee & Abdel-Aty (2008), sin embargo, esta propensión es contraria a la encontrada por Castro et al. (2013). El que ocurra en zona rural igual hace que la propensión a lesiones graves sea menor, lo que puede ser debido en parte a un conducir más cauteloso, al ser zonas que suelen no tener intersecciones debidamente señalizadas o ser transitadas por vehículos de mayor tamaño, como camiones, no obstante, hay que recordar que menos del 1% de los siniestros de la muestra ocurre en zona rural, por lo que puede haber un subreporte importante. También se observa que, al haber más de un vehículo involucrado, la propensión a lesiones de mayor gravedad aumenta, al igual que al ocurrir en horarios peak, entre las 7-9 hrs., 12-14 hrs. o 17-20 hrs. Estas dos variables pueden estar en parte relacionadas, ya que en las horas peak se encuentran la mayor cantidad de vehículos circulando, haciendo que, entre el estrés y apuro por llegar al destino final, puedan ocurrir siniestros de tránsito entre varios vehículos y de mayor gravedad al estar expuestos a lesiones múltiples, como explica Castro et al. (2013).

En cuanto al día de ocurrencia, tomando como referencia el martes, se obtuvo que todos los siniestros ocurridos en los demás días son propensos a resultar en lesiones de mayor gravedad, siendo el lunes el que posee un mayor valor. Los meses que resultaron ser significativos corresponden a Mayo, Agosto, Noviembre y Diciembre, siendo todos propensos a un mayor nivel de severidad. Diciembre es el que alcanza un mayor valor, probablemente por ser el comienzo del verano y albergar fiestas navideñas y previas a año nuevo.

Resulta curioso que los atropellos posean un coeficiente negativo, ya que quiere decir que los siniestros que sean de este tipo tienen tendencia a resultar en menor severidad de lesiones, siendo que en el análisis descriptivo se observa que aproximadamente un 58% de los siniestros con lesiones mortales son producto de atropellos. Por otro lado, caídas, choques y siniestros de otro tipo (que tampoco son colisiones ni volcaduras), resultan más propensos a lesiones de mayor severidad. En cuanto a causas del siniestro, tanto imprudencia del conductor como causas no determinadas resultan ser significativas y aumentan la propensión a lesiones de mayor gravedad.

---

Los siniestros que ocurren en cruces con semáforo funcionando y con señal pare son propensos a resultar en lesiones de severidad mayor. Esto puede deberse a que los siniestros en estos cruces quizás ocurren a alta velocidad, ya sea para pasar el semáforo en amarillo/rojo o por ir cruzando en verde y que otro vehículo se cruce, impactando directamente en el lado del chofer o pasajeros. También se observa que los siniestros en tramos de vía recta son más propensos a lesiones más severas, lo cual puede deberse a que, al no ser un tramo de curva, se toma menos precaución y se aumenta la velocidad.

Finalmente, se obtuvo que sólo la comuna de Concepción es significativa y que los siniestros ocurridos en ella tienden a resultar en lesiones de mayor gravedad. Cabe señalar que la mayoría de los siniestros de tránsito del Gran Concepción ocurren en esta comuna, probablemente por la densidad de vehículos que transitan por ella, ya sea por trabajo, por vivir ahí o por servir de paso hacia otra comuna.

### **5.1.2 Estimaciones para los umbrales**

En el caso de los umbrales, las estimaciones con valor positivo indican que el umbral se desplaza hacia la derecha. Por ejemplo, si se tiene un valor positivo para un coeficiente entre lesiones leves y menos graves, este se desplaza hacia la derecha y, debido a la parametrización definida en la ecuación (3), los umbrales entre lesiones menos graves y graves y entre lesiones graves y mortales igual se desplazan en el mismo sentido, resultando en una mayor probabilidad de caer en la categoría sin lesiones. En el caso de valores negativos, ocurre lo mismo, pero en sentido inverso, es decir, se desplaza hacia la izquierda y es más probable que el resultado se encuentre en la categoría de lesiones mortales. En el caso de que una misma variable sea significativa para más de un umbral, la interpretación se complica un poco, ya que los umbrales van a ir sumando el desplazamiento del umbral anterior junto con un nuevo desplazamiento propio de sus coeficientes a medida que se va avanzando hacia umbrales de mayor severidad.

**Tabla 5.2: Estimaciones para los umbrales entre niveles de severidad.**

<b>Variable</b>	<b>Estimación</b>	<b>t-stat</b>
<b>Umbral entre siniestros sin lesiones y lesiones leves</b>		
Constante	-5.922	-112.15
<b>Umbral entre siniestros con lesiones leves y menos graves</b>		
Constante	-0.361	-8.56
Conductores de ambos sexos (Sólo conductores masculinos, Sólo conductores femeninos)	0.218	6.57
Bicicleta(s) involucradas (Sin bicicletas involucradas)	0.965	11.16
Pasajero(s) involucrados (Sin pasajeros)	0.500	7.61
Peatón(es) involucrados (Sin peatones)	0.525	9.09
Ocurre en horario peak, entre 7-9 hrs. /12-14 hrs. / 17-20 hrs. (Horario no peak)	-0.172	-3.17
<b>Mes de ocurrencia</b> (Enero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Noviembre)		
Febrero	-0.376	-5.82
Octubre	-0.626	-7.90
Diciembre	0.288	3.28
<b>Ubicación relativa</b> (Cruce con semáforo funcionando, Cruce con señal ceda el paso, Cruce con señal pare, Cruce sin señalización, Otros)		
Tramo de vía recta	0.515	8.19
<b>Umbral entre siniestros con lesiones menos graves y graves</b>		
Constante	-1.753	-15.45
Ocurre en horario peak, entre 7-9 hrs. /12-14 hrs. / 17-20 hrs. (Horario no peak)	0.326	2.66
<b>Día de ocurrencia</b> (Miércoles, Jueves, Viernes, Sábado, Domingo)		
Lunes	0.586	4.81
Martes	-0.477	-3.84
<b>Mes de ocurrencia</b> (Enero, Febrero, Marzo, Abril, Junio, Julio, Septiembre, Octubre)		
Enero	-0.796	-4.35
Octubre	0.697	6.19
<b>Tipo de siniestro vial</b> (Atropello, Caída, Colisión, Volcadura, Otro tipo)		
Choque	0.877	5.51
<b>Causa del siniestro</b> (Alcohol en conductor, Causas no determinadas, Desobediencia a señalización, Imprudencia del conductor, Perdida control del vehículo, Otras causas)		
Imprudencia del peatón	1.347	12.40
<b>Ubicación relativa</b> (Cruce con semáforo funcionando, Cruce con señal ceda el paso, Cruce sin señalización, Tramo de vía recta, Otro)		
Cruce con señal pare	0.693	4.32

**Tabla 5.2 (continuación)**

<b>Comuna de ocurrencia</b> (Coronel, Hualpén, Hualqui, Lota, Penco, San Pedro de la Paz, Talcahuano, Tomé)		
Chiguayante	-0.558	-4.90
Concepción	-0.752	-5.90
<b>Umbral entre siniestros con lesiones graves y mortales</b>		
Constante	0.474	15.23
Sólo conductores de sexo femenino (sólo conductores masculinos, conductores de ambos sexos)	0.206	6.56
Bicicleta(s) involucradas (Sin bicicleta(s) involucradas)	0.493	6.97
Múltiples vehículos involucrados (Menos de 2 vehículos involucrados)	0.706	13.20
<b>Día de ocurrencia</b> (Lunes, Miércoles, Jueves, Viernes, Sábado, Domingo)		
Martes	-0.434	-9.17
<b>Mes de ocurrencia</b> (Enero, Febrero, Marzo, Mayo, Julio, Septiembre, Octubre, Diciembre)		
Abril	-0.277	-7.96
Junio	-0.264	-6.91
Agosto	0.232	5.01
Noviembre	0.205	5.84
<b>Tipo de siniestro vial</b> (Atropello, Volcadura, Otro tipo)		
Caída	0.524	9.11
Choque	-0.702	-11.11
Colisión	-0.904	-14.94
<b>Causa del siniestro</b> (Causas no determinadas, Desobediencia a señalización, Imprudencia del conductor, Imprudencia del peatón, Perdida control del vehículo, Otras causas)		
Alcohol en conductor	0.217	5.48
Desobediencia a señalización	0.253	8.66
<b>Ubicación relativa</b> (Cruce con semáforo funcionando, Cruce con señal ceda el paso, Cruce con señal pare, Cruce sin señalización, Otros)		
Cruce con señal ceda el paso	-0.742	-7.59
Cruce sin señalización	-0.405	-6.27
<b>Comuna de ocurrencia</b> (Chiguayante, Coronel, Hualpén, Hualqui, Lota, Penco, San Pedro de la Paz, Talcahuano, Tomé)		
Concepción	0.266	8.57

Fuente: Elaboración propia.

---

### **5.1.2.1 Umbral entre siniestros sin lesiones y lesiones leves**

Como se explica en el Capítulo 4.1, por temas de identificación, el vector  $\gamma_k$  se fija en 0, por lo que el umbral entre la categoría de siniestros sin lesionados y lesionados leves cuenta sólo con una constante, la cual tiene un valor de -5.922 como aprecia en la Tabla 5.2.

### **5.1.2.2 Umbral entre siniestros con lesiones leves y menos graves**

Para el umbral entre siniestros con lesionados leves y menos graves, se tienen 9 variables significativas, cuyas estimaciones se pueden observar en la Tabla 5.2. Dentro de estas, sólo 3 poseen un valor negativo, trasladando el umbral hacia la izquierda y, por tanto, haciendo más probable que las lesiones sean de un nivel de severidad mayor a lesiones leves. Estas corresponden a siniestros ocurridos en horario peak y/o en los meses de Febrero u Octubre. Mientras que, si en el siniestro participan conductores de ambos sexos, alguna bicicleta, peatón y/o pasajero u ocurre en un tramo de vía recta, el umbral se desplaza hacia la derecha, ya que poseen valores positivos, haciendo más probable que el siniestro resulte en lesiones leves.

### **5.1.2.3 Umbral entre siniestros con lesiones menos graves y graves**

Para el umbral entre siniestros con lesiones menos graves y graves, se tienen 10 variables significativas, cuyas estimaciones se pueden observar en la Tabla 5.2. De los resultados se desprende que si el siniestro ocurre un martes y/o en Enero y/o en Chiguayante o Concepción, el umbral se desplaza hacia la izquierda, es decir, es más probable que el siniestro resulte en un nivel de lesiones mayor a menos graves. En cambio, si ocurre en horario peak, en día lunes, en Octubre, por imprudencia del peatón y/o en un cruce con señal pare, el umbral se desplaza hacia la derecha, aumentando la probabilidad que resulte en lesiones menos graves.

### **5.1.2.4 Umbral entre siniestros con lesiones graves y mortales**

Para el umbral entre siniestros con lesiones graves y mortales, se tienen 16 variables significativas, cuyas estimaciones se pueden observar en la Tabla 5.2. Si el siniestro ocurre un martes o en los meses de Abril o Junio, es un choque o colisión y/o sucede en un cruce con señal de ceda el paso o sin señalización, el umbral se desplaza hacia la izquierda, disminuyendo la probabilidad de lesiones graves y aumentando la de lesiones mortales. En cambio, si en el siniestro sólo participan conductores de sexo femenino, involucra bicicletas o más de 2 vehículos, ocurre en Agosto o Noviembre o en Concepción, es una caída y/o la causa de ocurrencia es por alcohol en el conductor o desobediencia a



---

la señalización, el umbral se desplaza hacia la derecha, aumentando la probabilidad que resulte en lesiones graves y disminuyendo las de lesiones mortales.

### 5.1.3 Correlación espacial

En cuanto a la estimación del parámetro  $\delta$ , se obtuvo un valor de 0.262 y un t-stat de 2.03, por lo que se evidencia la existencia de correlación espacial estadísticamente significativa. Esto quiere decir que los siniestros en cada localización se ven afectados por factores no observados en otras localizaciones cercanas. Cabe recordar que el cuánto influyen estos siniestros cercanos está dado por la ecuación de distancia inversa utilizada para el cálculo de los pesos, por lo que a medida que los siniestros son más distantes entre sí, menor es el efecto espacial entre ellos.

### 5.2 Bondad de ajuste

Para tener una idea de la bondad de ajuste del modelo propuesto, se compara el log-likelihood obtenido al estimar el modelo incluyendo las variables explicativas con el log-likelihood del modelo compuesto sólo por constantes. Al ser un modelo no lineal, en vez de calcular el  $R^2$ , se calcula un pseudo  $R^2$  propuesto por McFadden (1979), el cual cuantifica la mejora del modelo con variables explicativas sobre el de sólo constantes y también de la varianza explicada. Su formulación se observa en la ecuación (7).

$$\rho^2 = 1 - \frac{LL_{\text{modelo propuesto}}}{LL_{\text{modelo constantes}}} \quad (7)$$

Donde,

$LL_{\text{modelo propuesto}}$ : Log likelihood del modelo propuesto (-2.5973).

$LL_{\text{modelo constantes}}$ : Log likelihood del modelo de sólo constantes (-4.0902).

$\rho^2$  puede tomar un valor entre 0 y 1, siendo 1 en caso de un ajuste perfecto. Según indica McFadden (1979), un valor entre 0.2 y 0.4 es considerado excelente, por lo que se puede decir que el modelo propuesto en esta investigación tiene una excelente bondad de ajuste, ya que se obtuvo un valor de 0.3649.

---

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

Analizar las variables que afectan la severidad de los siniestros de tránsito mediante modelos econométricos es un tema que se desarrolla desde hace décadas a nivel mundial. Con el paso de los años, han ido evolucionando las formulaciones hacia modelos más complejos que buscan identificar factores que no son tan claros de identificar como, en el caso de esta investigación, la dependencia espacial entre siniestros.

Con base en los resultados obtenidos, se hace presente la necesidad de investigar más profundamente qué sucede en las siguientes situaciones:

- 1) **Cruces señalizados con semáforos y signos pare:** Si bien son implementados como métodos de control del tráfico para hacer más eficiente y seguro el transitar, se obtuvo que siniestros ocurridos en ellos tienen mayor probabilidad de resultar en lesiones de mayor severidad, cosa que no ocurre en los cruces sin señalización, donde uno esperaría un mayor descontrol y, por ende, lesiones de mayor magnitud.
- 2) **Siniestros en tramo de vía recta:** Aumentan el riesgo de lesiones de mayor severidad, por lo que se podrían implementar medidas de tráfico calmado, como lomos de toro, en caso de que sean producto de velocidades excesivas y de no existir este tipo de elementos.
- 3) **Causas:** Es recomendable idear medidas que busquen evitar la imprudencia de los conductores, ya que, como se aprecia en el análisis descriptivo, casi el 50% de los siniestros ocurren por esta causa, además de ser significativa en la propensión a lesiones de mayor severidad. Por otro lado, un gran porcentaje corresponde a causas no determinadas, que al igual que la imprudencia del conductor, resulta ser significativa y aumenta el riesgo de lesiones de mayor severidad. Por tanto, es importante mejorar la recopilación y evitar esta categoría que no apunta a una causa en particular, dificultando el tomar medidas para disminuir la severidad de lesiones.
- 4) **Tráfico en horarios peak:** Mejorar el control del tráfico en estos horarios también es relevante para disminuir la severidad. Incentivar el uso de transporte público y de bicicletas puede ser una buena opción para evitar la congestión vehicular en las principales calles, reduciendo también así la cantidad de autos que deciden tomar vías alternativas dentro de zonas residenciales, lo cual pone en riesgo la seguridad de los habitantes de esos sectores.

- 
- 5) **Correlación espacial:** Si bien se logró demostrar que tiene un impacto significativo, al estar relacionado con factores no observados, es complicado dar recomendaciones particulares. Sin embargo, al ser una arista relativamente reciente en ser investigada, este resultado sirve para fomentar la realización de estudios más profundos.

Para futuras investigaciones en esta materia, sería interesante analizar también la correlación temporal, considerando que se tienen las fechas y horas en la que ocurren los siniestros. De igual manera, sería bueno que se recopilara más características de los siniestros que han resultado relevantes en otros estudios y que pueden permitir modelar de mejor forma la severidad de las lesiones. Algunas de estas variables podrían ser:

- Si el individuo iba en asiento frontal o trasero del vehículo.
- Si el individuo salió eyectado del vehículo.
- Si el individuo hizo uso de algún sistema de retención y/o elementos de seguridad.
- Estado de la calzada.
- Condiciones de iluminación.
- Condiciones meteorológicas.

---

## REFERENCIAS

- Real Academia Española (s.f.). Tránsito. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 10 de noviembre de 2021, de <https://dle.rae.es/tr%C3%A1nsito>
- Ohio History Central (s.f.). World's first automobile accident. Recuperado de [http://ohiohistorycentral.org/w/World's\\_First\\_Automobile\\_Accident?rec=2596](http://ohiohistorycentral.org/w/World's_First_Automobile_Accident?rec=2596)
- ABC (2012). El origen de los primeros caballos domésticos. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- OMS (2021). Road traffic Injuries. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- OCDE. Road accidents. Recuperado de <https://data.oecd.org/transport/road-accidents.htm>
- ITF (2020). Road Safety Annual Report 2019. Recuperado de <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/chile-road-safety.pdf>
- CONASET (2020). Estrategia Nacional de Seguridad de Tránsito 2021-2030. Recuperado de <https://www.conaset.cl/wp-content/uploads/2020/12/libro-estrategia-de-seguridad-de-transito1.pdf>.
- CONASET (2021). Costo social de los siniestros de tránsito en Chile 2020. Recuperado de <https://www.conaset.cl/wp-content/uploads/2021/05/Costos-accidentes-2020.pdf>
- ISCI (2019). Municipio prioriza 16 intersecciones para instalar señalización de tránsito. Recuperado de <https://isci.cl/municipio-prioriza-16-intersecciones-para-instalar-senalizacion-de-transito/>
- MINSAL (2020). Presidente anuncia suspensión de clases y reduce actos públicos. Recuperado de <https://www.minsal.cl/presidente-anuncia-suspension-de-clases-y-reduce-actos-publicos/>
- MINSAL (19 de julio de 2020) Plan Paso a Paso. Recuperado de <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2020/07/ConocePlanPasoPaso.pdf>
- Savolainen, P. T., Mannering, F. L., Lord, D., & Quddus, M. A. (2011). The statistical analysis of highway crash-injury severities: a review and assessment of methodological alternatives. *Accident Analysis & Prevention*, 43(5), 1666-1676.

- 
- Eluru, N., Bhat, C. R., & Hensher, D. A. (2008). A mixed generalized ordered response model for examining pedestrian and bicyclist injury severity level in traffic crashes. *Accident Analysis & Prevention, 40*(3), 1033-1054.
- Xie, Y., Zhang, Y., & Liang, F. (2009). Crash injury severity analysis using Bayesian ordered probit models. *Journal of Transportation Engineering, 135*(1), 18-25.
- Jones, A. P., & Jørgensen, S. H. (2003). The use of multilevel models for the prediction of road accident outcomes. *Accident Analysis & Prevention, 35*(1), 59-69.
- Huang, H., Chin, H. C., & Haque, M. M. (2008). Severity of driver injury and vehicle damage in traffic crashes at intersections: a Bayesian hierarchical analysis. *Accident Analysis & Prevention, 40*(1), 45-54.
- Eluru, N., Paleti, R., Pendyala, R. M., & Bhat, C. R. (2010). Modeling injury severity of multiple occupants of vehicles: Copula-based multivariate approach. *Transportation Research Record, 2165*(1), 1-11.
- Castro, M., Paleti, R., & Bhat, C. R. (2013). A spatial generalized ordered response model to examine highway crash injury severity. *Accident Analysis & Prevention, 52*, 188-203.
- Zeng, Q., Gu, W., Zhang, X., Wen, H., Lee, J., & Hao, W. (2019). Analyzing freeway crash severity using a Bayesian spatial generalized ordered logit model with conditional autoregressive priors. *Accident Analysis & Prevention, 127*, 87-95.
- Zeng, Q., Wang, Q., Wang, F., & Sze, N. N. (2021). Revisiting spatial correlation in crash injury severity: a Bayesian generalized ordered probit model with Leroux conditional autoregressive prior. *Transportmetrica A: Transport Science*, 1-19.
- Blazquez, C., & Fuentes, M. J. (2019). Global and Local Spatial Autocorrelation of Motorcycle Crashes in Chile. In *VEHITS* (pp. 159-170).
- Blazquez, C., Lee, J. S., & Zegras, C. (2016). Children at risk: A comparison of child pedestrian traffic collisions in Santiago, Chile, and Seoul, South Korea. *Traffic injury prevention, 17*(3), 304-312.
- Chandia-Poblete, D., Hill, R. L., Aguilar-Farias, N., & Heesch, K. C. (2021). Individual and contextual factors associated with bicyclist injury severity in traffic incidents between bicyclists and motorists in Chile. *Accident Analysis & Prevention, 154*, 106077.

---

BCN (2007). Ley de tránsito 18.290. Recuperado de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1007469>

BCN (1993). Decreto Supremo 223. Recuperado de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=11204>

CENSO (2017). Resultados CENSO 2017. Recuperado de <http://resultados.censo2017.cl/Region?R=R08>

INE. Licencias de conducir. Recuperado de <https://www.ine.cl/estadisticas/economia/transporte-y-comunicaciones/licencias-de-conducir>

INE. Conozca cuáles son las comunas 100% urbanas y 100% rurales del país. Recuperado de <https://www.ine.cl/prensa/2021/09/13/conozca-cu%C3%A1les-son-las-comunas-100-urbanas-y-100-rurales-del-pa%C3%ADs>

Biobio Chile (18 de diciembre de 2020). Reposición de semáforos avanza en un 99% en Concepción y Talcahuano: Minvu invirtió 3 mil millones de dólares. Recuperado de <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-del-bio-bio/2020/12/18/reposicion-de-semaforos-avanza-en-un-99-en-concepcion-y-talcahuano-minvu-invirtio-3-mil-millones.shtml>

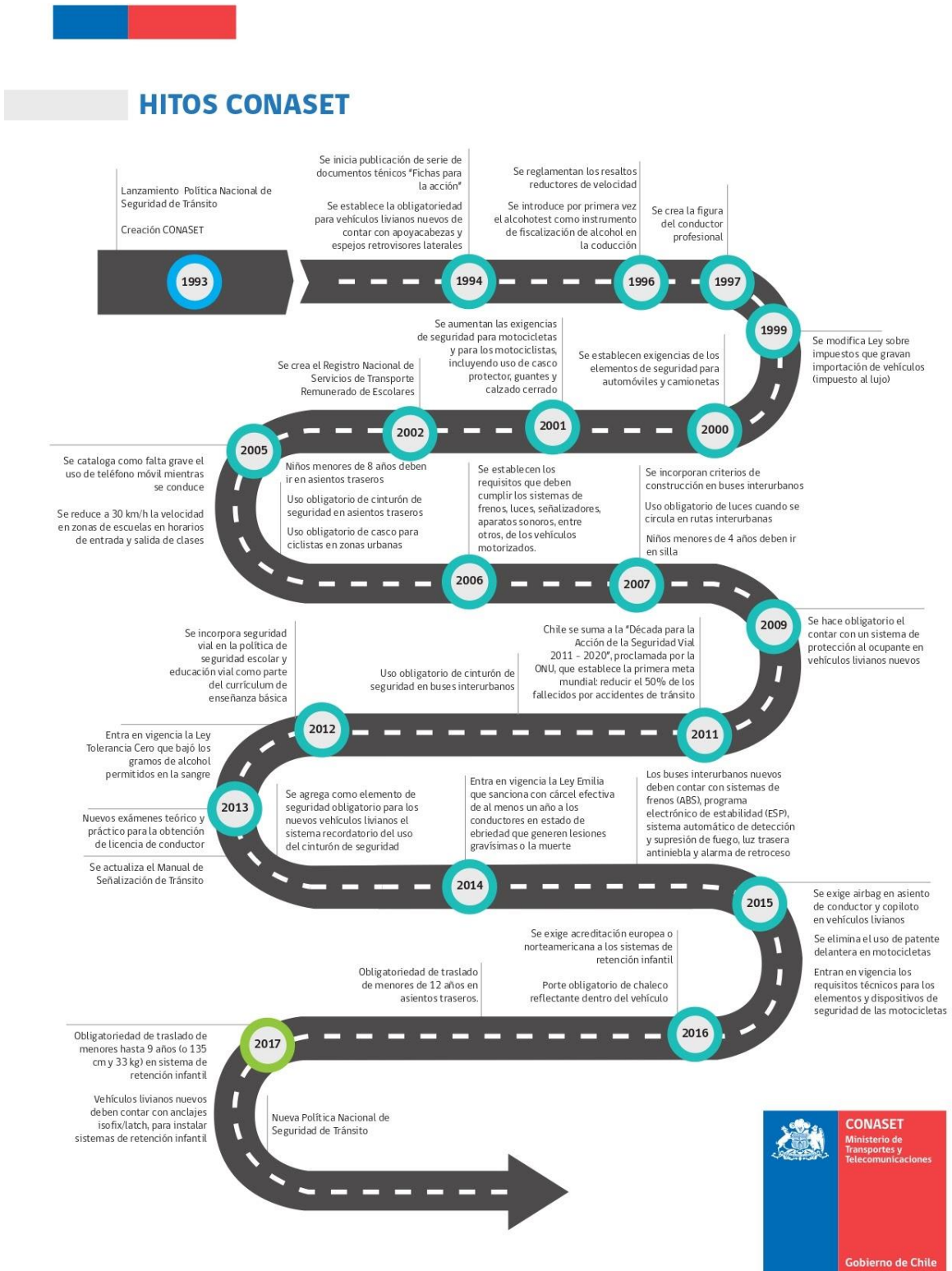
BBC (2020). Made on Earth: The great bicycle boom of 2020. Recuperado de <https://www.bbc.com/future/bespoke/made-on-earth/the-great-bicycle-boom-of-2020.html>

Lee, C., & Abdel-Aty, M. (2008). Presence of passengers: does it increase or reduce driver's crash potential. *Accident Analysis & Prevention*, 40(5), 1703-1712.

McFadden, D. (1979). *Quantitative methods for analysing travel behaviour of individuals: some recent developments* (pp. 279-318). Routledge.

# ANEXOS

## Anexo A: Línea de tiempo hitos CONASET.




Fuente: Elaborado por CONASET.

## Anexo B: Plan Paso a Paso.




Fuente: Elaborado por MINSAL.


Paso 1 Cuarentena	Movilidad Personal	Restricciones Sectoriales
<p><b>Descripción</b></p> <p>Movilidad limitada para disminuir al mínimo la interacción y propagación del virus.</p> 	<p>Restricción de movilidad personal, permisos exclusivos para actividades esenciales.</p> <p>Cumplimiento del Toque Queda y distanciamiento físico.</p> <p>Cumplimiento de aduanas y cordones sanitarios.</p> <p>Cuarentena obligatoria para mayores de 75 años.</p> <p>Prohibición de traslado a segunda vivienda.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibición funcionamiento de Clubes y Centros de día de Adulto Mayores.</li> <li>• Prohibición de funcionamiento de cines, teatros y lugares análogos.</li> <li>• Prohibición de atención de público en restaurantes y cafés.</li> <li>• Prohibición de funcionamiento de pubs, discotecas y análogos.</li> <li>• Prohibición de funcionamiento de gimnasios abiertos al público.</li> <li>• Prohibición de eventos de más de 50 personas.</li> <li>• Cuarentena Centros SENAME y Centros ELEAM (y prohibición de visitas).</li> <li>• Cierre de fronteras terrestres y áreas.</li> <li>• Postergación de cirugías electivas no críticas, exceptuando cirugía mayor ambulatoria y con hospitalización de máximo una noche.</li> <li>• Prohibición de recalada de cruceros (hasta 30 septiembre).</li> <li>• Suspensión de clases presenciales de establecimientos educacionales.</li> </ul>

Fuente: Elaborado por MINSAL.

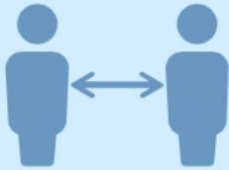


Paso <b>2</b> Transición	Movilidad Personal	Restricciones Sectoriales
<p><b>Descripción</b></p> <p>Disminuye el grado de confinamiento. Evita la apertura brusca para minimizar los riesgos de contagio.</p> 	<p>Se mantiene la cuarentena los sábados, domingos y festivos.</p> <p>Cumplimiento del Toque Queda y distanciamiento físico.</p> <p>Cumplimiento de aduanas y cordones sanitarios.</p> <p>Cuarentena obligatoria para mayores de 75 años</p> <p>Desplazamiento permitido, exceptuando el horario de toque de queda.</p> <p>Prohibición de traslado a segunda vivienda.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibición funcionamiento de Clubes y Centros de día de Adulto Mayores.</li> <li>• Prohibición de funcionamiento de cines, teatros y lugares análogos.</li> <li>• Prohibición de atención de público en restaurantes y cafés.</li> <li>• Prohibición de funcionamiento de pubs, discotecas y análogos.</li> <li>• Prohibición de funcionamiento de gimnasios abiertos al público.</li> <li>• Prohibición de actividades sociales y recreativas de más de 10 personas.</li> <li>• Cuarentena Centros SENAME y Centros ELEAM (y prohibición de visitas).</li> <li>• Cierre de fronteras terrestres y áreas.</li> <li>• Postergación de cirugías electivas no críticas, exceptuando cirugía mayor ambulatoria y con hospitalización de máximo una noche.</li> <li>• Prohibición de recalada de cruceros (hasta 30 septiembre).</li> <li>• Suspensión de clases presenciales de establecimientos educacionales.</li> </ul>


Fuente: Elaborado por MINSAL.

Paso <b>3</b> Preparación	Movilidad Personal	Restricciones Sectoriales
<p><b>Descripción</b></p> <p>Se levanta la cuarentena para la población general (excepto grupos de riesgo.)</p> 	<p>Cumplimiento del Toque Queda y distanciamiento físico.</p> <p>Cumplimiento de aduanas y cordones sanitarios.</p> <p>Cuarentena obligatoria para mayores de 75 años</p> <p>Se permiten actividades sociales y recreativas cualquier día de la semana con un máximo de 50 personas.</p> <p>Desplazamiento permitido, exceptuando el horario de toque de queda.</p> <p>Prohibición de traslado a segunda vivienda.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibición funcionamiento de Clubes y Centros de día de Adulto Mayores.</li> <li>• Prohibición de funcionamiento de cines, teatros y lugares análogos.</li> <li>• Prohibición de atención de público en restaurantes y cafés.</li> <li>• Prohibición de funcionamiento de pubs, discotecas y análogos.</li> <li>• Prohibición de funcionamiento de gimnasios abiertos al público.</li> <li>• Prohibición de eventos de más de 50 personas.</li> <li>• Cuarentena Centros SENAME y Centros ELEAM (y prohibición de visitas).</li> <li>• Cierre de fronteras terrestres y áreas.</li> <li>• Postergación de cirugías electivas no críticas, exceptuando cirugía mayor ambulatoria y con hospitalización de máximo una noche. La Autoridad Sanitaria podrá revertir esta medida desde este paso en adelante.</li> <li>• Prohibición de recalada de cruceros (hasta 30 septiembre).</li> <li>• Suspensión de clases presenciales de establecimientos educacionales (se permiten excepciones solicitadas por alcaldes).</li> </ul>

Fuente: Elaborado por MINSAL.

<b>Paso</b> <b>4</b> <b>Apertura Inicial</b>	<b>Movilidad Personal</b>	<b>Restricciones Sectoriales</b>
<p><b>Descripción</b></p> <p>Retomar ciertas actividades de menor riesgo de contagio y minimizando aglomeraciones.</p> 	<p>Cumplimiento del Toque Queda (vigente hasta que la autoridad lo determine) y distanciamiento físico.</p> <p>Cumplimiento de aduanas y cordones sanitarios (vigente hasta que la autoridad lo determine).</p> <p>Desplazamiento permitido, exceptuando el horario de toque de queda.</p> <p>Prohibición de traslado a segunda vivienda.</p> <p>Adultos Mayores de 75 años pueden salir una vez al día por 60 minutos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibición funcionamiento de Clubes y Centros de día de Adulto Mayores.</li> <li>• Cuarentena Centros SENAME y Centros ELEAM (y prohibición de visitas).</li> <li>• Prohibición de eventos de más de 50 personas.</li> <li>• Se permite el funcionamiento de cines, teatros y lugares análogos con máximo 25% de capacidad, sin comida.</li> <li>• Se permite el funcionamiento de restaurantes y café con atención a público, con máximo 25% de su capacidad.</li> <li>• Prohibición de funcionamiento de pubs, discotecas y análogos.</li> <li>• Prohibición de funcionamiento de gimnasios abiertos al público.</li> <li>• Retorno gradual a las clases presenciales de establecimientos educacionales de acuerdo a la planificación del Ministerio de Educación y condicionado a las situación sanitaria.</li> </ul>

Fuente: Elaborado por MINSAL.

<b>Paso</b> <b>5</b> <b>Apertura Avanzada</b>	<b>Movilidad Personal</b>	<b>Restricciones Sectoriales</b>
<p><b>Descripción</b></p> <p>Se permite aumentar la cantidad de gente en actividades permitidas en la fase anterior, siempre con las medidas de autocuidado.</p> 	<p>Cumplimiento del Toque Queda (vigente hasta que la autoridad lo determine) y distanciamiento físico.</p> <p>Cumplimiento de aduanas y cordones sanitarios (vigente hasta que la autoridad lo determine).</p> <p>Desplazamiento permitido, exceptuando el horario de toque de queda.</p> <p>Se permite traslado a segunda vivienda.</p> <p>Se permite libre movilidad de los adultos mayores de 75 años.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibición funcionamiento de Clubes y Centros de día de Adultos Mayores.</li> <li>• Se permite visitas y salidad de Centros ELEAM y Centros del SENAME.</li> <li>• Prohibición de eventos de más de 150 personas.</li> <li>• Se permite el funcionamiento de cines, teatros y lugares análogos con máximo 75% de capacidad.</li> <li>• Se permite el funcionamiento de restaurantes y café con atención a público, con máximo 75% de su capacidad.</li> <li>• Se permite el funcionamiento de pubs, discotecas y análogos, con máximo 50% de capacidad.</li> <li>• Se permite el funcionamiento de gimnasios abiertos al público, con máximo 50% de capacidad.</li> <li>• Retorno gradual a las clases presenciales de establecimientos educacionales de acuerdo a la planificación del Ministerio de Educación y condicionado a las situación sanitaria.</li> </ul>

Fuente: Elaborado por MINSAL.

### Anexo C: Base de datos.

Variable	Descripción
Id Accidente	Código identificador del siniestro
Día	Día de ocurrencia
Mes	Mes de ocurrencia
Año	Año de ocurrencia
Hora	Hora de ocurrencia
Región	Región de ocurrencia
Comuna	Comuna de ocurrencia
Tipo de siniestro	Tipo de siniestro agrupado por CONASET
Tipo de zona	Zona rural o urbana
Ubicación Relativa	Ubicación relativa del siniestro
Causa	Causa del siniestro agrupado por CONASET
Latitud	Latitud de la localización del siniestro
Longitud	Longitud de la localización del siniestro
Múltiples vehículos	Si participan más de 2 vehículos
Pasajeros	Si hay pasajeros involucrados
Peatones	Si hay peatones involucrados
Masculino	Si hay sólo conductores masculinos
Femenino	Si hay sólo conductores femeninos
Ambos	Si hay conductores de ambos sexos
Adolescente	Si hay conductores menores de 20 años
Mayor	Si hay conductores mayores de 65 años
Precipitación	Si hubo precipitaciones superiores a 1 mm/h el día del siniestro
Motocicletas	Si hay motocicletas involucradas
Bicicletas	Si hay bicicletas involucradas
Peak	Si el siniestro ocurre en horario peak
Mortales	Si el individuo resulta con lesiones mortales
Graves	Si el individuo resulta con lesiones graves
Menos Graves	Si el individuo resulta con lesiones menos graves
Leves	Si el individuo resulta con lesiones leves

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo D: Fechas cambio de fase Plan Paso a Paso, comunas de la Región del Biobío.

Comuna	28/07/2020	21/08/2020	28/08/2020	02/09/2020	11/09/2020	18/09/2020	10/10/2020	13/10/2020	17/10/2020	19/10/2020	05/11/2020	09/11/2020	12/11/2020	14/11/2020	16/11/2020	26/11/2020	30/11/2020	03/12/2020	07/12/2020	10/12/2020	12/12/2020	31/12/2020	
Alto Biobío																							
Antuco																							
Arauco																							
Cabrero																							
Cañete																							
Chiguayante																							
Concepción																							
Contulmo																							
Coronel																							
Curanilahue																							
Florida																							
Hualpén																							
Hualqui																							
Laja																							
Lebu																							
Los Álamos																							
Los Ángeles																							
Lota																							
Mulchén																							
Nacimiento																							
Negrete																							
Penco																							
Quillaco																							
Quilleco																							
San Pedro de la Paz																							
San Rosendo																							
Santa Bárbara																							
Santa Juana																							
Talcahuano																							
Tirúa																							
Tomé																							
Tucapel																							
Yumbel																							

	Fase 1
	Fase 2
	Fase 3

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos desde MINSAL.

**Anexo E: Causas desagregadas de los siniestros viales.  
Siniestros de tránsito y consecuencias según Causa, año 2020**

Causa (*)	Causa Basal (**)	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Alcohol en Conductor	Conducción bajo la influencia del alcohol	655	43	123	52	486	661
	Conducción en estado de ebriedad	5,193	69	659	399	3,455	4,513
<b>Total Alcohol en Conductor</b>		<b>5,848</b>	<b>112</b>	<b>782</b>	<b>451</b>	<b>3,941</b>	<b>5,174</b>
Alcohol en Pasajero	Ebriedad del Pasajero	5	0	1	0	4	5
<b>Total Alcohol en Pasajero</b>		<b>5</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Alcohol en Peatón	Ebriedad del Peatón	143	22	38	19	64	121
<b>Total Alcohol en Peatón</b>		<b>143</b>	<b>22</b>	<b>38</b>	<b>19</b>	<b>64</b>	<b>121</b>
Causas no Determinadas	Causas no determinadas	3,750	33	339	153	1,235	1,727
<b>Total Causas no Determinadas</b>		<b>3,750</b>	<b>33</b>	<b>339</b>	<b>153</b>	<b>1,235</b>	<b>1,727</b>
Deficiencias Viales	Animales sueltos en la vía pública	837	8	56	34	325	415
	Señalización mal instalada o mantenida defectuosamente	38	0	4	0	33	37
	Semáforo en mal estado o deficiente	102	0	11	8	76	95
<b>Total Deficiencias Viales</b>		<b>977</b>	<b>8</b>	<b>71</b>	<b>42</b>	<b>434</b>	<b>547</b>
Desobediencia a Señalización	Desobedecer indicación de Carabinero en servicio	22	0	2	3	10	15
	Desobedecer luz intermitente de semáforo	81	0	6	8	63	77
	Desobedecer luz roja de semáforo	1,726	45	176	81	1,085	1,342
	Desobedecer otra señal	65	2	10	7	39	56
	Desobedecer señal "Ceda el Paso"	1,398	7	131	57	900	1,088
	Desobedecer señal "Pare"	2,839	33	236	143	2,027	2,406
<b>Total Desobediencia a Señalización</b>		<b>6,131</b>	<b>87</b>	<b>561</b>	<b>299</b>	<b>4,124</b>	<b>4,984</b>
Drogas y/o Fatiga en Conductor	Conducción bajo la influencia de drogas o estupefacientes	34	6	9	5	19	33
	Condiciones físicas deficientes (cansancio, sueño, fatiga, etc.)	491	37	77	71	361	509
<b>Total Drogas y/o Fatiga en Conductor</b>		<b>525</b>	<b>43</b>	<b>86</b>	<b>76</b>	<b>380</b>	<b>542</b>
Fallas mecánicas	Fallas mecánicas carrocería	55	0	2	3	22	27
	Fallas mecánicas dirección	155	3	13	8	134	155
	Fallas mecánicas eléctrica	15	1	0	2	6	8
	Fallas mecánicas frenos	442	5	52	21	336	409
	Fallas mecánicas motor	52	0	6	3	43	52
	Fallas mecánicas neumáticos	335	4	30	30	273	333
	Fallas mecánicas suspensión	10	0	1	2	4	7
	Vehículo en panne sin señalización o deficiente	21	1	5	0	14	19
<b>Total Fallas mecánicas</b>		<b>1,085</b>	<b>14</b>	<b>109</b>	<b>69</b>	<b>832</b>	<b>1,010</b>

Causa (*)	Causa Basal (**)	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Imprudencia de Conductor	Adelantamiento en cruce, curva, cuesta, puente, etc.	155	4	25	13	87	125
	Adelantamiento por la berma	54	1	8	5	19	32
	Adelantamiento sin efectuar la señal respectiva	82	0	3	1	32	36
	Adelantamiento sin el espacio o tiempo suficiente	1,132	49	85	42	409	536
	Adelantamiento sobrepasando la línea continua	200	14	49	20	110	179
	Carga escurre a la calzada	141	1	4	1	12	17
	Carga mayor que la autorizada para el vehículo	10	0	0	1	5	6
	Carga obstruye la visual del conductor	6	0	0	0	4	4
	Carga sobresale de la estructura del vehículo	76	2	2	2	11	15
	Cambiar sorpresivamente la pista de circulación	1,544	38	135	85	667	887
	Conducir contra sentido del tránsito	340	21	40	22	156	218
	Conducir no atento a las condiciones de tránsito del momento	21,756	186	1,744	864	9,399	12,007
	Conducir por la izquierda del eje de calzada	127	2	32	10	66	108
	Conducir sin mantener una distancia razonable ni prudente	3,762	10	154	90	1,476	1,720
	No respetar derecho preferente de paso a peatón	662	16	108	60	465	633
	No respetar derecho preferente de paso a vehículo	1,320	38	131	78	812	1,021
	Conducir vehículo en retroceso	1,237	4	19	11	120	150
	Virajes indebidos	1044	47	117	50	561	728
<b>Total Imprudencia de Conductor</b>	<b>33,648</b>	<b>433</b>	<b>2,656</b>	<b>1,355</b>	<b>14,411</b>	<b>18,422</b>	
Imprudencia de Pasajero	Imprudencia del Pasajero	55	6	11	3	29	43
	Pasajero sube o desciende de vehículo movimiento	56	0	13	3	37	53
	Pasajero viaja en la pisadera de vehículo	11	3	1	0	5	6
<b>Total Imprudencia de Pasajero</b>	<b>122</b>	<b>9</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>71</b>	<b>102</b>	
Imprudencia de Peatón	Peatón cruza la calzada en forma sorpresiva o descuidada	473	10	138	55	284	477
	Peatón cruza la calzada fuera del paso de peatones	264	99	52	22	115	189
	Peatón cruza el camino o la carretera sin precaución	137	87	26	11	41	78
	Imprudencia del Peatón	245	37	67	29	121	217
	Peatón permanece sobre la calzada	95	23	22	11	42	75
<b>Total Imprudencia de Peatón</b>	<b>1,214</b>	<b>256</b>	<b>305</b>	<b>128</b>	<b>603</b>	<b>1,036</b>	

Causa (*)	Causa Basal (**)	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Otras Causas	Hecho delictual	251	4	37	11	78	126
	Otras causas	3,596	23	299	127	1,190	1,616
	Suicidio	4	2	1	0	1	2
<b>Total Otras Causas</b>		<b>3,851</b>	<b>29</b>	<b>337</b>	<b>138</b>	<b>1,269</b>	<b>1,744</b>
Pérdida Control Vehículo	Pérdida control vehículo	6,186	97	879	534	4,170	5,583
<b>Total Pérdida Control Vehículo</b>		<b>6,186</b>	<b>97</b>	<b>879</b>	<b>534</b>	<b>4,170</b>	<b>5,583</b>
Velocidad Imprudente	Exceso de velocidad en zona restringida	49	18	7	4	20	31
	Velocidad mayor que máxima permitida	105	10	14	5	46	65
	Velocidad menor que mínima establecida	3	0	0	0	0	0
	Velocidad no razonable ni prudente	879	306	196	87	583	866
	Velocidad no reducida en cruce de calles, cumbre, curva, etc.	186	8	24	12	108	144
<b>Total Velocidad Imprudente</b>		<b>1,222</b>	<b>342</b>	<b>241</b>	<b>108</b>	<b>757</b>	<b>1,106</b>
<b>Total General</b>		<b>64,707</b>	<b>1,485</b>	<b>6,430</b>	<b>3,378</b>	<b>32,295</b>	<b>42,103</b>

Fuente: Elaborado por CONASET con datos de Carabineros de Chile.



## Siniestros de tránsito y consecuencias según Causa, año 2019

Causa (*)	Causa Basal (**)	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Alcohol en Conductor	Conducción bajo la influencia del alcohol	770	36	97	95	578	770
	Conducción en estado de ebriedad	6,438	122	702	447	4,312	5,461
<b>Total Alcohol en Conductor</b>		<b>7,208</b>	<b>158</b>	<b>799</b>	<b>542</b>	<b>4,890</b>	<b>6,231</b>
Alcohol en Pasajero	Ebriedad del Pasajero	7	0	1	2	3	6
<b>Total Alcohol en Pasajero</b>		<b>7</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
Alcohol en Peatón	Ebriedad del Peatón	216	14	65	36	98	199
<b>Total Alcohol en Peatón</b>		<b>216</b>	<b>14</b>	<b>65</b>	<b>36</b>	<b>98</b>	<b>199</b>
Causas no Determinadas	Causas no determinadas	9,283	1	728	341	3,403	4,472
<b>Total Causas no Determinadas</b>		<b>9,283</b>	<b>1</b>	<b>728</b>	<b>341</b>	<b>3,403</b>	<b>4,472</b>
Deficiencias Viales	Animales sueltos en la vía pública	1,007	4	49	41	448	538
	Señalización mal instalada o mantenida defectuosamente	28	0	1	0	13	14
	Semáforo en mal estado o deficiente	60	0	5	3	40	48
<b>Total Deficiencias Viales</b>		<b>1,095</b>	<b>4</b>	<b>55</b>	<b>44</b>	<b>501</b>	<b>600</b>
Desobediencia a Señalización	Desobedecer indicación de Carabinero en servicio	27	1	4	1	15	20
	Desobedecer luz intermitente de semáforo	96	0	9	7	71	87
	Desobedecer luz roja de semáforo	2,315	37	212	93	1,507	1,812
	Desobedecer otra señal	110	0	11	2	61	74
	Desobedecer señal "Ceda el Paso"	2,057	6	133	93	1,388	1,614
	Desobedecer señal "Pare"	3,664	20	247	145	2,621	3,013
<b>Total Desobediencia a Señalización</b>		<b>8,269</b>	<b>64</b>	<b>616</b>	<b>341</b>	<b>5,663</b>	<b>6,620</b>
Drogas y/o Fatiga en Conductor	Conducción bajo la influencia de drogas o estupefacientes	33	3	2	3	22	27
	Condiciones físicas deficientes (cansancio, sueño, fatiga, etc.)	744	32	140	60	610	810
<b>Total Drogas y/o Fatiga en Conductor</b>		<b>777</b>	<b>35</b>	<b>142</b>	<b>63</b>	<b>632</b>	<b>837</b>
Fallas mecánicas	Fallas mecánicas carrocería	45	0	3	3	17	23
	Fallas mecánicas dirección	178	0	12	17	161	190
	Fallas mecánicas eléctrica	24	1	3	3	12	18
	Fallas mecánicas frenos	527	10	48	26	507	581
	Fallas mecánicas motor	62	1	3	1	59	63
	Fallas mecánicas neumáticos	409	5	45	27	348	420
	Fallas mecánicas suspensión	16	0	2	3	10	15
		Vehículo en panne sin señalización o deficiente	27	1	3	3	22



Total Fallas mecánicas		1,288	18	119	83	1,136	1,338
Causa (*)	Causa Basal (**)	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Imprudencia de Conductor	Adelantamiento en cruce, curva, cuesta, puente, etc.	195	6	13	12	89	114
	Adelantamiento por la berma	60	0	9	1	16	26
	Adelantamiento sin efectuar la señal respectiva	160	1	13	1	42	56
	Adelantamiento sin el espacio o tiempo suficiente	1,704	41	81	52	529	662
	Adelantamiento sobrepasando la línea continua	273	13	40	17	143	200
	Carga escurre a la calzada	131	1	3	1	26	30
	Carga mayor que la autorizada para el vehículo	18	0	2	0	5	7
	Carga obstruye la visual del conductor	19	0	0	0	3	3
	Carga sobresale de la estructura del vehículo	77	0	3	0	15	18
	Cambiar sorpresivamente la pista de circulación	2,581	46	145	73	807	1,025
	Conducir contra sentido del tránsito	431	17	47	29	267	343
	Conducir no atento a las condiciones de tránsito del momento	27,651	141	1,838	983	12,394	15,215
	Conducir por la izquierda del eje de calzada	154	11	23	12	133	168
	Conducir sin mantener una distancia razonable ni prudente	6,167	31	228	139	2,493	2,860
	No respetar derecho preferente de paso a peatón	1,329	32	212	86	1,046	1,344
	No respetar derecho preferente de paso a vehículo	1,504	42	154	53	889	1,096
	Conducir vehículo en retroceso	1,847	10	21	14	189	224
Virajes indebidos	1430	23	108	66	692	866	
<b>Total Imprudencia de Conductor</b>		<b>45,731</b>	<b>415</b>	<b>2,940</b>	<b>1,539</b>	<b>19,778</b>	<b>24,257</b>
Imprudencia de Pasajero	Imprudencia del Pasajero	68	4	5	1	59	65
	Pasajero sube o desciende de vehículo movimiento	128	2	17	3	97	117
	Pasajero viaja en la pisadera de vehículo	22	0	1	1	17	19
<b>Total Imprudencia de Pasajero</b>		<b>218</b>	<b>6</b>	<b>23</b>	<b>5</b>	<b>173</b>	<b>201</b>
Imprudencia de Peatón	Peatón cruza la calzada en forma sorpresiva o descuidada	969	37	263	108	579	950
	Peatón cruza la calzada fuera del paso de peatones	395	80	109	36	195	340
	Peatón cruza el camino o la carretera sin precaución	300	203	31	22	83	136
	Imprudencia del Peatón	431	34	108	46	270	424
	Peatón permanece sobre la calzada	123	26	26	7	64	97
<b>Total Imprudencia de Peatón</b>		<b>2,218</b>	<b>380</b>	<b>537</b>	<b>219</b>	<b>1,191</b>	<b>1,947</b>

Causa (*)	Causa Basal (**)	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Otras Causas	Hecho delictual	272	3	25	7	99	131
	Otras causas	5,791	0	404	192	2,433	3,029
	Suicidio	9	1	1	0	4	5
<b>Total Otras Causas</b>		<b>6,072</b>	<b>4</b>	<b>430</b>	<b>199</b>	<b>2,536</b>	<b>3,165</b>
Pérdida Control Vehículo	Pérdida control vehículo	6,469	244	1,046	513	4,917	6,476
<b>Total Pérdida Control Vehículo</b>		<b>6,469</b>	<b>244</b>	<b>1,046</b>	<b>513</b>	<b>4,917</b>	<b>6,476</b>
Velocidad Imprudente	Exceso de velocidad en zona restringida	37	0	4	1	32	37
	Velocidad mayor que máxima permitida	110	3	16	3	60	79
	Velocidad menor que mínima establecida	5	0	0	0	2	2
	Velocidad no razonable ni prudente	806	217	184	102	746	1,032
	Velocidad no reducida en cruce de calles, cumbre, curva, etc.	174	54	47	32	171	250
<b>Total Velocidad Imprudente</b>		<b>1,132</b>	<b>274</b>	<b>251</b>	<b>138</b>	<b>1,011</b>	<b>1,400</b>
<b>Total General</b>		<b>89,983</b>	<b>1,617</b>	<b>7,752</b>	<b>4,065</b>	<b>45,932</b>	<b>57,749</b>

Fuente: Elaborado por CONASET con datos de Carabineros de Chile.

## Siniestros de tránsito y consecuencias según Causa, año 2018

Causa (*)	Causa Basal (**)	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Alcohol en Conductor	Conducción bajo la influencia del alcohol	850	30	129	66	652	847
	Conducción en estado de ebriedad	6,290	116	708	416	3,951	5,075
<b>Total Alcohol en Conductor</b>		<b>7,140</b>	<b>146</b>	<b>837</b>	<b>482</b>	<b>4,603</b>	<b>5,922</b>
Alcohol en Pasajero	Ebriedad del Pasajero	11	0	0	1	7	8
<b>Total Alcohol en Pasajero</b>		<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Alcohol en Peatón	Ebriedad del Peatón	250	17	73	36	125	234
<b>Total Alcohol en Peatón</b>		<b>250</b>	<b>17</b>	<b>73</b>	<b>36</b>	<b>125</b>	<b>234</b>
Causas no Determinadas	Causas no determinadas	13,339	81	1,045	464	4,939	6,448
<b>Total Causas no Determinadas</b>		<b>13,339</b>	<b>81</b>	<b>1,045</b>	<b>464</b>	<b>4,939</b>	<b>6,448</b>
Deficiencias Viales	Animales sueltos en la vía pública	883	6	43	31	390	464
	Señalización mal instalada o mantenida defectuosamente	21	0	1	0	5	6
	Semáforo en mal estado o deficiente	36	0	3	2	22	27
<b>Total Deficiencias Viales</b>		<b>940</b>	<b>6</b>	<b>47</b>	<b>33</b>	<b>417</b>	<b>497</b>
Desobediencia a Señalización	Desobedecer indicación de Carabinero en servicio	14	0	1	0	6	7
	Desobedecer luz intermitente de semáforo	95	0	4	3	81	88
	Desobedecer luz roja de semáforo	2,186	43	209	97	1,411	1,717
	Desobedecer otra señal	78	1	6	4	56	66
	Desobedecer señal "Ceda el Paso"	1,951	5	137	95	1,439	1,671
	Desobedecer señal "Pare"	3,409	13	251	138	2,629	3,018
<b>Total Desobediencia a Señalización</b>		<b>7,733</b>	<b>62</b>	<b>608</b>	<b>337</b>	<b>5,622</b>	<b>6,567</b>
Drogas y/o Fatiga en Conductor	Conducción bajo la influencia de drogas o estupefacientes	14	0	3	0	13	16
	Condiciones físicas deficientes (cansancio, sueño, fatiga, etc.)	697	32	125	71	581	777
<b>Total Drogas y/o Fatiga en Conductor</b>		<b>711</b>	<b>32</b>	<b>128</b>	<b>71</b>	<b>594</b>	<b>793</b>
Fallas mecánicas	Fallas mecánicas carrocería	47	0	4	1	18	23
	Fallas mecánicas dirección	192	0	22	12	209	243
	Fallas mecánicas eléctrica	18	0	0	2	11	13
	Fallas mecánicas frenos	514	4	40	32	378	450
	Fallas mecánicas motor	59	1	4	2	37	43
	Fallas mecánicas neumáticos	397	7	37	32	318	387
	Fallas mecánicas suspensión	10	0	0	1	5	6
	Vehículo en panne sin señalización o deficiente	30	0	3	1	39	43
<b>Total Fallas mecánicas</b>		<b>1,267</b>	<b>12</b>	<b>110</b>	<b>83</b>	<b>1,015</b>	<b>1,208</b>

Causa (*)	Causa Basal (**)	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Imprudencia de Conductor	Adelantamiento en cruce, curva, cuesta, puente, etc.	212	3	19	6	102	127
	Adelantamiento por la berma	53	2	3	1	21	25
	Adelantamiento sin efectuar la señal respectiva	177	1	5	5	53	63
	Adelantamiento sin el espacio o tiempo suficiente	1,639	25	99	46	526	671
	Adelantamiento sobrepasando la línea continua	270	15	41	19	138	198
	Carga escurre a la calzada	129	6	7	0	31	38
	Carga mayor que la autorizada para el vehículo	20	0	3	1	8	12
	Carga obstruye la visual del conductor	15	0	0	0	1	1
	Carga sobresale de la estructura del vehículo	66	1	4	1	11	16
	Cambiar sorpresivamente la pista de circulación	2,607	37	170	65	871	1,106
	Conducir contra sentido del tránsito	415	29	46	27	244	317
	Conducir no atento a las condiciones de tránsito del momento	24,631	150	1,645	868	11,457	13,970
	Conducir por la izquierda del eje de calzada	162	8	26	11	98	135
	Conducir sin mantener una distancia razonable ni prudente	5,562	20	150	143	2,422	2,715
	No respetar derecho preferente de paso a peatón	1,205	40	173	119	910	1,202
	No respetar derecho preferente de paso a vehículo	1,366	38	129	64	928	1,121
	Conducir vehículo en retroceso	1,572	9	29	10	151	190
	Virajes indebidos	1331	17	123	45	742	910
<b>Total Imprudencia de Conductor</b>		<b>41,432</b>	<b>401</b>	<b>2,672</b>	<b>1,431</b>	<b>18,714</b>	<b>22,817</b>
Imprudencia de Pasajero	Imprudencia del Pasajero	89	2	5	7	52	64
	Pasajero sube o desciende de vehículo movimiento	137	2	8	9	103	120
	Pasajero viaja en la pisadera de vehículo	19	0	5	0	14	19
<b>Total Imprudencia de Pasajero</b>		<b>245</b>	<b>4</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>169</b>	<b>203</b>
Imprudencia de Peatón	Peatón cruza la calzada en forma sorpresiva o descuidada	1,060	58	286	117	621	1,024
	Peatón cruza la calzada fuera del paso de peatones	417	84	110	50	203	363
	Peatón cruza el camino o la carretera sin precaución	192	138	32	5	44	81
	Imprudencia del Peatón	503	34	135	53	307	495
	Peatón permanece sobre la calzada	116	23	34	6	59	99
<b>Total Imprudencia de Peatón</b>		<b>2,288</b>	<b>337</b>	<b>597</b>	<b>231</b>	<b>1,234</b>	<b>2,062</b>

Causa (*)	Causa Basal (**)	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Otras Causas	Hecho delictual	259	3	17	6	86	109
	Otras causas	6,295	18	494	232	2,681	3,407
	Suicidio	5	3	0	0	1	1
<b>Total Otras Causas</b>		<b>6,559</b>	<b>24</b>	<b>511</b>	<b>238</b>	<b>2,768</b>	<b>3,517</b>
Pérdida Control Vehículo	Pérdida control vehículo	6,373	284	1,013	540	4,934	6,487
<b>Total Pérdida Control Vehículo</b>		<b>6,373</b>	<b>284</b>	<b>1,013</b>	<b>540</b>	<b>4,934</b>	<b>6,487</b>
Velocidad Imprudente	Exceso de velocidad en zona restringida	35	3	8	2	20	30
	Velocidad mayor que máxima permitida	110	2	17	4	62	83
	Velocidad menor que mínima establecida	7	0	1	0	8	9
	Velocidad no razonable ni prudente	706	83	150	109	643	902
	Velocidad no reducida en cruce de calles, cumbre, curva, etc.	165	13	24	14	114	152
<b>Total Velocidad Imprudente</b>		<b>1,023</b>	<b>101</b>	<b>200</b>	<b>129</b>	<b>847</b>	<b>1,176</b>
<b>Total General</b>		<b>89,311</b>	<b>1,507</b>	<b>7,859</b>	<b>4,092</b>	<b>45,988</b>	<b>57,939</b>

Fuente: Elaborado por CONASET con datos de Carabineros de Chile.

## Siniestros de tránsito y consecuencias según Causa, año 2017

Causa (*)	Causa Basal (**)	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Alcohol en Conductor	Conducción bajo la influencia del alcohol	796	21	136	60	566	762
	Conducción en estado de ebriedad	6,185	105	745	421	3,832	4,998
<b>Total Alcohol en Conductor</b>		<b>6,981</b>	<b>126</b>	<b>881</b>	<b>481</b>	<b>4,398</b>	<b>5,760</b>
Alcohol en Pasajero	Ebriedad del Pasajero	18	1	4	3	4	11
<b>Total Alcohol en Pasajero</b>		<b>18</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>11</b>
Alcohol en Peatón	Ebriedad del Peatón	283	30	92	35	138	265
<b>Total Alcohol en Peatón</b>		<b>283</b>	<b>30</b>	<b>92</b>	<b>35</b>	<b>138</b>	<b>265</b>
Causas no Determinadas	Causas no determinadas	13,398	31	1,050	478	4,937	6,465
<b>Total Causas no Determinadas</b>		<b>13,398</b>	<b>31</b>	<b>1,050</b>	<b>478</b>	<b>4,937</b>	<b>6,465</b>
Deficiencias Viales	Animales sueltos en la vía pública	825	8	53	41	348	442
	Señalización mal instalada o mantenida defectuosamente	24	0	4	1	18	23
	Semáforo en mal estado o deficiente	47	0	6	3	32	41
<b>Total Deficiencias Viales</b>		<b>896</b>	<b>8</b>	<b>63</b>	<b>45</b>	<b>398</b>	<b>506</b>
Desobediencia a Señalización	Desobedecer indicación de Carabinero en servicio	12	0	1	0	8	9
	Desobedecer luz intermitente de semáforo	120	0	11	7	99	117
	Desobedecer luz roja de semáforo	2,192	39	216	101	1,486	1,803
	Desobedecer otra señal	90	2	9	4	53	66
	Desobedecer señal "Ceda el Paso"	1,915	6	120	84	1,302	1,506
	Desobedecer señal "Pare"	3,488	14	290	160	2,682	3,132
<b>Total Desobediencia a Señalización</b>		<b>7,817</b>	<b>61</b>	<b>647</b>	<b>356</b>	<b>5,630</b>	<b>6,633</b>
Drogas y/o Fatiga en Conductor	Conducción bajo la influencia de drogas o estupefacientes	28	1	5	2	22	29
	Condiciones físicas deficientes (cansancio, sueño, fatiga, etc.)	722	28	126	74	690	890
<b>Total Drogas y/o Fatiga en Conductor</b>		<b>750</b>	<b>29</b>	<b>131</b>	<b>76</b>	<b>712</b>	<b>919</b>
Fallas mecánicas	Fallas mecánicas carrocería	57	1	4	1	23	28
	Fallas mecánicas dirección	154	1	13	10	100	123
	Fallas mecánicas eléctrica	23	0	2	0	14	16
	Fallas mecánicas frenos	619	5	48	22	548	618
	Fallas mecánicas motor	67	0	5	6	52	63
	Fallas mecánicas neumáticos	449	2	41	54	397	492
	Fallas mecánicas suspensión	12	0	2	1	10	13
	Vehículo en panne sin señalización o deficiente	30	0	8	1	22	31
<b>Total Fallas mecánicas</b>		<b>1,411</b>	<b>9</b>	<b>123</b>	<b>95</b>	<b>1,166</b>	<b>1,384</b>

Causa (*)	Causa Basal (**)	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Imprudencia de Conductor	Adelantamiento en cruce, curva, cuesta, puente, etc.	273	3	26	8	117	151
	Adelantamiento por la berma	53	0	9	2	18	29
	Adelantamiento sin efectuar la señal respectiva	221	1	8	6	80	94
	Adelantamiento sin el espacio o tiempo suficiente	1,748	18	90	47	580	717
	Adelantamiento sobrepasando la línea continua	297	31	61	20	192	273
	Carga escurre a la calzada	112	0	5	1	29	35
	Carga mayor que la autorizada para el vehículo	16	0	4	3	5	12
	Carga obstruye la visual del conductor	14	1	1	0	3	4
	Carga sobresale de la estructura del vehículo	75	1	3	2	14	19
	Cambiar sorpresivamente la pista de circulación	2,743	39	160	73	873	1,106
	Conducir contra sentido del tránsito	418	14	65	23	236	324
	Conducir no atento a las condiciones de tránsito del momento	25,046	123	1,523	848	12,219	14,590
	Conducir por la izquierda del eje de calzada	148	9	30	11	123	164
	Conducir sin mantener una distancia razonable ni prudente	5,434	56	182	119	2,455	2,756
	No respetar derecho preferente de paso a peatón	1,374	30	213	103	1,054	1,370
	No respetar derecho preferente de paso a vehículo	1,656	31	156	73	1,092	1,321
	Conducir vehículo en retroceso	1,730	4	37	9	162	208
Virajes indebidos	1707	15	146	54	792	992	
<b>Total Imprudencia de Conductor</b>		<b>43,065</b>	<b>376</b>	<b>2,719</b>	<b>1,402</b>	<b>20,044</b>	<b>24,165</b>
Imprudencia de Pasajero	Imprudencia del Pasajero	81	4	15	6	40	61
	Pasajero sube o desciende de vehículo movimiento	108	0	14	6	87	107
	Pasajero viaja en la pisadera de vehículo	37	2	3	3	30	36
<b>Total Imprudencia de Pasajero</b>		<b>226</b>	<b>6</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>157</b>	<b>204</b>
Imprudencia de Peatón	Peatón cruza la calzada en forma sorpresiva o descuidada	1,214	29	359	128	746	1,233
	Peatón cruza la calzada fuera del paso de peatones	420	100	108	38	217	363
	Peatón cruza el camino o la carretera sin precaución	215	152	37	8	48	93
	Imprudencia del Peatón	560	28	141	55	350	546
	Peatón permanece sobre la calzada	140	45	29	11	67	107
<b>Total Imprudencia de Peatón</b>		<b>2,549</b>	<b>354</b>	<b>674</b>	<b>240</b>	<b>1,428</b>	<b>2,342</b>

Causa (*)	Causa Basal (**)	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Otras Causas	Hecho delictual	270	7	27	5	84	116
	Otras causas	9,139	24	707	282	3,913	4,902
	Suicidio	9	2	4	1	3	8
<b>Total Otras Causas</b>		<b>9,418</b>	<b>33</b>	<b>738</b>	<b>288</b>	<b>4,000</b>	<b>5,026</b>
Pérdida Control Vehículo	Pérdida control vehículo	6,888	256	1,123	578	5,445	7,146
<b>Total Pérdida Control Vehículo</b>		<b>6,888</b>	<b>256</b>	<b>1,123</b>	<b>578</b>	<b>5,445</b>	<b>7,146</b>
Velocidad Imprudente	Exceso de velocidad en zona restringida	22	0	3	3	17	23
	Velocidad mayor que máxima permitida	134	4	15	6	73	94
	Velocidad menor que mínima establecida	6	0	0	0	7	7
	Velocidad no razonable ni prudente	823	129	204	91	751	1,046
	Velocidad no reducida en cruce de calles, cumbre, curva, etc.	194	30	35	9	131	175
<b>Total Velocidad Imprudente</b>		<b>1,179</b>	<b>163</b>	<b>257</b>	<b>109</b>	<b>979</b>	<b>1,345</b>
<b>Total General</b>		<b>94,879</b>	<b>1,483</b>	<b>8,534</b>	<b>4,201</b>	<b>49,436</b>	<b>62,171</b>

Fuente: Elaborado por CONASET con datos de Carabineros de Chile.



## Siniestros de tránsito y consecuencias según Causa, año 2016

Causa (*)	Causa Basal (**)	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Alcohol en Conductor	Conducción bajo la influencia del alcohol	751	17	139	67	564	770
	Conducción en estado de ebriedad	6,036	131	789	427	4,082	5,298
<b>Total Alcohol en Conductor</b>		<b>6,787</b>	<b>148</b>	<b>928</b>	<b>494</b>	<b>4,646</b>	<b>6,068</b>
Alcohol en Pasajero	Ebriedad del Pasajero	13	1	3	0	6	9
<b>Total Alcohol en Pasajero</b>		<b>13</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>9</b>
Alcohol en Peatón	Ebriedad del Peatón	402	63	122	37	205	364
<b>Total Alcohol en Peatón</b>		<b>402</b>	<b>63</b>	<b>122</b>	<b>37</b>	<b>205</b>	<b>364</b>
Causas no Determinadas	Causas no determinadas	12,971	13	1,043	483	5,098	6,624
<b>Total Causas no Determinadas</b>		<b>12,971</b>	<b>13</b>	<b>1,043</b>	<b>483</b>	<b>5,098</b>	<b>6,624</b>
Deficiencias Viales	Animales sueltos en la vía pública	740	5	50	29	341	420
	Señalización mal instalada o mantenida defectuosamente	21	0	2	0	23	25
	Semáforo en mal estado o deficiente	33	0	3	4	25	32
<b>Total Deficiencias Viales</b>		<b>794</b>	<b>5</b>	<b>55</b>	<b>33</b>	<b>389</b>	<b>477</b>
Desobediencia a Señalización	Desobedecer indicación de Carabinero en servicio	17	0	1	0	12	13
	Desobedecer luz intermitente de semáforo	100	0	12	2	82	96
	Desobedecer luz roja de semáforo	2,068	45	232	85	1,498	1,815
	Desobedecer otra señal	87	0	12	3	70	85
	Desobedecer señal "Ceda el Paso"	1,912	5	150	92	1,412	1,654
	Desobedecer señal "Pare"	3,248	18	272	150	2,645	3,067
<b>Total Desobediencia a Señalización</b>		<b>7,432</b>	<b>68</b>	<b>679</b>	<b>332</b>	<b>5,719</b>	<b>6,730</b>
Drogas y/o Fatiga en Conductor	Conducción bajo la influencia de drogas o estupefacientes	30	0	10	7	22	39
	Condiciones físicas deficientes (cansancio, sueño, fatiga, etc.)	670	29	145	76	680	901
<b>Total Drogas y/o Fatiga en Conductor</b>		<b>700</b>	<b>29</b>	<b>155</b>	<b>83</b>	<b>702</b>	<b>940</b>
Fallas mecánicas	Fallas mecánicas carrocería	52	2	3	2	35	40
	Fallas mecánicas dirección	176	0	26	12	194	232
	Fallas mecánicas eléctrica	16	0	2	1	8	11
	Fallas mecánicas frenos	560	17	58	28	480	566
	Fallas mecánicas motor	44	0	9	6	48	63
	Fallas mecánicas neumáticos	461	4	81	50	462	593
	Fallas mecánicas suspensión	11	0	1	1	6	8
	Vehículo en panne sin señalización o deficiente	28	0	5	2	26	33
<b>Total Fallas mecánicas</b>		<b>1,348</b>	<b>23</b>	<b>185</b>	<b>102</b>	<b>1,259</b>	<b>1,546</b>

Causa (*)	Causa Basal (**)	Sinistros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Imprudencia de Conductor	Adelantamiento en cruce, curva, cuesta, puente, etc.	264	5	39	12	161	212
	Adelantamiento por la berma	43	0	7	1	17	25
	Adelantamiento sin efectuar la señal respectiva	217	0	6	4	65	75
	Adelantamiento sin el espacio o tiempo suficiente	1,589	18	94	44	502	640
	Adelantamiento sobrepasando la línea continua	341	49	72	40	226	338
	Carga escurre a la calzada	96	0	3	4	30	37
	Carga mayor que la autorizada para el vehículo	13	0	1	0	6	7
	Carga obstruye la visual del conductor	16	0	1	0	3	4
	Carga sobresale de la estructura del vehículo	84	0	5	3	27	35
	Cambiar sorpresivamente la pista de circulación	2,684	39	121	52	846	1,019
	Conducir contra sentido del tránsito	376	2	43	24	280	347
	Conducir no atento a las condiciones de tránsito del momento	25,092	91	1,734	935	12,536	15,205
	Conducir por la izquierda del eje de calzada	140	0	20	17	111	148
	Conducir sin mantener una distancia razonable ni prudente	5,556	100	224	129	2,544	2,897
	No respetar derecho preferente de paso a peatón	1,249	30	208	85	996	1,289
	No respetar derecho preferente de paso a vehículo	1,814	45	157	104	1,239	1,500
	Conducir vehículo en retroceso	1,610	13	21	18	182	221
Virajes indebidos	1261	20	129	55	715	899	
<b>Total Imprudencia de Conductor</b>		<b>42,445</b>	<b>412</b>	<b>2,885</b>	<b>1,527</b>	<b>20,486</b>	<b>24,898</b>
Imprudencia de Pasajero	Imprudencia del Pasajero	80	2	13	9	51	73
	Pasajero sube o desciende de vehículo movimiento	116	0	15	7	82	104
	Pasajero viaja en la pisadera de vehículo	26	1	4	0	22	26
<b>Total Imprudencia de Pasajero</b>		<b>222</b>	<b>3</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>155</b>	<b>203</b>
Imprudencia de Peatón	Peatón cruza la calzada en forma sorpresiva o descuidada	1,261	17	363	119	822	1,304
	Peatón cruza la calzada fuera del paso de peatones	443	91	131	38	223	392
	Peatón cruza el camino o la carretera sin precaución	246	186	27	11	56	94
	Imprudencia del Peatón	509	26	138	50	321	509
	Peatón permanece sobre la calzada	178	45	37	17	89	143
<b>Total Imprudencia de Peatón</b>		<b>2,637</b>	<b>365</b>	<b>696</b>	<b>235</b>	<b>1,511</b>	<b>2,442</b>

Causa (*)	Causa Basal (**)	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Otras Causas	Hecho delictual	234	4	28	11	113	152
	Otras causas	8,031	5	625	314	3,735	4,674
	Suicidio	7	0	0	0	11	11
<b>Total Otras Causas</b>		<b>8,272</b>	<b>9</b>	<b>653</b>	<b>325</b>	<b>3,859</b>	<b>4,837</b>
Pérdida Control Vehículo	Pérdida control vehículo	6,499	384	1,121	559	5,214	6,894
<b>Total Pérdida Control Vehículo</b>		<b>6,499</b>	<b>384</b>	<b>1,121</b>	<b>559</b>	<b>5,214</b>	<b>6,894</b>
Velocidad Imprudente	Exceso de velocidad en zona restringida	28	3	5	1	25	31
	Velocidad mayor que máxima permitida	103	0	17	9	74	100
	Velocidad menor que mínima establecida	10	0	2	0	6	8
	Velocidad no razonable ni prudente	824	105	191	88	778	1,057
	Velocidad no reducida en cruce de calles, cumbre, curva, etc.	224	44	58	20	257	335
<b>Total Velocidad Imprudente</b>		<b>1,189</b>	<b>152</b>	<b>273</b>	<b>118</b>	<b>1,140</b>	<b>1,531</b>
<b>Total General</b>		<b>91,711</b>	<b>1,675</b>	<b>8,830</b>	<b>4,344</b>	<b>50,389</b>	<b>63,563</b>

Fuente: Elaborado por CONASET con datos de Carabineros de Chile.

## Siniestros de tránsito y consecuencias según Causa, año 2015

Causa (*)	Causa Basal (**)	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Alcohol en Conductor	Conducción bajo la influencia del alcohol	699	28	125	85	540	750
	Conducción en estado de ebriedad	4,481	124	620	352	3,097	4,069
<b>Total Alcohol en Conductor</b>		<b>5,180</b>	<b>152</b>	<b>745</b>	<b>437</b>	<b>3,637</b>	<b>4,819</b>
Alcohol en Pasajero	Ebriedad del Pasajero	12	0	0	1	12	13
<b>Total Alcohol en Pasajero</b>		<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
Alcohol en Peatón	Ebriedad del Peatón	348	39	108	33	180	321
<b>Total Alcohol en Peatón</b>		<b>348</b>	<b>39</b>	<b>108</b>	<b>33</b>	<b>180</b>	<b>321</b>
Causas no Determinadas	Causas no determinadas	9,707	29	823	354	4,317	5,494
<b>Total Causas no Determinadas</b>		<b>9,707</b>	<b>29</b>	<b>823</b>	<b>354</b>	<b>4,317</b>	<b>5,494</b>
Deficiencias Viales	Animales sueltos en la vía pública	714	5	45	29	408	482
	Señalización mal instalada o mantenida defectuosamente	21	0	1	0	9	10
	Semáforo en mal estado o deficiente	40	0	4	2	37	43
<b>Total Deficiencias Viales</b>		<b>775</b>	<b>5</b>	<b>50</b>	<b>31</b>	<b>454</b>	<b>535</b>
Desobediencia a Señalización	Desobedecer indicación de Carabinero en servicio	18	0	2	4	14	20
	Desobedecer luz intermitente de semáforo	75	0	10	2	64	76
	Desobedecer luz roja de semáforo	1,896	22	243	90	1,457	1,790
	Desobedecer otra señal	63	0	12	2	47	61
	Desobedecer señal "Ceda el Paso"	1,820	8	129	71	1,424	1,624
	Desobedecer señal "Pare"	2,921	20	218	127	2,409	2,754
<b>Total Desobediencia a Señalización</b>		<b>6,793</b>	<b>50</b>	<b>614</b>	<b>296</b>	<b>5,415</b>	<b>6,325</b>
Drogas y/o Fatiga en Conductor	Conducción bajo la influencia de drogas o estupefacientes	27	1	3	2	15	20
	Condiciones físicas deficientes (cansancio, sueño, fatiga, etc.)	610	11	116	67	581	764
<b>Total Drogas y/o Fatiga en Conductor</b>		<b>637</b>	<b>12</b>	<b>119</b>	<b>69</b>	<b>596</b>	<b>784</b>
Fallas mecánicas	Fallas mecánicas carrocería	58	0	3	2	26	31
	Fallas mecánicas dirección	138	0	17	12	192	221
	Fallas mecánicas eléctrica	9	0	3	0	8	11
	Fallas mecánicas frenos	497	5	71	57	531	659
	Fallas mecánicas motor	57	0	8	3	45	56
	Fallas mecánicas neumáticos	416	5	58	23	481	562
	Fallas mecánicas suspensión	14	1	2	4	14	20
	Vehículo en panne sin señalización o deficiente	31	0	2	1	23	26
<b>Total Fallas mecánicas</b>		<b>1,220</b>	<b>11</b>	<b>164</b>	<b>102</b>	<b>1,320</b>	<b>1,586</b>

Causa (*)	Causa Basal (**)	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Imprudencia de Conductor	Adelantamiento en cruce, curva, cuesta, puente, etc.	211	2	31	7	125	163
	Adelantamiento por la berma	49	0	5	2	20	27
	Adelantamiento sin efectuar la señal respectiva	194	8	14	11	78	103
	Adelantamiento sin el espacio o tiempo suficiente	1,481	22	103	48	583	734
	Adelantamiento sobrepasando la línea continua	292	59	75	25	232	332
	Carga escurre a la calzada	71	1	2	0	20	22
	Carga mayor que la autorizada para el vehículo	14	0	0	0	8	8
	Carga obstruye la visual del conductor	12	0	0	0	3	3
	Carga sobresale de la estructura del vehículo	56	1	3	1	23	27
	Cambiar sorpresivamente la pista de circulación	2,408	29	187	105	1,023	1,315
	Conducir contra sentido del tránsito	363	8	52	16	222	290
	Conducir no atento a las condiciones de tránsito del momento	22,221	113	1,503	762	11,438	13,703
	Conducir por la izquierda del eje de calzada	155	2	22	5	109	136
	Conducir sin mantener una distancia razonable ni prudente	5,095	117	209	133	2,690	3,032
	No respetar derecho preferente de paso a peatón	1,280	60	193	78	1,033	1,304
	No respetar derecho preferente de paso a vehículo	1,570	47	146	82	1,144	1,372
	Conducir vehículo en retroceso	1,519	18	30	16	223	269
Virajes indebidos	1035	9	95	44	642	781	
<b>Total Imprudencia de Conductor</b>		<b>38,026</b>	<b>496</b>	<b>2,670</b>	<b>1,335</b>	<b>19,616</b>	<b>23,621</b>
Imprudencia de Pasajero	Imprudencia del Pasajero	72	3	14	4	43	61
	Pasajero sube o desciende de vehículo movimiento	166	2	23	11	118	152
	Pasajero viaja en la pisadera de vehículo	31	0	3	0	21	24
<b>Total Imprudencia de Pasajero</b>		<b>269</b>	<b>5</b>	<b>40</b>	<b>15</b>	<b>182</b>	<b>237</b>
Imprudencia de Peatón	Peatón cruza la calzada en forma sorpresiva o descuidada	1,280	22	366	114	848	1,328
	Peatón cruza la calzada fuera del paso de peatones	417	91	110	36	221	367
	Peatón cruza el camino o la carretera sin precaución	245	161	31	9	68	108
	Imprudencia del Peatón	512	23	143	29	336	508
	Peatón permanece sobre la calzada	152	38	29	14	86	129
<b>Total Imprudencia de Peatón</b>		<b>2,606</b>	<b>335</b>	<b>679</b>	<b>202</b>	<b>1,559</b>	<b>2,440</b>

Causa (*)	Causa Basal (**)	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionados
				Graves	Menos graves	Leves	
Otras Causas	Hecho delictual	187	1	15	3	101	119
	Otras causas	7,090	19	559	257	3,200	4,016
	Suicidio	3	3	0	0	0	0
<b>Total Otras Causas</b>		<b>7,280</b>	<b>23</b>	<b>574</b>	<b>260</b>	<b>3,301</b>	<b>4,135</b>
Pérdida Control Vehículo	Pérdida control vehículo	5,900	324	958	528	4,800	6,286
<b>Total Pérdida Control Vehículo</b>		<b>5,900</b>	<b>324</b>	<b>958</b>	<b>528</b>	<b>4,800</b>	<b>6,286</b>
Velocidad Imprudente	Exceso de velocidad en zona restringida	13	1	2	0	8	10
	Velocidad mayor que máxima permitida	112	13	19	7	60	86
	Velocidad menor que mínima establecida	7	0	1	0	1	2
	Velocidad no razonable ni prudente	737	108	138	88	673	899
	Velocidad no reducida en cruce de calles, cumbre, curva, etc.	258	43	69	33	250	352
<b>Total Velocidad Imprudente</b>		<b>1,127</b>	<b>165</b>	<b>229</b>	<b>128</b>	<b>992</b>	<b>1,349</b>
<b>Total General</b>		<b>79,880</b>	<b>1,646</b>	<b>7,773</b>	<b>3,791</b>	<b>46,381</b>	<b>57,945</b>

Fuente: Elaborado por CONASET con datos de Carabineros de Chile.

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION – FACULTAD DE INGENIERIA**  
**RESUMEN DE MEMORIA DE TITULO**

<b>Departamento</b>	: Departamento de Ingeniería Industrial
<b>Carrera</b>	: Ingeniería Civil Industrial
<b>Nombre del memorista</b>	: Danilo Guillermo Montesino Iturra
<b>Título de la memoria</b>	: Análisis de la severidad de los siniestros de tránsito ocurridos en el Gran Concepción, utilizando un modelo de elección discreta.
<b>Fecha de la presentación oral</b>	: 06/04/2022
<b>Profesor(es) Guía</b>	: Sebastián Astroza Tagle
<b>Profesor(es) Revisor(es)</b>	: Carlos Contreras Bolton
<b>Concepto</b>	:
<b>Calificación</b>	:

**Resumen**

Con el fin de analizar los factores que inciden significativamente en el nivel de severidad de las lesiones tras la ocurrencia de un siniestro de tránsito, en esta investigación se emplea un modelo ordered probit generalizado con correlaciones espaciales, aplicado a datos de siniestros de tránsito ocurridos en el Gran Concepción entre los años 2015 y 2020, obtenidos desde Conaset. Para estimar el modelo, se calcularon pesos basado en la distancia inversa con el fin de utilizarlos en una estructura spatial error para modelar la dependencia espacial. Como resultado de la investigación, se destaca que siniestros que involucran motos, pasajeros y aquellos que ocurren en zona rural tienen una propensión más alta a resultar en lesiones de menor gravedad o sin lesiones. Por otro lado, siniestros que involucran múltiples vehículos, que ocurren en horario peak, en cruces con semáforo o signo pare, por imprudencia del conductor y en la comuna de Concepción, son propensos a tener lesiones con un nivel de severidad mayor. En cuanto a la correlación espacial, se encontró que esta es estadísticamente significativa, por lo que un siniestro ocurrido en un lugar se ve afectado por factores no observados en otras localizaciones cercanas.

