

---

# POLÍTICAS DE DESINCENTIVO EN EL CONSUMO DE ALCOHOL Y EFECTO EN LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO

---

VALERIA SCAPINI \*  
CINTHYA VERGARA \*\* \*\*\*  
DIEGO ÁLVAREZ \*

## Resumen

Los accidentes de tránsito generan altos costos económicos y sociales dentro de un país. El alcohol se identifica como uno de los factores de riesgo clave dentro de este tipo de accidentes. En Chile, para disminuir el riesgo de accidentes provocados por conductores bajo los efectos del alcohol, se aprobaron la Ley N° 20.580, llamada “Tolerancia Cero” y la Ley N° 20.770, llamada “Emilia”. El presente estudio tiene la finalidad de estudiar el impacto que ha tenido sobre la cantidad de accidentes la variación exógena generada por la aprobación de estas leyes, a través de la estimación de 3 modelos lineales. Se recopilieron datos estadísticos del Ministerio de Salud, entre los años 2008 y 2015, que entregan la cantidad de atenciones de urgencias de accidentes de tránsito, junto con la zona geográfica, la cantidad de automóviles en circulación, el ingreso medio de los hogares, nombre de los consultorio de salud, año y semanas estadísticas. Como resultado se obtiene que, en general, ambas leyes se relacionan con una disminución en la cantidad de accidentes de tránsito, sin embargo, no todas las zonas presentan esta correlación. Tanto el ingreso de los hogares como el número de automóviles contribuyen al número de accidentes en magnitudes que varían cada recinto de atención.

**Palabras Clave:** Consumo de Alcohol, Accidentes de Tránsito, Legislación, Modelos Lineales, Modelos Cuantitativos.

---

\* Escuela de Ingeniería Comercial, Universidad de Valparaíso, Santiago, Chile

\*\* Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

\*\*\* Planificación y Control de Gestión, CRS Hospital Provincia Cordillera, Chile

---

## 1. Introducción

---

Los accidentes de tránsito son un serio problema que aqueja a la sociedad día tras día trayendo consigo sufrimiento, muertes y daños colaterales con altos costos sociales y económicos. En Chile, entre los años 1997 y 2012, los accidentes de tránsito corresponden a la doceava causa de muerte, superando a causas como la insuficiencia cardíaca y enfermedades vinculadas al corazón, varios tipos de tumores, homicidios o Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH). Además, producen una serie de externalidades negativas a través de daños a la propiedad, demoras en las vías, uso de recursos como carabineros, servicios de salud y bomberos.

Con ciudades cada vez más complejas y parques automotores cada vez más grandes, distintos países se han visto en la necesidad de tomar medidas de distintas índole para mejorar tanto las condiciones de tránsito como la seguridad de calles y caminos, los vehículos y los propios usuarios de la vía pública. La Organización Mundial de la Salud (OMS) identifica como factores de riesgo clave la velocidad excesiva, conducción bajo los efectos del alcohol, no uso de casco, cinturón de seguridad y dispositivo de retención para niños y distracciones debido a que generan mayor probabilidad de causar un accidente al conducir un vehículo. De acuerdo con cifras de la OMS cada año mueren 1.25 millones de personas en todo el mundo debido a accidentes de tránsito donde, la mitad de ellas, son “usuarios vulnerables de la vía pública” como peatones, ciclistas y motociclistas siendo además la principal causa de muerte entre grupo etario de 15 a 29 años de edad [15, 16].

En particular, dentro de los factores que aumentan el riesgo de accidentes vehiculares, la influencia del alcohol, en conductores o peatones, provoca alrededor del 20% de las muertes en accidentes de tránsito [7, 19]. El alcohol es conocido por ser una sustancia que afecta al individuo que lo consume en diferentes estadios o niveles de conciencia. En primer lugar afecta el nivel psicomotor, disminuyendo la capacidad de juzgar distancias, velocidad o precisión para seguir una trayectoria; en segundo lugar el nivel psicológico, aumentando el grado de euforia y agresividad, la concentración se ve disminuida, y además se produce una sensación de aversión al riesgo; y en tercer lugar el nivel físico, dificultando la capacidad de seguir objetos con la vista, o mantener su vista fija en un punto en específico [1].

Dado a estas consideraciones, en Chile se han aprobado dos modificaciones a la Ley del Tránsito, que tienen el objetivo de desincentivar el consumo de

alcohol mediante sanciones más severas, combatir la accidentabilidad y mortalidad en siniestros de tránsito. Estas modificaciones reciben el nombre de Ley Tolerancia Cero o Ley N° 20.580 y Ley Emilia o Ley N° 20.770; ambas corresponden variaciones exógenas debido al cambio en la tolerancia de la ciudadanía que buscan evitar accidentes con muertes producto de la ingesta de alcohol.

El presente estudio tiene la finalidad de estudiar cuál ha sido el impacto que ha tenido sobre la cantidad de accidentes la implementación de las leyes “Tolerancia Cero” y “Emilia” en la Región Metropolitana, tomando como fecha de estudio el periodo comprendido entre los años 2008 y 2015. Con el fin de cumplir éste objetivo se recopilaron datos estadísticos del Ministerio de Salud, que entregan la cantidad de atenciones de urgencias de accidentes de tránsito, que en conjunto con la zona geográfica, la cantidad de automóviles en circulación y el ingreso medio de los hogares, se estiman cuatro modelos de regresión lineal que explican de manera íntegra el comportamiento de estas variables.

---

## 2. Trabajos relacionados

---

Actualmente se han realizado estudios acerca de los factores que tienen un efecto en la ocurrencia de accidentes de tránsito. Fridstrøm [4, 5, 6] realizó un estudio para determinar la importancia que tiene la econometría sobre el estudio de los accidentes de tránsito, dentro del cual describe tipos de regresiones que son apropiados para medir la accidentabilidad. En [5] utiliza el modelo econométrico llamado TRULS para explicar la accidentabilidad mensual dentro en 10 provincias de Noruega durante una extensión de tiempo de 22 años. Este modelo tiene la característica de no solo explicar el número de accidentes, víctimas por categoría y nivel de gravedad, sino que además cuenta con ecuaciones que entregan datos como tasas de posesión de vehículos privados, la cantidad de tránsito explicados en términos de vehículos por kilómetro, tasas de uso de cinturón de seguridad, entre otros. También explica que los accidentes de tránsito son imprevisibles, pero evitables, y se debe trabajar considerando la causalidad y la aleatoriedad de este tipo de problemas.

Posteriormente Graham y Glaister [8] miden la incidencia que tienen en los accidentes de tránsito la escala urbana, la densidad de población, y el tipo de lugar en consideración. Para realizarlo utilizaron censos ingleses como unidad de estudio y desarrollaron modelos binomiales negativos para llevar a cabo el análisis. Se concluye que la incidencia de víctimas de peatones y heridos de diversa gravedad es más alta en zonas residenciales que en áreas de negocio,

mientras que la relación entre urbana y víctimas de peatones se ve disminuida al examinar varios muy poblados.

Griebe [9] describe los hallazgos principales acerca de los estudios realizados por el mismo autor sobre modelos de predicción de accidentes en juntas urbanas y enlaces urbanos de carreteras. El autor busca proponer modelos de accidentes simples para predecir la cantidad esperada de accidentes de tránsito en cruces urbanos y enlaces viales, e identificar factores que afectan a la seguridad vial. En su desarrollo dieron cuenta que los modelos para enlaces de carretera resultan ser menos complicados que las uniones, dado a que poseen un patrón de accidentabilidad más uniforme dado un flujo de tráfico más simple. Las variables explicativas resultaron ser más significativas para los modelos de carreteras, el diseño de las carreteras y la geometría del camino, mientras que menos significativas al momento de analizar uniones o empalmes. La variable más importante en ambos resultados fue el flujo de tráfico vehicular.

Noland y Quddus [13] realizaron una investigación en donde utilizan como datos los distritos de enumeración de Londres con la finalidad de investigar como la congestión vehicular puede afectar la seguridad vial. En primer lugar, se plantean una hipótesis que propone que las condiciones de tráfico congestionado pueden aumentar el número de choques e interacciones entre vehículos, pero su gravedad normalmente es inferior en comparación a rutas de flujo libre no congestionadas. Su análisis utilizó modelos de conteo negativo binomial para determinar los factores que afectan a las víctimas. En sus diferentes estadios de gravedad, difieren entre periodos de tiempo congestionados en comparación con periodos de tiempo sin existencia de congestión vehicular. Los resultados sugieren que los efectos de la infraestructura pueden interactuar con niveles de congestión, pero aun así resultan ser no concluyentes a la hora de considerar a la congestión como mayor causa atenuante.

Utilizando datos de lesiones y accidentes fatales en Pensilvania entre los años 1969 y 2000, Agüero-Valverde y Jovanis [2] realizaron un modelo bayesiano que incluye efectos espaciales y temporales e interacciones espacio tiempo, que se compara con la estimación binomial negativa tradicional de la frecuencia anual de accidentes a nivel de condado. Las variables ocupadas incluyen situación socio-demográfica, condiciones meteorológicas, infraestructura de transporte y cantidad de viajes. Los resultados muestran que los condados con mayor nivel de pobreza, aquellos con mayor kilometraje de carretera y densidad de carretera han visto aumentado significativamente el riesgo de accidentes; la precipitación total es significativa y positiva en modelos binomiales negativos, pero no es significativa mediante estimación bayesiana. La correlación espacial, la tendencia temporal y las interacciones espacio tiempo son significativas en los modelos de accidentes con lesiones mediante estima-

ción bayesiana. Se evidencia la existencia de correlación espacial en los datos de choque y entregan un mecanismo para cuantificar y reducir el efecto de esta correlación. Existe una alta probabilidad de que la correlación espacial sea aún más importante en los segmentos de carretera donde hay intersecciones.

Wedagama y Dissanayake [21] realizaron un estudio que investiga la influencia de factores relacionados con accidentes que tienen víctimas mortales en carretera utilizando la técnica de relación logística. Los modelos de regresión logística se desarrollaron por separado, considerando motocicletas y todos los vehículos, situándose en Bali de Indonesia como caso de estudio. En base a los datos de accidentes de la Policía Estatal de Bali, se emplearon siete variables para explicar el modelo. El estudio evidenció que las posibilidades de un accidente mortal debido a los motociclistas masculinos y los automovilistas fueron de 0.3 y 0.4 respectivamente inferior a las mujeres. Por lo tanto, las posibilidades de las motociclistas y automovilistas eran aproximadamente del 79 % y 72 % respectivamente, por lo que contribuyen más a los accidentes mortales que los hombres. Otro factor considerado para el análisis es la edad, que fue significativa para influir en todas las muertes por accidentes de tránsito, obteniendo un impacto del 50 % sobre éstas.

Haque, Chin y Lim [10] evaluaron cómo los factores de comportamiento del conductor influyen en el riesgo de accidente e identificaron el grupo más vulnerable de conductores. Para explorar el comportamiento del piloto, desarrollaron un cuestionario con 61 ítems de búsqueda de sensaciones impulsivas, agresivas y comportamiento que podría contribuir algún riesgo. Agruparon el riesgo de colisión mediante el algoritmo de k-medias y desarrollaron un modelo logarítmico lineal que relaciona el comportamiento del conductor con el riesgo de colisión. Los resultados muestran que los motociclistas involucrados en el accidente tienen una puntuación más alta en rasgos conductuales que evidencien peligros. Los conductores agresivos son más propensos a caer bajo el grupo de alto riesgo, mientras que la búsqueda de sensaciones impulsivas no es significativa. Estos datos contribuyen a realizar las campañas de seguridad vial.

Con el objetivo de destacar los factores que influyen en la ocurrencia de accidentes en lugares peligrosos de caminos urbanos, Obaidat y Ramadan [14] realizaron un estudio en donde correlacionaron las características de accidentes con diferentes factores, tales como, elementos geométricos del camino, velocidad de tráfico, tipo de pavimento, condiciones de iluminación, tipo de colisiones y condiciones del tráfico. El estudio considero 28 zonas peligrosas en las carreteras de Amman, Jordania. Casa uno de los lugares peligrosos escogidos tenía al menos 20 accidentes y dos registros de fatalidad por año. Se desarrollaron diferentes modelos para correlacionar las características del accidente

con las variables estudiadas. Se encontró que los modelos logarítmico y lineal fueron los modelos más significativos y parsimoniosos que se pueden utilizar para predecir la relación entre las características de los accidentes como variable dependiente y las otras variables independientes. Las variables que más contribuyeron a los accidentes de tránsito en lugares peligrosos fueron velocidad media, velocidad de desplazamiento, grado máximo y medio de curvas horizontales, número de curvas verticales, anchura media, tipo de superficie de carretera, iluminación, número de vehículos por hora, número de instalaciones de cruce de peatones y porcentaje de camiones en la ruta. La finalidad de este estudio es superar los problemas asociados con accidentes de tránsito en lugares peligrosos y mejorar la seguridad.

El estudio realizado por Seva, Flores y Gotohio [20] en el año 2013 tiene busca determinar las variables personales y ambientales significativas en la predicción de accidentes de motocicletas en Filipinas, comparar los resultados con hallazgos en otros países y proponer intervenciones gubernamentales para mejoras. Los datos fueron recolectados de 177 participantes, quienes a través de una encuesta que fue contestada en un centro de licencia en la ciudad de Metro Manila. Se utilizó regresión logística para predecir la probabilidad de un accidente con las variables consideradas para el modelo. Se obtuvo que tres variables eran predictores significativos en los accidentes en motocicleta: edad, conducción y tipo de unión. Los conductores jóvenes resultaron ser más propensos a estar involucrados en accidentes, el hecho de cometer una violación a las leyes del tránsito aumenta la probabilidad de ocurrencia de un accidente, mientras que la conducción en las uniones también aumentan significativamente el número de accidentes. Estas variables son de ayuda sobre campañas gubernamentales.

Por último, Anowar y Raihan [3] analizaron los patrones de accidentes en intersecciones seleccionadas en una arteria urbana en la ciudad de Daca, Bangladés. Los accidentes de intersección representan cerca del 40% del total de accidentes que ocurren en la ciudad metropolitana de Daca. El estudio intentó identificar las principales causas, factores y tipos de accidentes en las intersecciones problemáticas, y sugerir medidas adecuadas para reducir los accidentes. El estudio investigó 2 tipos de intersecciones: Intersecciones urbanas y suburbanas con 4 tipos de patrones de accidentes (colisión fatal, grave, simple y justa).

Los estudios revisados muestran distintos factores asociados a accidentes permitiendo comprender su comportamiento y contribuyendo al diseño y cuantificación de distintas medidas o políticas públicas ligadas a mejores condiciones viales.

---

### 3. Ley Tolerancia Cero y Ley Emilia

---

En distintos países las tasas de accidentes de tránsito asociados al alcohol han sido reducidas disminuyendo el límite legal aceptable. La Ley ° 20.580 conocida como “Ley Tolerancia Cero” entró en vigencia en el año 2012 como modificación de la Ley de Tránsito bajando los grados de alcohol permitidos en la sangre para conducir de acuerdo al objetivo de sancionar con mayor severidad la conducción de vehículos por personas que se encuentren en estado de ebriedad cuando dicho delito provocare lesiones graves, gravísimas o la muerte de la víctima [11].

Partiendo de este objetivo se reformuló los gramos de alcohol en la sangre definiendo como “*bajo la influencia del alcohol*” a aquellos conductores con 0,3 a 0, 8 gramos por litro de sangre y en “*estado de ebriedad*” a los conductores con más de 0,8 gramos de alcohol por litro de sangre.

La normativa legal llamada “Ley Emilia” que hace referencia a la Ley N° 20.770 [12] toma ese nombre debido a una petición ciudadana que frente a muerte de la menor fallecida Emilia Silva Figueroa solicitaba penas más fuertes para personas que condujesen bajo la influencia de alcohol. Entró en vigencia el año 2014 y en ella se sanciona con cárcel efectiva de al menos un año a los conductores en “*estado de ebriedad*” que generen lesiones graves, gravísimas o la muerte con cárcel efectiva de al menos 1 año. Además, establece como delito fugarse del lugar del accidente y negarse a realizar el alcoholtest o la alcoholemia. En caso de que un conductor sea encontrado con alcohol en la sangre, pero sin que haya causado lesiones gravísimas o la muerte, no se aplica la “Ley Emilia”, sino la “Ley Tolerancia Cero”

---

### 4. Construcción de modelos

---

La finalidad de este estudio es medir la efectividad de leyes “Tolerancia Cero” y “Emilia” sobre la reducción de la cantidad de accidentes de tránsito, es decir, el efecto causal que existe entre la aplicación de las leyes que buscan desincentivar el consumo de alcohol y el número de accidentes de tránsito, entendiéndose como variación exógena a la aprobación de ambas leyes. Si bien varios estudios han realizado análisis para medir la ocurrencia de accidentes considerando sus factores, no existe estudio a la fecha que logre plasmar empíricamente la efectividad de estas leyes en Chile.

Para ello, se utilizará el método de evaluación pre-post que está basado en la evaluación de las diferencias que muestra un sólo un grupo, el que fue afectado por un cambio exógeno o un shock externo (cambio en la legislación vigente), midiendo los efectos de este cambio en función a los datos obtenidos antes y después del suceso. En palabras de Pomeranz [17] *“una evaluación pre-post mide el cambio en el tiempo tomando en cuenta el estado inicial del grupo. En este caso, se mide el impacto como la diferencia entre la situación anterior y la situación posterior a una intervención. El análisis pre-post es una manera muy común de evaluar programas. Muchas veces este tipo de análisis retrospectivo parece conveniente si los datos de la situación anterior al programa existen”*.

El método de diferencias pre-post toma como supuestos que el grupo de comparación está compuesto por los mismos participantes y que esta intervención es el único factor que influye en cambio del resultado, por lo que sin esta intervención el resultado o la condición de la población se habría mantenido sin cambio aparente. Las ventajas de este procedimiento están dadas por la existencia de datos que se pueden analizar de manera retrospectiva, sin necesidad de requerir datos de personas que no son partícipes del cambio, mientras que las desventajas están dadas por la falta de consideración de otros factores que, si pueden inferir en el cambio de situación en la población, esto puede afectar al supuesto clave de que la intervención es el único factor que influye en el cambio. Este método de evaluación supone que no existe una tendencia en los datos, sin embargo el análisis del número de accidentes de tránsito muestra que éstos han aumentado en el tiempo. Es importante señalar que esta tendencia no se contradice con el objetivo del estudio planteado que busca determinar una disminución en el número de accidentes de tránsito. A continuación se muestra un gráfico con la tendencia de éstos en el tiempo.

La estimación de los efectos tomando datos antes y después de la aprobación de las leyes se lleva a cabo mediante Regresiones Lineales con Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y variables de control que permiten mejorar la estimación del efecto de las variables bajo estudio.



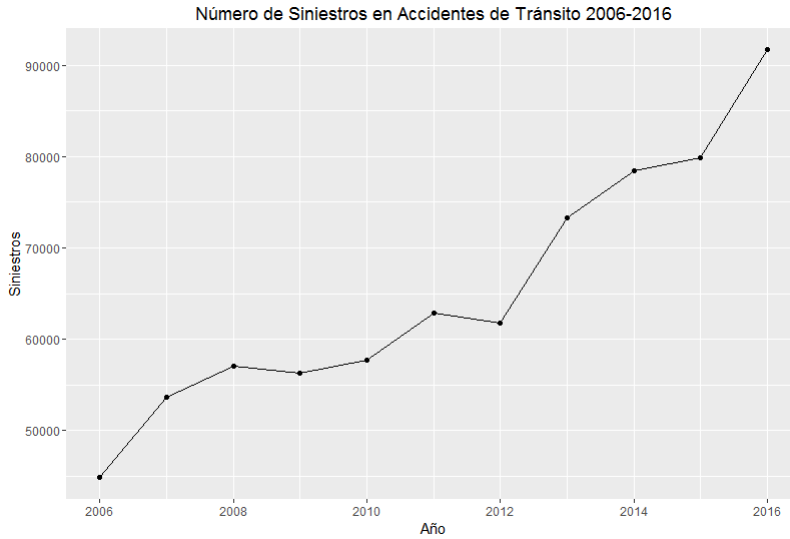


Figura 1: Número de siniestros de accidentes de tránsito en Chile 2006-2016

#### 4.1. Datos recolectados

Para estudiar el efecto que tienen la “Ley Tolerancia Cero” y “Ley Emilia” en los accidentes de tránsito se utilizó una serie de datos desde el año 2008 al 2015 extraída del Departamento de Estadística e Información de Salud (DEIS) respecto a la cantidad de atenciones de urgencias semanales por causas de accidentes de tránsito tomando como supuesto que tiene una alta correlación con el número de accidentes de tránsito. Específicamente se utilizaron estadísticas de los hospitales y SAPU pertenecientes a la Región Metropolitana, que contiene información semanal a nivel de zona y comuna, y registra información completa para el período estudiado.

Para obtener los datos de vehículos en circulación se utilizaron los anuarios parque de vehículos en circulación obtenidos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Específicamente se utilizaron los datos entre los años 2008 y 2015 del total de vehículos de la Región Metropolitana, que fueron ingresados para cada comuna, bajo el supuesto que el número de vehículos se mantiene fijo durante el año. Esta base de datos contiene los permisos de circulación otorgados por todas las municipalidades según tipo, según región, provincia y comuna, y registra información completa para el periodo estudiado.

Para la variable ingreso se utilizó el indicador de “Ingreso medio” de los hogares obtenido desde Observatorio Urbano del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Esta base de datos contiene el ingreso medio de cada comuna del país, la cual para ser utilizada fue corregida en base al deflactor obtenido del Índice de Precios al Consumidor (IPC) entregado por el Banco Central, expresándose

los valores en cifras del año 2009. Las variables comuna y zona son obtenidas desde la base de datos del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS).

La base de datos consolidada contiene 43.190 datos y las variables de accidentes de tránsito, ingreso y vehículos, debido a la gran dispersión que presentan sus valores, se transformaron aplicando logaritmo natural. Para estimar los modelos se utilizó el lenguaje y ambiente para análisis estadístico R-cran y RStudio [18].

#### 4.2. Evaluación de las Leyes mediante modelos de regresión

Los modelos de regresión lineal consideran como variable dependiente o explicada la cantidad de atenciones de urgencia por accidentes de tránsito, mientras que las variables independientes consideradas fueron:  $ley_{tolerancia0}$ ,  $ley_{Emilia}$  (variable binaria que toma valor 1 con la aplicación de cada una de las leyes y valor 0 de lo contrario).

Los resultados obtenidos en esta estimación se presentan en la Tabla 1

Tabla 1: Estimación Modelo 1

Variable	Estimación
Ley Tolerancia Cero	-0.0563 (*)
Ley Emilia	-0.1249 (***)
R-Cuadrado	0.716
Efecto Fijo Consultorio	Sí
Efecto Fijo Año/Semana	Sí
Número de observaciones	43.190
Signif. codes: 0 (***) 0.001 (**) 0.01 (*) 0.05 (.) 0.1 ( ) 1	

Posteriormente se agregaron las variables: logaritmo natural del número de vehículos y logaritmo natural del ingreso medio de los hogares por comuna. Obteniendo como resultados la estimación presentada en la Tabla 2.

Tabla 2: Estimación Modelo 2

Variable	Estimación
Ley Tolerancia Cero	0.569520
Ley Emilia	0.049903 (*)
ln(vehículos)	0.000184 (***)
ln(ingreso)	0.013714 (*)
R-Cuadrado	0.718
Efecto Fijo Consultorio	Sí
Efecto Fijo Año/Semana	Sí
Número de observaciones	43190
Signif. codes: 0 (***) 0.001 (**) 0.01 (*) 0.05 (.) 0.1 ( ) 1	

Por último, el tercer modelo corresponde al anterior que fue aplicado para cada zonas geográfica en particular.

Los resultados obtenidos de la estimación se presentan en la Tabla 4.2.

Tabla 3: Estimación Modelo por Zona Geográfica

Variable	Centro	Norte	Occidente	Oriente	Sur	Sur Oriente
Ley To-lerancia	0.0630	-0.1179	-0.08227	0.3007 (**)	0.0861	-0.3619(**)
Cero						
Ley Emilia	-0.4583 (***)	0.004416	-0.0721	0.0218	0.02728	-0.2283(*)
ln(vehículos)	-0.3855 (.)	1.21 (***)	1.9117 (***)	0.2604	1.376 (***)	-0.948 (***)
ln(ingreso)	-15.4022	30.70	-96.3383 (***)	5.0095	-14.23	10.74
R-	0.9229	0.6131	0.6109	0.7834	0.7375	0.6253
Cuadrado						
E.F. Con-sultorio	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F.	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Año/Semana						
Número de observaciones	1158	5492	2489	2305	2530	2805
Signif. codes: 0 (***) 0.001 (**)	0.01 (*) 0.05 (.) 0.1 (.) 1					

### 4.3. Discusión de resultados

El primer modelo busca explicar de manera general si las leyes “Tolerancia Cero” y “Emilia” han sido efectivas en la Región Metropolitana. Al respecto se puede decir que ambas leyes se relacionan con una disminución en el número de accidentes. Sin embargo, la disminución del número de accidentes es mayor con la aplicación de la “Ley Emilia”.

El segundo modelo mide la efectividad de ambas leyes considerando la cantidad de vehículos en circulación por comuna y el ingreso medio del hogar por comuna de la Región Metropolitana. Los resultados muestran que sólo tres de las cuatro variables consideradas resultan ser significativas, a saber: la “Ley Emilia”, el nivel de ingreso y los vehículos, y que se relacionan con un aumento en el promedio de accidentes. Específicamente, en el caso de la cantidad de vehículos en circulación, se puede decir que a mayor cantidad de vehículos motorizados particulares existen se tiene mayor congestión vehicular y aumenta la probabilidad de ocurrencia de accidentes de tránsito. Del mismo modo, el nivel de ingreso tiene una correlación positiva con el número de accidentes, ya que el mayor ingreso percibido por los hogares se relaciona con un mayor consumo, adquisición y uso de vehículos motorizados particulares, lo cual aumenta la probabilidad de ocurrencia de accidentes de tránsito. Dado que el parque automotriz ha aumentado en el tiempo, esta situación podría verse empeorada, por lo que deben implementarse mejoras o incentivos para la utilización de transportes de carácter colectivo que logren disminuir la cantidad de flujo vehicular. Llama la atención el hecho de que la “Ley Emilia” se relacione con un aumento en el promedio de accidentes, sin embargo, esto se puede deber a la tendencia creciente que existe en el número de accidentes en el tiempo.

El tercer modelo es una recopilación de todas las variables anteriores considerando la aplicación de las leyes, el número de vehículos en circulación, el ingreso medio del hogar para cada zona en la Región Metropolitana. Estas zonas corresponden a una división de la región que permite agrupar a los diferentes centros de salud dentro localizados en un área geográfica, con el fin de determinar las zonas en las cuales la ley ha sido más efectiva. Los resultados varían considerablemente dependiendo de la zona geográfica. En el caso de la “Ley Tolerancia Cero” su efecto es estadísticamente significativo en las zonas *Oriente* y *Sur Oriente* con el efecto esperado en cuanto a una disminución en la cantidad de accidentes sólo para esta última. Para el caso de la “Ley Emilia” su efecto es estadísticamente significativo en las zonas *Centro* y *Sur Oriente*, con el efecto esperado en cuanto a una disminución en la cantidad de accidentes. Las variables de ingreso y cantidad de vehículos muestran resul-

tados que difieren según sea la zona en estudio, encontrando zonas en donde los accidentes aumentan y otras en donde disminuyen. La única zona que ha presentado una disminución en el promedio de accidentes ante la aplicación de ambas leyes corresponde a la zona *Sur Oriente*.

Las causas de que en las zonas existan diferencias pueden estar dadas por la cantidad de vehículos existentes en la zona, el estado de las calles, la frecuencia o presencia de fiscalización, la existencia de autopistas, tamaño e infraestructura de la zona geográfica, entre otras. Estas diferencias podrían causar que en algunas zonas exista mayor riesgo al conducir por factores inherentes de la zona que no están relacionados con el consumo de alcohol.

Es necesario señalar que, de manera general, ambas leyes se relacionan con una disminución en el valor esperado de accidentes, sin embargo, al controlar por nivel de ingreso y cantidad de vehículos, estos resultados se distorsionan, sólo se mantienen en la zona *Sur Oriente* de la Región Metropolitana.

---

## 5. Conclusiones

---

Este trabajo tuvo como finalidad identificar cómo han impactado las leyes “Tolerancia Cero” y “Ley Emilia” a la cantidad de accidentes ocurridos en la Región Metropolitana de acuerdo con 3 modelos lineales identificando los periodos de entrada en vigencia de las leyes. Con ello, los resultados entregan información acerca de la efectividad de ambas leyes, separados por zona y además incluyendo las variables de vehículos en circulación e ingreso medio del hogar por comuna.

Al analizar los modelos es posible ver que de manera general que ambas leyes se relacionan con una disminución de los accidentes de tránsito. Sin embargo, al agregar al análisis las variables de ingreso y vehículos se obtiene que ambas leyes no se relacionan con una disminución. Tanto el ingreso de los hogares como el número de automóviles muestran una correlación positiva con el número de accidentes. Sin embargo, al desagregar el modelo por zona geográfica, se obtiene que ambas leyes son efectivas sólo en la zona *Sur Oriente* de la región. Esto puede ser debido a que los accidentes no necesariamente ocurren en las zonas donde las personas viven, así como, que la investigación no incorpora las atenciones de urgencia por la misma causa realizadas en establecimientos de salud privados.

En resumen, los resultados muestran concordancia con los patrones esperables de disminución de accidentes. Por su parte, los modelos permiten de manera simple identificar si existe impacto en la cantidad de accidentes

de tránsito gracias a las leyes y cuantificar en cierto grado su magnitud. Sin embargo, es importante considerar que los datos corresponden a atenciones primaria de urgencias de establecimientos públicos por accidentes de tránsito, sin detallar las causas específicas que los causan y, además, no todos los accidentes en su totalidad derivan a una atención de urgencia. De esta manera, a futuro se podría ampliar el estudio incluyendo la severidad del accidente (leve, moderado o grave), el número de muertes ocasionadas por dicho accidente, la ingesta de alcohol. Es importante conocer cuántas víctimas de accidentes han quedado con discapacidad permanente y saber si han sido indemnizadas, así como si ha sido indemnizada la familia en caso de la ocurrencia de víctimas fatales. Del mismo modo, se podría hacer un seguimiento a cada accidente con el fin de determinar a cuántos de ellos se les ha aplicado de manera efectiva las sanciones que consideran ambas leyes.

En términos generales la investigación realizada logra cumplir con el objetivo planteado entregando una evaluación objetiva sobre el impacto de las leyes aún frente a una gran limitación sobre los datos disponibles. Este mismo análisis con un mayor horizonte de tiempo y más detalles sobre las causas de los accidentes permitiría mejorar la cuantificación del impacto de estas leyes. Los modelos realizados permiten evaluar la implementación de políticas públicas sin necesidad de complejos cálculos, con resultados fáciles de analizar y utilizando herramientas de uso libre, lo cual constituye una metodología de análisis asequible para los organismos públicos y analistas del sector. Finalmente esperamos que este estudio contribuya a comprender de mejor manera los efectos de las leyes una vez aprobadas y, de este modo, mejorar los procesos legislativos y su ejecución.

## Referencias

- [1] AChS. Efectos del alcohol al conducir y ley tolerancia cero, 2016.
- [2] J. Aguero-Valverde y P. Jovanis. Spatial analysis of fatal and injury crashes in pennsylvania. *Accident Analysis & Prevention*, 38(3):618–625, 2006.
- [3] S. Anowar, M. Alam, y M. Raihan. Analysis of accident patterns at selected intersections of an urban arterial. In *Proceedings of the 21st ICTCT Workshop*, 2008.
- [4] L. Fridstrøm. Econometric models of road use, accidents, and road investment decisions. *Volume II*, 1999.

- [5] L. Fridstrøm. The truls-1 model for norway. In *Structural road accident models: The international DRAG family*, páginas 97–126. Emerald Group Publishing Limited, 2000.
- [6] L. Fridstrøm. Un enfoque econométrico para los accidentes de tránsito, 2008.
- [7] L. González-Wilhelm, J. Johnson, R. Carnevali, y G. Ruiz. Ley chilena de tolerancia cero al alcohol: fortalezas, falencias y carencias que no deben ser obviadas. *Revista médica de Chile*, 140(7):939–945, 2012.
- [8] D. Graham y S. Glaister. Spatial variation in road pedestrian casualties: the role of urban scale, density and land-use mix. *Urban Studies*, 40(8):1591–1607, 2003.
- [9] P. Greibe. Accident prediction models for urban roads. *Accident Analysis & Prevention*, 35(2):273–285, 2003.
- [10] M. Haque, H. Chin, y B. Lim. Effects of impulsive sensation seeking, aggression and risk-taking behaviors on the vulnerability of motorcyclists. *Asian Transport Studies*, 1(2):165–180, 2010.
- [11] MTT. Ley 20.580. modifica Ley N° 18.290, aumentando las sanciones por manejo en estado de ebriedad, bajo la influencia de sustancias estupefacientes o sicotrópicas, y bajo la influencia del alcohol. Ministerio De Transportes Y Telecomunicaciones; Subsecretaría De Transportes, 2012.
- [12] MTT. Ley 20.770. modifica la ley del tránsito, en lo que se refiere al delito de manejo en estado de ebriedad, causando lesiones graves, gravísimas o, con resultado de muerte, 2014.
- [13] R. Noland y M. Quddus. Congestion and safety: A spatial analysis of london. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(7):737–754, 2005.
- [14] M. Obaidat y T. Ramadan. Traffic accidents at hazardous locations of urban roads. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 6(4):436–447, 2012.
- [15] OMS. Lesiones causadas por el tránsito. *Centro de prensa Organización Mundial de la Salud - Nota descriptiva*, 2016.
- [16] OMS y OPS. Informe 2016: Seguridad vial en las américas. *Organización Panamericana de la Salud 2016*, 2016.
- [17] D. Pomeranz. Métodos de evaluación. *Harvard Business School*, 2011.



- [18] R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2017.
- [19] SEMDA. El consumo de alcohol en Chile: situación epidemiológica. *Documento trabajado por SENDA-MINSAL*, 2016.
- [20] R. Seva, G. Flores, M. Gotohio, y N. Paras. Logit model of motorcycle accidents in the Philippines considering personal and environmental factors. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 3(2):173–184, 2013.
- [21] D. Wedagama y D. Dissanayake. The influence of accident related factors on road fatalities considering Bali province in Indonesia as a case study. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 8:1905–1917, 2010.

