

Hernán de Solminihaç

Gabriel Azúa

Javiera Escudero

Seguridad Vial y la de los Colaboradores en la vía: Recomendaciones para Chile

www.clapesuc.cl

Documento de Trabajo N° 94 (21 de febrero, 2021)



Documento de Trabajo CLAPES UC
Pontificia Universidad Católica de Chile

Seguridad Vial y la de los Colaboradores en la vía: Recomendaciones para Chile

Hernán de Solminihac Tampier¹

Gabriel Azúa Fuentes

Javiera Escudero Báez

Santiago, Chile

04 febrero de 2021

¹ Hernán de Solminihac T. es Profesor Titular de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Ingeniería y director de CLAPES UC.

Gabriel Azúa F. es Ingeniero de CLAPES UC.

Javiera Escudero B. es Ingeniera UC y fue practicante en CLAPES UC.

Resumen

El presente documento presenta información de diagnóstico comparativo a nivel nacional e internacional de la seguridad vial y la de los colaboradores en la vía, con la finalidad de realizar recomendaciones y proponer mejores prácticas para mejorar la seguridad de los usuarios en las intervenciones producto de las conservaciones.

El estudio inicia posicionando al lector en contexto respecto de los conceptos básicos de accidentes y accidentes viales, presentando diversas definiciones. Entre ellas se alude a eventos que involucran al menos vehículos, conductores y peatones. Posteriormente, se exhibe la evolución de la población en Chile y su proyección al año 2050, con un crecimiento en el número de personas, para luego presentar su distribución en las regiones de Chile.

De igual forma, se presenta la evolución del parque vehicular en Chile y su distribución en las regiones de Chile, donde se concluye que tanto la población (40,5% en 2018) como el parque vehicular (39,2% en 2018) se encuentran concentrados en la (RM) Región Metropolitana, cuya longitud de caminos de la red vial es una de las menores a nivel nacional.

Posteriormente se aborda los conceptos de riesgo y accidentes viales, tanto nacional como internacional, presentando estadísticas de causas que originan los siniestros viales y la evolución de sus resultados. En esta sección se muestran ajustes simples de cifras de siniestros viales y afectados producto de estos, siendo corregidos por población y parque vehicular concluyendo que, si bien el número total de siniestros ha aumentado en los últimos años, su severidad ha disminuido.

Después, se exhibe la evolución del número de siniestros viales por mes, día y hora de ocurrencia, no presentando notorias diferencias a excepción de la hora de ocurrencia, que presenta una marcada tendencia en las horas de alto tránsito vehicular (entre 08:00 - 09:00 hrs. y entre 18:00 y 20:00 hrs). El estudio continúa mostrando la evolución de lesionados y fallecidos en siniestros viales en diversos

países europeos, donde se observa una tendencia de disminución en ambos registros entre 2007 y 2016.

El segundo capítulo presenta el concepto de seguridad vial y el progreso que ha tenido el concepto en Chile durante los últimos años. Inicia con variadas definiciones y conceptos obtenidos desde instrumentos internacionales para luego presentar un breve extracto sobre el progreso en Chile desde 1993 en que se publicó la primera Política Nacional de Seguridad de Tránsito hasta el año 2019 con el Acuerdo Nacional por la Seguridad Vial, abordando distintos hitos y avances en la seguridad vial chilena.

El tercer capítulo aborda el concepto de seguridad vial en zonas de trabajo, los actores involucrados e impactos que generan y reciben de las zonas de trabajo viales, finalizando con la relevancia internacional del concepto de seguridad vial en zonas de trabajo. La sección inicia con definiciones tanto nacionales como internacionales, presenta el esquema general de una zona de trabajo vial definiendo sus áreas y presentando restricciones y sugerencias para el adecuado actuar al interior de la zona de trabajo vial.

La sección continúa con la presentación de los diversos actores involucrados en una zona de trabajo vial, exponiendo los impactos que reciben y generan, así como algunas medidas de reducción de impactos. La sección finaliza exhibiendo la relevancia internacional de la seguridad vial en zonas de trabajo viales, particularmente de Estados Unidos, presentando estadísticas de fatalidades, categorización de causas y categorización de tipo de zonas de trabajo viales en que ocurrieron siniestros viales.

Posteriormente, se presentan potenciales soluciones y alternativas para prevenir nuevos siniestros viales en zonas de trabajo, así como características de operación de trabajos y manuales de control de tráfico y señalización internacionales. Entre estos manuales destaca el Manual de Estados Unidos titulado *Manual of Uniform Traffic Control Devices* (MUTCD) cuyo contenido aborda con gran detalle diversos elementos a considerar para definir, regir, administrar y controlar dispositivos para el control de tránsito en las zonas de trabajo viales.

El cuarto capítulo presenta diversas consideraciones en seguridad vial en zonas de trabajo, particularmente en temas de cultura vial, comunicación vial, evaluación y adjudicación de proyectos, legislación, multas y siniestralidad vial en zonas de trabajo en Estados Unidos, exponiendo diversos hechos, estadísticas, enfoques y posibles relaciones entre siniestralidad vial, condiciones de tránsito, legislación y multas. Estadísticamente no se concluyó una relación clara entre siniestralidad, monto de multas y desarrollo de la localidad. Finalmente se realizó una revisión breve de la relación entre siniestralidad y políticas implementadas en seguridad vial y su adopción en Chile.

El quinto capítulo presenta diversas propuestas para mejorar la seguridad vial en zonas de trabajo en cuanto a campañas de comunicación en seguridad vial; generación de nuevas herramientas de información oportuna en tiempo y espacio; incorporación de nuevos sistemas de evaluación y adjudicación de proyectos de intervenciones viales; consideración de condiciones particulares de cada locación en la generación de los planes de señalización y medidas de seguridad; la adecuación de sanciones a las nuevas condiciones; la incorporación de nuevas tecnologías en innovaciones viales; y la precaución de considerar condiciones de emergencia frente a intervenciones viales.

Finalmente, el sexto capítulo cierra el estudio con conclusiones generales y comentarios en cuanto al entorno vial, su evolución hacia las nuevas condiciones y su impacto en la vida de las personas. Se realza la importancia de sostener una apropiada política de seguridad en zona de trabajo y su impacto en los costos indirectos, como por ejemplo la movilidad, la compensación en tiempo y calidad de vida para los usuarios.

TABLA DE CONTENIDOS

Prólogo.....	1
I. Contexto.....	3
I.1 Antecedentes.....	3
I.2 Riesgo y accidentes viales.....	9
II. Seguridad vial.....	31
II.1 El concepto de seguridad vial.....	31
II.2 Progreso de la seguridad vial en Chile en los últimos años.....	33
III. Seguridad vial en zonas de trabajo.....	38
III.1 Conceptos de seguridad vial en zonas de trabajo.....	38
III.2 Actores involucrados e impactos en una zona de trabajo vial.....	41
III.3 Relevancia internacional de la seguridad vial en zonas de trabajo...	45
IV. Consideraciones en seguridad vial en zonas de trabajo.....	65
IV.1 Cultura vial.....	65
IV.2 Comunicación vial.....	66
IV.3 Evaluación y adjudicación de proyectos.....	67
IV.4 Legislación.....	68
IV.5 Multas y siniestralidad vial en zonas de trabajo en Estados Unidos	70
V. Propuestas para mejorar la seguridad vial en zonas de trabajo.....	86
V.1 Campañas de comunicación permanentes.....	86
V.2 Comunicación efectiva en tiempo y espacio.....	86
V.3 Nuevo sistema de evaluación y adjudicación de proyectos.....	87
V.4 Considerar condiciones particulares de las locaciones.....	87
V.5 Sanciones.....	88

V.6	Nuevas tecnologías	89
V.7	Escenarios de emergencia	90
V.8	Nuevos estudios.....	91
VI.	Conclusiones y comentarios finales	92
	Referencias.....	93
	Anexos.....	104
	Anexo A: Causas siniestros viales	104
	Anexo B: Documentos legales de referencia.....	106
	Anexo C: Penas y multas de la Ley Tolerancia Cero	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I-1 Agrupación de categorías de causas de accidentes viales.	11
Tabla II-1 Comparación de pilares de acción en Acuerdo Nacional por la Seguridad Vial y Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020.	35
Tabla II-2 Medidas de acción y líderes punto 8 Señalización y Elementos de Diseño Vial.	36
Tabla III-1 Potenciales soluciones para prevenir lesiones en zonas de trabajo.	49
Tabla III-2 Lista de documentos de control de tráfico y señalización (parte 1).	54
Tabla III-3 Lista de documentos de control de tráfico y señalización (parte 2).	55
Tabla III-4 Lista de documentos de control de tráfico y señalización de Chile.	62
Tabla III-5 Operaciones básicas y esquemas aplicables (Mutual de Seguridad).	62
Tabla III-6 Relación entre tipo de trabajo, operación básica y duración (Mutual de Seguridad).	63
Tabla VII-1 Causas de siniestros viales según categorización de Carabineros de Chile.	104
Tabla VII-2 Listado de documentos legales de referencia para Chile.	106
Tabla VII-3 Listado de penas y multas de la Ley Tolerancia Cero de Chile.	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I-1 Proyección de cantidad de población entre 2010 y 2050.....	4
Figura I-2 Distribución porcentual de cantidad de población de Chile por región en 2017.	5
Figura I-3 Evolución del parque vehicular en Chile entre 2010 y 2018.....	6
Figura I-4 Evolución del parque vehicular por región en Chile entre 2010 y 2018.	7
Figura I-5 Distribución porcentual del parque vehicular por región en Chile en 2018.	8
Figura I-6 Longitud de caminos de red vial nacional por región y condición en 2018.	9
Figura I-7 Evolución de causas de accidentes viales entre 2010 y 2019 ¹	12
Figura I-8 Evolución de resultados de siniestros viales entre años 2010 y 2019 ¹	13
Figura I-9 Distribución porcentual de resultados de siniestros viales año 2018.	13
Figura I-10 Evolución de índice de afectados por vehículos años 2010-2018. .	15
Figura I-11 Evolución de índice de afectados por población años 2010-2018. .	16
Figura I-12 Evolución de índice de fallecidos por vehículos años 2010-2018. .	17
Figura I-13 Evolución de índice de fallecidos por población años 2010-2018. .	18
Figura I-14 Evolución de número de siniestros viales por mes de ocurrencia entre años 2010 y 2019 ¹	19
Figura I-15 Distribución porcentual de siniestros viales por mes de ocurrencia año 2018.	19

Figura I-16 Evolución de siniestros viales por día de ocurrencia entre 2010 y 2019 ¹	20
Figura I-17 Distribución porcentual de siniestros viales por día de ocurrencia año 2018.....	20
Figura I-18 Evolución de siniestros viales por hora de ocurrencia años 2010-2019 ¹	21
Figura I-19 Número de siniestros viales por hora de ocurrencia año 2010.....	21
Figura I-20 Número de siniestros viales por hora de ocurrencia año 2018.....	22
Figura I-21 Distribución porcentual de fallecidos en siniestros viales por periodo horario de ocurrencia años 2010-2019 ¹	23
Figura I-22 Distribución porcentual de afectados en siniestros viales por tipo de afectado años 2010-2019 ¹	24
Figura I-23 Distribución porcentual de fallecidos en siniestros viales por tipo de afectado años 2010-2019 ¹	25
Figura I-24 Evolución de lesionados países europeos en siniestros viales años 2007-2016 (Grupo 1).....	27
Figura I-25 Evolución de lesionados países europeos en siniestros viales años 2007-2016 (Grupo 2).....	27
Figura I-26 Evolución de lesionados países europeos en siniestros viales años 2007-2016 (Grupo 3).....	28
Figura I-27 Evolución de fallecidos en países europeos en siniestros viales años 2007-2016 (Grupo 1).....	28
Figura I-28 Evolución de fallecidos en países europeos en siniestros viales años 2007-2016 (Grupo 2).....	29
Figura I-29 Evolución de fallecidos en países europeos en siniestros viales años 2007-2016 (Grupo 3).....	29

Figura I-30 Evolución de lesionados y fallecidos viales en Unión Europea años 2007-2016.	30
Figura III-1 Esquema de una zona de trabajos en la vía.	41
Figura III-2 Algunos impactos durante la materialización de obras viales.	42
Figura III-3 Lesiones fatales producto de siniestro viales en Estados Unidos entre 2011 y 2016.	46
Figura III-4 Siniestros viales con resultados fatales por subcategoría en Estados Unidos entre 2011 y 2016.	47
Figura III-5 Principales causas de fatalidades en siniestros viales en Estados Unidos entre 2011 y 2016.	48
Figura III-6 Subsectores de construcción con siniestros viales en Estados Unidos entre 2011 y 2016.	48
Figura IV-1 Tipos de penalizaciones por zona de trabajo en Estados Unidos en 2018.	71
Figura IV-2 Tipos de penalizaciones por zona de trabajo en Estados Unidos de forma gráfica.	72
Figura IV-3 Requisitos para ser multado en Estados Unidos.	73
Figura IV-4 Monto por primera penalización en zonas de trabajo en Estados Unidos.	74
Figura IV-5 Producto Interno Bruto y monto de Penalización por estado en Estados Unidos (2017).	75
Figura IV-6 Producto Interno Bruto versus monto de Penalización en Estados Unidos (2017).	76
Figura IV-7 Producto Interno Bruto y número de fatalidades en Estados Unidos (2017).	77

Figura IV-8 Producto Interno Bruto versus número de fatalidades en Estados Unidos (2017).	78
Figura IV-9 Producto Interno Bruto per cápita y número de Fallecidos en Estados Unidos (2017).	79
Figura IV-10 Producto Interno Bruto per cápita versus número de Fallecidos en Estados Unidos (2017).	80
Figura IV-11 Monto Primera Multa y número de Fallecidos en Estados Unidos (2017).....	81
Figura IV-12 Monto Primera Multa versus número de Fallecidos en Estados Unidos (2017).	82
Figura IV-13 Categorización de países según número de políticas internacionales implementadas.....	85

Prólogo

Desde sus inicios, la humanidad ha requerido movilizarse y movilizar recursos, pues históricamente ha sido una de las actividades fundamentales para conectar personas, generar crecimiento y progreso en las civilizaciones. Las comunidades crecen en lo cultural, en lo social y en lo económico en la medida que existe posibilidad de comunicarse y trasladarse (Gestión de Infraestructura Vial, 2018).

En esta búsqueda de crecimiento y progreso, a lo largo del desarrollo de las sociedades, el transporte terrestre ha alcanzado una notoria relevancia frente a otros medios de transporte como el aéreo y el marítimo, principalmente debido a su inherente facilidad de acceso, versatilidad, amplia cobertura y costo competitivo. Producto de estas ventajas y como respuesta a los desafíos de movilidad terrestre, se desarrolló la infraestructura vial, entendida como un conjunto de elementos (pavimentos, puentes, túneles, dispositivos de seguridad, señalización, sistemas de drenaje, taludes, terraplenes, elementos paisajísticos, entre otros) que permiten el desplazamiento de vehículos en forma segura y confortable entre dos puntos, minimizando las externalidades (Gestión de Infraestructura vial, 2018).

A diciembre del año 2018, a nivel nacional se poseía un total de 85.709 km en la red vial (conjunto de red vial pavimentada, soluciones básicas y red vial no pavimentada), que permitían y permiten conectar en largo y ancho al angosto y extenso país que es Chile (Red vial Nacional: Dimensionamiento y Características, Subdirección de desarrollo Dirección Nacional de Vialidad, 2019).

Sin embargo, el aumento de la población, la industrialización, los avances tecnológicos y el comercio tanto nacional como internacional ha traído consigo el aumento del parque automotriz en Chile, alcanzando cifras de 30,2 vehículos por cada 100 habitantes, equivalente a más de 5,3 millones de vehículos en 2017, generando aún más desafíos en las áreas de transporte y seguridad vial (Instituto Nacional de Estadísticas, 2019a).

Bajo estas nuevas condiciones, la infraestructura vial ha experimentado una mayor demanda de uso y un mayor desgaste, lo que finalmente deriva en mayores requerimientos de una adecuada gestión y mantenimiento. Paralelamente, se ha observado un aumento en el número de siniestros de tránsito, resultando en 2018 un total de 88.857 siniestros viales, lo que implicó 1.507 fallecidos durante el mismo año -cifras que incluyen los siniestros ocurridos durante las mantenciones viales- (Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019).

Parte de la gestión y mantención de infraestructura vial es realizada en las denominadas “zonas de trabajos”, zonas transitorias con presencia de trabajadores, materiales y/o maquinarias, que representan riesgos o peligros adicionales derivados de la ejecución de trabajos en la vía, y que sin un adecuado plan de seguridad y medidas de prevención pueden derivar en nuevos siniestros viales.

El rápido avance de nuevas tecnologías, sistemas de información y las nuevas condiciones de movilidad terrestre (como nuevas modalidades de vehículos, su funcionamiento y esquemas de tránsito) junto con la baja frecuencia de actualización de manuales, guías y documentos utilizados en Chile para regular la seguridad vial en zonas de trabajo, fundan la necesidad de revisar la condición actual de funcionamiento de estas para potenciales futuras intervenciones.

Intervenir en la seguridad vial y en particular en la seguridad vial en zonas de trabajo para reducir la tasa de siniestralidad y mortalidad en accidentes viales es una misión que debe ser trabajada en conjunto entre Estado, industria, academia y las propias comunidades.

Con el fin de ayudar a disminuir los accidentes viales, el Centro Latinoamericano de Políticas Económicas y Sociales de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CLAPES UC) estudió la seguridad vial en zonas de trabajo, con el objetivo de diagnosticar el estado actual chileno, realizar una comparación de la documentación y prácticas que se realizan en el extranjero, para finalmente precisar recomendaciones de mejora de acuerdo con los hallazgos realizados.

I. Contexto

En este primer capítulo se presenta el contexto y algunas de las definiciones para un común entendimiento de los lectores. Se inicia con la evolución de la población y el parque vehicular en Chile, la longitud de caminos de la red vial nacional para luego presentar definiciones de accidentes y su enfoque en tránsito. Posteriormente, se presenta un breve contexto de los accidentes viales a nivel nacional e internacional.

I.1 Antecedentes

I.1.1 Conceptos de accidente y accidente vial

La Real Academia Española (2019), define accidente como un “suceso eventual que altera el orden regular de las cosas” o “suceso eventual o acción de que involuntariamente resulta en daño para las personas o las cosas”. De la anterior definición, múltiples derivadas se pueden obtener bajo el contexto en que ocurra o se atribuya la ocurrencia del accidente.

Al orientar la definición de accidente al ámbito de transporte, se obtiene que un accidente de tránsito o accidente vial (en este documento se consideran ambos conceptos como equivalentes indistintamente) puede ser definido como “un incidente directamente causado por el conductor de un automóvil o vehículo motorizado, un tren o un tranvía” (TAC, 2019).

Otra definición posible de accidente vial es presentada como “un evento que involucra al menos un vehículo, motorizado o no, que circula por una vía de tránsito para vehículos, que interrumpe la conducción normal y que produce un intercambio de energía que tiene como consecuencia fatalidades, lesiones y daño a la propiedad pública o privada” (Gestión de Infraestructura Vial, 2018).

La naturaleza de los accidentes viales involucra al menos alguna combinación de los tres siguientes factores: peatón, conductor y vehículo, es decir, peatón y

vehículo; peatón y conductor; y/o conductor y vehículo. En los últimos años se ha observado un aumento de estos factores en Chile.

I.1.2 Evolución de la población en Chile

En relación con la población, según proyecciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas (2019b), se prevé un aumento de la cantidad de personas en los próximos 30 años, estimando cifras sobre 21,6 millones de personas a nivel nacional, en que la población mayor a 18 años (edad legal para obtener licencia de conducir sin acompañante) alcanza en promedio 78,9% de la población total entre 2010 y 2050.

La Figura I-1 presenta la proyección de cantidad de población de edad inferior a 18 años y de edad de 18 años o superior junto al crecimiento anual entre 2010 y 2050.

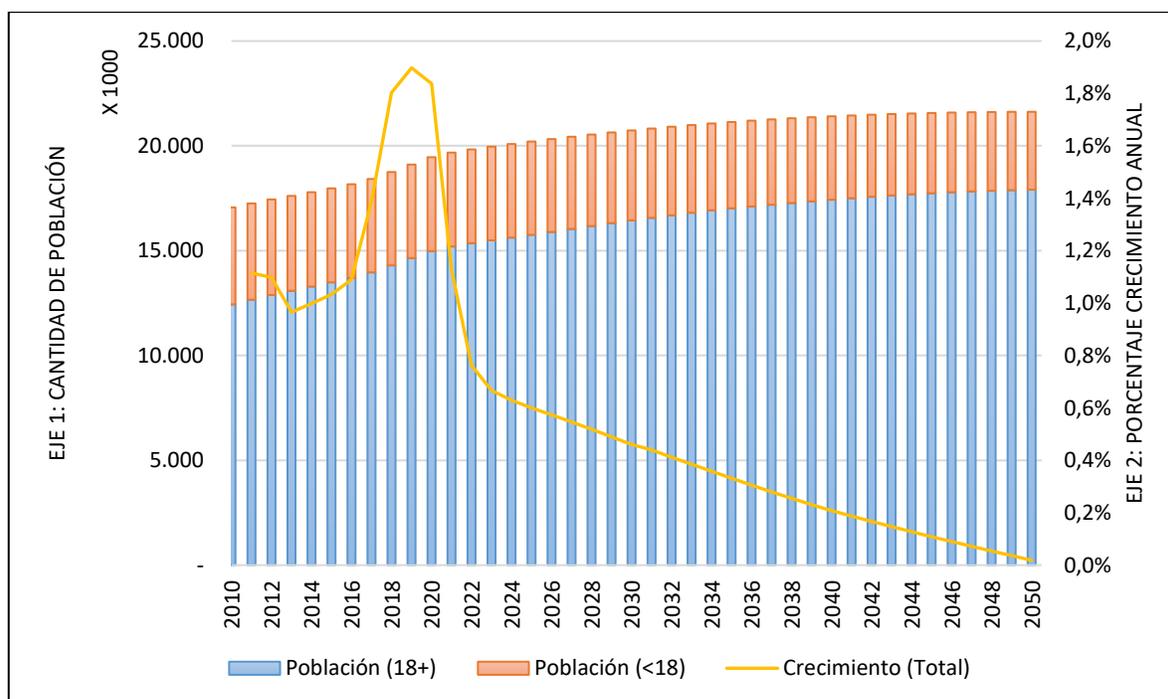


Figura I-1 Proyección de cantidad de población entre 2010 y 2050.

Fuente: Elaborado a partir de datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2019.

Si bien esta es una proyección, los datos obtenidos a partir del Censo 2017, permiten con mayor certeza observar la distribución geográfica de la población. De

ello, se desprende que las tres principales regiones que concentran la población son la (RM) Región Metropolitana de Santiago (40,5%), (V) Región de Valparaíso (10,3%) y (VIII) Región del Biobío (8,9%).

La Figura I-2 presenta la distribución de la cantidad de población por región durante el año 2017 (la población de Isla de Pascua se incluye en la (V) Región de Valparaíso).

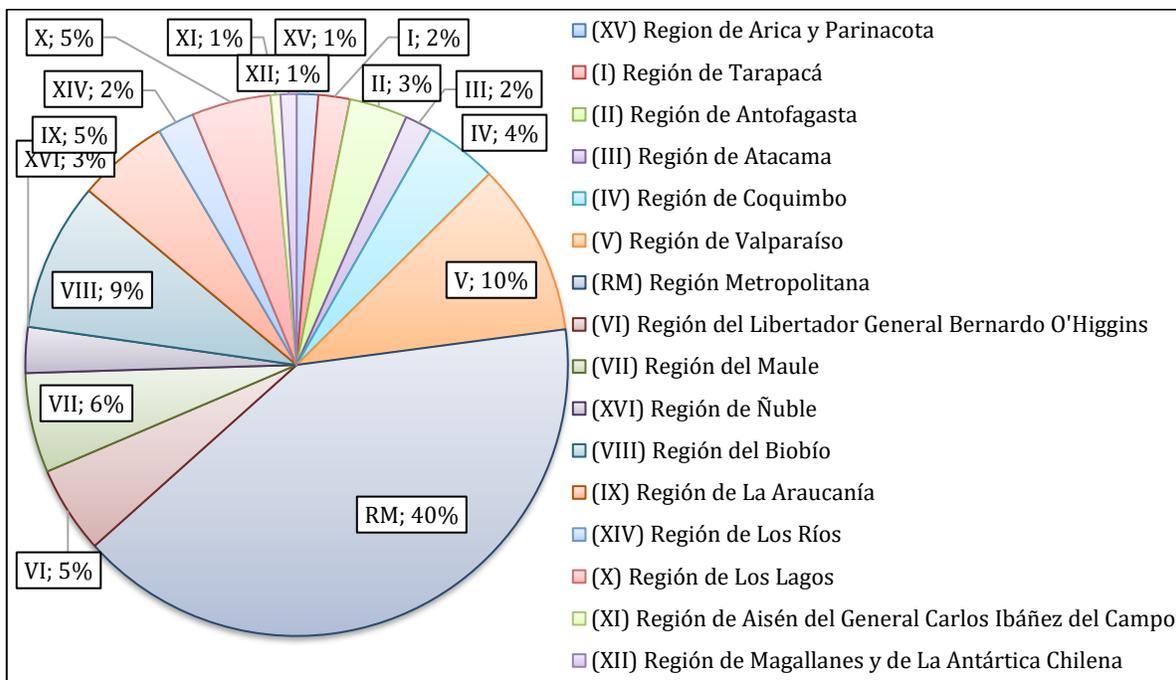


Figura I-2 Distribución porcentual de cantidad de población de Chile por región en 2017.
Fuente: Elaborado a partir de datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2019.

I.1.3 Evolución del parque vehicular en Chile

En cuanto al parque vehicular, a partir de datos del Instituto Nacional de Estadísticas (2019c) se observa crecimiento en la cantidad de vehículos motorizados y no motorizados entre los años 2010 y 2018 con un crecimiento promedio anual de 6,3% en dicho periodo. En el año 2018 la cifra alcanzó un total de 5.617.825 vehículos.

La Figura I-3 presenta la evolución del parque vehicular con categorías de motorizado y no motorizado y, el crecimiento total anual en el periodo comprendido entre los años 2010 y 2018.

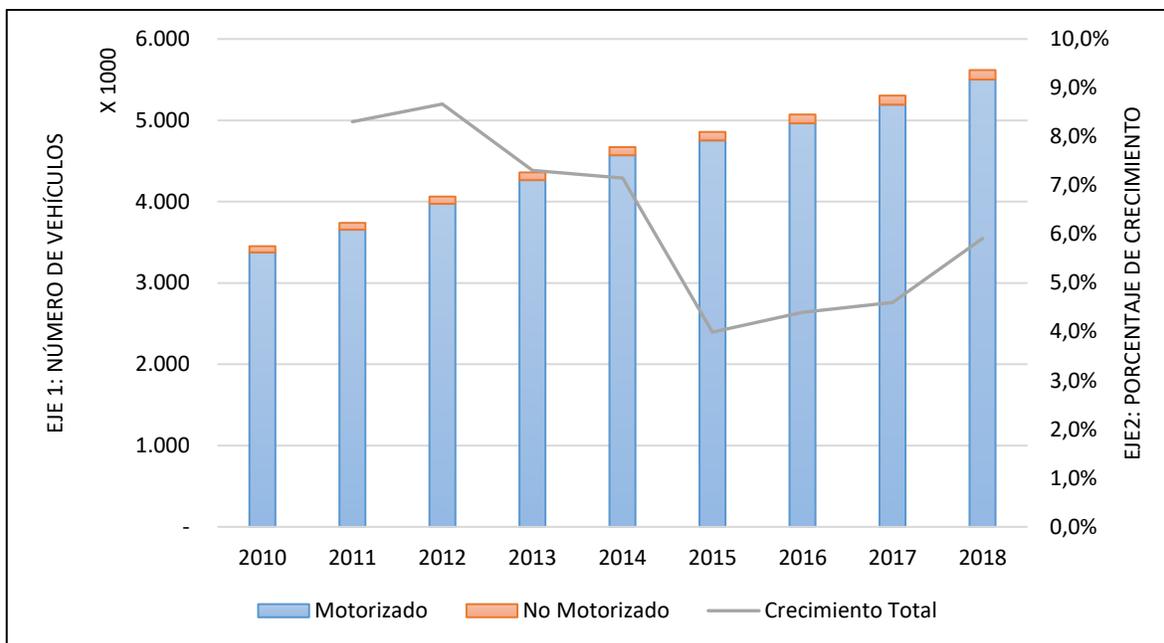


Figura I-3 Evolución del parque vehicular en Chile entre 2010 y 2018.
 Fuente: Elaborado a partir de datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2019.

Al revisar la evolución considerando la distribución regional del parque vehicular, a partir de datos del Instituto Nacional de Estadísticas (2019c) se observa un aumento en el número de vehículos en todas las regiones entre los años 2010 y 2018 (en el año 2018 se registra de forma separada la (XVI) Región de Ñuble y se descuenta a la (VIII) Región del Biobío.

La Figura I-4 presenta la evolución del parque vehicular a nivel nacional entre los años 2010 y 2018.

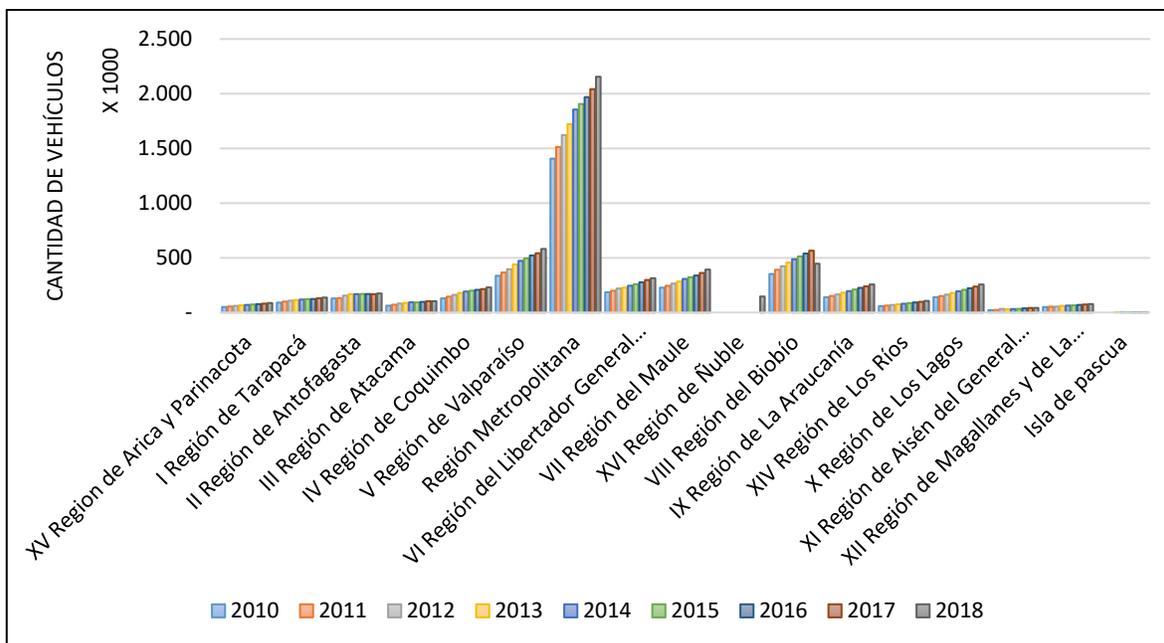


Figura I-4 Evolución del parque vehicular por región en Chile entre 2010 y 2018.
 Fuente: Elaborado a partir de datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2019.

En particular, en el año 2018 la (RM) Región Metropolitana concentró el 39,2% de los vehículos en circulación, seguido de la (V) Región de Valparaíso con 10,6% y de la (VIII) Región del Biobío con 8,1%.

La Figura I-5 presenta la distribución porcentual del parque vehicular por región entre los años 2010 y 2018.

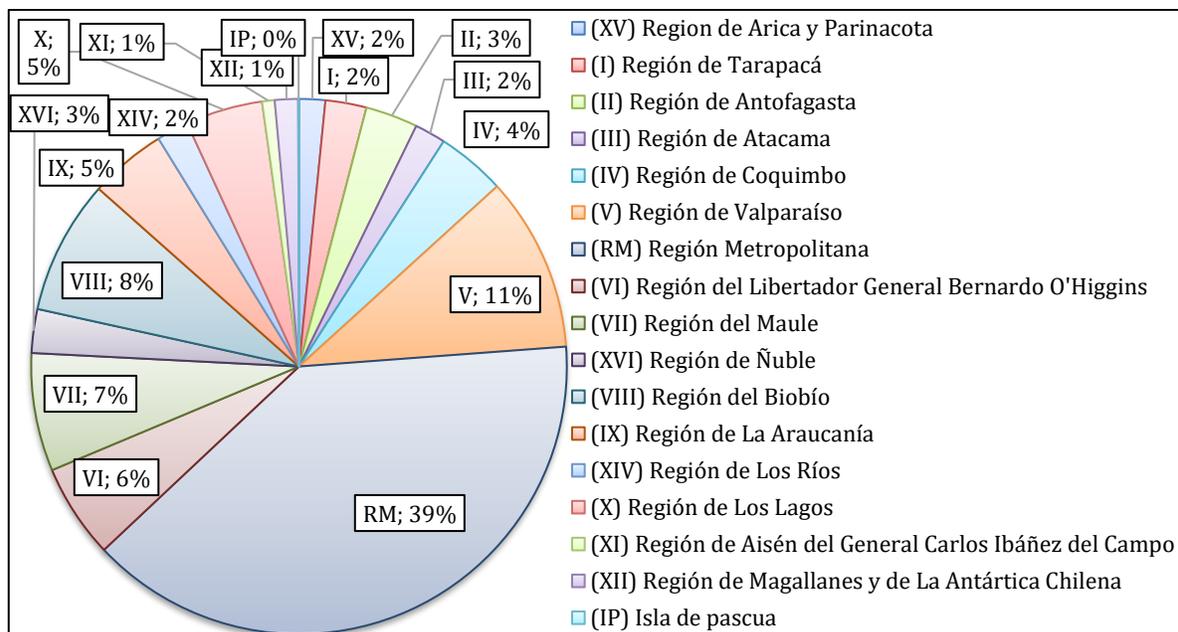


Figura I-5 Distribución porcentual del parque vehicular por región en Chile en 2018.
 Fuente: Elaborado a partir de datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2019.

Ambos factores –población y parque vehicular- aumentaron su cantidad en los últimos años y se espera que la tendencia continúe. En cuanto a la cantidad de kilómetros de caminos de la red vial nacional a diciembre del año 2018 (Dirección de Vialidad, 2019) se tiene que 20.290 km se encuentran pavimentados, 15.774 km poseen soluciones básicas -un camino que se conserva sobre el mismo trazado en donde se aplica una solución que no mejora la geometría del lugar, pero sí la emisión de polvo cuando transitan los vehículos-, y 49.646 km no están pavimentados, sumando un total de 85.709 km de caminos a nivel nacional.

La Figura I-6 presenta la distribución de la longitud de caminos por región y condición a diciembre del año 2018.

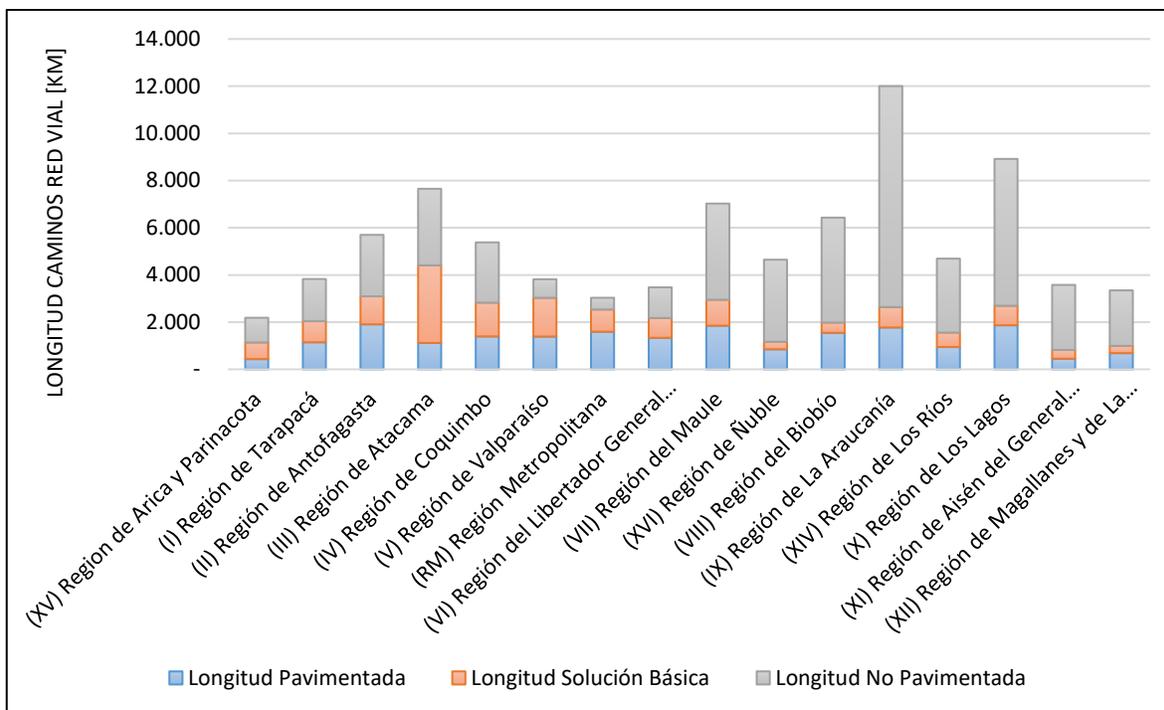


Figura I-6 Longitud de caminos de red vial nacional por región y condición en 2018.
 Fuente: Elaborado a partir de Red Vial Nacional: Dimensionamiento y Características, Dirección de Vialidad, 2019.

Se observa que, la (RM) Región Metropolitana, es la cuarta región con mayor disponibilidad de longitud de caminos pavimentados. No obstante, su disponibilidad de longitud total de caminos es inferior a la de la mayoría de las regiones (con excepción de la (XVI) Región de Arica y Parinacota), no estando alineada con la distribución geográfica de población y parque vehicular, donde la (RM) Región Metropolitana concentraba en el año 2018 el 40,5% y 39,2% respectivamente.

I.2 Riesgo y accidentes viales

Una vez definido el concepto de accidente vial, el contexto de población, parque vehicular y la longitud de caminos disponibles, en relación con la ocurrencia de accidentes, se debe señalar que todo siniestro sostiene tras ellos un riesgo asociado inherente, que puede concebirse como la interacción entre la probabilidad de ocurrencia, las consecuencias del accidente y la exposición.

Por una parte, la probabilidad de ocurrencia refleja el carácter aleatorio y no determinístico de un accidente. Por otra parte, las consecuencias corresponden al resultado del accidente y la gravedad del resultado y, por último, la exposición se encuentra caracterizada -en el ámbito vial- principalmente por la longitud de viaje y el nivel de tráfico, lo cual se relaciona positivamente con el riesgo de accidentes. (Gestión de Infraestructura Vial, 2018).

Cualquier intervención en la ruta, incrementa de forma adicional la exposición de riesgo de accidentes. Complementariamente, el aumento en cantidad de vehículos en las vías y cantidad de usuarios (peatones y conductores) genera un aumento de riesgo de accidentes viales por mayor exposición. Otros elementos asociados a los usuarios como condición física y psicológica, la forma en que se relaciona con los pares en el espacio público y el nivel de educación vial pueden aumentar aún más el riesgo de accidentes.

Estos eventos que interrumpen la conducción normal pueden ocurrir por diversos motivos o, en otras palabras, poseen diferentes factores de riesgos. Entre los más nombrados a nivel internacional se listan 1) el error humano, 2) el exceso de velocidad, 3) el consumo e ingesta de alcohol u otras sustancias psicoactivas, 4) la no utilización de sistemas y elementos de seguridad, 5) la conducción distraída, 6) la infraestructura vial insegura, 7) vehículos inseguros y 8) el cumplimiento insuficiente de las normas de tránsito (Organización Mundial de la Salud, 2019). A los factores de riesgo señalados previamente, se añaden condiciones climáticas insuficientes, la fatiga del conductor, el uso de dispositivos móviles, entre otros.

1.2.1 Accidentes viales a nivel nacional

En particular, Carabineros de Chile y la Comisión Nacional de Tránsito de Chile (CONASET) dependiente del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones poseen bases de datos con información sobre los accidentes viales a nivel nacional, incluyendo detalles sobre los motivos o causas más comunes de ocurrencia.

a) Categorización de causas de accidentes viales en Chile

A través del mecanismo de Solicitud de Información a través de la Ley N° 20.285, sobre acceso a la información pública, se logró acceder a la información de Carabineros de Chile y CONASET en detalle. La Tabla I-1 presenta una agrupación de los motivos o causas más comunes de accidentes viales (para acceder al detalle dirigirse al Anexo A):

Tabla I-1 Agrupación de categorías de causas de accidentes viales.

Fuente: Elaborado a partir de datos de Carabineros de Chile, 2019.

Vehículo y conducción	Vehículo y funcionamiento	Peatones y pasajeros	Otros
<ul style="list-style-type: none"> • Adelantamiento • Conducción • Virajes indebidos • No respeto de derechos preferentes • Pérdida de control • Asociados a velocidad • Condición física 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas vehículo • Fallas mecánicas • Cargas • Asociados a señalización 	<ul style="list-style-type: none"> • Imprudencia pasajeros • Imprudencia peatones • Suicidio 	<ul style="list-style-type: none"> • Animales en la vía • Delitos • No determinado • Otras

A partir de los datos, se obtiene que las tres principales causas de siniestros viales en promedio entre 2010 y 2019² son 1) No estar atento a las condiciones del tránsito (25,4%), 2) Causas no determinadas (11,6%), 3) Otras causas (7,8%), pérdida de control del vehículo (7,2%) y conducción sin mantener la distancia razonable y suficiente y prudente (7,1%).

En cuanto a la conducción en estado de ebriedad, el porcentaje promedio entre 2010 y 2019² fue 6,2%. No obstante, en el año 2018 alcanzó la cifra de 7,1% y en 2019* ha alcanzado 6,8% de las causas de siniestros viales.

La Figura I-7 presenta la evolución de las causas entre los años 2010 y 2019² con la distribución porcentual de cada causa o motivo en relación con el total de siniestros registrados.

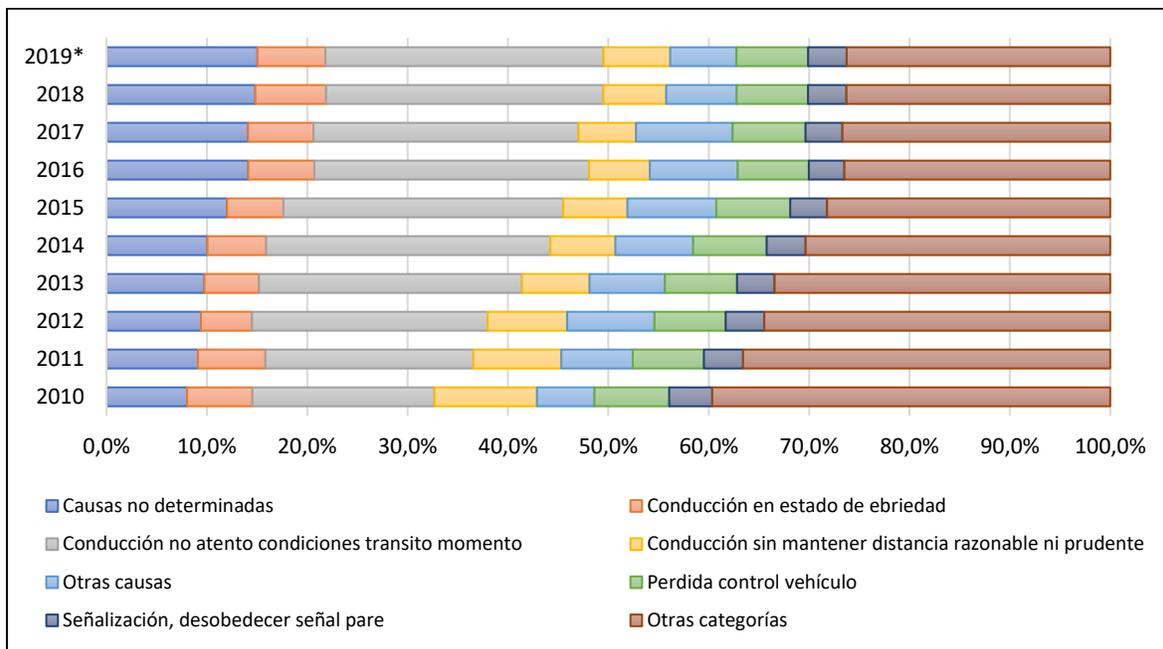


Figura I-7 Evolución de causas de accidentes viales entre 2010 y 2019².
 Fuente: Elaborado a partir de Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019.

b) Categorización de resultados de accidentes viales en Chile

Ahora bien, el estudio de las cifras en cuanto a resultados se categoriza en seis posibles condiciones: 1) Ileso, 2) Leve, 3) Menos grave, 4) Grave, 5) Muerte y 6) Se ignora. La Figura I-8 presenta la evolución de los resultados de cada siniestro ocurrido entre 2010 y 2019².

² Los datos referidos al año 2019 consideran cifras desde enero hasta el 01 de junio de 2019. Desde este punto del documento en adelante, cuando se realice una referencia a cifras del año 2019 se considerará el mismo criterio señalado para la referencia según el periodo mencionado.

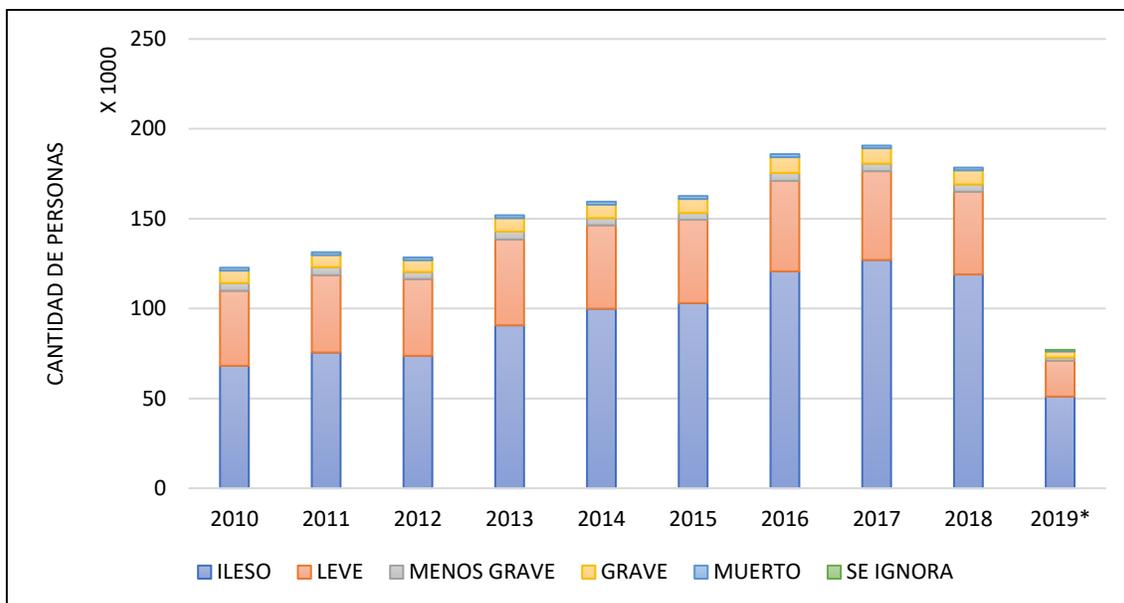


Figura I-8 Evolución de resultados de siniestros viales entre años 2010 y 2019².
 Fuente: Elaborado a partir de Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019.

En particular, la Figura I-9 presenta la distribución porcentual de los resultados de los siniestros ocurridos en el año 2018.

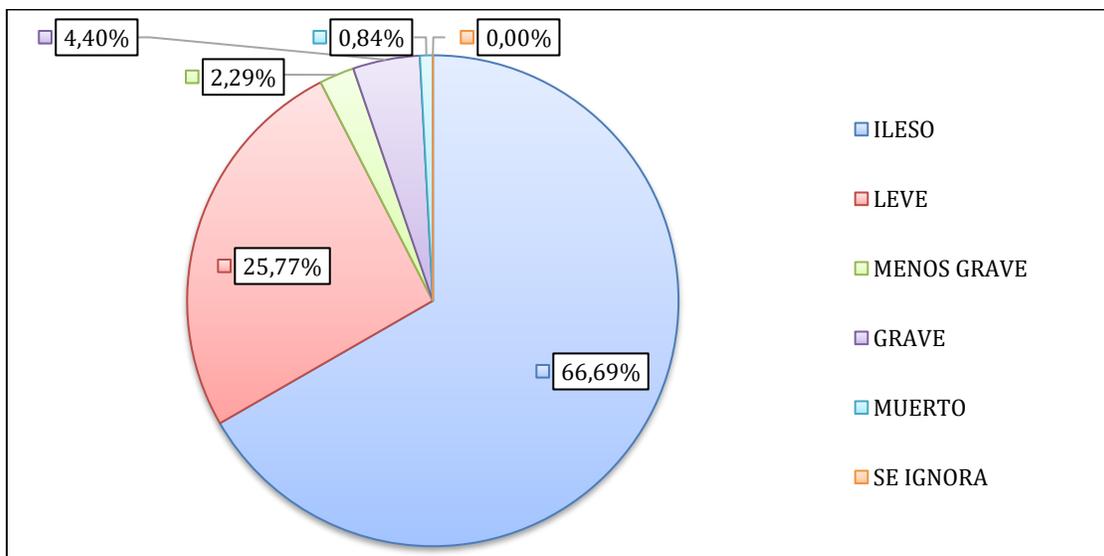


Figura I-9 Distribución porcentual de resultados de siniestros viales año 2018.
 Fuente: Elaborado a partir de Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019.

Si bien, el 66,69% de los afectados califica en condición de ileso luego de un accidente vial, la cifra de fallecidos alcanza el 0,84% equivalente a 1.507 personas de un total de 178.444 afectados.

c) Ajustes de cifras de siniestros viales y afectados en Chile

En cuanto a la relación entre número de afectados producto de accidentes viales y el número de accidentes, en 2018 ésta sostuvo una relación de 2:1, es decir, que por cada siniestro hubo en promedio 2 afectados. En cuanto al número de fallecidos, ésta sostuvo una relación de 2:100, es decir, por cada 100 siniestros viales hubo en promedio 2 fallecidos y, por último, la relación entre el número de fallecidos y número de afectados mantuvo una relación de 17:1000, en otras palabras, por cada 1000 afectados en siniestros viales hubo en promedio 17 fallecidos.

Al realizar un ajuste a las cifras absolutas de afectados y fallecidos por el parque vehicular y la población entre los años 2010 y 2018, se logra observar comportamientos particulares.

1) Ajuste de número de afectados producto de siniestros viales por cantidad de vehículos en circulación:

$$I_{av} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{\text{número de afectados}_t * 100.000}{\text{número de vehículos}_t}$$

La Figura I-10, presenta la evolución del índice I_{av} entre 2010 y 2018, donde se aprecia una tendencia de disminución del índice.

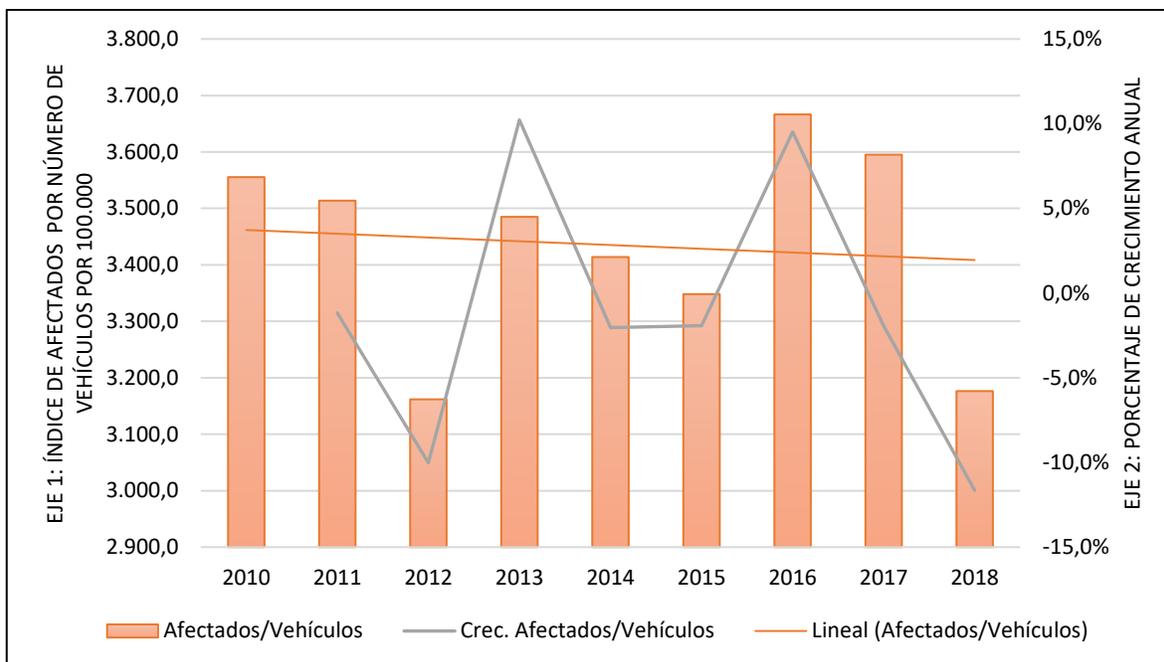


Figura I-10 Evolución de índice de afectados por vehículos años 2010-2018.
 Fuente: Elaborado a partir de Datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2019 y Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019.

Este comportamiento refleja que el crecimiento del número de afectados en comparación al parque vehicular del año respectivo ha ido en descenso. No obstante, los años 2016 y 2017 presentaron un comportamiento de alza del índice respecto al periodo 2010-2015.

2) Ajuste de número de afectados producto de siniestros viales por cantidad de población:

$$I_{ap} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{\text{número de afectados}_t * 100.000}{\text{número de población}_t}$$

La Figura I-11, presenta la evolución del índice I_{ap} entre 2010 y 2018, donde se aprecia una tendencia de aumento del índice.

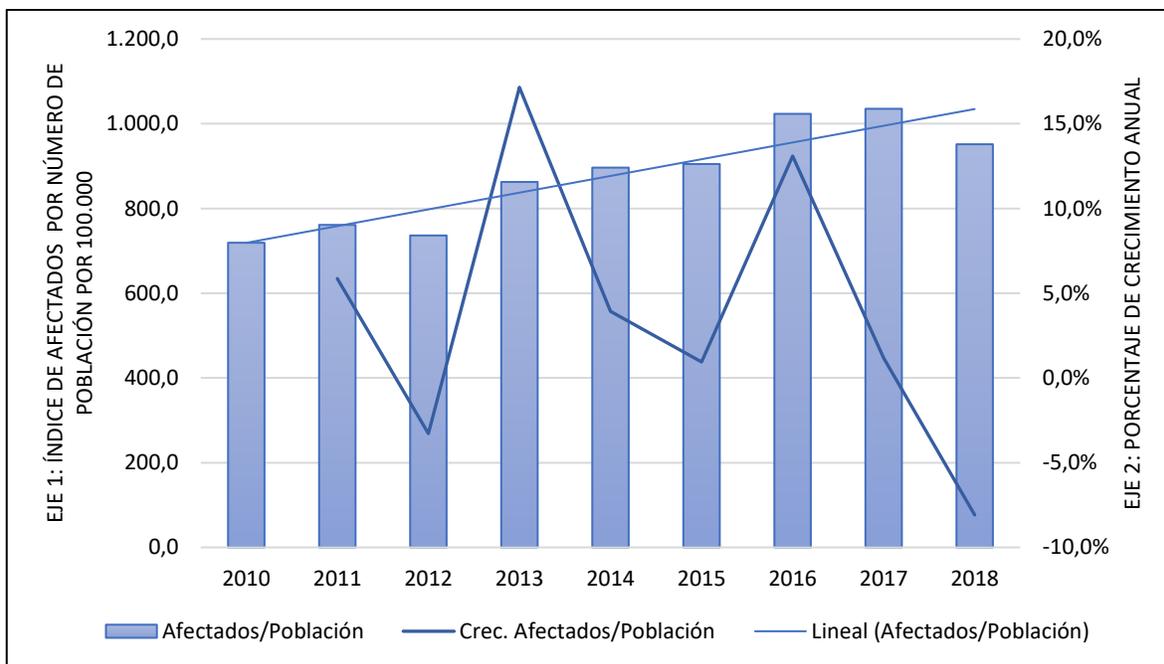


Figura I-11 Evolución de índice de afectados por población años 2010-2018.
 Fuente: Elaborado a partir de Datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2019 y Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019.

Por el contrario de la evolución del índice anterior, el índice I_{ap} , refleja que el crecimiento del número de afectados en comparación a la población nacional del año respectivo ha ido en aumento.

- 3) Ajuste de número de fallecidos producto de siniestros viales por cantidad de vehículos en circulación:

$$I_{fv} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{\text{número de fallecidos}_t * 100.000}{\text{número de vehículos}_t}$$

La Figura I-12, presenta la evolución del índice I_{fv} entre 2010 y 2018, donde se aprecia una tendencia de disminución del índice.

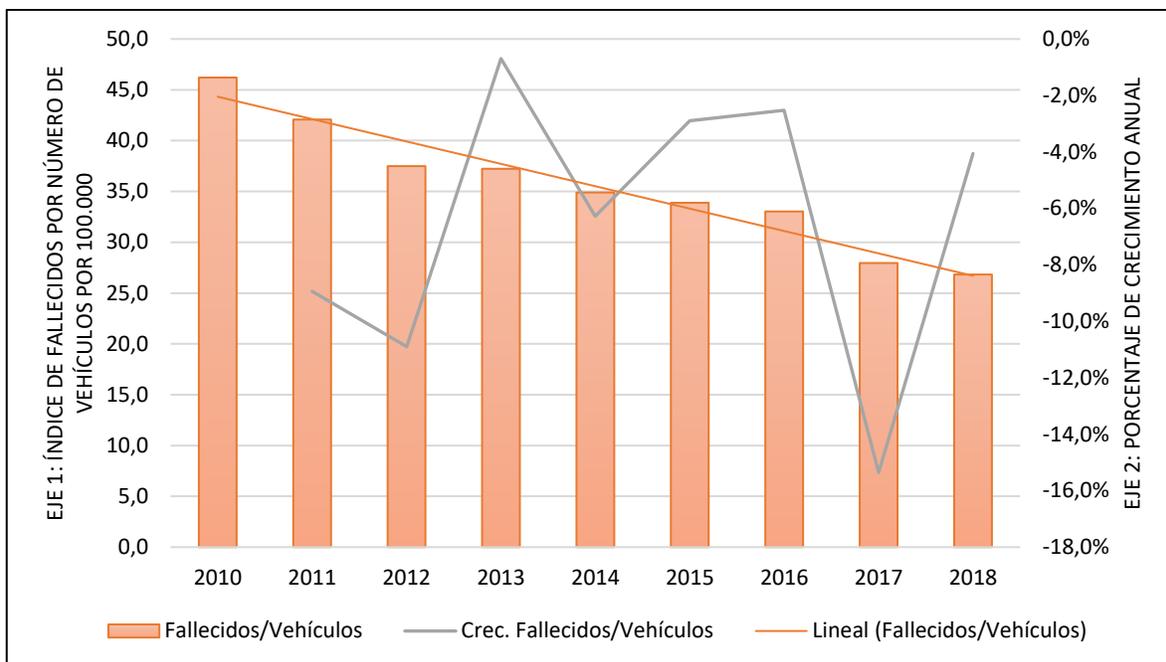


Figura I-12 Evolución de índice de fallecidos por vehículos años 2010-2018.
 Fuente: Elaborado a partir de Datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2019 y Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019.

La evolución del índice I_{fv} refleja que el crecimiento del número de fallecidos en comparación al parque vehicular del año respectivo ha ido en descenso. Al comparar este comportamiento con el del índice I_{av} se puede intuir que tanto la cantidad de afectados producto de siniestros viales como de los fallecidos producto de estos han disminuido al ser ajustados por el parque vehicular.

- 4) Ajuste de número de fallecidos producto de siniestros viales por cantidad de población:

$$I_{fp} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{\text{número de fallecidos}_t * 100.000}{\text{número de población}_t}$$

La Figura I-13, presenta la evolución del índice I_{fp} entre 2010 y 2018, donde se aprecia una tendencia de disminución del índice.

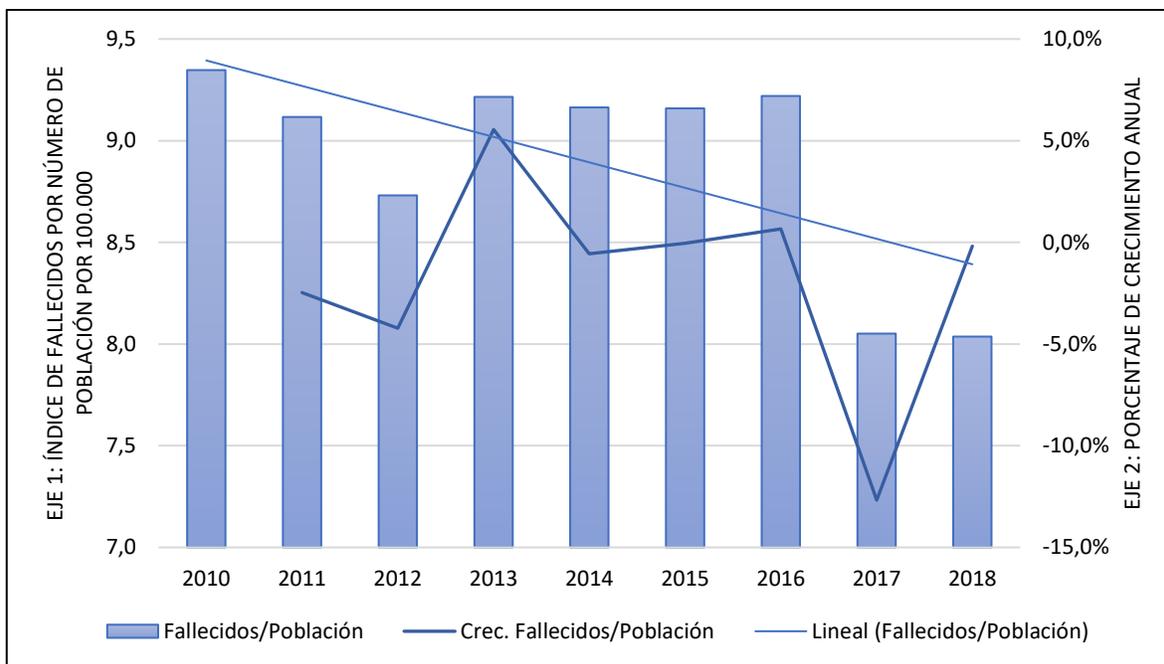


Figura I-13 Evolución de índice de fallecidos por población años 2010-2018.
 Fuente: Elaborado a partir de Datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2019 y Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019.

Por último, la evolución del índice I_{fp} refleja que el crecimiento del número de fallecidos en comparación a la población nacional del año respectivo ha ido en descenso durante el periodo 2010-2018. Al comparar este comportamiento con el del índice I_{ap} se puede discernir que si bien, la cantidad de afectados producto de siniestros viales al ser ajustado por la población ha ido en aumento, el número de fallecidos ajustado de la misma forma ha ido en descenso, es decir, ha disminuido la severidad de los siniestros y no necesariamente su cantidad.

d) Evolución de siniestros viales por mes, día y hora de ocurrencia en Chile

Al estudiar las cifras de siniestros viales de acuerdo con su mes de ocurrencia, se observa primero una tendencia a aumentar el número de siniestros a través de los años y segundo que no muestra una tendencia particular en meses específicos. La Figura I-14 presenta la evolución del número de siniestros viales por mes de ocurrencia entre los años 2010 y 2019².

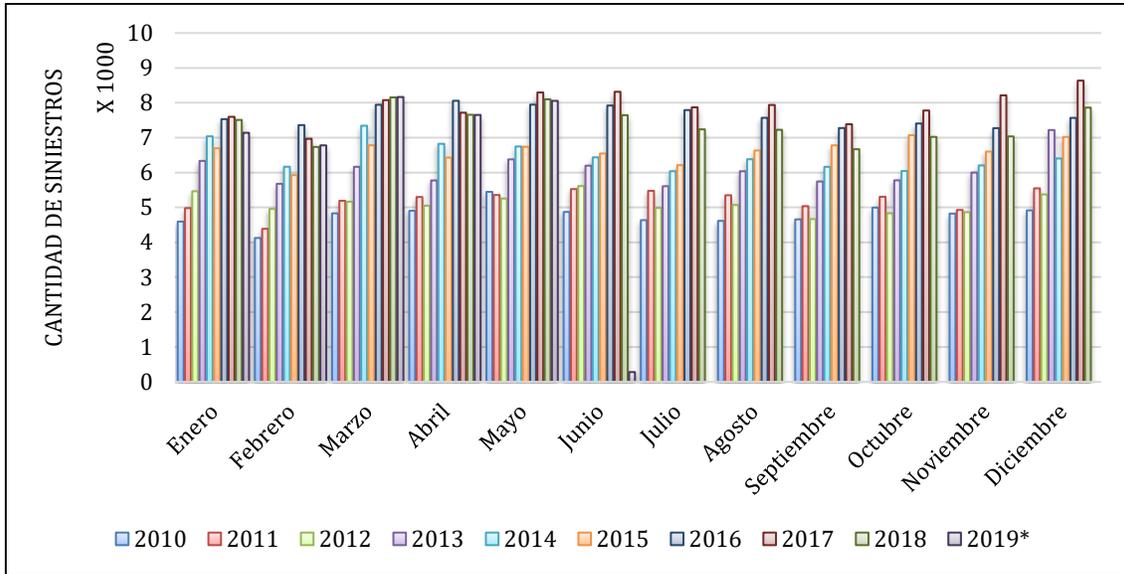


Figura I-14 Evolución de número de siniestros viales por mes de ocurrencia entre años 2010 y 2019².
 Fuente: Elaborado a partir de Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019.

En particular, el año 2018 presentó una distribución porcentual mayor de siniestros durante los meses de marzo (9,18%) y mayo (9,12%). La Figura I-15 presenta la distribución porcentual de los siniestros viales por mes de ocurrencia para el año 2018.

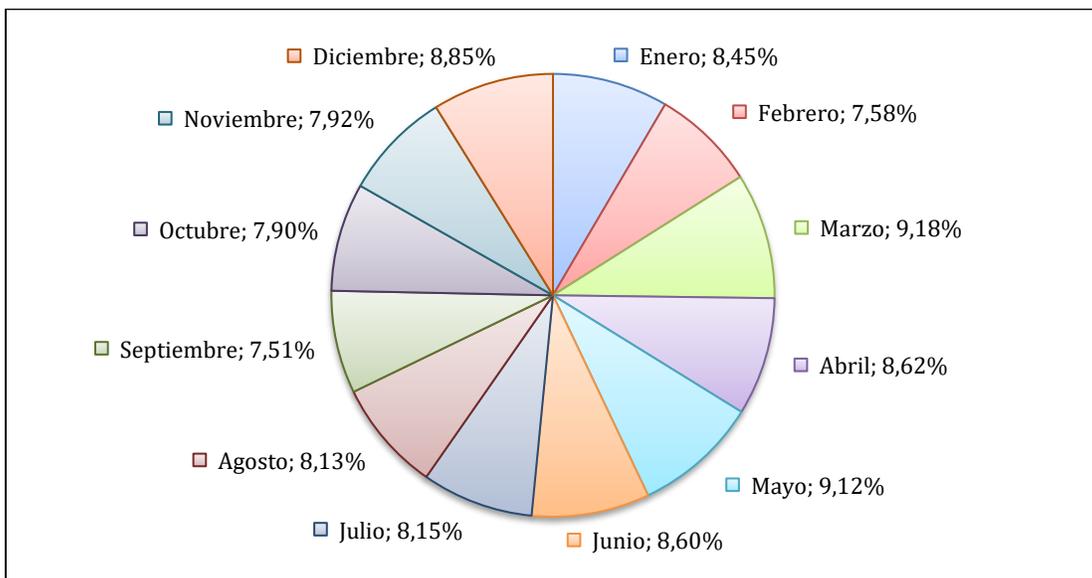


Figura I-15 Distribución porcentual de siniestros viales por mes de ocurrencia año 2018.
 Fuente: Elaborado a partir de Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019.

La Figura I-16 presenta la evolución de la cantidad de siniestros viales por día de ocurrencia entre los años 2010 y 2019².

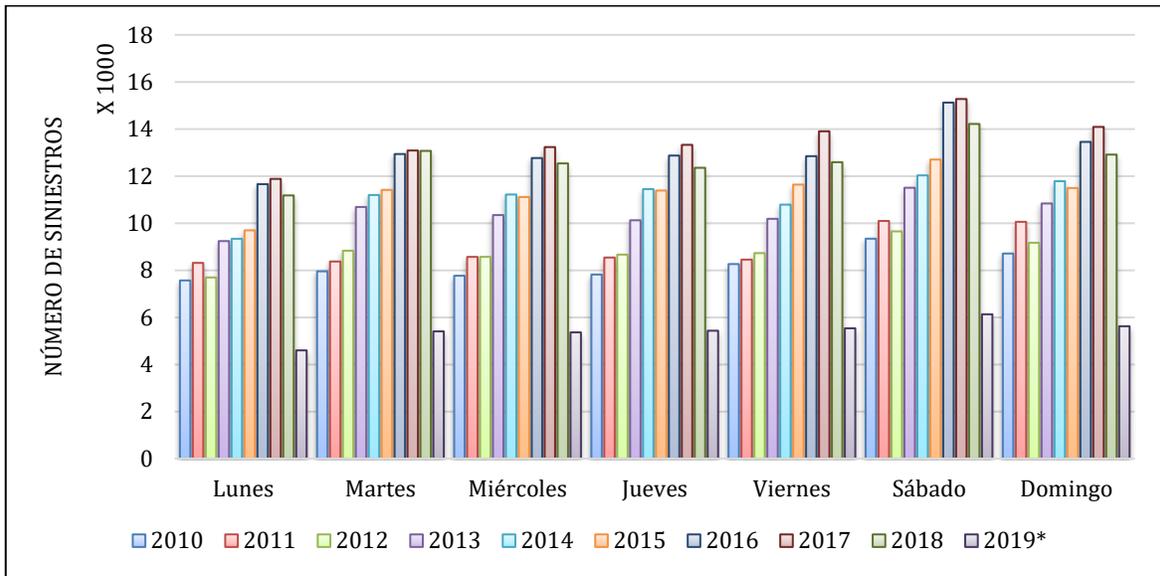


Figura I-16 Evolución de siniestros viales por día de ocurrencia entre 2010 y 2019².
 Fuente: Elaborado a partir de Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019.

La Figura I-17 presenta la distribución porcentual de los siniestros viales por día de ocurrencia para el año 2018.

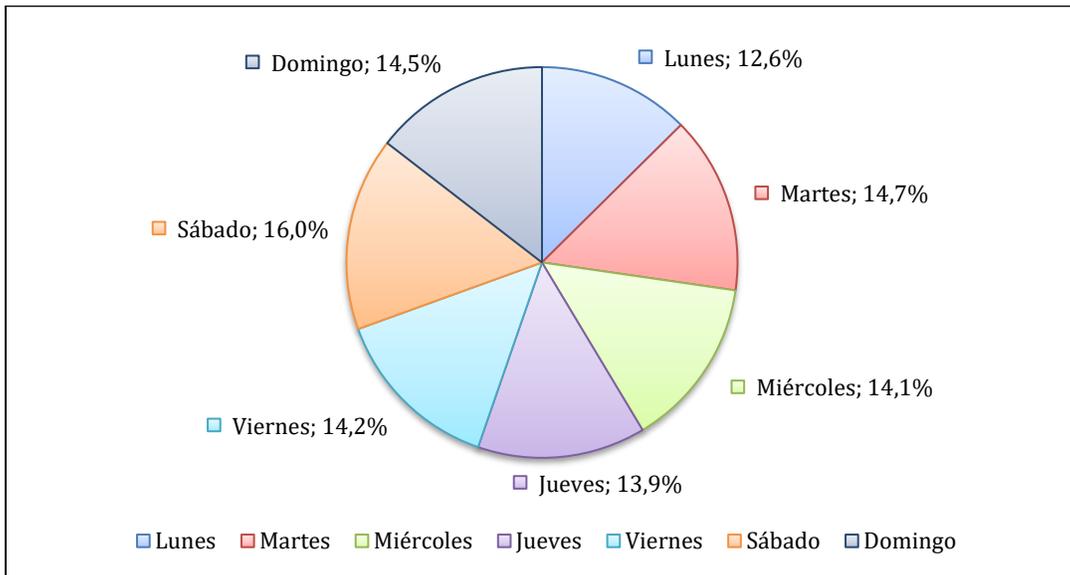


Figura I-17 Distribución porcentual de siniestros viales por día de ocurrencia año 2018.
 Fuente: Elaborado a partir de Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019.

La Figura I-18 presenta la evolución de los siniestros viales por hora de ocurrencia para el periodo de 2010-2019².

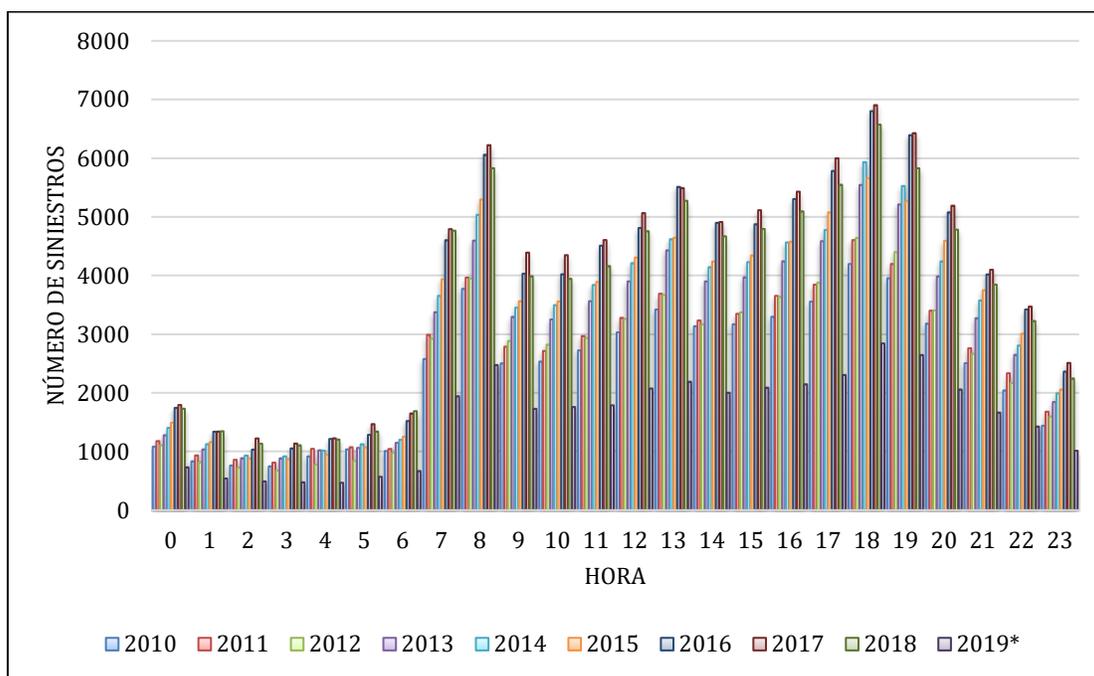


Figura I-18 Evolución de siniestros viales por hora de ocurrencia años 2010-2019².

Fuente: Elaborado a partir de Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019.

Las Figuras I-19 e I-20 presentan más claramente el número de siniestros por hora de ocurrencia para los años 2010 y 2018 respectivamente.

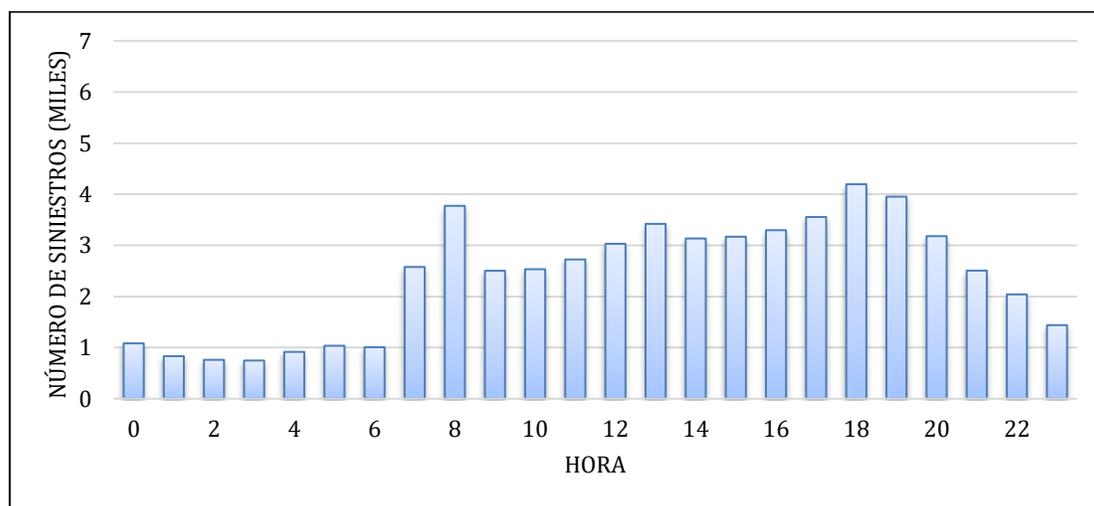


Figura I-19 Número de siniestros viales por hora de ocurrencia año 2010.

Fuente: Elaborado a partir de Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019.

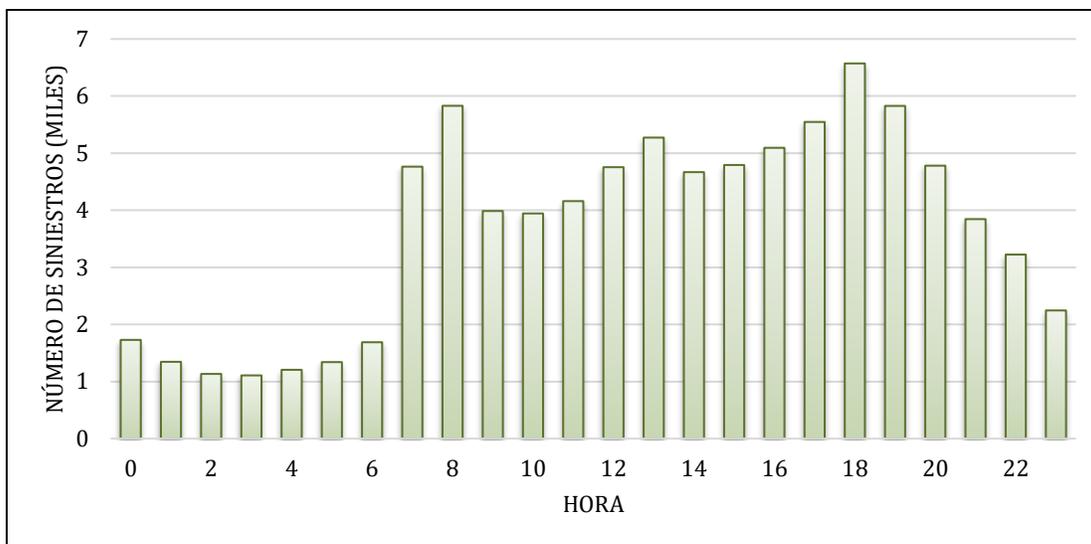


Figura I-20 Número de siniestros viales por hora de ocurrencia año 2018.
 Fuente: Elaborado a partir de Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019.

A partir de las Figuras I-19 e I-20 se observa que la tendencia de hora de ocurrencia de siniestros viales en 2018 es similar a la observada en 2010.

De la evolución horaria de ocurrencia de los siniestros y la distribución porcentual horaria de los fallecidos producto de siniestros viales se desprende que la mayoría de los siniestros ocurren en las horas de mayor tránsito vehicular a nivel nacional, es decir, en la mañana entre las 08:00 hrs. y las 09:00 hrs. y en la tarde entre las 18:00 hrs. y 20:00 hrs.

Al estudiar los periodos cada 6 horas, es decir entre las 00:00 y 05:59 hrs.; 06:00 y 11:59 hrs.; 12:00 y 17:59 hrs. y; 18:00 y 23:59 hrs. se obtuvo en promedio que el 35,6% en promedio de los fallecidos entre 2010 y 2019* producto de siniestros viales resultó de un siniestro ocurrido entre las 18:00 y 23:59 hrs. En segundo lugar, se encuentra el periodo comprendido entre 06:00 y 11:59 hrs. en términos de porcentaje promedio de fallecidos. En tercer lugar, con 21,2% se haya el periodo comprendido entre 12:00 y 17:59 hrs. y finalmente se encuentra el periodo entre 00:00 y 05:59 hrs. con un 19,9% promedio.

La Figura I-21 presenta la distribución porcentual de los fallecidos debido a siniestros viales por periodo horario de ocurrencia para el periodo de 2010-2019².

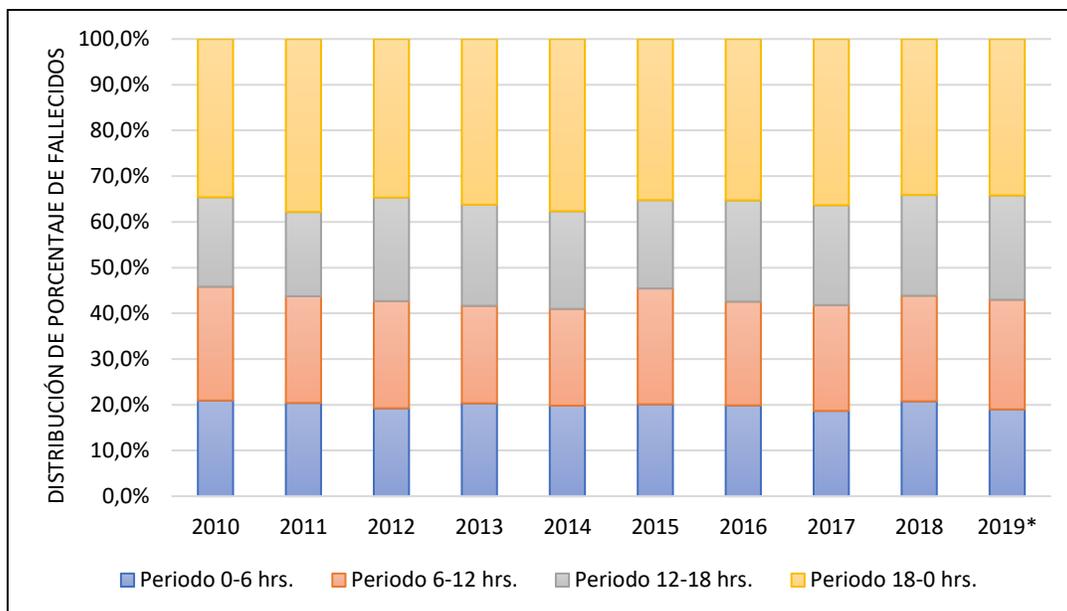


Figura I-21 Distribución porcentual de fallecidos en siniestros viales por periodo horario de ocurrencia años 2010-2019².

Fuente: Elaborado a partir de Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019.

e) Resultados de accidentes viales por tipo de afectado en Chile

Ahora bien, al estudiar quiénes son los afectados producto de los siniestros viales bajo las categorías de 1) conductor, 2) peatón y 3) pasajero, se obtuvo que el 77,4% de los afectados corresponde a conductores, el 16,2% a pasajeros y el 6,5% a peatones.

La Figura I-22 presenta la distribución porcentual de los afectados producto de siniestros viales por tipo de afectado para el periodo de 2010-2019².

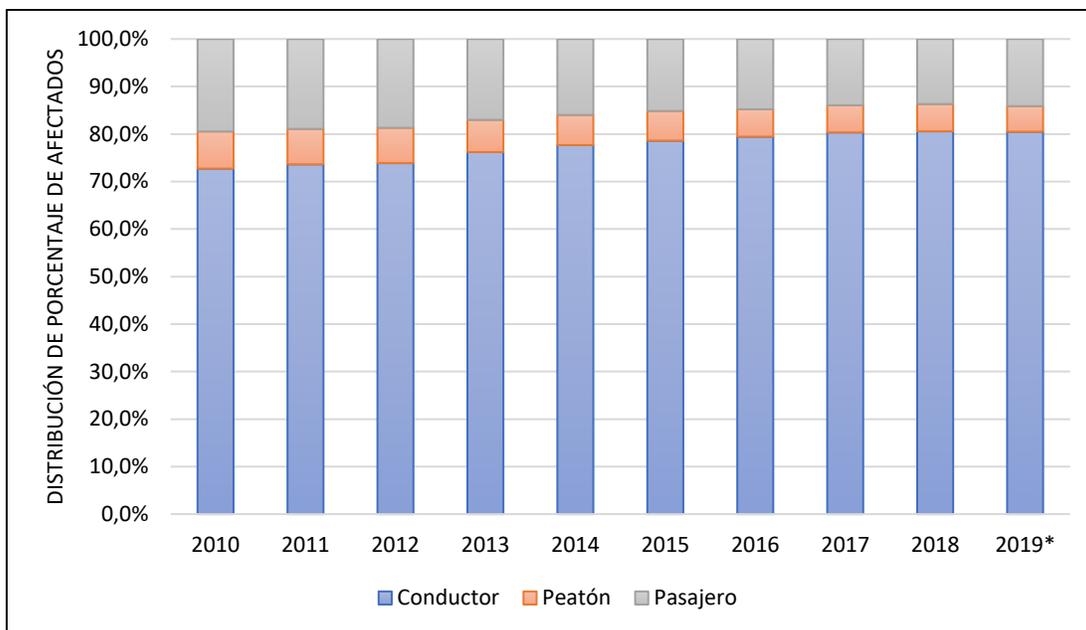


Figura I-22 Distribución porcentual de afectados en siniestros viales por tipo de afectados años 2010-2019².

Fuente: Elaborado a partir de Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019.

No obstante, al revisar el porcentaje de fallecidos bajo las categorías de 1) conductor, 2) peatón y 3) pasajero, se obtuvo que el 40,5% de los fallecidos corresponde a conductores, el 36,8% a peatones y el 22,7% a pasajeros.

De esto, se desprende que los conductores presentan un mayor número de siniestros y de consecuencias fatales y que si bien, los peatones se encuentran involucrados en un menor porcentaje de siniestros, su vulnerabilidad ante fatalidades es mayor, principalmente por encontrarse desprotegidos.

La Figura I-23 presenta la distribución porcentual de los fallecidos producto de siniestros viales por tipo de afectado para el periodo de 2010-2019².

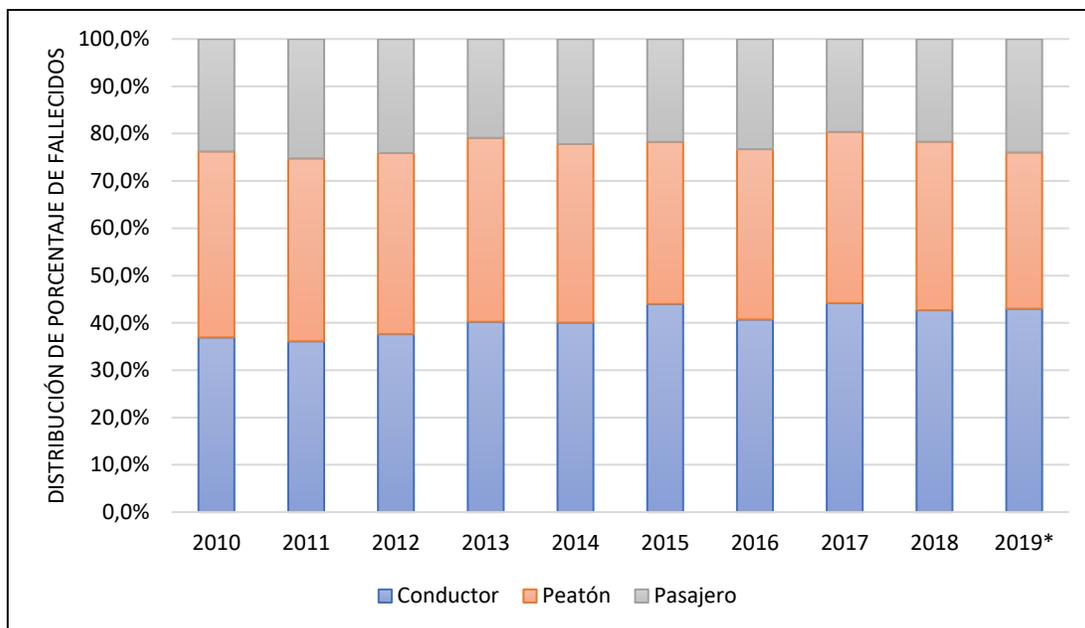


Figura I-23 Distribución porcentual de fallecidos en siniestros viales por tipo de afectados años 2010-2019².

Fuente: Elaborado a partir de Datos Estadísticos de Carabineros de Chile, 2019.

Estos siniestros viales ocurridos en el año 2018 afectaron al 50,6% de usuarios vulnerables (peatones, ciclistas y motociclistas), siendo la primera causa de muerte externa de niños entre 1 y 14 años y jóvenes de Chile. Esto además de tener lamentables consecuencias para la vida de las personas, impactó en la economía, siendo el costo de los accidentes equivalente al 2,1% del PIB en 2018 (CONASET, 2019).

Ante este diagnóstico de la accidentabilidad vial a nivel nacional, es importante señalar que los datos e información proporcionada por parte de Carabineros de Chile y la CONASET cuenta con limitaciones en el nivel de detalle, en la forma de obtención y en la forma de registro de los datos.

Primero, se debe considerar que el nivel de detalle que alcanzan los datos registrados no considera si estos ocurrieron debido a una interferencia como una zona de trabajo vial. La pérdida de información debido al registro de una única causa a su vez causa que otros motivos que pudieron contribuir o ser causantes secundarios, pero de importancia en el accidente no queden registrados. Producto de este nivel de

detalle, no ha sido posible realizar un diagnóstico en mayor profundidad de la seguridad vial en zonas de trabajo.

Segundo, las bases de datos consideran el número de fallecidos en el registro solo si este evento (defunción) sucedió dentro de las primeras 24 horas desde que ocurrió el accidente, lo que puede subestimar el registro real de fallecidos si la persona fallece posterior a ese tiempo.

Tercero, existe pérdida de información de eventos por el no registro de los mismos. Un ejemplo de ello es que los accidentes leves o menos graves en ocasiones no son reportados a carabineros, por lo que, para efectos de las estadísticas, dichos eventos no ocurrieron.

1.2.2 Accidentes viales a nivel internacional

A nivel internacional, centrándose en los países del continente europeo, se observa que la mayoría de los países presentaron una reducción en el número de accidentes viales y el número de fatalidades producto de siniestros viales. Cabe destacar que, en el reporte anual de accidentes de la *European Commission* (EC, 2018a), las fatalidades son consideradas como un deceso ocurrido en un periodo de hasta 30 días posterior a un siniestro vial.

a) Evolución de número de lesionados en siniestros viales países europeos

En relación con el número de lesionados en siniestros viales ocurridos en países europeos, se observa una reducción general entre los años 2007 y 2016. A continuación, las Figuras I-24, I-25 e I-26 presentan la evolución del número de lesionados en siniestros viales de países europeos asociados en 3 grupos.

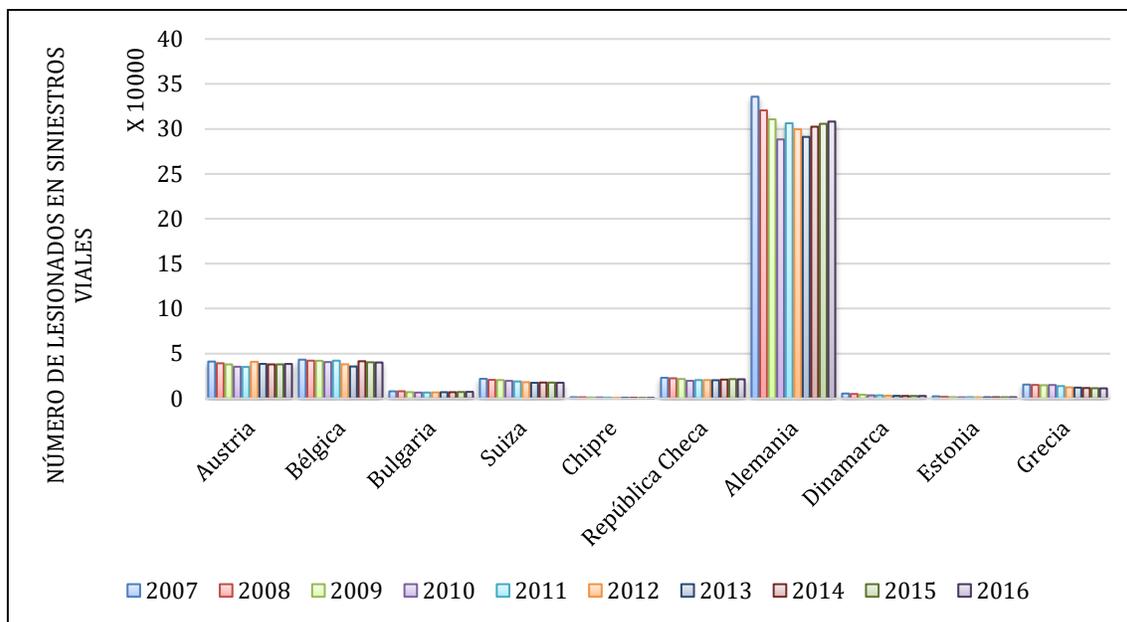


Figura I-24 Evolución de lesionados países europeos en siniestros viales años 2007-2016 (Grupo 1).
 Fuente: Elaborado a partir de Datos del Reporte Anual de Accidentes de la *European Commission*, 2018.

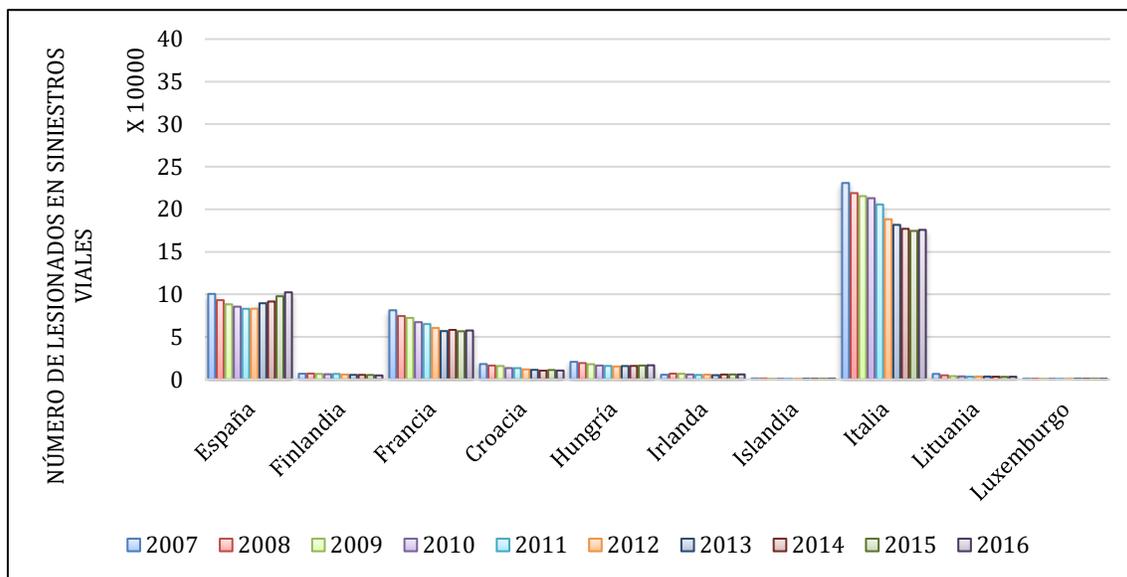


Figura I-25 Evolución de lesionados países europeos en siniestros viales años 2007-2016 (Grupo 2).
 Fuente: Elaborado a partir de Datos del Reporte Anual de Accidentes de la *European Commission*, 2018.

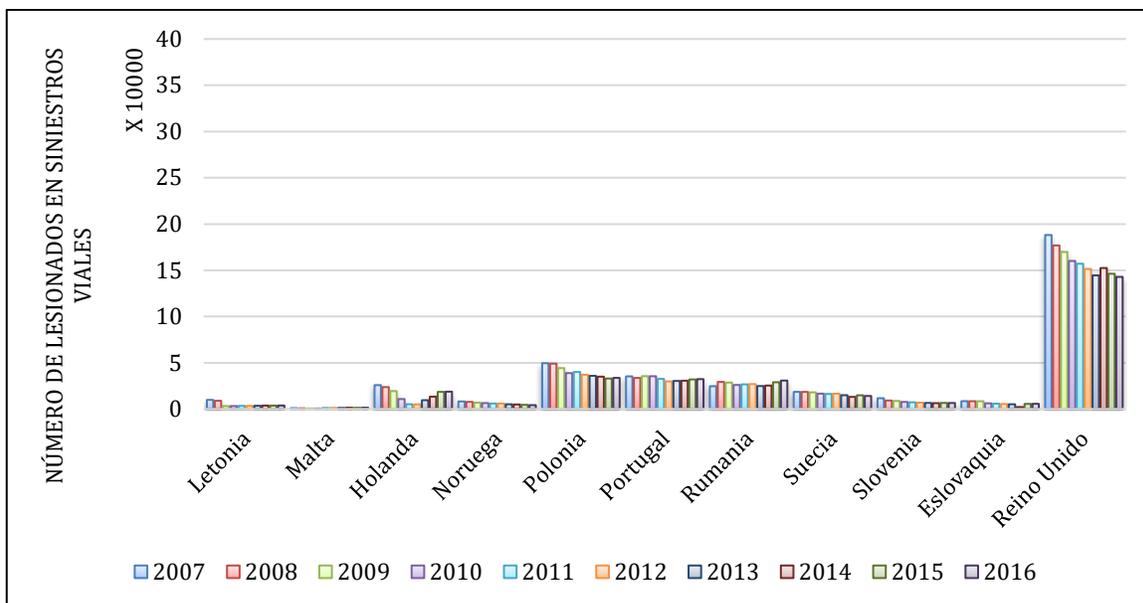


Figura I-26 Evolución de lesionados países europeos en siniestros viales años 2007-2016 (Grupo 3).
 Fuente: Elaborado a partir de Datos del Reporte Anual de Accidentes de la *European Commission*, 2018.

b) Evolución de número de fallecidos en siniestros viales países europeos

Ahora bien, en relación con las fatalidades producto de los siniestros viales, también se observa una tendencia de reducción en cuanto al número total (magnitud). Las Figuras I-27, I-28 e I-29 exhiben la evolución de los fallecidos producto de siniestros viales de países europeos entre 2007 y 2016.

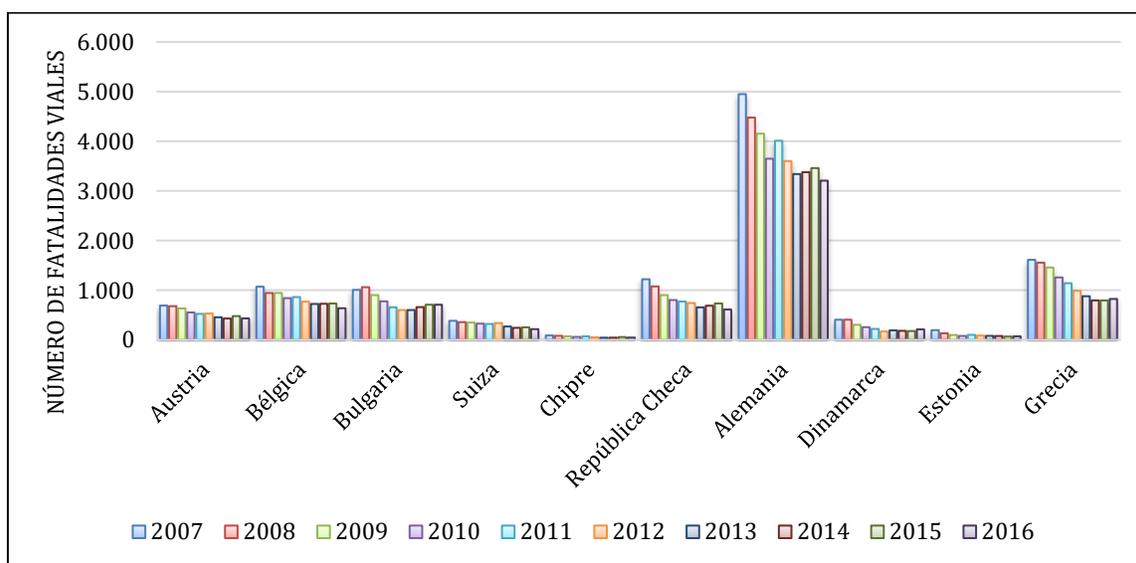


Figura I-27 Evolución de fallecidos en países europeos en siniestros viales años 2007-2016 (Grupo 1).
 Fuente: Elaborado a partir de Datos del Reporte Anual de Accidentes de la *European Commission*, 2018.

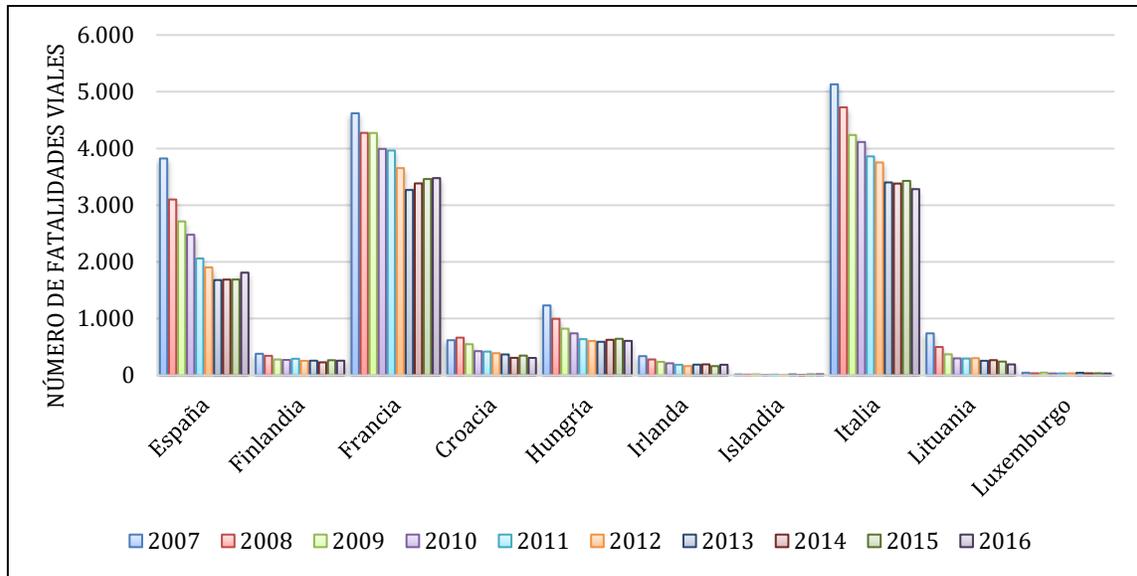


Figura I-28 Evolución de fallecidos en países europeos en siniestros viales años 2007-2016 (Grupo 2).
 Fuente: Elaborado a partir de Datos del Reporte Anual de Accidentes de la *European Commission*, 2018.

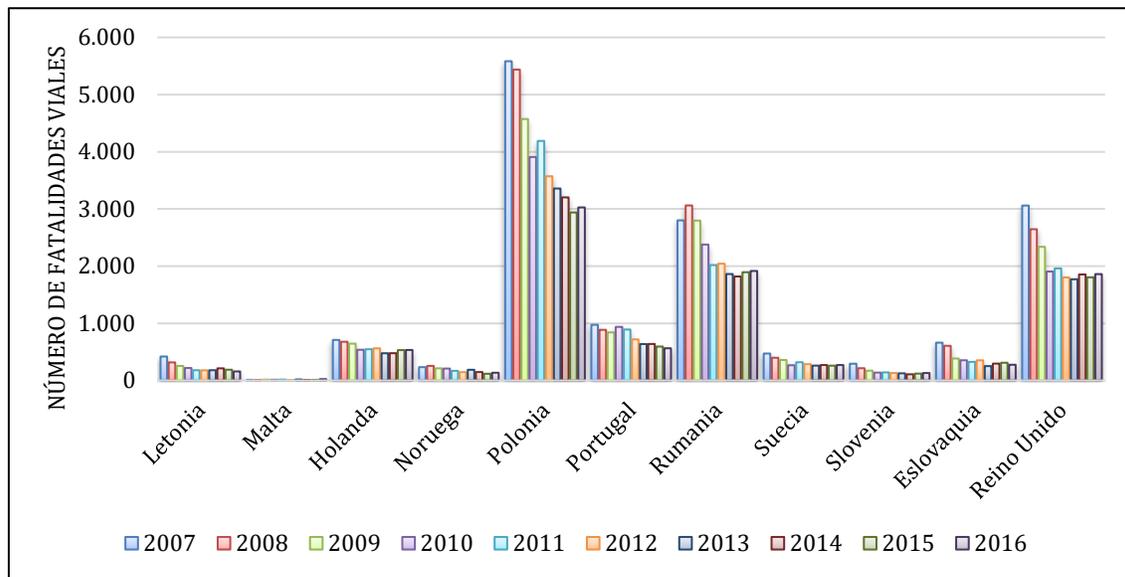


Figura I-29 Evolución de fallecidos en países europeos en siniestros viales años 2007-2016 (Grupo 3).
 Fuente: Elaborado a partir de Datos del Reporte Anual de Accidentes de la *European Commission*, 2018.

c) Evolución de número de lesionados y fallecidos en siniestros viales Unión Europea

Al estudiar la evolución de los países pertenecientes a la Unión Europea, se observa que la tendencia del número de lesionados es de disminución entre los años 2007 y 2016. No obstante, a partir del año 2013 la tendencia se ha revertido, incrementado cada año el número total de lesionados producto de siniestros viales.

Por otra parte, el número de fallecidos producto de estos siniestros ha disminuido a nivel agregado en la Unión Europea entre los años 2007 y 2016. En el año 2016, alrededor de 25.600 vidas se perdieron producto de siniestros viales en los países miembros de la Unión Europea y más de 1.4 millones de personas resultaron lesionadas (EC, 2018a). La Figura I-30 presenta la evolución del número de lesionados y fallecidos en los países de la Unión Europea entre los años 2007 y 2016.

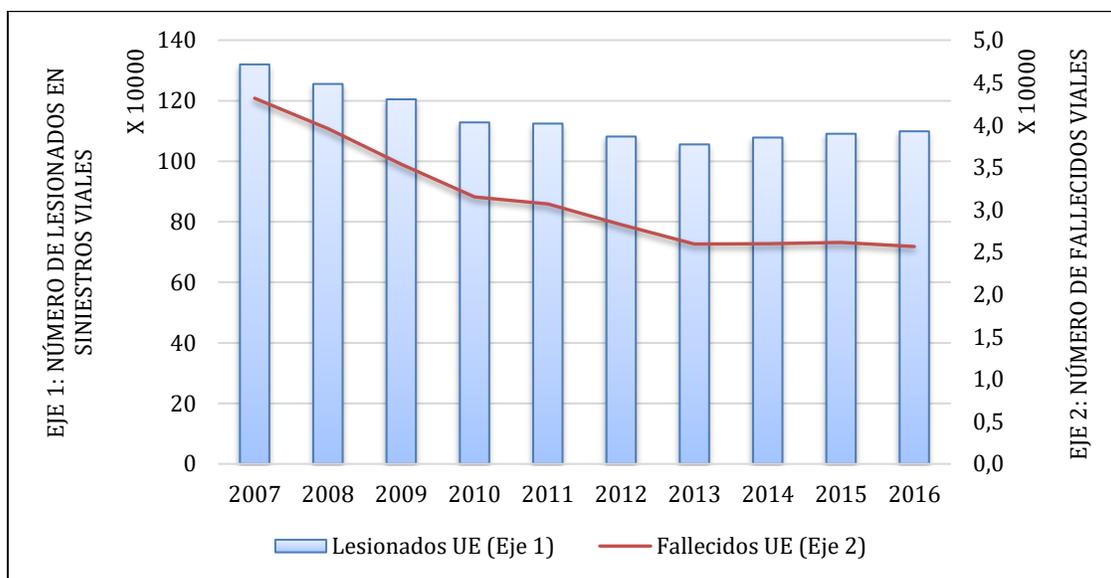


Figura I-30 Evolución de lesionados y fallecidos viales en Unión Europea años 2007-2016.
 Fuente: Elaborado a partir de Datos del Reporte Anual de Accidentes de la *European Commission*, 2018.

II. Seguridad vial

En este segundo capítulo se presenta una breve introducción de los conceptos de seguridad vial para luego presentar brevemente el progreso de los últimos años del concepto y su evolución en Chile.

II.1 El concepto de seguridad vial

La Real Academia Española (RAE, 2019), define seguridad vial como el estado o situación caracterizados por la ausencia de todo daño o peligro para la vida e integridad de las personas y sus bienes en el ámbito del tráfico o circulación vial, o la actividad, fundamentalmente de los poderes públicos, dirigida a la protección de las personas y los bienes que intervienen en la circulación vial.

Por otra parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019) señala que la seguridad vial se refiere a las medidas adoptadas para reducir el riesgo de lesiones y muertes causadas en el tránsito.

En el contexto local, el Manual de Carreteras de Chile (2018) en su Capítulo 6 titulado “Seguridad Vial” señala que la seguridad vial puede ser definida como “el atributo intrínseco de la vía que aporta a garantizar el respeto a la integridad física de sus usuarios y de los bienes materiales aledaños a ella. Se debe tener presente en el diseño, construcción, mantenimiento y operación de una obra vial”.

Bajo estas definiciones, la seguridad vial puede ser entendida como el producto de la consecuencia de una serie de intervenciones de carácter inicial y/o permanente de múltiples disciplinas en aspectos normativos, informativos, educativos, técnicos, tecnológicos, de investigación entre otros varios.

En el año 2011 el Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2011) señalaba que *“cada año cerca de 1,3 millones de personas fallecen a raíz de un accidente de tránsito – más de 3.000 defunciones diarias- y más de la mitad de ellas no viajaban en automóvil... El 90% de las defunciones por accidentes de tránsito tienen lugar en los países de*

ingresos bajos y medios, donde se halla menos de la mitad de los vehículos matriculados a nivel mundial". En 2017, bajo la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas, se actualizan dichas cifras reduciendo su valor a 1,25 millones de personas fallecidas producto de estos siniestros.

Complementariamente, la Organización Mundial de la Salud (2015) exhibe una estimación de la repercusión económica de los accidentes de tránsito en torno al 3% del Producto Interno Bruto de los países ingresos bajos y medios. Esta repercusión económica, genera una asignación de recursos que merma la atención y asignación de los recursos para otras necesidades prioritarias, tales como salud, educación, infraestructura, desarrollo, entre otros.

Frente a los avances de la tecnología, crecimiento de población y evolución en general de la sociedad, nuevas normas de convivencia son requeridas y deben ser incorporadas para propiciar un espacio de seguridad tanto personal como social incluyendo el ámbito vial. A su vez, la modernización de la infraestructura vial debe encontrarse acompañada por procesos educativos e informativos con relación a su correcto uso, permitiendo una inserción responsable en la sociedad en sus roles de peatón, conductor y/o pasajero.

De acuerdo con el documento Estado de la seguridad vial en la Región de las Américas de la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2019), se requiere un liderazgo eficaz por parte del Gobierno para mejorar la seguridad vial, lográndose de forma regional, nacional o local mediante un organismo independiente adscrita a un ministerio del Gobierno. A su vez, un organismo rector encargado de coordinar las actividades entre los distintos sectores gubernamentales involucrados en la seguridad vial debería coordinar y ejecutar intervenciones en el ámbito de seguridad vial, elaborando estrategias con objetivos claramente definidos y con recursos destinados a reducir la mortalidad producto de siniestros viales.

II.2 Progreso de la seguridad vial en Chile en los últimos años

En el ámbito local, diversos avances se han logrado en seguridad vial. En el año 1993 se publicó la primera Política Nacional de Seguridad de Tránsito, cuyo objetivo fue “Convertir a Chile en un país de baja incidencia de accidentes de tránsito” (resolución exenta N°3686, 2017). Dicho documento orientó acciones y cambios normativos al trabajo realizado hasta dicho momento por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile.

Posteriormente, en el año 1996, se reglamentaron reductores de velocidad (resalto simple) y se introdujo por primera vez el alcoholtest para que Carabineros de Chile realizara fiscalizaciones de alcohol en la conducción. Luego, en el año 1997 se genera la figura de conductor profesional y tres años más tarde se incrementaron las exigencias de los elementos de seguridad para automóviles, motocicletas y camiones (cintas retro reflectante, reglamentación de casco protector).

A continuación, en el año 2005 se concibe como obligatorio el uso del cinturón de seguridad en los asientos traseros y se aumenta la gravedad de la falta ante el uso del teléfono móvil en la conducción. Seis años más tarde, Chile adhiere a la “Década para la Acción de la Seguridad Vial 2011-2020” liderada por la Organización Mundial de la Salud (ONU) al mismo tiempo de hacer obligatorio el uso de cinturón de seguridad en los buses interurbanos (CONASET, 2017).

Luego en el año 2012 se modificó la legislación vigente en relación con el consumo de alcohol y la conducción, con la Ley Tolerancia Cero N°20.580, cuyas principales reformas fueron la reducción del umbral para categorizar a una persona bajo estado de ebriedad y bajo la influencia del alcohol y, aumentar las sanciones y tiempos de suspensión de licencia de conducir.

Dos años más tarde, en 2014, comenzó a regir la Ley Emilia, que endurece las penas para quienes manejan en estado de ebriedad.

En el año 2017, frente a los avances en tecnología, calidad de vehículos, forma de desplazamiento y cambios en la infraestructura vial, se creó una nueva Política

Nacional de Seguridad de Tránsito (resolución exenta N°3686, 2017) con la finalidad de reimpulsar el trabajo en la reducción de víctimas en el tránsito.

Un año más tarde, en 2018, se incorporaron nuevos reglamentos y modificaciones a la Ley de Tránsito, con la denominada Ley de Convivencia Vial que buscaba regular la convivencia entre los distintos medios de transporte, equiparar las reglas de todos los actores y reducir el riesgo de accidentes en los usuarios más vulnerables. La ley N°21.103 modifica la velocidad máxima permitida en espacios viales urbanos, reduciendo de 60 a 50 km/hr.

Finalmente, bajo el mismo lineamiento de la Política Nacional de Seguridad de Tránsito de 2017, en el año 2019 con la finalidad de reducir el número de víctimas en siniestros viales, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile, junto con otras instituciones público y privadas y representantes de la sociedad civil suscribieron el Acuerdo Nacional por la Seguridad Vial, con 42 medidas de implementación en el corto plazo.

Dicho acuerdo basa sus esfuerzos estratégicos en cinco ejes. Estos ejes se encuentran estrechamente alineados con los pilares de acción presentados por el Organización Mundial de la Salud en su Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020 (OMS, 2011). La tabla II-1 lista los pilares contenidos en el Acuerdo Nacional por la Seguridad Vial en Chile y el Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020:

Tabla II-1 Comparación de pilares de acción en Acuerdo Nacional por la Seguridad Vial y Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020.

Fuente: Elaborado a partir de Acuerdo Nacional por la Seguridad Vial (2019) y Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020 (2011).

Acuerdo Nacional por la Seguridad Vial (CONASET, 2019)	Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020 (OMS, 2011)
Eje 1: Gestión de la seguridad de tránsito	Eje 1: Gestión de la seguridad vial
Eje 2: Vías y movilidad más seguras	Eje 2: Vías de tránsito y movilidad más seguras
Eje 3: Vehículos más seguros	Eje 3: Vehículos más seguros
Eje 4: Usuarios de las vías más seguros	Eje 4: Usuarios de las vías de tránsito más seguros
Eje 5: Respuesta tras los siniestros de tránsito	Eje 5: Respuesta tras los accidentes

La adopción por parte del Acuerdo Nacional por la Seguridad Vial de Chile (2019), cumple con parte del objetivo que busca la OMS de alentar a los distintos países a adoptar los cinco pilares propuestos y que ejecuten actividades de conformidad con el Plan Mundial.

En particular, el Pilar 2: Vías de tránsito y movilidad más seguras, busca *“aumentar la seguridad intrínseca y la calidad de protección de las redes de carreteras en beneficio de todos los usuarios de las vías de tránsito, especialmente de los más vulnerables. Ello se logrará mediante la aplicación de diversos acuerdos de infraestructuras viarias en el marco de las Naciones Unidas, evaluaciones de la infraestructura viaria y el mejoramiento de la planificación, el diseño, la construcción y el funcionamiento de las carreteras teniendo en cuenta la seguridad”* (OMS, 2011).

Este mismo pilar adoptado a nivel nacional como Eje 2: Vías y movilidad más seguras busca: *“vías y espacios de acceso público que permitan una movilidad segura para todos los usuarios, con especial atención en los vulnerables”* (CONASET, 2019).

Ahora bien, al revisar los temas prioritarios, se menciona en el punto número 8 la señalización y elementos de diseño vial, dado que las vías son uno de los factores más importantes que inciden en la seguridad vial junto con los vehículos y el factor

humano. Dentro de las medidas consideradas para este punto, se considera lo presentado en la Tabla II-2:

Tabla II-2 Medidas de acción y líderes punto 8 Señalización y Elementos de Diseño Vial.

Fuente: Elaborado a partir de Acuerdo Nacional por la Seguridad Vial (2019).

Medida de Acción	Actor que lidera
Incorporar en la propuesta de actualización del Manual de Señalización de Tránsito mayores exigencias para los pasos peatonales	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
Incorporar en la propuesta de actualización del Manual de Señalización de Tránsito nuevas diagramaciones para señales informativas	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
Capacitar a Directores de Tránsito en las actualizaciones del Manual de Señalización de Tránsito y otros cambios normativos relacionados	Comisión Nacional de Tránsito (CONASET)
Asesorar para el mejoramiento de la Seguridad Vial en puntos críticos (puntos de alta accidentabilidad)	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

Esta medida de acción incide directamente en la seguridad vial de los colaboradores en la vía, impactando en el entorno de trabajo, en las especificaciones, diagramas, exigencias y modificaciones regulatorias.

El concepto de seguridad vial fue incluido en el diseño de las rutas viales del país desde hace años y específicamente la Dirección de Vialidad dependiente del Ministerio de Obras Públicas –encargada de dotar a la ciudadanía de infraestructura vial para mejorar la conectividad interna del territorio chileno y con los países de la región- se ha procurado incluir en forma explícita el concepto en los proyectos.

Entre el historial de normativas del Ministerio de Obras Públicas sobre señalización de obras destacan la Resolución D.V. N°1826 del año 1983 sobre el “Manual de Normas Técnicas para la Señalización, Control y regulación del Tránsito en vías donde se realicen trabajos”, el Decreto N°63 del año 1986 que se anexa al “Capítulo 5 del Manual de Señalización de Tránsito” en lo referente a la señalización de los trabajos en la vía pública, el Decreto N°11 del año 1996 que modifica el Decreto N°63, incorporando nuevos elementos y modificando algunos ya existentes y en el año

1997 la “Guía de Seguridad Vial para Trabajos en las Vías Públicas de las Ciudades”, que fue publicada mediante la Resolución N°27 en conformidad con lo dispuesto en el Decreto Supremo N°63/86. (para mayores detalles dirigirse al Anexo B).

Por otro lado, el “Manual de Carreteras de la Dirección de Vialidad” de Chile, es *“un documento que busca establecer políticas y uniformar procedimientos e instrucciones en las distintas áreas técnicas en que se desenvuelve, para cumplir su función de planificar, diseñar, construir, conservar y operar las carreteras y caminos que componen la red vial del país de su tuición, junto con velar por la seguridad vial y protección ambiental”* (Dirección de Vialidad, 2019). En particular, en su capítulo número 6 titulado Seguridad Vial, presenta contenido técnico sobre el 1) marco legal e institucionalidad de la seguridad vial, 2) seguridad vial durante el ciclo de vida de un proyecto vial, 3) señalización de tránsito, 4) señalización de tránsito para trabajos en la vía, 5) sistemas de contención vial, 6) ciclovías, 7) iluminación vial, 8) peatones, 9) velocidades, 10) publicidades en rutas, 11) accidentes viales y 12) gestión vial.

Básicamente, este capítulo envuelve los puntos necesarios para lograr un adecuado diseño vial y de todos los elementos que forman parte de él, dado que un adecuado diseño vial afecta directamente a la seguridad vial. Sostener un enfoque de diseño y operación bajo el concepto de seguridad vial teniendo en consideración a todos los usuarios, asegurando que existan las instalaciones adecuadas para peatones, ciclistas, y vehículos en general, es fundamental para reducir el riesgo. Cualquier instalación vial debe proporcionar al conductor los medios suficientes para una adecuada interpretación del riesgo y, a la vez, contener el riesgo latente (no perceptible).

III. Seguridad vial en zonas de trabajo

En este tercer capítulo se presenta el concepto de seguridad vial en zonas de trabajo para luego presentar brevemente los actores involucrados y los impactos que generan y reciben durante la materialización de una obra vial. Por último, se aborda la relevancia de la seguridad vial en zonas de trabajo desde el foco internacional.

III.1 Conceptos de seguridad vial en zonas de trabajo

La Ley de Tránsito N° 18.290 de Chile en su artículo 102, primer párrafo señala: *“El que ejecute trabajos en las vías públicas, estará obligado a colocar y mantener por su cuenta, de día y de noche, la señalización que corresponda y tomar medidas de seguridad adecuadas a la naturaleza de los trabajos, conforme al Manual de Señalización de Tránsito”.*

Dicho Manual de Señalización de Tránsito del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito, 2013) en su Capítulo 5 titulado “Señalización Transitoria y Medidas de Seguridad para trabajos en la Vía” aborda puntos tales como las señales, dispositivos, medidas de seguridad y esquemas de señalización, entre otros, que se deben utilizar cuando se realicen trabajos en la vía.

Un punto importante comunicado en el Capítulo 5, es la mención del requerimiento de un Plan de Señalización y Medidas de Seguridad (PSMS) para cada obra que se ejecute, cuya confección debe ser por parte de un Ingeniero Civil, Arquitecto, Constructor Civil, Ingeniero de Ejecución de Transporte y/o Tránsito u otro profesional afín con experiencia en el área. A su vez, el PSMS debe ser aprobado por la autoridad competente sobre la vía antes de iniciar las obras.

En dicho documento, se logra identificar dos elementos: 1) Señalización y 2) Medidas de Seguridad. Ambos puntos son abordados desde el punto de señalización y ubicación de los diversos elementos que conforman el ecosistema de trabajo en la intervención vial.

Si bien, el documento presenta esquemas para situaciones de zonas de trabajo simples, la mayoría de los casos reales requieren adaptaciones, modificaciones y ajustes, donde habitualmente no aplican textualmente los esquemas. Por otra parte, el documento señalado por la Ley como la norma, no ha sido actualizado, por lo que nuevas tecnologías y avances no han sido incorporados.

Entonces, la seguridad vial como concepto es amplio y de gran alcance, abarcando diferentes elementos. Existen diferentes elementos que conforman la seguridad vial y hacen alusión a la misma. No obstante, existe consenso en las diferentes definiciones que se han establecido respecto de la seguridad vial en zonas de trabajo.

La seguridad vial en zonas de trabajo es definida por el Departamento de Transporte del Estado de Washington (2019) como un área del camino con construcción, mantención o actividades de trabajo de utilidad. Las zonas de trabajo se encuentran típicamente marcadas con señales, dispositivos de canalización, barreras, marcas en el pavimento y/o en vehículos de trabajo.

El Capítulo 5 del Manual de Señalización de Tránsito titulado “Señalización Transitoria y Medidas de Seguridad para Trabajos en la Vía” define los trabajos en la vía como cualquier trabajo o restricción temporal que cause la obstrucción parcial o total de ésta. El documento enfatiza que las condiciones de circulación a través de una zona de trabajo no son las habituales para la mayoría de los usuarios.

En dicho documento, también se definen ciertos conceptos. Entre ellos se encuentran 1) Área de advertencia, 2) Área de transición, 3) Área de trabajos, 4) Área de tránsito, 5) Área de seguridad y 6) Fin de zonas de trabajos.

El área de advertencia (1) es definida como el área para advertir a los usuarios la situación que la vía presenta más adelante, proporcionando suficiente tiempo a los conductores para modificar su patrón de conducción (velocidad, atención, maniobras, entre otros) antes de ingresar a la zona de transición.

El área de transición (2) es definida como el área para que los vehículos deban abandonar la o las pistas ocupadas por los trabajos. Lo anterior se logra generalmente mediante canalizaciones o angostamientos suaves, delimitados por conos, tambores u otro de los dispositivos especificados en el documento.

El área de trabajo (3), por su parte, es entendido como el área cerrada al tránsito donde se realizan las actividades requeridas por los trabajos. Al interior de esta área operan los trabajadores, equipos y se almacenan los materiales. Este espacio, además corresponde al área que se requerirá para moverse y realizar las actividades para realizar el trabajo. El área de trabajo debe ser suficiente para asegurar que el movimiento y operación en planta (ejemplo el movimiento de brazos de excavadoras), esté despejado para el paso del tráfico y que no invada la zona de seguridad, la acera o ciclovía adyacentes, entre otros.

El área de tránsito (4), es definida como la parte de la vía a través de la cual es conducido el tránsito. En esta área transitan los vehículos principalmente motorizados.

El área de seguridad (5), se define como el espacio que separa el área de trabajos de los flujos vehiculares. Su objetivo principal es proporcionar al conductor, que por error traspasa las canalizaciones del área de transición o de tránsito, un sector despejado en el que se recupere el control total o parcial del vehículo antes que éste ingrese al área de trabajo. No deben ubicarse en ella materiales, vehículos, excavaciones, señales u otros elementos.

Por último, el área de fin de zona de trabajo (6), es definida como el área utilizada para que el tránsito retorne a las condiciones de circulación que presentaba antes de la zona de trabajos.

La Figura III-1 presenta un esquema de la zona de trabajos en la vía adaptado del Manual de Señalización Transitoria y Medidas de Seguridad para Trabajos en la Vía.

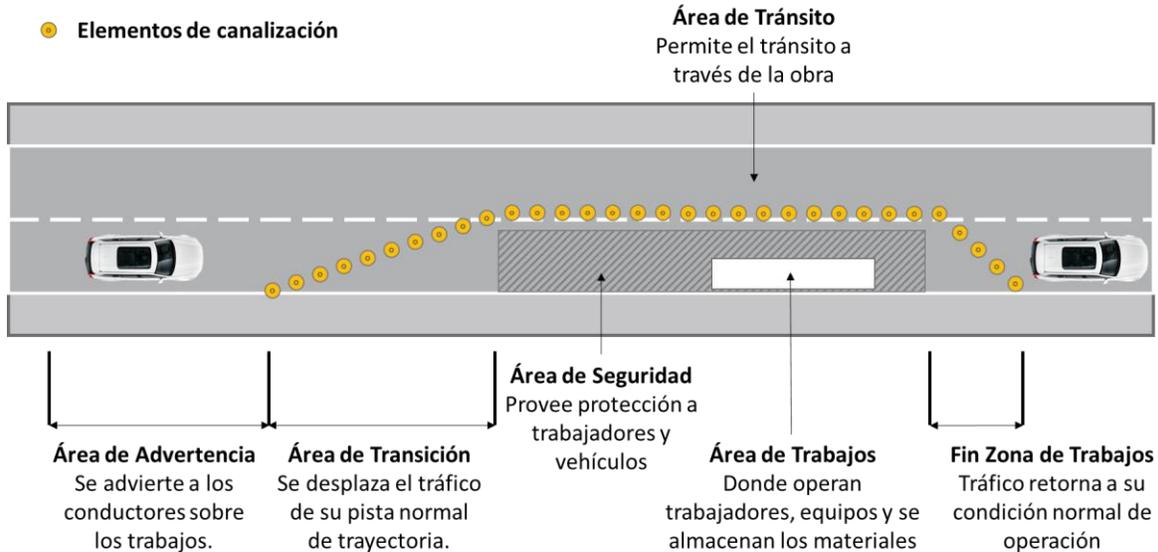


Figura III-1 Esquema de una zona de trabajos en la vía.

Fuente: Adaptado de Manual de Señalización Transitoria y Medidas de Seguridad para Trabajos en la Vía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (2013).

Presentadas estas definiciones, se podría concluir que la denominada zona de trabajo que corresponde a la zona prevista para proteger al trabajador del tráfico y proteger al tráfico del trabajador, bajo una relación sistémica entre trabajador, conductor y medio.

El manual también presenta algunas restricciones o sugerencias para el actuar al interior de las zonas de trabajo respecto del cese momentáneo de las labores y retorno a ellas. Entre estas restricciones o sugerencias se encuentran 1) El trabajador solo debe ingresar al área de seguridad para realizar la mantención de los conos y otras señales de la ruta. 2) El trabajador debe proveer un espacio de trabajo y una zona de seguridad cuando el personal esté presente, pero cuando el personal no esté presente en el sitio, la zona de trabajo puede ser reducida para disminuir la obstrucción al tráfico. 3) Cuando se reinicie el trabajo en sitio, las dimensiones que definen las áreas deben ser restauradas a las dimensiones apropiadas.

III.2 Actores involucrados e impactos en una zona de trabajo vial

Obviamente durante la ejecución de una obra en la vía, más allá de la relación principal entre trabajador, conductor y medio, hay otras áreas que indirecta e

involuntariamente se ven involucradas en el proceso y no son normalmente consideradas en las etapas de evaluación y desarrollo de los proyectos. Entre ellas se pueden mencionar el contratista, los usuarios, el medio ambiente, comunidades, servicios e instituciones públicas, los particulares de la zona, entre muchos otros.

A continuación, la Figura III-2 presenta algunos de los impactos que se generan durante la materialización de obras viales según las áreas involucradas.



Figura III-2 Algunos impactos durante la materialización de obras viales.

Fuente: Adaptado de tesis System analysis for expediting urban highway construction, De Solminihac, H. (1992).

- **Contratista:** el contratista es quien adquiere la administración y desarrollo del proyecto. Debe enfrentar desafíos en cuanto a la falta de espacio disponible en la obra, ubicación de las instalaciones, la inseguridad del personal, equipos y maquinaria debido al tráfico aledaño que transita y a las condiciones inherentes de un trabajo de construcción, rehabilitación, mantención y/o medición en terreno, relación y coordinación con sectores y

servicios públicos, y problemas de constructabilidad (diseño y programación), entre otros.

- **Usuarios:** aquellos que circulan por la zona donde se realizan los trabajos – quienes utilizan las vías-. Se ven enfrentados a condiciones con retos adicionales a su condición normal de tránsito. Entre estos retos se cuentan demoras adicionales en su tiempo de viaje, aumento en los costos de operación por el consumo de recursos, aumento de accidentes producto de la existencia de mayor exposición.
- **Medio Ambiente:** el entorno desde sus enfoques social, económico y ambiental presenta el desafío de una correcta estimación de los impactos que una intervención vial puede llegar a generar y la normativa actual que lo protege. Otros retos en esta área son los impactos a la flora y fauna local, intrusión visual, ruido, desechos, contaminación y efectos en el terreno en general.
- **Comunidades:** asentamientos humanos que se encuentran aledaños a la zona de trabajo vial y quienes se exponen a los impactos de una intervención. Enfrenta desafíos desde el punto de vista de la calidad de vida, tiempo de traslado, problemas de acceso y problemas de abastecimiento. A su vez, los negocios que se encuentran ubicados de forma contigua experimentan un impacto en su nivel de ventas, problemas de acceso y aprovisionamiento interno de recursos.
- **Servicios Públicos:** Los servicios e instituciones públicas se enfrentan a un subconjunto de desafíos en dependiendo del enfoque con que se observe. Algunos afectados especiales como instituciones públicas (bomberos, policías, ambulancias, entre otros) se enfrentan a las mismas problemáticas de los usuarios en general. Sin embargo, el efecto sobre estos usuarios especiales en cuanto a la valoración es mayor, dado que su desempeño depende principalmente de la rapidez de respuesta. A su vez, desde el enfoque de gestor de la obra (mandante), el servicio público se enfrenta a problemas de espacio y coordinación de obras.

- Otras áreas: molestias particulares de los locatarios u otros afectados cercanos durante la ejecución de los trabajos. Problemas de inseguridad por falta de accesos, pasos especiales, señalización u otros problemas, incertidumbre por falta de información, intrusión visual –falta de orden y limpieza y trabajadores alrededor de sus propiedades-, entre otros.

Algunas medidas de reducción de impactos en las áreas antes mencionadas se pueden enfocar en atenuar el efecto de la duración de las intervenciones, generar un adecuado sistema de gestión de tránsito (o Plan de Señalización y Medidas de Seguridad-PSMS) que considere todas las aristas posibles y, una adecuada entrega de información en tiempo y espacio a los usuarios. Algunas opciones como trabajos en meses, días y horarios de menor tráfico y ocurrencias históricas de siniestros pueden ser consideradas en base a las estadísticas presentadas de siniestros viales.

A su vez, es importante la consideración de nuevas herramientas, técnicas y tecnologías para las intervenciones viales, que permitan reducir el impacto en magnitud, duración y alcance a los usuarios, comunidades y medioambiente aledaños y a su vez colaborar a aumentar la seguridad de los trabajadores en obra que se encuentran altamente expuestos a riesgos. Del mismo modo es relevante considerar la incorporación e implementación de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas en cuanto al impacto al medio ambiente, como aislar o eliminar el ruido con barreras anti-ruídos, minimizar el esparcimiento de polvo y polución a través de trabajos en vías húmedas, cuidado de flora y fauna local, entre otros.

Si bien, existen información acerca de las áreas que se ven influenciadas y los impactos que pueden llegar a ocurrir en las zonas de trabajo viales, en Chile no existen bases de datos con registros –cantidad, alcance, duración e impacto de zonas de trabajo viales, cantidad, gravedad, causantes y afectados de siniestros causados en zonas de trabajo viales, entre otras estadísticas-para visibilizar la importancia de la seguridad vial en zonas de trabajo. No obstante, al revisar la relevancia de la seguridad vial en las zonas de trabajo desde un foco internacional, se hallan importantes cifras.

III.3 Relevancia internacional de la seguridad vial en zonas de trabajo

III.3.1 Antecedentes internacionales de siniestros viales en zonas de trabajo

La *International Road Federation* (IRF, 2018), señala que los siniestros viales causados por intervenciones en las rutas son causantes de cientos de miles de lesiones y miles de muertes en el mundo. Es más, en el año 2015 la *Federal Highway Administration* de Estados Unidos reportó un total de 25.485 siniestros en zonas de trabajo que involucraron al menos 642 fallecidos del total de lesionados.

La misma línea sigue el reporte del segundo trimestre del *Center for Construction Research and Training* (CPWR, 2018), cuyo contenido señala que el número de fatalidades en zonas de trabajo viales en Estados Unidos ha incrementado.

En Estados Unidos, un total de 1.269 trabajadores de la construcción fallecieron en construcción de caminos, participando con el 9% promedio de todas las fatalidades del sector de construcción cada año entre 2011 y 2016, (CPWR, 2018). Entre los años 2011 y 2016 la cifra de fallecidos alcanzó los 532 trabajadores del rubro, más del doble de todas las otras industrias combinadas. Sobre estas fatalidades, alrededor de la mitad fue producto de trabajadores golpeados por vehículos o equipos móviles, y más del 70% de los trabajadores fallecidos pertenecían al subsector de carreteras, calles y puentes.

De acuerdo con este reporte, los trabajadores de la construcción que trabajan como guardias de cruce y operadores de pavimentación poseían el mayor riesgo de lesiones fatales.

La Figura III-3 adaptada del reporte de la CPWR (2018) presenta las principales causas que ocasionaron lesiones fatales en las zonas de trabajo viales entre los años 2011 y 2016 en Estados Unidos.

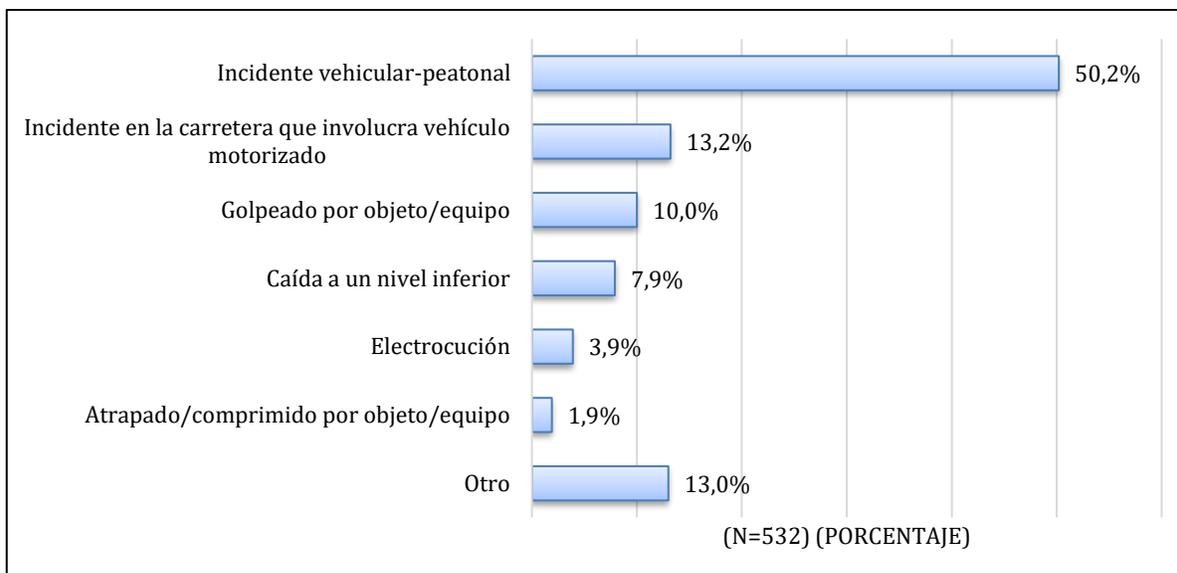


Figura III-3 Lesiones fatales producto de siniestro viales en Estados Unidos entre 2011 y 2016.
 Fuente: Adaptado de Center for Construction Research and Training, CPWR, (2018).

En la categoría de “Incidente vehicular-peatonal” se incluyen los peatones y otros no ocupantes de los vehículos quienes fueron golpeados por vehículos u otros equipos móviles en una normal operación en la locación. La categoría de “Incidente en la carretera que involucra vehículo motorizado” incluye lesiones a los ocupantes de vehículos ocurridas en la carretera.

El mismo reporte añade una subcategoría a las causas de las fatalidades de acuerdo con cómo ocurrió la fatalidad para la categoría de “Incidente vehicular-peatonal”. La Figura III-4 adaptada del reporte de la CPWR (2018) presenta las principales causas por subcategoría que ocasionaron fatalidades en las zonas de trabajo viales entre los años 2011 y 2016 en Estados Unidos.

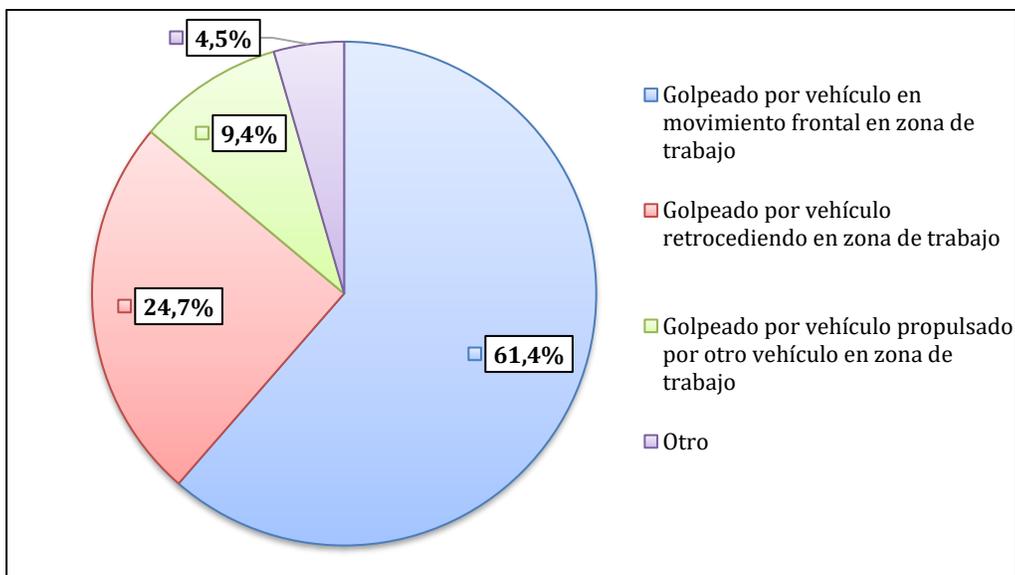


Figura III-4 Siniestros viales con resultados fatales por subcategoría en Estados Unidos entre 2011 y 2016.

Fuente: Adaptado de Center for Construction Research and Training, CPWR, (2018).

Del total de 267 incidentes vehiculares-peatonales el 61,4% se debió a que un trabajador (no ocupante) fue golpeado por un vehículo en movimiento frontal en la zona de trabajo. La subcategoría con segundo mayor porcentaje corresponde a los trabajadores que fueron golpeados por un vehículo en retroceso en la zona de trabajo.

Ahora bien, al estudiar las fatalidades en las zonas de trabajo de acuerdo con la fuente principal de los decesos, los camiones fueron el principal causante (22%), seguido de los vehículos multipropósito en las carreteras -camionetas, camiones pequeños y los *Sport Utility Vehicle* (SUV)- (17,3%). La Figura III-5 exhibe las fuentes principales que causaron las fatalidades en las zonas de trabajo entre 2011 y 2016 en Estados Unidos.

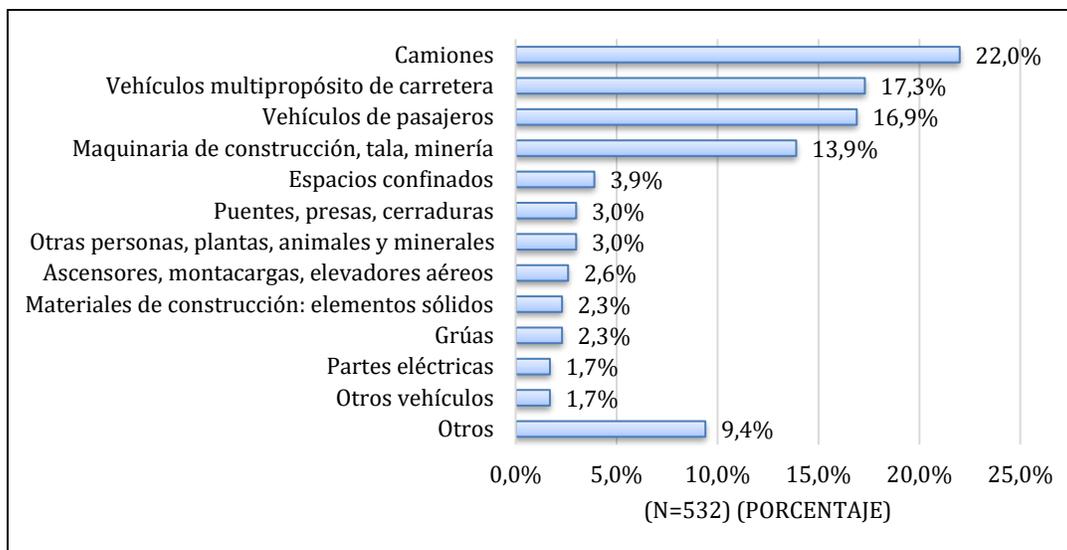


Figura III-5 Principales causas de fatalidades en siniestros viales en Estados Unidos entre 2011 y 2016.
Fuente: Adaptado de Center for Construction Research and Training, CPWR, (2018).

En particular, al estudiar los subsectores de la construcción en que ocurrieron estas fatalidades producto de siniestros viales se obtiene que el 74% corresponde a carreteras, calles y puentes, seguido de sistemas de utilidad (12%) y preparación de los sitios (7%). La Figura III-6 presenta las categorías de los subsectores de construcción en que ocurrieron las fatalidades producto de siniestros viales en zonas de trabajo en Estados Unidos entre 2011 y 2016.

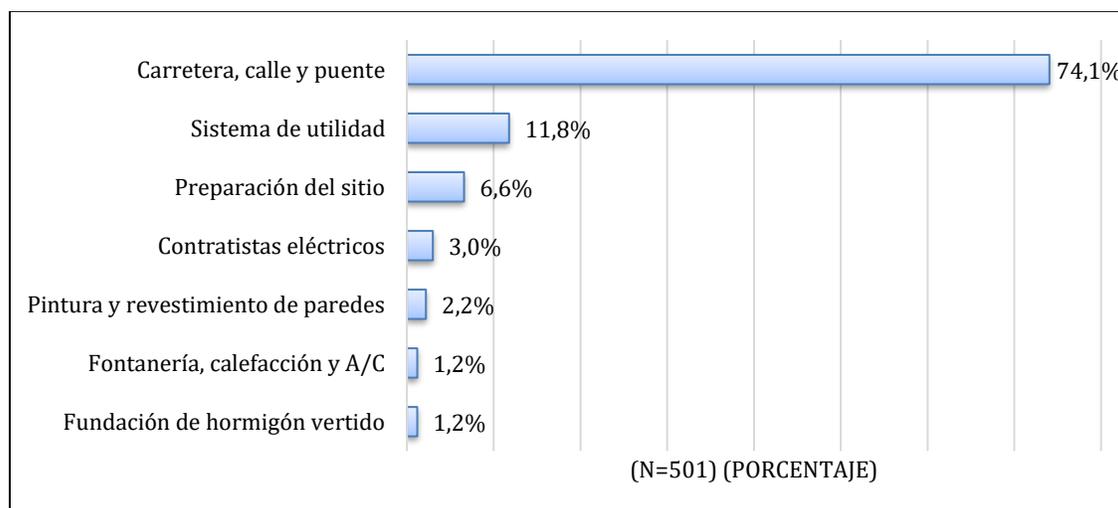


Figura III-6 Subsectores de construcción con siniestros viales en Estados Unidos entre 2011 y 2016.
Fuente: Adaptado de Center for Construction Research and Training, CPWR, (2018).

III.3.2 Alternativas para prevenir lesiones en zonas de trabajo viales.

El reporte a su vez presenta potenciales soluciones para prevenir lesiones en las zonas de trabajo viales. Dichas recomendaciones adaptadas se disponen a continuación en la Tabla III-1.

Tabla III-1 Potenciales soluciones para prevenir lesiones en zonas de trabajo.

Fuente: Adaptado de Center for Construction Research and Training, CPWR, (2018).

Solución	Soluciones específicas
Incrementos de visibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere que los trabajadores vistan prendas seguras de alta visibilidad, incluyendo colores fluorescentes, de alto brillo y reflectantes, chalecos con luces estroboscópicas y anillos de iluminación para cascos. • Emplear iluminación en la zona de trabajo sin encandilamiento si es posible. • Aumentar la longitud de los conos. • Instalar iluminación de transición de bajo nivel al inicio y al final de la zona de trabajo en la carretera para permitir que los conductores se adecuen a las condiciones cambiantes de iluminación. • Incrementar la visibilidad de las barreras con pintura de colores brillantes, reflectores y luces. • Asegurar de que la señalización en la zona de trabajo esté adecuadamente iluminada y visible.
Barreras entre trabajadores y tráfico	<ul style="list-style-type: none"> • Usar barreras longitudinales temporales, incluyendo barreras de concreto o móviles. • Usar otros dispositivos para el control de tráfico temporales, tales como conos y barreras de tráfico. • Usar atenuadores montados en camiones.
Sistemas de advertencia para conductores	<ul style="list-style-type: none"> • Configurar sistemas de alarma de intrusos. • Colocar franjas preventivas rugosas de retumbe en la superficie. • Utilizar luces de advertencia. • Usar señales de mensajes cambiables portátiles, que se utilicen junto con equipos de detección de colas de tráfico para proporcionar a los conductores información en tiempo real. • Usar señales dinámicas de velocidad.
Sistemas de advertencia para trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> • Usar sensores, radios portátiles, y sistemas de alarma de intrusos. • Usar sistemas de detección de objetos y cámaras para el equipo pesado. • Usar alarmas de respaldo autoajustables y direccionales.
Sistemas de reducción de velocidad	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer cumplir la reducción de velocidad con presencia policial y pistolas de radar. • Multas a infractores. • Aplicar reducciones de velocidad de forma incremental para mantener el flujo de tránsito uniforme.
Atenuadores de impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Usar cojines de choque. • Usar atenuadores montados en camiones.
Control de ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> • Usar dispositivos asistentes automáticos (ej: banderas automáticas). • Cerrar el camino, cerrar los lados del camino colindantes con la zona de trabajo, y hacer un re-ruteo del tráfico cuando sea posible.
Separación de trabajadores a	<ul style="list-style-type: none"> • Usar postes flexibles de colores o marcas temporales en el pavimento para delinear zonas libres de peatones dentro de la zona de trabajo.

pie de los equipos	<ul style="list-style-type: none"> •Capacitar a los trabajadores y operadores de equipos para comunicarse con las señales manuales.
Incrementar comunicación	<ul style="list-style-type: none"> •Participación en actividades de comunicación y difusión. •Distribuir materiales de seguridad específicos de cada zona de trabajo a los visitantes, empleados y transeúntes. •Asegurar que los conductores y operadores de equipos conozcan y empleen adecuadamente los planes de control de tráfico interno. •Capacitar a todos los trabajadores en el plan de control de tráfico interno. •Organizar reuniones diarias para informar y discutir acerca de los peligros existentes y las consideraciones de seguridad diarias.
Seguridad de equipos y prevención de volcamiento	<ul style="list-style-type: none"> •Usar equipos con estructuras de protección antivuelco y cinturones de seguridad. •Únicamente permitir a trabajadores capacitados y autorizados a operar equipos. •Exigir uso de freno manual al estacionar y cuando los equipos se encuentren sin uso. •Instalar franjas luminosas en los camiones para mayor visibilidad y utilizar iluminación de bajo nivel para que los operadores puedan visualizar a otros trabajadores. •Realizar mantenciones periódicas a los equipos. •Utilizar protectores en los bordes de los remolques.

A estas recomendaciones hay que añadir las propuestas de la *European Union Road Federation* (ERF, 2019), cuyo documento titulado “*Towards Safer Work Zones*” en su Capítulo 7 realiza recomendaciones en base a requerimientos mínimos para un buen desempeño en las zonas de trabajo viales.

Dicho capítulo se centra en la normativa y los estándares que deben ser aplicados a los equipos permanentes y temporales, incluyendo 1) sistemas de retención, 2) guías y delineadores, 3) luces de advertencia, 4) señales verticales, 5) marcas temporales, 6) otros equipos y 7) soluciones de transporte inteligente (ITS).

Según la *European Union Road Federation* (ERF, 2018), en otro documento titulado “*Road Asset Management*” exhibe en su Capítulo 4, algunos criterios a considerar en cuanto a seguridad vial y otros puntos como ruido, impacto al entorno y nuevos desarrollos son:

- Superficie del camino: debe proporcionar un alto nivel de calidad (fricción, sin grietas ni baches).
- Marcas y señales del camino: esencial que mantengan un nivel de desempeño mínimo, por lo que deben ser revisadas y reemplazadas a tiempo.
- Sistemas de retención: importante instalar adecuadamente, mantener y reemplazar cuando sea apropiado.

- Usuarios vulnerables y población en edad avanzada: adaptar la infraestructura a las necesidades y requisitos específicos de estos usuarios.
- Camino que absuelve: es un camino que otorga oportunidades y permite al conductor recuperarse luego de errores para evitar siniestros fatales o graves. La inversión adecuada en infraestructura vial permite que los caminos sean más indulgentes.
- Ruido y superficie: debe ser considerado en los procesos de mantención.
- Dispositivos de reducción de ruido: en algunos casos la instalación de dispositivos de reducción de ruido debe ser considerada como un equipo adicional.
- Reducción de emisiones: en ocasiones, una intervención vial genera congestión de tráfico que, a su vez, incrementa las emisiones de CO₂.
- Infraestructura sustentable: adquirir e implementar soluciones y técnicas más sustentables en la mantención de caminos (reciclaje, abastecimiento de materiales locales, durabilidad, materiales resistentes al clima e infraestructura resiliente).
- Sistemas de transporte inteligente (ITS): la infraestructura debe ser acompañada por el desarrollo de nuevas tecnologías de transporte inteligente (ejemplo: comunicación de vehículo a vehículo y de vehículo a infraestructura, para proporcionar información sobre obstáculos y alertar a otros conductores de peligros cercanos (NHTSA, 2017)).
- Nuevos vehículos: ajustar la infraestructura a los nuevos vehículos.

Por otra parte, el reporte de la *European Commission* (EC, 2018b), en su Capítulo 8, se refiere al rol de la mantención del pavimento y del camino en la seguridad vial, destacando entre los más importantes la resistencia al deslizamiento del pavimento y sus factores (microtextura, macrotextura, uniformidad en la superficie, calidad de los materiales, técnicas de construcción, entre otros), especialmente cuando la vía se encuentra húmeda. El riesgo aumenta cuando la

geometría del camino requiere particularmente una mayor resistencia al deslizamiento y las condiciones climáticas no son óptimas.

El rol de la mantención del pavimento y del camino radica en entregar un adecuado nivel de servicio, controlando el desempeño de la infraestructura, pero a su vez, realizando esfuerzos por mejorar las condiciones para los usuarios, especialmente en términos de seguridad vial temporal y permanente.

Según el reporte de (IRF, 2018), el Departamento de Transporte de Texas, Estados Unidos, estimó el costo de una zona de trabajo en alrededor del 10% del costo del proyecto (el porcentaje puede variar ampliamente dependiendo del proyecto). Sin embargo, la implementación de una adecuada seguridad vial en zona de trabajo no debe ser evaluada únicamente por el costo directo de su ejecución, sino que, también por los costos indirectos asociados, como la facilidad de movilidad, la compensación de tiempo y de calidad de la seguridad a los usuarios, entre otros.

III.3.3 Características de operación en zonas de trabajo viales

Las intervenciones de acuerdo con qué consideraciones contempla para su realización, es decir, qué actividad busca ejecutar, qué técnica constructiva utilizará, y/o qué localidad intervendrá determina en cierta medida las condiciones de operación. Obviamente, toda zona de trabajo difiere de las condiciones normales de conducción o tránsito para los usuarios y, a su vez, las mismas zonas de trabajo difieren de ellas en distinto tiempo y espacio.

Algunas características de los trabajos que se llevan a cabo en zonas de trabajo viales son: 1) Tipo de trabajo; 2) Envergadura del trabajo; 3) Duración del trabajo y 4) Operaciones básicas de control de tránsito.

- Tipo de trabajo (1): que puede ser descrito como el trabajo propiamente tal (ejemplo: repavimentación de una calzada, cobertura de baches menores o mayores,

- Envergadura del trabajo (2): hace referencia al alcance y complejidad del trabajo a realizar. Mantiene relación directa con la duración del trabajo y el tipo de trabajo a realizar.
- Duración del trabajo (3): si bien en la literatura se presentan diferentes formas de clasificar la duración de un trabajo, una manera es definir 1) Trabajo Móvil como aquel en que las actividades se detienen de manera intermitente y se desplazan luego más adelante en la vía; 2) Trabajo de Corta Duración como aquel que se realiza en menos de 1 hora y exclusivamente de día y 3) Trabajo de Normal Duración como aquellos que no son móviles, que se realicen en más de 1 hora o que se realicen de noche.
- Operaciones básicas de control de tránsito (4): acciones de intervención para realizar un desvío, canalización, cierre de vías, entre otros.

III.3.4 Manuales y guías de control de tráfico y señalización a nivel internacional

A nivel global, países como Australia, Canadá, Estados Unidos, Irlanda, Reino Unido, Nueva Zelanda y países europeos que son líderes en seguridad vial, sostienen normas, manuales, guías y documentos varios que rigen el funcionamiento de una zona de trabajo vial.

Dichos documentos presentan similitudes en cuanto a la uniformidad de las señales de tránsito temporales y de control de tráfico. Los documentos también contienen en su gran mayoría detalles técnicos de señalización, iluminación, contención y protección, así como diversos esquemas de control de tráfico y desvíos bajo diversos escenarios de intervención.

Además, entre sus contenidos presentan características de las zonas de trabajo, consideraciones de movilidad para permanecer seguro, consideraciones de análisis de colisión, factores que contribuyen a colisiones en zonas de trabajo, herramientas, métodos y procesos utilizados para identificar mejoras en seguridad vial en zonas de trabajo y potenciales soluciones a implementar.

Las Tablas III-2 e III-3 exhiben una lista de documentos que presentan contenido técnico de distintos países y estados.

Tabla III-2 Lista de documentos de control de tráfico y señalización (parte 1).

Fuente: Elaborado a partir de documentos citados.

País	Documento	Año	Autores - Organización
Australia	Guide to Temporary Traffic Management Practice (2018) Part 2 "Traffic Management Planning" & Part 8 "Traffic Controller Instructions".	2018	Austroroads
	Traffic Control at Work Sites - Technical Manual.	2018	Road and Maritime Services. New South Wales (NSW) Government, Transport Administration.
Canada	Road Safety in Canada.	2011	Road safety Canada Consulting - Government of Canada
	Traffic Management Manual for Work on Roadways.	2015	British Columbia - Ministry of Transportation and Infrastructure
	Temporary Traffic Control Manual.	2015	Roadways & Transportation Department - City of Regina
	Primer on Work Zone Safety in Canada.	2016	Transportation Association of Canada (TAC)
	Temporary Traffic Control Manual.	2016	Calgary - Canada
	Temporary Traffic Control Manual.	2019	City of Saskatoon - Canada
Europa	Preventing Road Accidents and Injuries for the Safety of Employees.	2011	European Transport Safety Council / ETSC
	Work Zone Safety in Europe.	2014	European Union Road Federation
	Towards Safer Work Zones	2019	European Union Road Federation
Irlanda	Guidance for the Control and Management of Traffic at Roadworks.	2010	Department of Transportation & Local Government Management Services Board
Reino Unido	Traffic Signs Manual - Chapter 8: Traffic Safety Measures and Signs for Road Works and Temporary Situations (part 1, 2 and 3).	2009	Department for Transport/Highways Agency
	Safety at Street Works and Road Works - A Code of Practice.	2013	Department for Transport
Nueva Zelanda	Traffic Control Devices Manual - Code of Practice for Temporary Traffic Management.	2014	New Zealand Transport Agency

Tabla III-3 Lista de documentos de control de tráfico y señalización (parte 2).

Fuente: Elaborado a partir de documentos citados.

País	Documento	Año	Autores - Organización
Estados Unidos	Highway work zone safety audits for safety improvements.	2008	Illinois Institute of Technology
	Improving Highway Work Zone Safety.	2009	Kansas University Transportation Research Institute.
	Highway Work Zone Safety Audits at the Construction Stage.	2009	Illinois Institute of Technology
	Manual of Uniform Traffic Control Devices (MUTCD)	2009	Federal Highway Administration - US Department of Transportation
	Standards and Guidelines for Temporary Traffic Control - Work Area Protection Manual.	2011	Virginia Department of Transportation
	Temporary Traffic Control Manual.	2012	Ohio Department of Transportation Office of Traffic Engineering
	Work Zone Road Safety Audit Guidelines and Prompt Lists. (2013).	2013	American Traffic Safety Services Association / ATSSA (US Department of Transportation).
	Oregon Work Zone Safety Audit (2013).	2013	Oregon Department of Transportation (US Department of Transportation).
	Work Zone Road Safety Audit Guidelines and Prompt Lists.	2014	American traffic Safety Services Association
	Texas MUTCD Manual on Uniform Traffic Control Devices.	2014	Texas Department of Transportation
	Work Zone Traffic Control.	2015	New York State Department of Transportation
	Temporary Traffic Control Handbook.	2016	Iowa State University Institute for Transportation
	Oregon Temporary Traffic Control Handbook.	2016	Oregon Department of Transportation
	Temporary Traffic Control Guidelines for Utility Work.	2016	North Dakota Department of Transportation
	Oregon Work Zone Reviews.	2017	Oregon Department of Transportation
	Pedestrian Accommodation in Work Zones: A Field Guide.	2018	American Road and Transportation Builders Association
	Work Zone Traffic Control Devices: Installing and Maintaining Crashworthy.	2018	American Road and Transportation Builders Association
	Minnesota Temporary Traffic Control Field Manual.	2018	Minnesota Department of Transportation
	Traffic Control Manual for in-street work.	2018	Seattle Department of Transportation
	California Temporary Traffic Control Handbook.	2018	Department of Transportation of California (Caltrans)
Traffic Design Manual - Volume 2: Temporary Traffic Control.	2019	Portland Bureau of Transportation	

En particular, Estados Unidos utiliza el documento titulado “*Manual of Uniform Traffic Control Devices*” (MUTCD) para definir, regir, administrar y controlar los dispositivos para el control de tránsito en las zonas de trabajo viales a nivel nacional. Es deber de los diferentes Estados adoptar el MUTCD como su norma estatal legal. Sin embargo, debido a la extensión y cantidad de población que posee el país norteamericano, cada uno de los estados posee normas independientes complementarias que controlan el tráfico local.

El MUTCD elaborado por el *U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration* (FHWA) define el estándar que debe ser utilizado por los administradores de caminos para instalar y mantener los dispositivos de control de tráfico en las calles públicas, carreteras, autopistas, ciclovías, y caminos privados abiertos al público.

El manual en su última versión disponible -correspondiente al MUTCD 2009 con revisiones números 1 y 2 incorporadas, publicado el 15 de enero de 2010 y corregido el 14 de mayo de 2012- presenta en su Capítulo 6 titulado “*Temporary Traffic Control*” la información equivalente a la seguridad vial en zonas de trabajo.

Este capítulo destaca la importancia de considerar las necesidades y el control que debe existir desde y sobre los trabajadores y de todos los usuarios de los caminos (dígase automovilistas, ciclistas, peatones, personas con capacidad reducida, entre otros) que circulan cerca o a través de una intervención.

Estas intervenciones viales generan alteraciones y/o suspenden la función normal de un camino. Para proporcionar a los usuarios continuidad de flujo al tránsito de manera segura y eficaz, se debe estudiar las intervenciones, sus motivos y minimizar su impacto en las alteraciones y el riesgo asociado a ello.

La protección en ambos sentidos (usuario-trabajador y trabajador-usuario) se debe abordar con igual importancia, siendo un elemento para considerar desde la planificación hasta la finalización del trabajo.

Dependiendo de la duración de la intervención, las condiciones de trabajo y el flujo de usuarios puede variar. Preparar un plan de seguridad vial para zonas de trabajo o cualquier intervención requiere considerar entre sus numerosos factores: el tipo de camino, las condiciones de los usuarios en las vías, la duración de las operaciones o tareas, el espacio y las limitaciones físicas, el emplazamiento y ubicación de la zona de trabajo y la actividad de gestión que se lleva a cabo.

La elaboración de un plan de seguridad vial en zonas de trabajo requiere considerar la naturaleza del trabajo a realizar, el tiempo y la duración de su ejecución, los efectos esperados sobre los usuarios de los caminos y las posibles rutas alternativas y modos de viaje. Una correcta planificación y mitigación debiese reducir el número de usuarios que transitan por las zonas de trabajo y de esa manera reducir la exposición a un accidente o conflicto.

Además de las consideraciones propias del trabajo y los efectos esperados, nuevas mejoras se pueden implementar. El uso de sistemas de transporte inteligente en zonas de trabajo o dispositivos como cámaras portátiles, radios de aviso de límite de velocidad, rampas de medición, rampas móviles sobre las zonas de trabajo, información a los usuarios son formas en que la tecnología puede apoyar y aumentar la seguridad de los trabajadores y los usuarios de los caminos, manteniendo un flujo continuo y eficiente. Las nuevas tecnologías como uso masivo de datos, *Machinne Learning*, inteligencia artificial permitirían una colección de datos y manejo en tiempo real para gestionar de mejor manera la seguridad vial.

EL MUTCD de Estados Unidos en su capítulo 6 indica que posee 7 principios fundamentales para el control de tráfico temporal. A continuación, se presenta cada uno de ellos.

1. Plan de control de tránsito en zonas de trabajos viales debe ser apropiado a la complejidad del proyecto a realizar y debe ser preparado para el correcto entendimiento de todas las partes involucradas. Cualquier cambio que tenga el plan debe ser revisado y aprobado por la entidad competente.

2. El libre tránsito por la zona de trabajo vial debe ser restringido para usuarios de las vías.
 - a. Las zonas de trabajo son diseñadas bajo el supuesto de que los conductores sólo reducirán la velocidad si perciben claramente la necesidad de hacerlo.
 - b. Cambios bruscos en la geometría de la ruta que requieren maniobras rápidas deben ser evitados.
 - c. Se debe realizar un diseño para minimizar el impacto al flujo normal de usuarios.
 - d. La intervención debe ser programada de manera de minimizar el cierre de vías, siempre cumpliendo el objetivo del trabajo y de forma rápida.
 - e. Los usuarios deben ser alentados a utilizar rutas alternativas debidamente señalizadas.
 - f. Accesos y pasos seguros razonablemente cerca debe ser provistos para los peatones, ciclistas y aquellos con discapacidades.
 - g. Si las operaciones de trabajo lo permiten, se debe evitar el cierre de vías e intervenciones de alto volumen de tránsito en horas *peak*. Como alternativa se puede considerar el trabajo nocturno.
 - h. Si se prevén impactos significativos en las operaciones de las vías, se deben considerar las precauciones pertinentes con las entidades encargadas.
3. Mientras los Peatones, ciclistas, discapacitados y motoristas se acercan y atraviesan las zonas de trabajo viales deben considerar los siguientes puntos:
 - a. Advertencia, delineación y canalización adecuada antes y a través de la zona de trabajo vial o intervención. La utilización de dispositivos y una correcta delineación de las vías ciertamente son eficaces bajo condiciones variables.
 - b. Los elementos de señalización incompatibles con la señalización de la zona de trabajo vial deben ser retiradas o cubiertas.

4. Las inspecciones de día y noche de las zonas de trabajo y su nivel de operación deben considerar los siguientes puntos:
 - a. Aquellos trabajadores entrenados y certificados en la asignación de dispositivos deben comprobar que todos los dispositivos del proyecto sean consistentes con el plan de la zona de trabajo vial.
 - b. En la medida que progresa el trabajo, los controles de tráfico y las condiciones cambian, por lo que se deben actualizar a las nuevas realidades.
 - c. Se debe monitorear las condiciones de volumen de usuarios en las vías y las condiciones del entorno de manera de comprobar que los dispositivos son claramente visibles por los usuarios y trabajadores.
 - d. Se debe monitorear cualquier incidente que ocurra en la zona de trabajo vial, de manera de identificar posibles mejoras para evitar que ocurran a futuro.
5. Durante el ciclo de vida de la zona de trabajo vial se debe prestar atención al mantenimiento de la seguridad.
 - a. Se debe proporcionar acceso a vehículos de emergencias y para personas discapacitadas, así como áreas de recuperación cuando sea práctico y necesario (vías de alto volumen de tránsito y con alta exposición a riesgo)
 - b. Las canalizaciones de los usuarios por las vías deben llevarse a cabo mediante el uso de marcas en las vías y dispositivos de canalización detectables y resistentes a impactos.
 - c. Cualquier elemento externo a la zona de trabajo vial (ejemplo vehículos privados), así como materiales y residuos deben ser almacenados de tal manera de reducir la probabilidad de afectar y ser afectados por el tránsito en la zona de trabajo vial.
6. Cada una de las personas cuyas acciones afectan la seguridad en la zona de trabajo vial, desde la gestión a nivel superior hasta el trabajo en terreno, deben recibir una adecuada formación para la toma de decisiones y acciones que se

requiere para un trabajo con esta responsabilidad. Se debe a su vez, supervisar la selección, colocación y mantenimiento de los dispositivos utilizados en las zonas de trabajo vial para la administración de incidentes.

7. Las buenas relaciones públicas deben mantenerse cumpliendo:
 - a. Las necesidades de todos los usuarios de la vía deben ser consideradas, de tal manera que se planifique y se define claramente las rutas alternativas a proporcionar con la respectiva entrega de información previa.
 - b. Se debe buscar dar a conocer la existencia y los motivos de las zonas de trabajo vial, de manera que los comunicados ayuden a mantener a los usuarios de las vías bien informados.
 - c. Las necesidades de los dueños de las propiedades colindantes, residentes y las empresas se deben considerar y evaluar para proporcionar adaptaciones apropiadas.
 - d. Las necesidades de los proveedores de servicios de emergencia (policía, bomberos, médicos) debe ser considerada y evaluada y coordinada.
 - e. Las necesidades de otros medios de transporte que pueden recibir un impacto producto de la zona de trabajo vial deben ser considerados y evaluados, para que mediante una coordinación apropiada se encuentre la mejor solución a la intervención y sus consecuencias.
 - f. Las necesidades de vehículos comerciales de gran tamaño se deben considerar y evaluar. Se puede requerir realizar adaptaciones a la señalización y proporcionar rutas alternativas a dichos tipos de vehículos.

III.3.5 Manuales y guías de control de tráfico y señalización a nivel nacional

En el ámbito local, es el Capítulo 5 del Manual de Señalización Transitoria y Medidas de Seguridad para Trabajos en la Vía (2013) el que norma lo que se debe realizar en los trabajos viales en relación con su señalización y control de tráfico. Entre los puntos que aborda el documento se encuentran:

- Señales verticales: en general son las mismas señales utilizadas en condiciones normales de circulación, con diferencias de colores en las señales de Advertencia de Peligro y las señales Informativas. Se aborda la retrorreflexión, emplazamiento, señales reglamentarias, señales de advertencia de peligro y señales informativas.
- Canalización: zona de trabajos que cumple la función de guiar a los peatones y conductores en forma segura a través del área afectada por la obra, advertir sobre el riesgo presente y proteger a los trabajadores. Se aborda los elementos de canalización -conos, delineadores, barreras, tambores, cilindros, luces, reflectores, hitos de vértices y flechas direccionales luminosas- y el diseño geométrico.
- Demarcaciones: principalmente marcas en zonas de trabajo. Aborda el tratamiento de las demarcaciones en zonas de trabajo, la eliminación de demarcaciones provisorias y desvíos de tránsito.
- Sistemas de control de tránsito: se aplica cuando por circunstancias de la obra y su emplazamiento se permite la circulación de vehículos únicamente en un sentido a la vez, es decir, se controla el tránsito de forma alternada. Se aborda la clasificación del control y sus sistemas, el emplazamiento y las señales (paletas y semáforos).
- Elementos para aumento de visibilidad: se exige la utilización de elementos luminosos o que retrorreflecten la luz proyectada por luces externas de forma de visibilizar al trabajador u objeto y anticipar el accionar de trabajadores y vehículos. Aborda tipos de vestimenta de alta visibilidad para trabajadores y elementos retrorreflectantes para vehículos.

Lo presentado en el Capítulo 5 del Manual de Señalización Transitoria y Medidas de Seguridad para Trabajos en la Vía” (2013), se alinea con lo utilizado a nivel internacional y no presenta grandes diferencias. No obstante, dada la extensión de territorios y distintas condiciones, a nivel internacional y nacional surgen diversas guías que complementan los documentos principales. En particular, diversas guías y

manuales complementan y estudian el contenido del Capítulo 5. La Tabla III-4 lista algunos de los documentos que estudian las zonas de trabajo viales a nivel nacional.

Tabla III-4 Lista de documentos de control de tráfico y señalización de Chile.

Fuente: Elaborado a partir de documentos citados.

País	Documento	Año	Autores - Organización
Chile	Manual de Normas Técnicas para la Señalización, Control y regulación del Tránsito en vías donde se realicen trabajos (1996).	1996	Ministerio de Obras Públicas de Chile
	Guía de Seguridad Vial para Trabajos en las Vías Públicas de las Ciudades (1997).	1997	Ministerio de Obras Públicas de Chile
	Señalización Transitoria y Medidas de Seguridad para Trabajos en la vía - Capítulo 5 - Manual de Señalización de Tránsito.	2002	Ministerio de transportes y Telecomunicaciones de Chile
	Control de Riesgos en Obras en Construcción.	2007	Asociación Chilena de Seguridad
	Guía de Señalización Vial.	2017	Mutual de Seguridad
	Manual de Carretera, Capítulo 6: Seguridad Vial (2018).	2018	Dirección de Vialidad - Ministerio de Obras Públicas de Chile

La guía de señalización vial de la Mutual de Seguridad (2017) resume en su Capítulo 10 algunas características de los trabajos, generando una relación entre el tipo de trabajo, operación básica a implementar y la duración del trabajo. La Tabla III-5 presenta la relación entre las operaciones básicas y los esquemas aplicables de acuerdo con el Capítulo 5 (2013), mientras que la Tabla III-6 presenta la relación entre tipo de trabajo, operación y duración.

Tabla III-5 Operaciones básicas y esquemas aplicables (Mutual de Seguridad).

Fuente: Adaptado de Guía de Señalización Vial de la Mutual de Seguridad, (2017).

Operación básica	Vía de un sentido		Vía de doble sentido	
	Código	Esquemas Capítulo 5	Código	Esquemas Capítulo 5
1. Cierre parcial de acera	CPA	5.7.3.1	CPA	5.7.3.1
2 y 3. Cierre total de acera con desvío de peatones a calzada o acerca de enfrente	CTADP1	5.7.3.2	CTDAP2	No hay
4 y 5. Cierre total o parcial de pista(s)	CTPP1	5.7.3.6, 5.7.3.7, 5.7.3.14, 5.7.5.3	CTPP2	5.7.3.3, 5.7.3.4, 5.7.3.5, 5.7.5.1
6. Cierre total de calzada con desvío	CTC1	-	CTC2	-
7. Trabajo móvil	TM1	5.7.3.11	TM2	5.7.5.5
8. Estacionamiento vehículo de trabajo en la vía	EV	5.7.3.10	EV	5.7.3.9, 5.7.3.10

Tabla III-6 Relación entre tipo de trabajo, operación básica y duración (Mutual de Seguridad).

Fuente: Adaptado de Guía de Señalización Vial de la Mutual de Seguridad, (2017).

Tipo de trabajo por realizar	Operación básica por implementar	Duración
1. Repavimentación con y sin fresadas	CTPP1, CTPP2 CTC1, CTC2	Corta o normal
2. Colocación de capas tipo lechadas o superficies antideslizantes	CTPP1, CTPP2, CTC1, CTC2	Corta o normal
3. Sellado de juntas y/o fisuras	TM1, TM2, CTPP1, CTPP2	Móvil o corta
4. Reparación de pavimento (baches menores)	TM1, TM2, CTPP1, CTPP2	Móvil o corta
5. Reparación de pavimento (baches mayores)	CTPP1, CTPP2, CTC1, CTC2	Corta o normal
6. Auscultación de pavimentos	TM1, TM2	Móvil
7. Reparación o modificación de aceras	CPA, CTADP1, CTADP2	Corta o normal
8. Barrido y limpieza de pavimento	TM1	Móvil
9. Mantenimiento de áreas verdes	EV	Corta o normal
10. Construcción o mantenimiento de reductores de velocidad (incluye cojines)	EV, CTPP1, CTPP2	Corta o normal
11. Construcción o reparación de cunetas, soleras o similares	EV, CPA, CTPP1, CTPP2	Corta o normal
12. Aplicación/retiro de demarcaciones, tachas y/o tachones	TM1, TM2	Corta o normal
13. Instalación, limpieza, identificación, reparación de señales verticales laterales	EV	Corta o normal
14. Instalación, limpieza, identificación, reparación de señales verticales (elevadas)	CTPP1, CTPP2, CTC1, CTC2	Corta o normal
15. Instalación, limpieza y reparación de semáforos	EV, CTPP1, CTPP2	Corta o normal
16. Reparación y/o limpieza de desagües	CTPP1, CTPP2	Corta o normal
17. Instalación de desvíos	EV	Móvil
18. Instalación o reparación de ductos, agua, electricidad teléfono laterales	EV, CTPP1, CTPP2	Corta o normal
19. Instalación o reparación de ductos, agua, electricidad teléfono calzada	CTPP1, CTPP2	Normal

Básicamente la guía de señalización vial de la Mutual de Seguridad agrupa y une los trabajos típicos con un esquema típico presentado en el Capítulo 5. No obstante, el Capítulo 5 presenta únicamente los escenarios más típicos en la realidad chilena del año 2013.

En la actualidad, nuevas condiciones se pueden generar debido al cambio en la infraestructura. Por ejemplo, se pueden encontrar caminos de 3 o más pistas, nuevos

diseños y/o tecnologías que quizás evitan ejecutar actividades que antes eran requeridas. Asimismo, se añaden los cambios en los elementos principales que intervienen en un sistema de seguridad de trabajo vial –usuarios, vehículos e infraestructura- que hacen que las condiciones no sean las mismas para las cuales fueron diseñados los manuales y guías.

Por último, si bien el Capítulo 5 menciona expresamente que los esquemas son solo ejemplos y que cada ejecutor de obra debe crear un PSMS acorde a las necesidades reales de la obra, escenarios básicos como intervenciones en intersecciones no son abordadas en los esquemas.

IV. Consideraciones en seguridad vial en zonas de trabajo

En este cuarto capítulo se exhiben diferentes consideraciones en seguridad vial en zonas de trabajo. Se inicia con la cultura vial para luego continuar con la comunicación vial, la evaluación y adjudicación de proyectos, la legislación en Chile para finalmente abordar las multas y siniestralidad vial en zonas de trabajo en Estados Unidos.

IV.1 Cultura vial

La cultura vial hace referencia a la construcción de una convivencia basada en el respeto y el cumplimiento de las leyes vigentes, entre todos quienes hacen uso de las vías. Para lograr una adecuada cultura vial es fundamental la formación y educación en seguridad vial, esto último con la finalidad de prevenir siniestros y generar un mejor ambiente vial.

Parte de esa educación comienza durante la niñez y es reforzada durante la adolescencia y adultez. A nivel global, son distintos los medios de transporte y actores que participan y hacen uso de la red vial. Todos ellos presentan particularidades que se deben considerar tanto en el diario vivir como en el momento de generar un PSMS para la construcción de una obra. Es parte de la cultura el respetar las nuevas condiciones de tránsito y adaptarse de la mejor forma posible. Chile en particular generó un Acuerdo Nacional de Seguridad Vial (CONASET, 2019), cuyo objetivo ha sido ayudar a relevar la seguridad vial y trabajar coordinadamente para diseñar e implementar políticas públicas y campañas de sensibilización para reducir el número de accidentes de tránsito.

Uno de los puntos más importantes tratados bajo este acuerdo ha sido la distracción durante la conducción. El mal hábito de utilizar dispositivos (ejemplo celular) mientras se conduce es una de las principales causas de siniestros de tránsito en la actualidad. Esta práctica debiese ser catalogada como una distracción tecnológica de alta peligrosidad y cambios legales en cuanto a la calificación de la falta, gravedad y penalización debieran ser evaluadas.

Otro punto tratado es el consumo de alcohol y la conducción. A través de campañas de comunicación y de aplicaciones que facilitan el transporte por terceros, se ha observado una disminución en las cifras de siniestros que involucran ingesta de alcohol. No obstante, una nueva categoría ha incrementado su alcance, siendo esta la de consumo de drogas y estupefacientes al momento de conducir.

IV.2 Comunicación vial

Un aspecto esencial en toda convivencia es la comunicación. En el ámbito del tránsito vial no es una excepción y más aún cuando se presentan condiciones distintas a las normales y se debe interactuar de alguna u otra forma con otra persona u objeto. Los conductores y peatones que circulen por zonas de trabajo viales deben considerar que se encuentran en un lugar con riesgo adicional y que sus acciones –como no entregar atención suficiente a las condiciones del camino- pueden resultar en consecuencias lamentables.

Parte importante de la comunicación vial es que el mensaje sea debidamente emitido y entregado al receptor y que pueda ser interpretado correctamente y en el tiempo adecuado. Los manuales de señalización en general presentan un buen contenido técnico de las señales de advertencia de peligro y de las señales informativas. No obstante, estas últimas pueden ofrecer una mejora si se otorgara información acerca de vías alternativas para redireccionar el tránsito en tiempo y espacio correctos.

Uno de los usos más eficaces de la comunicación vial es ofrecer a los usuarios una ruta alternativa para evitar una zona de congestión vial. Para ello, es fundamental ofrecer información de la intervención en tiempo y espacio apropiados. Suministrar información acerca de la ubicación exacta, alcance, estado y duración de las obras permitiría en primera instancia que el usuario conozca la situación y en segunda instancia busque una ruta alternativa si es que ésta no se encuentra señalada.

Por otro lado, señales informativas cambiantes según la condición del tránsito o de la intervención podrían ser implementadas en zonas de trabajo gracias al avance

de la tecnología. Asimismo, señales de velocidad recomendada de acuerdo con el flujo de vehículos y el nivel de congestión en determinados sectores sería una buena alternativa para prevenir siniestros viales. Para ello, avances tecnológicos complementarios y herramientas computacionales son claves para lograr predecir situaciones de riesgo.

IV.3 Evaluación y adjudicación de proyectos

Los proyectos se materializan posterior a una evaluación y correspondiente adjudicación. La primera etapa señalada (evaluación) aplica determinados criterios de apreciación o valoración, siendo las unidades de medida que permiten clasificar de manera más objetiva una determinada propuesta. La segunda etapa en tanto (adjudicación), busca asignar la ejecución de un determinado proyecto a un ejecutor.

Ambas etapas buscan que se logre una condición ventajosa según los criterios considerados en las bases técnicas, por lo que depende directamente de cuáles son los criterios de apreciación o valoración considerados.

El sistema actual de evaluación considera parcialmente el impacto de la intervención del contratista, no considerando la metodología de intervención en cuanto a alcance, duración, tecnología utilizada, diseño e implementación de la secuencia constructiva, entre otros. Surgen entonces, diversos espacios de mejora para el sistema de evaluación y adjudicación. Entre ellos, se puede mencionar la valoración de costos indirectos, que puede ayudar a categorizar y listar las propuestas que presentan una mejor intervención comparativa.

Claramente, en estas etapas de evaluación y adjudicación se debiese asegurar que existirá un estándar de diseño de los planes de señalización y medidas de seguridad (PSMS) adecuados al trabajo a ejecutar, así como un adecuado estándar del diseño del control de tráfico temporal y las prácticas que serán implementadas en terreno (consistentes y uniformes).

Otro aspecto relevante para tener presente en las etapas de evaluación y adjudicación de los proyectos, son la consideración de condiciones cambiantes en

tiempo, espacio y de forma general en las áreas de trabajo. Esto debiese encontrarse incorporado al interior de los planes de señalización y medidas de seguridad (PSMS).

IV.4 Legislación

Chile posee una legislación integral en cuanto a regulación de tránsito y seguridad vial. No obstante, las lamentables cifras en cuanto a número de fallecidos producto de siniestros viales sugieren que se requiere realizar ajustes a estas regulaciones. A su vez, si bien las leyes aplican a trabajos viales, éstas no fueron diseñadas específicamente para estas situaciones.

IV.4.1 Ley de Tránsito N°18.290

La ley de tránsito N°18.290 (1984) regula el comportamiento de todas las personas que, como peatones, pasajeros, conductores en cualquier clase de vehículo, usen o transiten por caminos, calles y demás vías públicas, rurales o urbanas, caminos vecinales o particulares destinados a uso público, de todo el territorio nacional.

IV.4.2 Ley Tolerancia Cero N°20.580

La Ley N°20.580 denominada Ley Tolerancia Cero consiste en regir las condiciones y categorías para determinar faltas a la Ley cuando se conduce un vehículo motorizado bajo efectos del alcohol.

Chile poseía una legislación desde el año 2004 en relación con el consumo de alcohol. Esta Ley se modificó en marzo del año 2012, cuyas principales reformas fueron 1) la reducción de los umbrales para categorizar a una persona bajo estado de ebriedad (de 1 gramo por litro de sangre a 0,8) y bajo influencia del alcohol (de 0,5 gramos por litro de sangre a 0,3); y 2) aumentar las sanciones y tiempos de suspensión de licencia de conducir en determinados casos.

Resultados de estudios (tesis y estudio) indican que en Chile la Ley Tolerancia Cero ha sido efectiva en reducir los accidentes. (para mayores detalles acerca de la penalización, dirigirse a Anexo C).

IV.4.3 Ley Emilia

Comenzó a regir en 2014 y endurece las penas para quienes manejan en estado de ebriedad. Establece que cualquier persona que conduzca en estado de ebriedad provocando un accidente con lesiones graves o con resultado de muerte deberá cumplir una pena de al menos un año de cárcel efectiva. Complementariamente, en caso de que quien cometió el delito huya de la escena, será juzgado mediante un delito especial con una pena de al menos 3 años y 1 día hasta 5 años de cárcel.

Estos nuevos castigos deberían desincentivar la conducción en estado de ebriedad y, por otra parte, en caso de suceder un siniestro bajo estas condiciones, que el conductor ebrio proporcione ayuda al afectado.

IV.4.4 Ley de convivencia vial

Comenzó a regir a partir del 11 de noviembre de 2018, incorporando a la Ley de Tránsito nuevos reglamentos y modificaciones. La ley de convivencia vial busca regular la convivencia de los distintos medios de transporte, equiparar las reglas de todos los actores y reducir riesgos de accidentes en los usuarios más vulnerables, tales como peatones, ciclistas y motociclistas. Aporta definiciones, reglas de circulación, prohibiciones, reglas de circulación de ciclos, deberes y derechos de los conductores de ciclos y revisión técnica visual de los triciclos motorizados de carga. Es decir, sirve como un marco regulador para la convivencia vial.

La Ley N°21.103 (2018) modifica la velocidad máxima permitida en espacios viales urbanos de 60 km/h a 50 km/h, con la finalidad de reducir el riesgo de accidentes disminuyendo el tiempo que requieren los conductores para frenar. Con ello se buscaba disminuir el número de accidentes y de fatalidades.

IV.4.5 Centro Automatizado de Tratamiento de Infracciones (CATI)

Corresponde a un proyecto de Ley que busca crear un sistema de tratamiento automatizado de infracciones del tránsito modificando las leyes N°18.287 y 18.290.

Bajo este proyecto se podría multar excesos de velocidad mediante un sistema automático y autónomo.

Obviamente las labores de fiscalización y control de velocidad pueden ser mejorados con la incorporación de la tecnología. La opción que se evalúa es a través de radares debidamente señalizados para resguardar y fiscalizar la velocidad máxima a la que circulan los vehículos busca captar la velocidad a la que circulan los vehículos en puntos críticos.

Hasta el momento la labor de fiscalización y control de velocidad es realizado exclusivamente por Carabineros de Chile e inspectores fiscales del Ministerio de Obras Públicas. Al generar una mayor exposición de monitoreo a través de radares, se debería lograr disuadir y prevenir eventuales infracciones a la Ley de Tránsito, y en caso de no respetar la Ley, se podría generar una multa empadronada.

IV.5 Multas y siniestralidad vial en zonas de trabajo en Estados Unidos

Con el propósito de obtener hallazgos y realizar propuestas de mejoras, se hace ineludible revisar algunos elementos sobresalientes en políticas de tránsito y seguridad vial de Estados Unidos. Un punto importante que considerar en la elección de estas políticas son su viabilidad y aplicabilidad en Chile, considerando la existencia de contextos similares entre los países.

Estados Unidos, un país desarrollado con avanzada infraestructura, la mayor economía del mundo y uno de los países con mayor población (329.818.072 personas al 14 de octubre de 2019 según datos de la *United States Census Bureau*) requiere de políticas eficientes y claras que permitan al país funcionar de forma óptima y de políticas que generen una adecuada cultura vial en los involucrados que se encuentran en la vía (conductores, peatones y trabajadores).

Previamente se mencionó que el MUTCD rige el accionar en las zonas de trabajo viales de Estados Unidos y existen documentos locales que complementan el contenido. De igual forma, cada uno de los estados posee normas independientes complementarias que controlan el tráfico local. Se realizó un estudio sobre la

seguridad vial en zonas de trabajo en la mayoría de los estados en cuanto al contexto económico, de población y multas por infracciones en zonas de trabajo viales.

IV.5.1 Multas y tipos de penalización por zonas de trabajo vial

En términos de seguridad vial en zonas de trabajo, se buscó el motivo que determina la efectividad de una multa, el valor de esta misma y, por otra parte, la categoría de los afectados, los que se clasificaron en fallecidos, accidentados sin daños a la propiedad (*Property Damage Only o PDO*) y número de accidentes totales.

Se identificó que el 63,5% de los estados penalizan con el doble o más de la multa base por la ocurrencia de una infracción por exceso de velocidad cerca de una zona de trabajo, un 21,1% penaliza por cualquier acción indebida que acontezca cerca de ella y, por último, un 15,4% penaliza por varias acciones, que incluye categorías más específicas y subjetivas (ejemplos son las categorías de situar en riesgo a un trabajador, conducción temeraria, entre otros). La Figura IV-1 presenta la distribución de tipos de penalizaciones en zonas de trabajo viales.

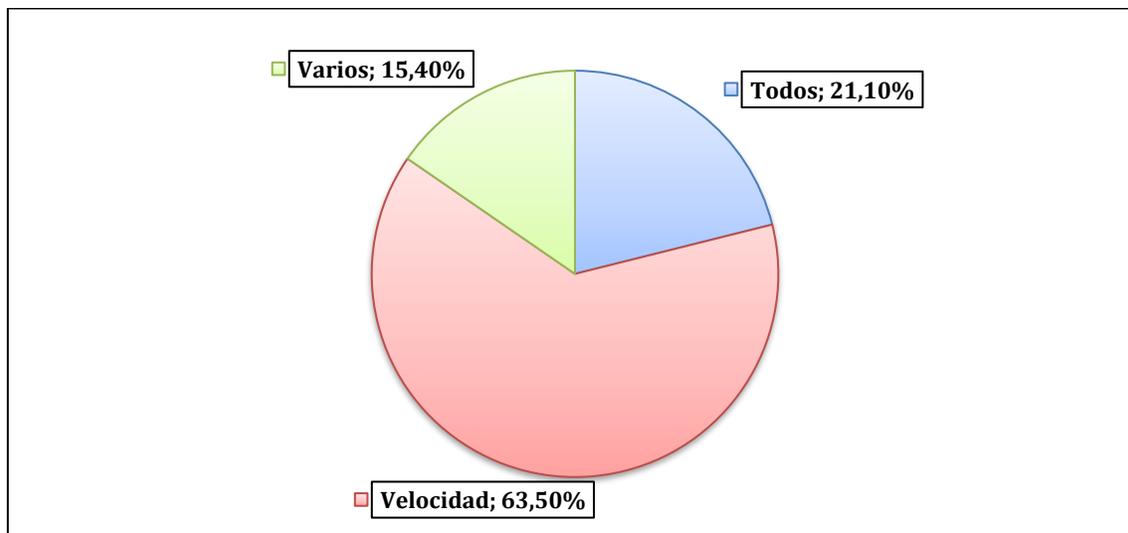


Figura IV-1 Tipos de penalizaciones por zona de trabajo en Estados Unidos en 2018.
Fuente: Elaborado a partir de datos de National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation (2019) y datos de Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor (2019).

La Figura IV-2 presenta los tipos de penalizaciones en zonas de trabajo viales de forma gráfica.

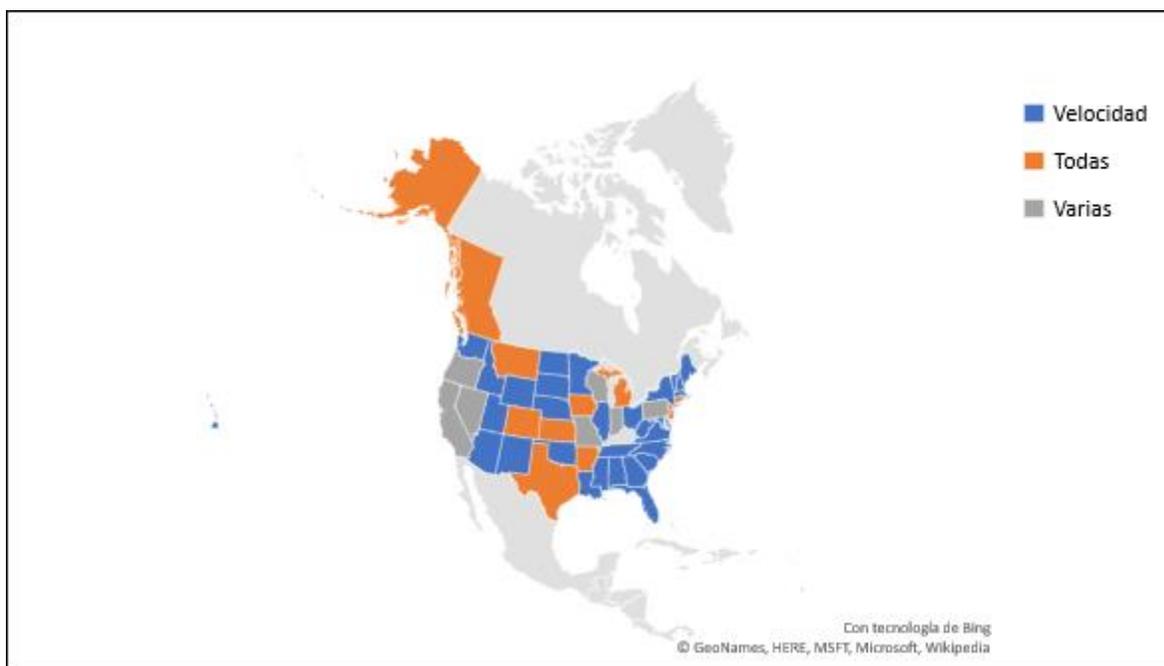


Figura IV-2 Tipos de penalizaciones por zona de trabajo en Estados Unidos de forma gráfica.
Fuente: Elaborado a partir de datos de National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation (2019) y datos de Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor (2019).

IV.5.2 Requerimientos que hacen efectiva la multa en Estados Unidos

De forma más específica, existen dos elementos que, según los requerimientos de cada estado, hacen efectiva la multa. Estos elementos son 1) Si se contaba con la señalización adecuada y 2) Si estaba presente un trabajador en la obra.

Entre los estados considerados para el estudio, se presentan todas las combinaciones posibles, es decir, existen estados que pueden no requerir ningún elemento, que requieran uno y otros que exigen ambos. A partir de los datos, se desprende que un 3,8% requiere solo la presencia del trabajador, 36,5% la presencia de solo señaléticas, 48,0% de ambos elementos y 11,5% de ninguno. La Figura IV-3 presenta la distribución de requerimientos de presencia.

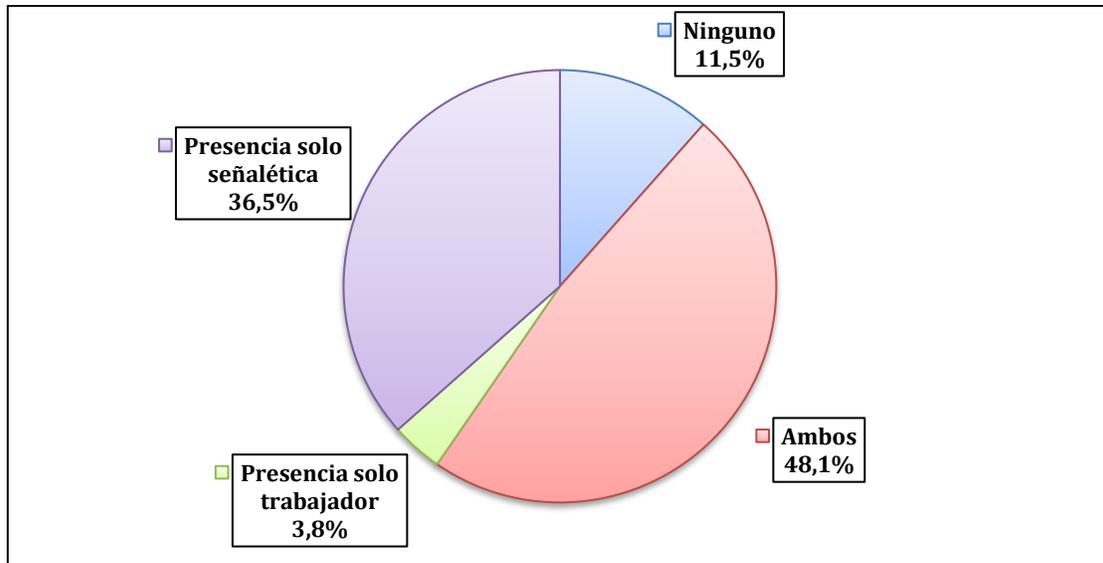


Figura IV-3 Requisitos para ser multado en Estados Unidos.

Fuente: Elaborado a partir de datos de National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation (2019) y datos de Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor (2019).

Según el Banco Mundial (2018), las muertes y lesiones causadas por accidentes de tránsito frenan el crecimiento económico, inclusive el no invertir en seguridad vial trae consigo una reducción del PIB entre un 7% y un 22% en un período de 24 años.

Esto es relevante ya que las sanciones en cada uno de los estados de Estados Unidos varían. Un diagnóstico comparativo entre PIB, PIB per cápita, Monto de la primera Multa (se presenta el monto de la primera penalización, dado que algunos estados modifican el monto si se reitera la falta), y el número de Fallecidos en accidentes viales en zonas de trabajo puede dar luces para afrontar los desafíos en seguridad vial en estas zonas.

La Figura IV-4 presenta gráficamente y de forma espacial el rango del monto de las multas según estado en Estados Unidos al año 2017.

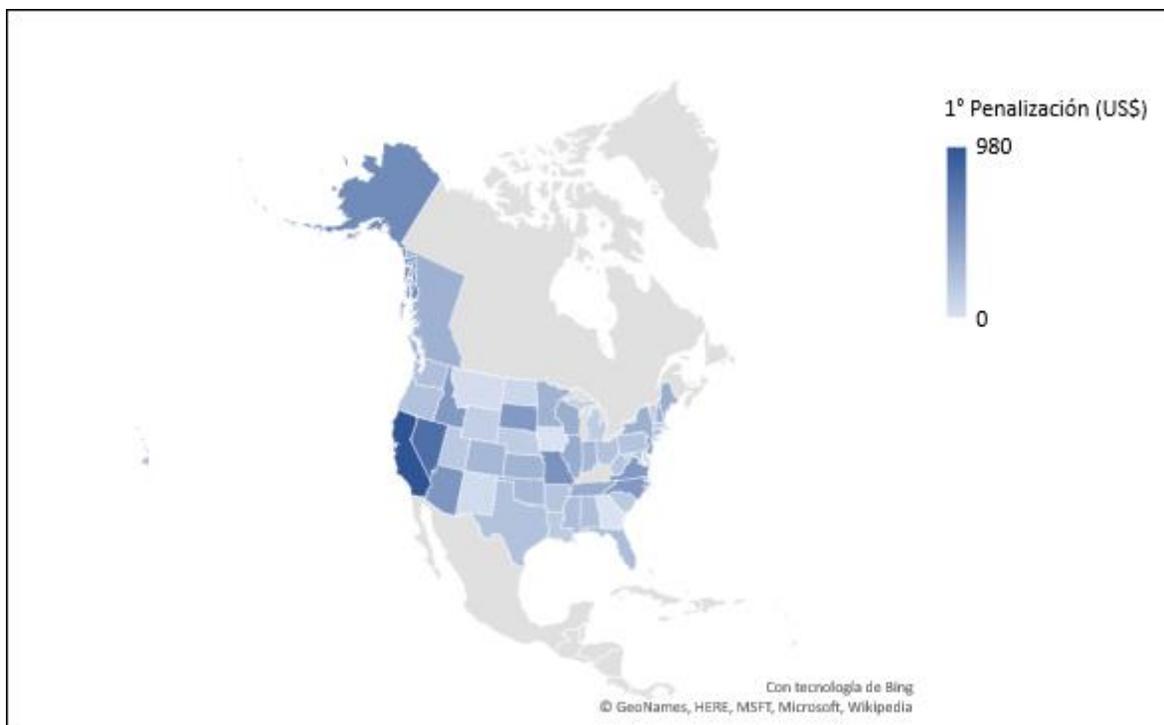


Figura IV-4 Monto por primera penalización en zonas de trabajo en Estados Unidos.
Fuente: Elaborado a partir de datos de National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation (2019) y datos de Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor (2019).

Se observa que los valores se encuentran en un amplio rango y no existe una distribución geográfica marcada en cuanto a los montos de las multas.

IV.5.3 Relación entre el monto de la primera multa, número de fallecidos, PIB y PIB per cápita por estado en Estados Unidos

A continuación, se presenta un mayor detalle en los diferentes estados, relacionando el PIB, PIB per cápita, Monto de Primera Multa y el número de Fallecidos en zonas de trabajo viales. Las Figuras IV-5, IV-6, IV-7, IV-8, IV-9, IV-10, IV-11 y IV-12 presentan la relación entre estas variables para los distintos estados de Estados Unidos al año 2017.

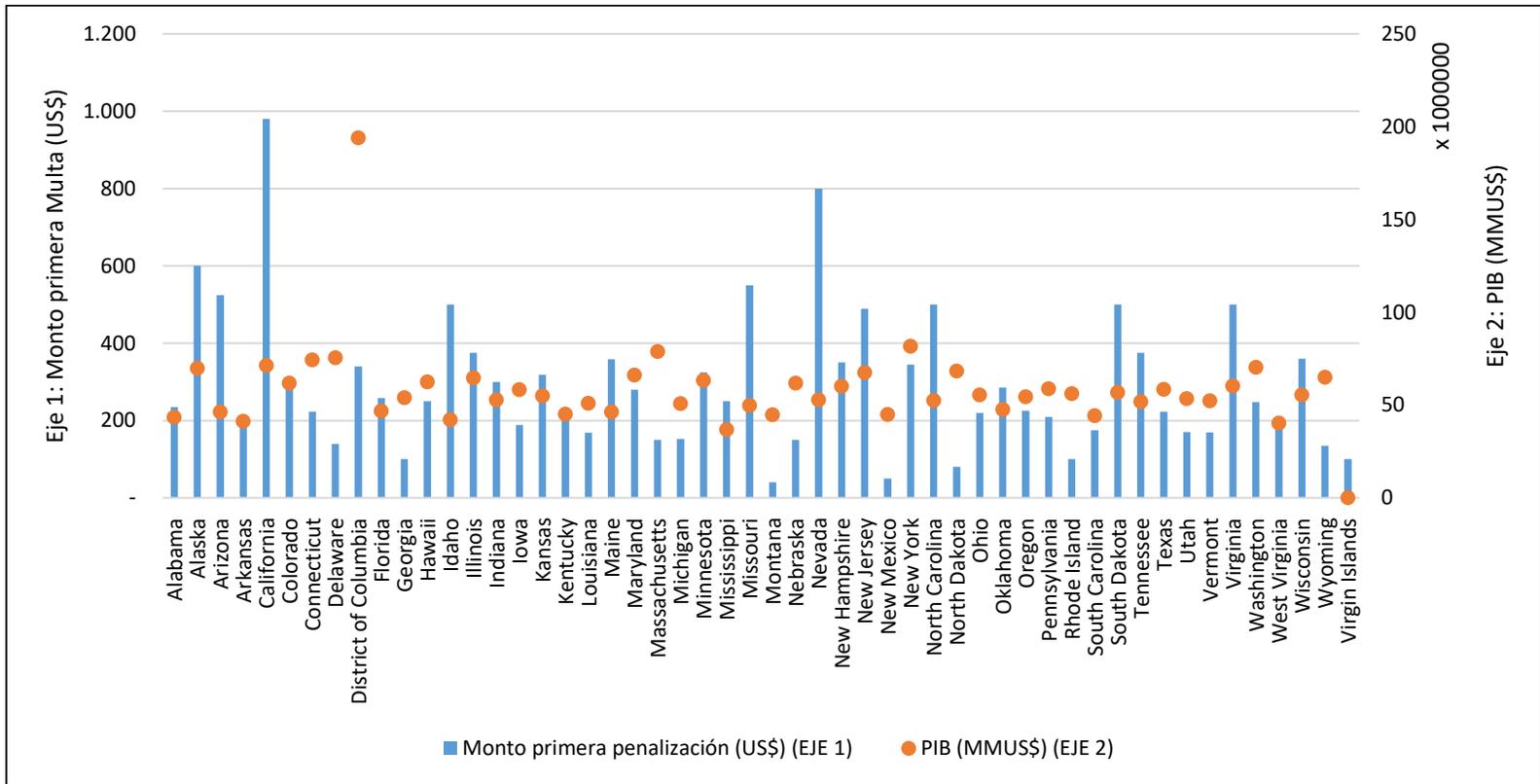


Figura IV-5 Producto Interno Bruto y monto de Penalización por estado en Estados Unidos (2017).

Fuente: Elaborado a partir de datos de National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation (2019), datos de Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor (2019) y cifras proyectadas a partir de US Census Bureau State and Local Government Finances (2019).

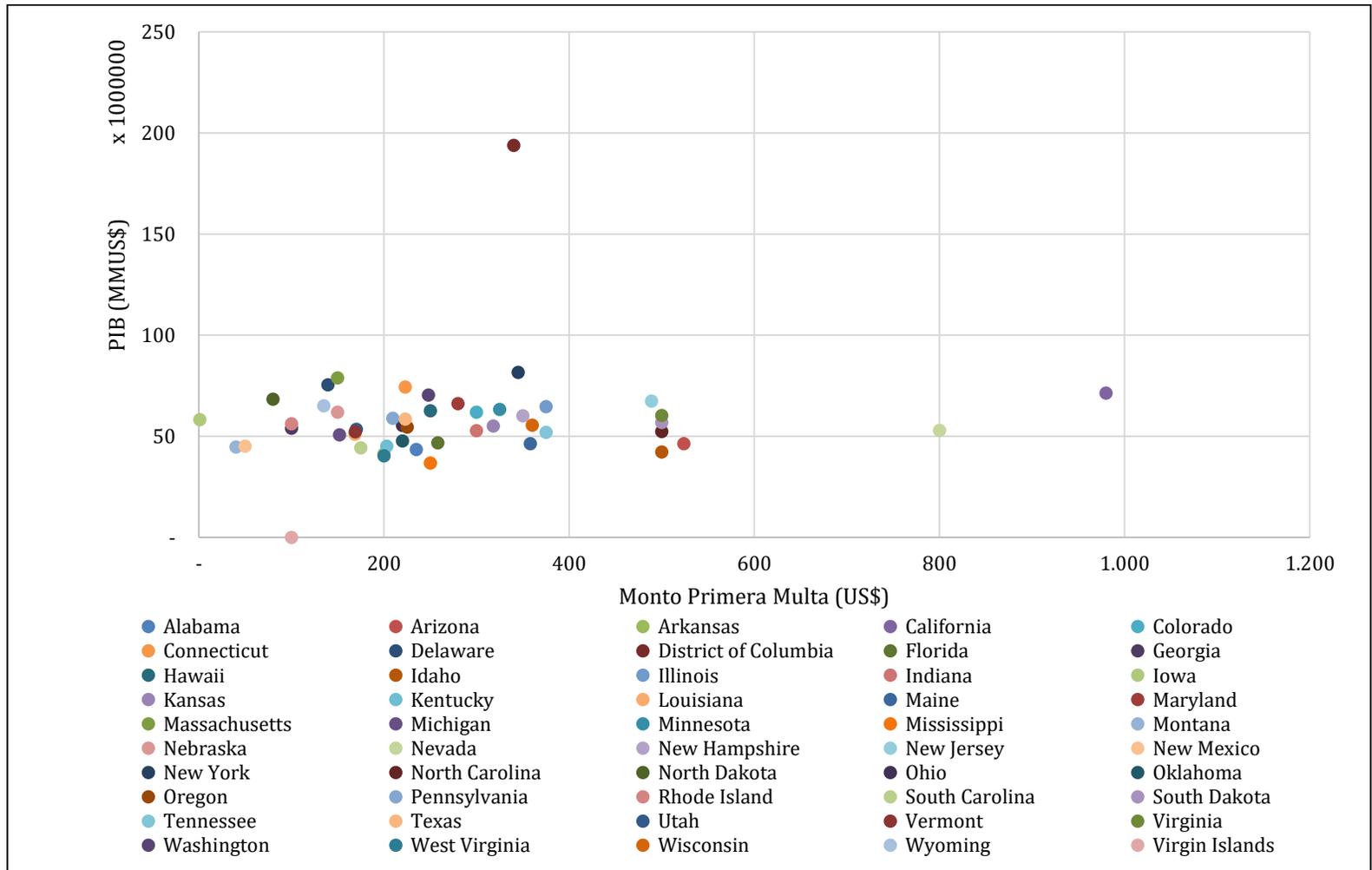


Figura IV-6 Producto Interno Bruto versus monto de Penalización en Estados Unidos (2017).

Fuente: Elaborado a partir de datos de National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation (2019), datos de Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor (2019) y cifras proyectadas a partir de US Census Bureau State and Local Government Finances (2019).

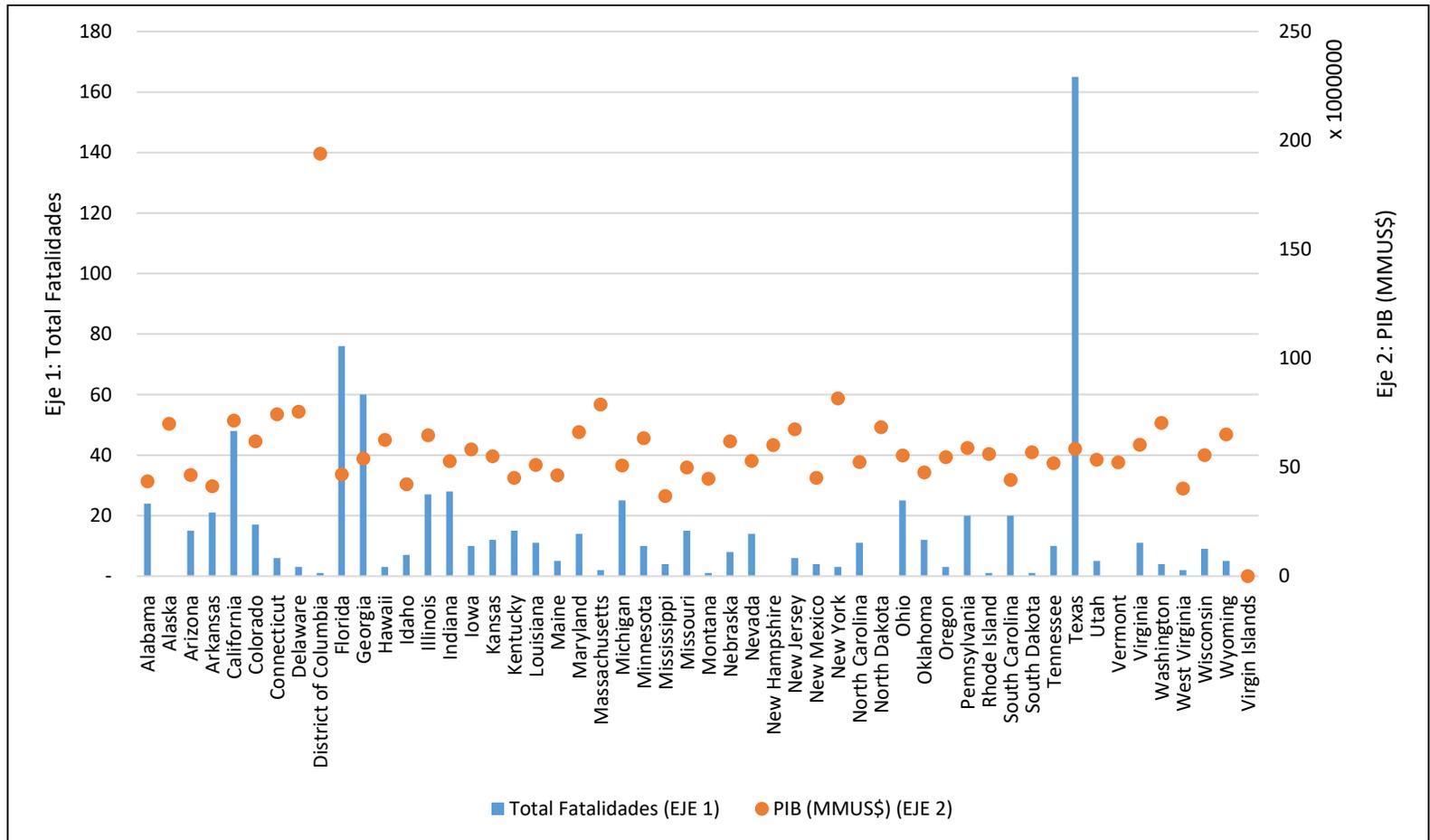


Figura IV-7 Producto Interno Bruto y número de fatalidades en Estados Unidos (2017).

Fuente: Elaborado a partir de datos de National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation (2019), datos de Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor (2019) y cifras proyectadas a partir de US Census Bureau State and Local Government Finances (2019).

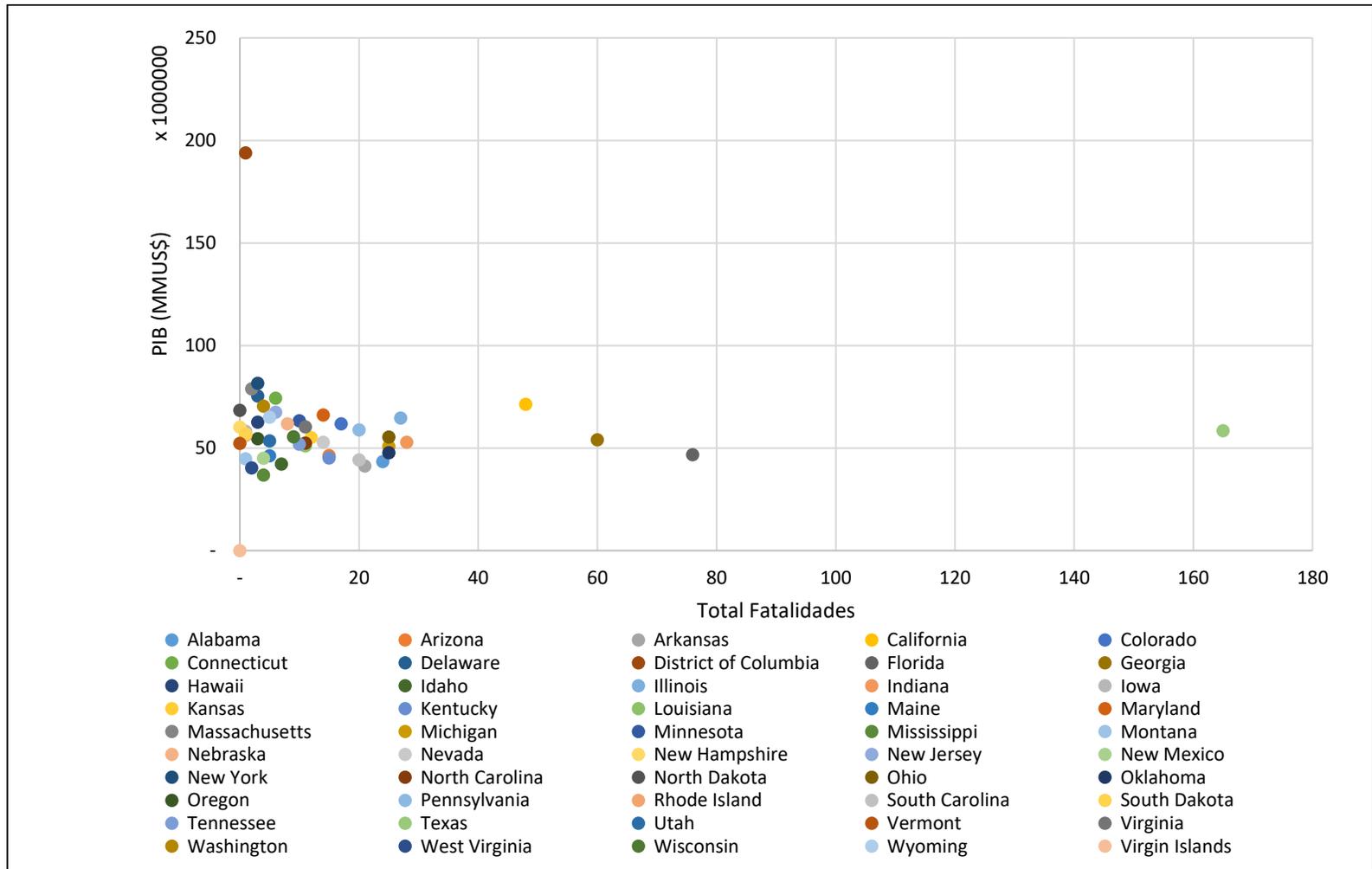


Figura IV-8 Producto Interno Bruto versus número de fatalidades en Estados Unidos (2017).

Fuente: Elaborado a partir de datos de National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation (2019), datos de Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor (2019) y cifras proyectadas a partir de US Census Bureau State and Local Government Finances (2019).

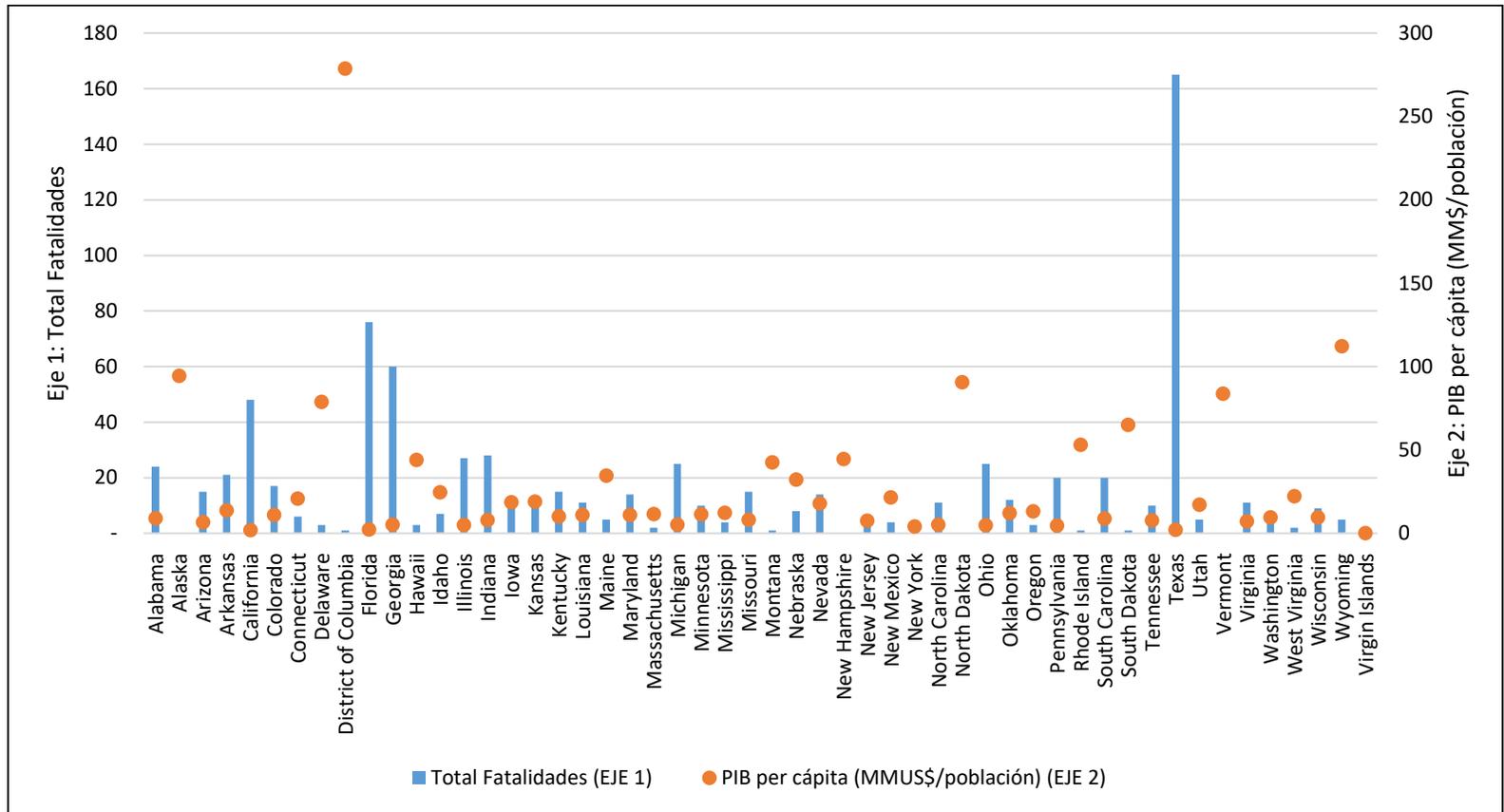


Figura IV-9 Producto Interno Bruto per cápita y número de Fallecidos en Estados Unidos (2017).

Fuente: Elaborado a partir de datos de National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation (2019), datos de Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor (2019) y cifras proyectadas a partir de US Census Bureau State and Local Government Finances (2019).

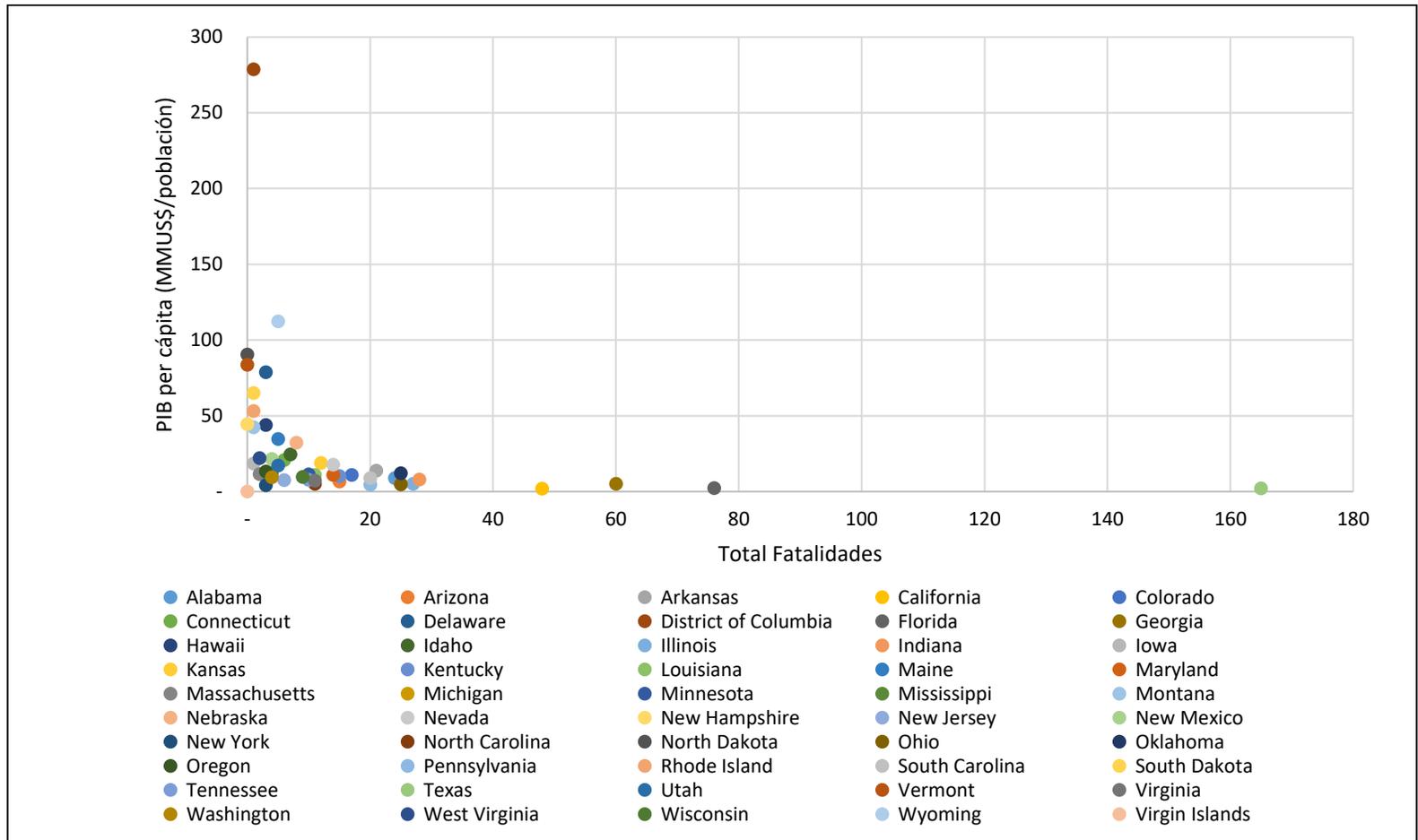


Figura IV-10 Producto Interno Bruto per cápita versus número de Fallecidos en Estados Unidos (2017).

Fuente: Elaborado a partir de datos de National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation (2019), datos de Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor (2019) y cifras proyectadas a partir de US Census Bureau State and Local Government Finances (2019).

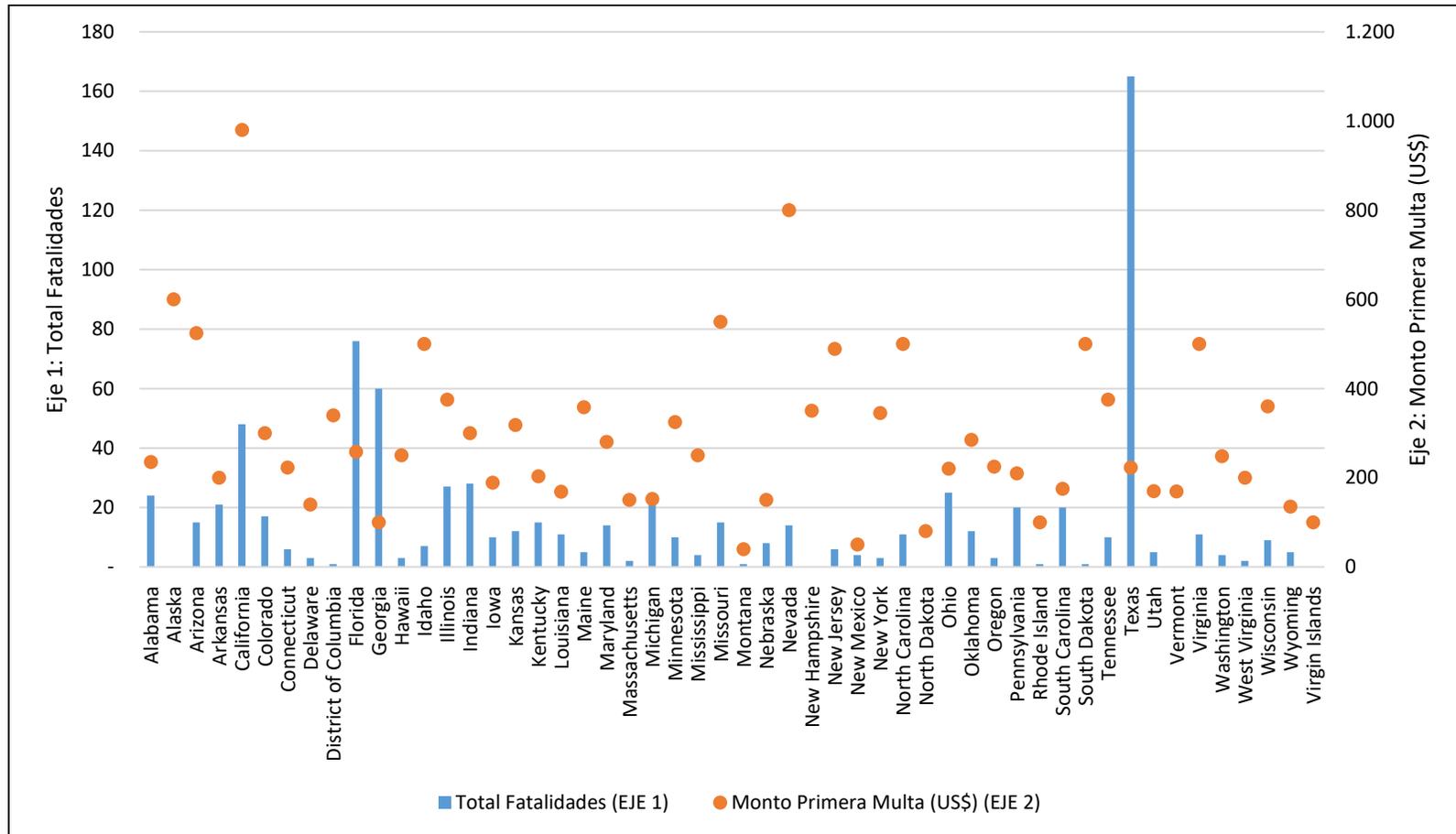


Figura IV-11 Monto Primera Multa y número de Fallecidos en Estados Unidos (2017).

Fuente: Elaborado a partir de datos de National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation (2019), datos de Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor (2019) y cifras proyectadas a partir de US Census Bureau State and Local Government Finances (2019).

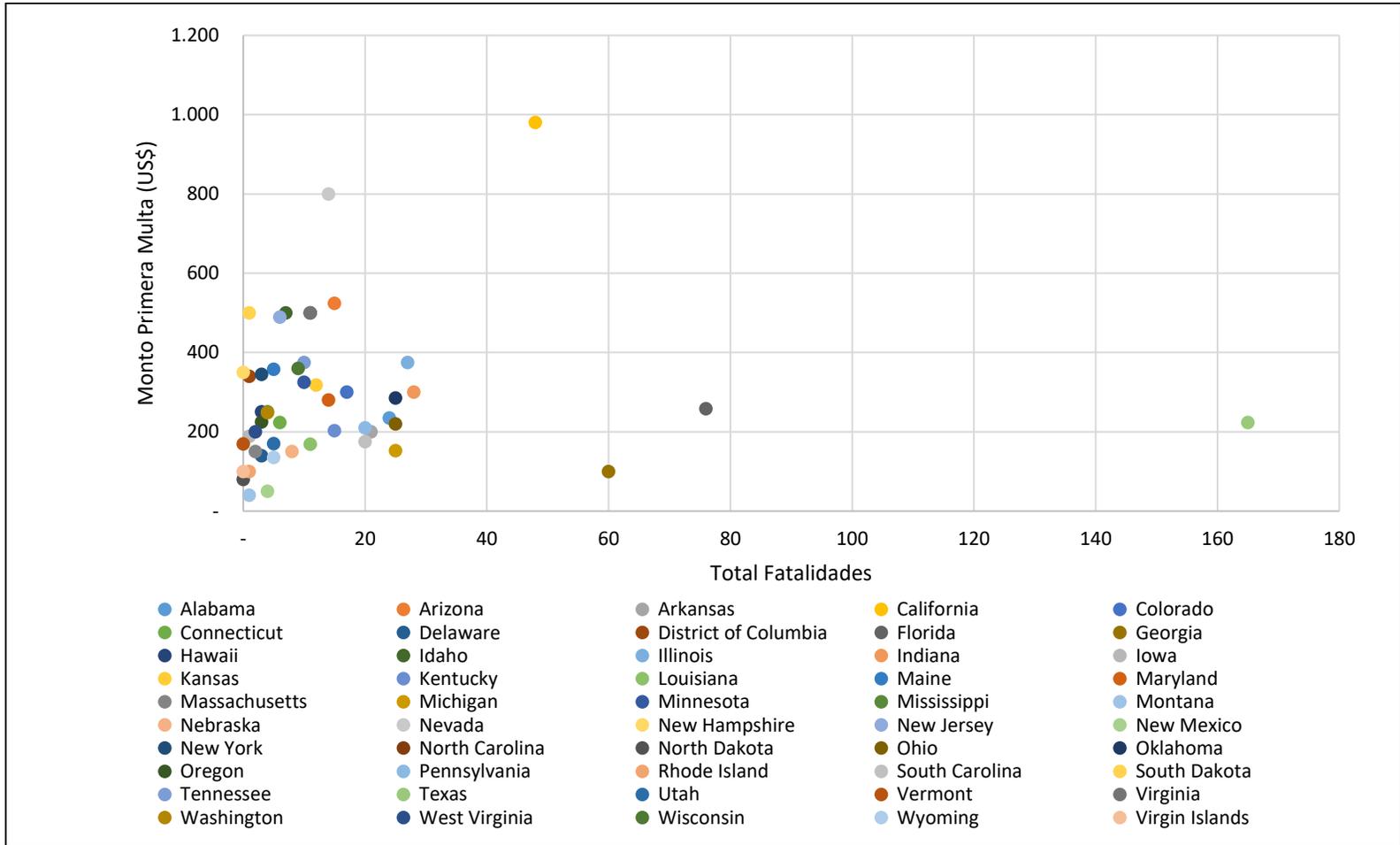


Figura IV-12 Monto Primera Multa versus número de Fallecidos en Estados Unidos (2017).

Fuente: Elaborado a partir de datos de National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation (2019), datos de Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor (2019) y cifras proyectadas a partir de US Census Bureau State and Local Government Finances (2019).

Una interpretación en cuanto a las Figuras IV-5 y IV-6 es que no existe una clara relación entre el PIB del estado y el Monto de la Primera Multa. Si bien, una de las posibilidades era que, un estado con mayor ingreso exija mayores estándares en su territorio -entre ellos el estándar de la seguridad vial y la de los colaboradores de la vía-, lo que implicaría penalizaciones mayores a los infractores, iniciando por el monto de las multas.

Al realizar el mismo cálculo, pero mediante el PIB per cápita y el Monto de la Primera Multa (Figuras IV-7 y IV-8), es decir, por el número de habitantes en el territorio, tampoco se observa una tendencia clara.

De igual forma, las Figuras IV-9 y IV-10 no presentan una clara relación en cuanto al PIB per cápita y el número de Fatalidades. Se esperaba que, un estado con mayor PIB per cápita fuera un territorio con mejores políticas públicas y cultura vial que permitieran mantener menores tasas de fatalidades.

Por último, las Figuras IV-11 y IV-12 al comparar el número de Fatalidades con el Monto de la Primera Multa, tampoco presenta una tendencia clara.

Entendiendo esto, al comparar Estados Unidos con Reino Unido, se observa que Estados Unidos presenta una tasa de siniestralidad mayor a la presente en Reino Unido, siendo ambos países desarrollados y de altos ingresos, pero con distintas políticas en seguridad vial y la de los colaboradores en la vía.

IV.5.4 Comparación entre políticas de seguridad vial en zonas de trabajo a nivel internacional

La Organización Mundial de la Salud intenta explicar esta relación, en su informe *Global Status Report on Road Safety (2018)* en donde muestra las diferentes políticas que han ido implementando los países para disminuir los siniestros de tránsito, lo que engloba la seguridad vial en zonas de trabajo.

Un primer punto, es son las leyes de velocidad. Estados Unidos no tiene un límite de velocidad en carreteras urbanas, mientras que Reino Unido si, de 50 km/hr e

incluye la posibilidad de modificarla. Esto permite poder reducir la velocidad aún más en sectores donde se perciba necesario hacerlo (por ejemplo, escuelas o lugares con alta congestión). Es un hecho que controlar la velocidad permite reducir los accidentes ya que se posee un mayor control del vehículo ante una eventualidad o descuido.

Un segundo punto, dice relación, con las restricciones en cuanto a consumo de alcohol. Ambos países poseen el mismo criterio máximo de presencia de alcohol en la sangre, correspondiente a un rango entre 0,05 y 0,08 g/dl de alcohol en la sangre para el conductor adulto general y de un rango menor a 0,02 g/dl para conductores jóvenes.

Un tercer punto, dice relación con el uso de elementos de seguridad. Estados Unidos no posee leyes con respecto al uso de casco. El que no exista una ley permite que los motoristas y ciclistas circulen por la vía pública sin protección incrementando en un 42% el riesgo de accidentes fatales (OMS, 2018). Por el contrario, Reino Unido exige su uso en todos los caminos, para todos los conductores y en todas las velocidades posibles.

Otro elemento de seguridad es el cinturón de seguridad. Este elemento disponible en los autos para conductores y pasajeros, de ser utilizado siempre, reduce el riesgo de muerte en un 50% para los pasajeros delanteros y 25% para los traseros (OMS, 2018). Estados Unidos exige el uso de este elemento únicamente a los pasajeros delanteros, lo que reduce en parte (en menor medida) el riesgo de fatalidad. Por el contrario, Reino Unido exige el uso de este elemento tanto en conductores como en pasajeros, reduciendo aún más el riesgo de fatalidades. Una buena práctica es exigir el uso de cinturón de seguridad para todos los pasajeros.

De forma gráfica, la Figura IV-13 presenta la clasificación de la cantidad de estándar internacionales implementados por país, donde se aprecia que Reino Unido lidera con 7-8 políticas, Estados Unidos posee entre 2-6 y Chile se ubica en la categoría de entre 0-1 políticas internacionales implementadas en seguridad vial.

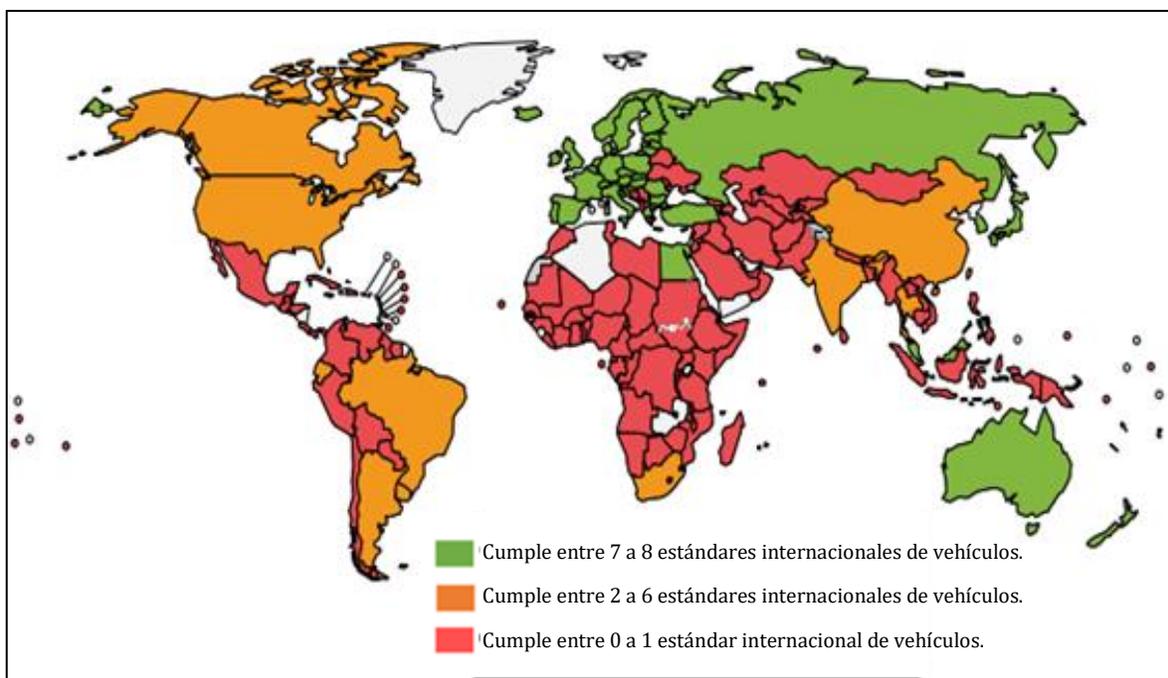


Figura IV-13 Categorización de países según número de políticas internacionales implementadas.
Fuente: Adaptado de Organización Mundial de la Salud, Global Status Report on Road Safety 2018.

V. Propuestas para mejorar la seguridad vial en zonas de trabajo

Para finalizar, en este quinto capítulo se desarrollan recomendaciones que buscan como objetivo mejorar las políticas actuales en torno a la seguridad vial y la de los colaboradores en la vía y, con ello, disminuir el número de afectados y fallecidos producto de los siniestros viales mientras que, a su vez, se incrementa el nivel de servicio prestado.

V.1 Campañas de comunicación permanentes

Durante los últimos años se ha observado un efecto positivo de las campañas de sensibilización para concientizar a la población y prevenir los accidentes durante festivales nacionales que incluyen movimientos masivos de vehículos. Se debe realizar un esfuerzo para extender estas campañas de forma permanente y difundir a través de diversos medios de comunicación la necesidad de incorporar la seguridad a diario.

V.2 Comunicación efectiva en tiempo y espacio

Por otro lado, desde el punto de vista del conductor, podría ayudar la generación de una política de comunicación efectiva que informe a las personas cuando aún tienen la posibilidad de tomar decisiones en la vía. Por ejemplo, proporcionar información sobre la ubicación y magnitud de estas intervenciones a fin de brindarle al conductor la posibilidad de elegir rutas alternativas.

Junto a lo anterior, la entrega de información -como por ejemplo un mapa con las zonas de trabajo viales que se planificaron para el año- permitiría dar a conocer también con anterioridad la información a los usuarios y posibles agentes afectados. Todo con el fin de comunicar sobre una intervención cuando aún se tienen alternativas y la posibilidad de decidir.

V.3 Nuevo sistema de evaluación y adjudicación de proyectos

Otra recomendación es un sistema de evaluación de intervenciones que considere la metodología que presenta el contratista para su intervención y diferenciar costos directos e indirectos. Los costos directos son los que se pagarán, pero los costos indirectos servirán para adjudicar la propuesta. Se puede considerar un valor monetario del tiempo por pista e intersección cerrada. Así, el costo indirecto puede ser un parámetro para decidir si una propuesta es más conveniente para el Estado o no.

También, una sugerencia recurrente pero no menos importante es, asegurar constantemente que el estándar de diseño de los planes de señalización y medidas de seguridad, así como el estándar del diseño del control de tráfico temporal y las prácticas que son implementadas en terreno sea consistentes y uniformes. Además, dentro de los planes de señalización y medidas de seguridad (PSMS), se requiere considerar los cambios de condiciones a lo largo del tiempo y su respectiva actualización.

Si bien los esquemas típicos presentan ejemplos de señalización y medidas de seguridad, estos deben ser ajustados a las condiciones particulares de la zona de trabajo vial, ya que los documentos de Chile no consideran las condiciones únicas de cada región. Chile es un país largo que presenta por ejemplo condiciones climáticas muy diversas. Dichas condiciones generan un nuevo escenario y condiciones especiales a considerar. En el caso de los documentos de Estados Unidos, la FHWA presenta un único documento, pero cada Estado complementa con un manual o guía que permite considerar condiciones locales y únicas del Estado.

V.4 Considerar condiciones particulares de las locaciones

En el caso de condiciones climáticas adversas, con vientos que alcanzan gran velocidad, se requiere sujetar y retener los dispositivos y elementos de seguridad, para la seguridad de los usuarios que se pueden ver afectados en la vía como para los

trabajadores que se ven desprotegidos. Experiencias en el sur de Chile en que los conos son arrastrados por la fuerza del viento deben servir como advertencia.

Por otro lado, condiciones adversas en cuanto a visibilidad también debiesen ser consideradas de acuerdo con la locación particular. Garantizar un estándar mínimo de desempeño a nivel general y en locaciones particulares en que se observan condiciones adversas, considerar además un estándar especial.

Estas nuevas consideraciones debiesen estar presentes en los documentos de señalización y medidas de seguridad, esquemas propuestos y puntos relevantes de los manuales, guías y normas.

Un punto particular, es la ausencia de señalización y medidas de seguridad para las intervenciones en ciclovías y los cierres de estas en los esquemas propuestos a nivel nacional. Ante esto, los manuales internacionales presentan propuestas que pueden ser adoptadas y adaptadas a las condiciones locales.

V.5 Sanciones

Volviendo a Estados Unidos, casi todos los estados tienen leyes que aumentan las sanciones por exceso de velocidad o cometer otras infracciones de tránsito mientras se encuentran en una zona de trabajo de construcción. A menudo, la penalización consiste en duplicar la multa aplicable si se hubiera cometido la misma infracción de tráfico fuera de una zona de construcción.

Además, el MUTCD señala que los límites de velocidad reducidos deben ser utilizados únicamente en la parte específica de la zona de trabajo vial donde están presentes las condiciones o características restrictivas. No obstante, las nuevas tecnologías podrían ayudar a predecir en qué condición y cuándo puede ser requerido modificar el límite de velocidad y no solo en una zona específica. Esto se puede realizar mediante pórticos en el caso de autopistas o carreteras o desde dispositivos auxiliares instalados en las intervenciones viales.

En el caso de Reino Unido, las obras viales a menudo cuentan con la presencia de cámaras de velocidad (cámaras que verifican velocidades medias a lo largo de las obras) y seguidamente informan la velocidad real del vehículo al mismo conductor, buscando de esa forma limitar la velocidad máxima en las obras viales.

El punto anterior, cobra relevancia dado que en Chile se la evidencia muestra que la implementación de un “castigo” genera resultados en corto plazo, tal como lo han demostrado la Ley Tolerancia Cero, Ley Emilia, entre otras.

V.6 Nuevas tecnologías

La mayor parte de los documentos en Chile rigen de manera prescriptiva y única la forma de señalar e implementar dispositivos y medidas de seguridad, lo que restringe a su vez la innovación y uso de nuevas tecnologías.

En general, en las zonas de trabajo viales se utilizan equipos de varios tipos de sistemas de retención (barreras de seguridad, cercas, etc.), delineadores / balizas / conos, etc. (para advertencia y guía de los conductores, así como la separación física del área de construcción del tráfico), vertical letreros (incluido VMS), marcas temporales en el camino, luces de advertencia y otros equipos (por ejemplo, bandas sonoras, montantes reflectantes, etc.).

Un nuevo enfoque que podría ser incorporado, sería alcanzar un desempeño mínimo o prestación de un dispositivo. De esa manera, se incentiva a mejorar la gestión de la seguridad vial en zonas de trabajo y a su vez permitir la incorporación de nuevas tecnologías e innovaciones que podrían incluso estar más adecuadas a la nueva generación de tránsito. Es aquí donde la simulación es útil para estimar, agregar algoritmos y herramientas computacionales que permitan predecir los impactos que van a producir en las intervenciones viales, el flujo, número de accidentes y su gravedad.

Además, se prevé que en un futuro transitarán autos autónomos en las vías, por lo que es importante planificar su llegada y ver cómo puede funcionar adecuadamente bajo distintos escenarios. Una alternativa es que, a través del monitoreo y trabajo con

datos obtenidos mediante pódicos, se logre proyectar las condiciones futuras y generar información en terreno y en tiempo real de forma variable para prevenir siniestros (por ejemplo, velocidad automática, infraestructura y vehículos inteligentes capaces de leer la información y tener medios de respuesta automáticas, entre otros). Todo con el fin de no generar un impacto negativo en la seguridad vial.

Otras innovaciones, más bien físicas y mecánicas también son parte de la nueva tecnología. Ejemplo de ellos son sistemas de desvíos de tránsito de forma vertical, tales como rampas móviles (vehículos que poseen rampas) y que permiten primero proteger a los conductores de los peligros de una intervención vial y a los trabajadores del tráfico y, segundo, comparativamente reducir la congestión vehicular y los tiempos de traslado (considerando que existe una intervención vial presente).

V.7 Escenarios de emergencia

En escenarios de emergencia en que se requiere una rápida respuesta, tales como eventos naturales (terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, tornados) o eventos antrópicos, se requiere considerar condiciones especiales para la seguridad vial en zonas de trabajo. Mecanismos de rápida respuesta para disminuir el riesgo que la zona de trabajo vial puede representar deben ser estudiadas. (por ejemplo, incorporar sistemas automáticos que contengan los materiales, equipos y dispositivos de seguridad, que la señalización pueda ser editada de manera de ayudar a la información de tránsito de emergencia, entre otros puntos).

Coordinar con entidades de emergencia o que se puedan ver afectadas por PSMS es importante también; en los planes especiales para zonas de trabajo que se ubican en vías con alto volumen de tránsito, se debe considerar una preparación y coordinación con aquellas que requieran el uso de las vías con prioridad, tales como Carabineros de Chile, Policía de Investigaciones y Ambulancias.

Además, lo anterior permite planificar el uso de rutas alternativas y medios de transporte alternativos. Por ejemplo, puede que en rutas alternativas existan restricciones que no permitan el tránsito de un vehículo particular (por dimensiones,

peso o tipo de carga que traslada, entre otros). Esto debe ser previsto y planificado con antelación. Si vehículos con carga peligrosa deben modificar su ruta, se debe señalar adecuadamente la nueva ruta.

V.8 Nuevos estudios

Es importante mencionar también que, se debe revisar el reciente aumento del consumo de drogas y estupefacientes en la conducción y su evolución en la participación porcentual de siniestros viales. La reciente implementación del método de *narcotest* ha arrojado valores alarmantes de consumo de drogas y estupefacientes, alcanzando un 22,6% de los conductores fiscalizados bajo la influencia de las drogas (SENDA, 2019).

Otro aspecto fundamental para estudiar es la evolución de la inserción de teléfonos móviles en la conducción debido a las aplicaciones móviles que distraen o se utilizan como sistema de navegación. Esta situación genera distracción durante la conducción y, por lo tanto, aumenta el riesgo de siniestralidad.

Algunas de las formas para implementarlo los estudios es realizarlos de forma periódica todos los años. Seguidamente, se debe informar a la ciudadanía de los resultados que se obtengan, visibilizar los datos de forma gráfica y comparar índices a nivel internacional con países referentes a nivel mundial en seguridad vial, generando así una mayor comunicación en las personas.

Nuevos estudios que permitan armonizar las zonas de trabajo viales a nivel nacional, pero distinguiendo las necesidades particulares de las locaciones también son necesarios. Deben existir a nivel nacional normas y directrices a nivel con respecto al diseño, señales, operación, entre otros. Un ejemplo de ello es el caso de Estados Unidos, que ha abordado las diferencias entre sus estados en los manuales y guías de seguridad vial y tránsito. Chile debiese considerar las diferencias entre sus regiones, y con particular énfasis en las regiones extremas con condiciones adversas.

Por último, hay que recordar que la seguridad de los trabajadores y usuarios en las zonas de trabajo es lo primordial.

VI. Conclusiones y comentarios finales

La infraestructura a medida que cumple su vida útil o experimenta desgaste por su uso, requiere de intervenciones viales de mantenimiento. Estas intervenciones generan riesgo de accidentes viales y mientras mayor sea el número de intervenciones, mayor será la exposición.

Las zonas de trabajo viales representan un riesgo a la comunidad vial, particularmente en países en vías de desarrollo que poseen una abundante cantidad de rehabilitaciones, mantenciones y construcción de caminos y que no han realizado los esfuerzos suficientes para mejorar la cultura y seguridad vial en zonas de trabajo.

Puede que, por descuido, desconocimiento o simplemente por competencia de costo directo, no se incorporen las mejores prácticas en seguridad vial en zonas de trabajo y no se incorpore tecnología de vanguardia que podría mejorar sustancialmente la seguridad.

El no considerar que el entorno vial ha cambiado y nuevas condiciones se presentan es ilógico. Estas nuevas condiciones afectan directamente la vida de las personas, generando pérdidas económicas a los países y pérdidas de vidas humanas. Tal vez el costo directo sea mayor en una mejor implementación en seguridad vial en zonas de trabajo. No obstante, la importancia de una apropiada seguridad en zona de trabajo radica en los costos indirectos, como la movilidad, la compensación en tiempo y calidad de vida para los usuarios.

Referencias

American Road and Transportation Builders Association (2018). Pedestrian Accommodation in Work Zones: A Field Guide. [online] Disponible en: https://www.workzonesafety.org/files/documents/training/fhwa_wz_grant/artba_pedestrian_accommodation_wz.pdf

American Road and Transportation Builders Association (2018). Work Zone Traffic Control Devices: Installing and Maintaining Crashworthy. [online] Disponible en: https://www.workzonesafety.org/files/documents/training/fhwa_wz_grant/artba_wz_rashworthiness_field_guide-508.pdf

American Traffic Safety Services Association (2013). Work Zone Road Safety Audit Guidelines and Prompt Lists. (2013). [online] Disponible en: https://www.workzonesafety.org/files/documents/training/fhwa_wz_grant/atssa_wz_RSA_guide.pdf

Asociación Chilena de Seguridad (2007). Control de Riesgos en Obras de Construcción. Santiago, Chile. [online] Disponible en: https://www.achs.cl/portal/trabajadores/Capacitacion/CentrodeFichas/Paginas/Control_de_Riesgos_en_Obras_de_Construccion_Construccion_de_Tuneles.aspx

Austroroads (2018). Guide to Temporary Traffic Management Practice. [online] Disponible en: <https://austroroads.com.au/latest-news/austroroads-guide-to-temporary-traffic-management-practice>

Banco Mundial. (2018). Las muertes y lesiones causadas por accidentes de tránsito frenan el crecimiento económico de los países en desarrollo. [online] Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/01/09/road-deaths-and-injuries-hold-back-economic-growth-in-developing-countries>

British Columbia – Ministry of Transportation and Infrastructure (2015). Traffic Management Manual for Work on Roadways. [online] Disponible en: https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/driving-and-transportation/transportation-infrastructure/engineering-standards-and-guidelines/traffic-engineering-and-safety/traffic-engineering/traffic-management-and-traffic-control/tcm-work-on-roadways/tcm_consolidated.pdf

Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor (2019). Injuries, Illnesses, and Fatalities. [online] Disponible en: <https://www.bls.gov/iif/>

Calgary - Canada (2016). Temporary Traffic Control Manual. [online] Disponible en: <https://www.calgary.ca/Transportation/Roads/Documents/Contractors-and-Consultants/temporary-traffic-control-manual.pdf?noredirect=1>

City of Saskatoon – Canada (2019). Temporary Traffic Control Manual. [online] Disponible en: https://www.saskatoon.ca/sites/default/files/documents/transportation-utilities/2019_temporary_traffic_control_manual.pdf

Comisión Nacional de Seguridad del Tránsito (1997). Guía de Seguridad para Trabajos en las vías públicas de las Ciudades. Santiago, Chile. [online] Disponible en: http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/seguridadvial/Documents/Res27a_3_1.pdf

CONASET, Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito. (2019). Acuerdo Nacional por la Seguridad Vial de Chile. Santiago, Chile. [online] Disponible en: <https://www.conaset.cl/wp-content/uploads/2019/06/Libro-Acuerdo-Nacional-por-la-Seguridad-Vial-de-Chile.pdf>

CONASET, Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito. (2019). Política Nacional de Seguridad de Tránsito. Santiago, Chile. [online] Disponible en:

https://www.conaset.cl/wp-content/uploads/2017/12/POL%C3%8DTICA-NACIONAL-DE-SEGURIDAD-DE-TR%C3%81NSITO-2017_versi%C3%B3n-web.pdf

CPWR, *Center for Construction Research and Training*. (2018). Fatal injuries at road construction sites among construction workers. [online] Disponible en: <https://www.cpwr.com/sites/default/files/publications/Quarter2-QDR-2018.pdf>

De Solminihac, H., Echaveguren, T., & Chamorro, A. (2018). *Gestión de Infraestructura Vial* (3rd ed.). Santiago, Chile: Ediciones UC.

De Solminihac, H. (1992). Thesis (Ph. D.) *System analysis for expediting urban highway construction*. University of Texas at Austin, United States.

Department for Transport (2013). *Safety at Street Works and Road Works – A Code of Practice*. [online] Disponible en: <https://www.infrastructure-ni.gov.uk/sites/default/files/publications/drd/safety-at-street-works-and-road-works-a-code-of-practice.pdf>

Department for Transport/Highways Agency (2009). *Traffic Signs Manual – Chapter 8: Traffic Safety Measures and Signs for Road Works and Temporary Situations*. [online] Disponible en: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/203669/traffic-signs-manual-chapter-08-part-01.pdf

Department of Transportation & Local Government Management Services Board (2010). *Guidance for the Control and Management of Traffic at Roadworks*. [online] Disponible en: <https://www.lgma.ie/en/publications/corporate/guidance-for-the-control-and-management-of-traffic-at-roadworks-second-edition-2010.pdf>

Department of Transportation of California (Caltrans) (2018). *California Temporary Traffic Control Handbook*. [online] Disponible en: <https://www.sce.com/sites/default/files/inline-files/tcm.pdf>

Dirección Nacional de Vialidad - Ministerio de Obras Públicas. (2018). Manual de Carreteras. Santiago, Chile. [online] Disponible en: https://portal.ondac.com/601/articles-59868_doc_pdf.pdf

Dirección Nacional de Vialidad - Ministerio de Obras Públicas. (2019). Conceptos de caminos básicos (p.1). Santiago, Chile. [online] Disponible en: http://www.vialidad.cl/proyectos/caminosbasicos/Documents/Conceptos_CBasicos.pdf

Dirección Nacional de Vialidad - Ministerio de Obras Públicas. (2019). Red Vial Nacional: Dimensionamiento y Características. Santiago, Chile. [online] Disponible en: <http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/gestionvial/Documents/redvialnacional2018.pdf>

EC, European Commission – Directorate General for Transport. (2018a). *Annual Accident Report European Commission 2018*. [online] Disponible en: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/statistics/dacota/asr2018.pdf

EC, European Commission. (2018b). *Roads 2018*. [online] Disponible en: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/ersosynthesiss2018-roads.pdf

ERF, European Union Road Federation. (2018). *Road Asset Management*. [online] Disponible en: <http://erf.be/wp-content/uploads/2018/07/Road-Asset-Management-for-web-site.pdf>

ERF, European Union Road Federation. (2019). *Towards Safer Work Zones*. [online] Disponible en: http://erf.be/wp-content/uploads/2019/07/Towards_Safer_Work_Zones_EN_FINAL.pdf

European Transport Safety Council (2011). Preventing Road Accidents and Injuries for the Safety of Employees. [online] Disponible en: http://archive.etsc.eu/documents/praise/PRAISE_Handbook.pdf

European Union Road Federation (2014). Work Zone Safety in Europe. [online] Disponible en: http://www.rrs.erf.be › images › 22._John_Kreps.pdf

European Union Road Federation (2019). Towards Safer Work Zones. [online] Disponible en: <https://erf.be/publications/towards-safer-work-zones/>

Federal Highway Administration - US Department of Transportation (2009). Manual of Uniform Traffic Control Devices (MUTCD). [online] Disponible en: <https://mutcd.fhwa.dot.gov/pdfs/2009/mutcd2009edition.pdf>

IFR, International Road Federation. (2018). *Mandating Safer Work Zones Globally*. [online] Disponible en: <https://www.irf.global/docs/committees/IRF-Policy-Statement-to-Mandate-Safer-Global-Work-Zones-180406.pdf>

Illinois Institute of Technology (2009). Highway Work Zone Safety Audits at the Construction Stage. [online] Disponible en: https://www.workzonesafety.org/files/documents/database_documents/Publication_9942.pdf

Instituto Nacional de Estadísticas (2019a) Censos de Población y Vivienda. [Base de Datos] Disponible en: <https://www.ine.cl/estadisticas/censos/censos-de-poblacion-y-vivienda>

Instituto Nacional de Estadísticas (2019b) Demográficas y Vitales. [Base de Datos] Disponible en: <https://www.ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales>

Instituto Nacional de Estadísticas (2019c) Transporte y Comunicaciones. [Base de Datos] Disponible en: <https://www.ine.cl/estadisticas/economicas/transporte-y-comunicaciones>

Iowa State University Institute for Transportation (2016). Temporary Traffic Control Handbook. [online] Disponible en: http://publications.iowa.gov/21890/1/IADOT_InTrans_Wiegand_Temporary_Traffic_Control_Handbook_2016.pdf

Kansas University Transportation Research (2009). Improving Highway Work Zone Safety. [online] Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/29dd/796910dece1f70ac452991590e2e2148741a.pdf>

Ministerio de Obras Públicas (1996). Decreto N°63 de 1986 Modificación al Manual de Normas Técnicas para la Señalización, Control y Regulación del Tránsito en Vías donde se realizan Trabajos. Santiago, Chile. [online] Disponible en: http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/seguridadvial/Documents/DecretoN63Incd ecN11_1.pdf

Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (2002). Señalización Transitoria y Medidas de Seguridad para Trabajos en la Vía. Santiago, Chile. [online] Disponible en: http://www.gysingenieria.cl/doc/Senalizacion_Trabajos_Via.pdf

Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. (2013). Manual de Señalización del Tránsito. Santiago, Chile. [online] Disponible en: https://www.conaset.cl/manualsenalizacion/document/capitulo5_SenalizacionTransitoria.pdf

Ministerio Transportes y Telecomunicaciones. (2017). Aprueba Política Nacional de Seguridad de Tránsito: Resolución Exenta N°3686. Santiago, Chile. [online] Disponible

NHTSA, National Highway Traffic Safety Administration (2019). Fatality Analysis Reporting System. U.S. Department of Transportation.

North Dakota Department of Transportation (2016). Temporary Traffic Control Guidelines for Utility Work. [online] Disponible en: https://www.dot.nd.gov/manuals/design/utilities/utilitypermits/TTC_Handbook.pdf

Ohio Department of Transportation Office of Traffic Engineering (2012). Temporary Traffic Control Manual. [online] Disponible en: <http://www.dot.state.oh.us/districts/D07/PlanningandEngineering/RealEstate/RightofWayPermits/Manuals/Temporary%20Traffic%20Control%20Manual.pdf>

OPS/OMS, Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud | Acerca de Seguridad Vial. (2019). [online] Disponible en: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=5163:about-road-safety&Itemid=39898&lang=es

Oregon Department of Transportation (2016). Oregon Temporary Traffic Control Handbook. [online] Disponible en: https://www.oregon.gov/ODOT/Engineering/Docs_TrafficEng/OTTCH-v2011.pdf

Oregon Department of Transportation (2017). Oregon Work Zone Reviews. [online] Disponible en: https://www.oregon.gov/ODOT/Engineering/Docs_TrafficEng/Work-Zone-Safety-Audit-2017.pdf

Oregon Department of Transportation (US Department of Transportation) (2013). Oregon Work Zone Safety Audit (2013). [online] Disponible en: https://www.oregon.gov/ODOT/Engineering/Docs_TrafficEng/Work-Zone_Safety-Audit-2013.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2011). Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020. [online] Disponible en: https://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/spanish.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2015). *Global Status Report on Road Safety*. [online] Disponible en: https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Global Status Report on Road Safety*. [online] Disponible en: https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/GSRRS2018_Summary_EN.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2019). *Risk factors for road traffic injuries. In Road Safety Training Manual*. [online] Disponible en: https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_traffic/activities/roadsafety_training_manual_unit_2.pdf

Organización Panamericana de la Salud. (2019). Estado de la Seguridad Vial en la Región de las Américas. Washington D.C. [online] Disponible en: <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/51100>

Portland Bureau of Transportation (2019). Traffic Design Manual – Volume 2: Temporary Traffic Control. [online] Disponible en: <https://www.portlandoregon.gov/transportation/article/648243>

RAE, Real Academia Española. (2019). Definición de accidente - Diccionario del español jurídico - RAE. [online] Disponible en: <https://dej.rae.es/lema/accidente>

RAE, Real Academia Española. (2019). Definición de seguridad vial - Diccionario del español jurídico - RAE. [online] Disponible en: <https://dej.rae.es/lema/seguridad-vial>

Road and Maritime Services. New South Wales (NSW) Government, Transport Administration. (2018). Traffic Control at Work Sites - Technical Manual. [online] Disponible en: <https://www.rms.nsw.gov.au/business-industry/partners-suppliers/documents/technical-manuals/traffic-control-at-worksites-manual.pdf>

Road safety Canada Consulting - Government of Canada (2011). Road Safety in Canada. [online] Disponible en: <https://www.tc.gc.ca/media/documents/roadsafety/tp15145e.pdf>

Roadways & Transportation Department - City of Regina. (2015). Temporary Traffic Control Manual. [online] Disponible en: <https://www.atstraffic.ca/wp-content/uploads/2016/08/ttcd.pdf>

Seattle Department of Transportation (2018). Traffic Control Manual for in-street work. [online] Disponible en: https://www.seattle.gov/Documents/Departments/SDOT/About/DocumentLibrary/TrafficControlManual/2018_Traffic_Control_Manual.pdf

State Work Zone Laws — The National Work Zone Safety Information Clearinghouse. (2019). [online] Disponible en: <https://www.workzonesafety.org/data-resources/laws-regulations-and-standards/state-work-zone-laws/>

TAC, Transport Accidents Commission. (2019). *Transport Accidents*. [online] Disponible en: <http://www.tac.vic.gov.au/clients/what-we-can-pay-for/policies/other/transport-accidents>

Texas Department of Transportation (2014). Texas MUTCD Manual on Uniform Traffic Control Devices. [online] Disponible en: <https://ftp.dot.state.tx.us/pub/txdot-info/trf/tmutcd/2011-rev-2/revision-2.pdf>

Transportation Association of Canada (TAC) (2016). Primer on Work Zone Safety in Canada. [online] Disponible en: https://www.tac-atc.ca/sites/default/files/site/doc/resources/revised_work_zone_safety_in_canada_-_primer.pdf

U.S. Census Bureau State and Local Government Finances (2019). Annual Survey of State and Local Government Finance Data, Datasets & Tables. [online] Disponible en: <https://www.census.gov/programs-surveys/gov-finances/data/datasets.html>

Virginia Department of Transportation. (2011). Standards and Guidelines for Temporary Traffic Control - Work Area Protection Manual. [online] Disponible en: https://www.virginiadot.org/business/resources/const/Replacement_Pages_2011_WAPM_Rev_1.pdf

Washington State Department of Transportation. (2019). *Work zone safety* | WSDOT. [online] Disponible en: <https://www.wsdot.wa.gov/Safety/WorkZones/default.htm>

Zongzhi, Li. (2010). Highway work zone safety audits for safety improvements. Engineering, Construction and Architectural Management.

Anexos

Anexo A: Causas siniestros viales

Tabla 0-1 Causas de siniestros viales según categorización de Carabineros de Chile.

Categoría	Causa o motivo
Adelantamiento	Adelantamiento en cruce, curva, cuesta, puente
	Adelantamiento por la berma
	Adelantamiento sin efectuar la señal respectiva
	Adelantamiento sin el espacio y tiempo suficiente
	Adelantamiento sobrepasando línea continua
Animales	Animales sueltos vía pública
Carga	Carga escurre a la calzada
	Carga mayor que la autorizada vehículo
	Carga obstruye visual conductor
	Carga sobrepasa estructura vehículo
No determinado	Causas no determinadas
Condición	Condiciones físicas deficientes (cansancio, sueño)
Conducción	Conducción bajo influencia de drogas o estupefacientes
	Conducción bajo la influencia del alcohol
	Conducción contra sentido del tránsito
	Conducción en estado de ebriedad
	Conducción no atento condiciones tránsito momento
	Conducción por izquierda eje calzada
	Conducción sin mantener distancia razonable ni prudente
	Conducción, cambiar sorpresivamente pista circulación
Fallas	Fallas mecánicas, carrocería
	Fallas mecánicas, dirección
	Fallas mecánicas, eléctrico
	Fallas mecánicas, frenos
	Fallas mecánicas, motor
	Fallas mecánicas, neumáticos
	Fallas mecánicas, suspensión
Delito	Hecho delictual
No respeto	No respetar derecho preferente de paso a peatón
	No respetar derecho preferente de paso a vehículo
Otras	Otras causas
Pasajero	Pasajero sube o desciende de vehículo movimiento

	Pasajero viaja en pisadera de vehículo
	Pasajero, ebriedad del
	Pasajero, imprudencia del
Peatón	Peatón, cruza calzada forma sorpresiva o descuidada
	Peatón, cruza calzada fuera paso peatones
	Peatón, cruza camino o carretera sin adoptar precauciones
	Peatón, ebriedad del
	Peatón, imprudencia del
Control	Perdida control vehículo
Señalización	Señalización mal instalada o mantenida forma defectuosa
	Señalización, desobedecer indicación carabinero servicio
	Señalización, desobedecer luz intermitente semáforo
	Señalización, desobedecer luz roja de semáforo
	Señalización, desobedecer otra
	Señalización, desobedecer señal ceda el paso
	Señalización, desobedecer señal pare
	Señalización, semáforo mal estado o deficiente
Suicidio	Suicidio
Vehículo	Vehículo en panne sin señalización o deficiente
	Vehículo en retroceso, conducir
Velocidad	Velocidad mayor que máxima permitida
	Velocidad no razonable ni prudente
	Velocidad, exceso en zona restringida
	Velocidad, menor que mínima establecida
	Velocidad, no reducir cruce de calles, cumbre, curva, etc.
Viraje	Virajes indebidos

Anexo B: Documentos legales de referencia

Tabla 0-2 Listado de documentos legales de referencia para Chile.

Documento	Materia	Numeral
Decreto Ley 140 de 1975	Convención sobre Señalización Vial, ordena cumplir como ley de la República la Convención sobre señalización Vial, suscrita por el Gobierno de Chile el 8/11/1968 en la ciudad de Viena, Ministerio de Relaciones Exteriores.	6.102.301
Decreto Ley 2195 de 1978	Manual Interamericano de Dispositivos de Control de Tránsito en Calles y Carreteras, aprueba el convenio sobre Manual Interamericano de Dispositivos de Control de Tránsito en Calles y Carreteras, suscrito en el XI Congreso Panamericano de Carreteras, celebrado en Quito, Ecuador, entre los días 16 y 20 de noviembre de 1971, Ministerio de Relaciones Exteriores.	6.102.302
Decreto 830 de 1948 Ministerio de Relaciones Exteriores	Convención sobre la Reglamentación del Tránsito Automotor Interamericano, ordena que se cumpla y lleve a efecto en todas sus partes la Convención sobre la Reglamentación del Tránsito Automotor Interamericano.	6.102.303
Ley N°18.059	Asigna al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones el carácter de organismo rector nacional de tránsito.	6.102.402
Decreto 255 de 1981 Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones	Aprueba la Política Nacional de Tránsito.	6.102.402
Ley N°18.290 sus modificaciones	Ley de Tránsito.	6.102.5
Decreto 121 de 1982 Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones	Origen del Manual de Señalización de Tránsito, dictando normas sobre señalización que indica.	6.102.601
Decreto 78 de 2012 Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones	Manual de Señalización de Tránsito, Establece disposiciones sobre señales verticales, demarcaciones, semáforos, señalización transitoria y medidas de seguridad para trabajos en la vía, facilidades explícitas para peatones y ciclistas y elementos de apoyo permanente.	6.102.603
Decreto 298 de 1994 y sus modificaciones Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones	Reglamenta transporte de cargas peligrosas por calles y caminos.	6.102.701
Decreto 83 de 1985 y sus modificaciones Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones	Define Redes Viales Básicas.	6.102.702
Resolución 1 de 1995 y sus modificaciones	Dimensiones Máximas de Vehículos, establece dimensiones máximas a vehículos que indica.	6.102.703
Resolución 24/98 Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones	Normas para el Arreo de Animales por Caminos Públicos de la XII Región, establece normas para el arreo de animales por caminos públicos de la XII Región.	6.102.704
Ley 20.422	Establece Normas sobre igualdad de oportunidades e inclusión social de personas con discapacidad	6.102.801
Decreto 200/11 Ministerio de Transportes y	Reglamenta Instalación, Diseño y Señalización de Resaltos Reductores de Velocidad	6.102.802

Telecomunicaciones		
Decreto 38/86 y sus modificaciones Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones	Señalización de Cruces Ferroviarios Públicos a Nivel	6.102.803
Decreto (exento) 827/2008 Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Manual de Vialidad Urbana, Recomendaciones para el Diseño de Elementos de Infraestructura Vial Urbana (REDEVU)	6.102.804
Resolución 232 de 2002 Dirección de Vialidad	Normas sobre accesos a Caminos Públicos, deja sin efecto Resolución DV 416 de 1987 y aprueba nuevas normas sobre accesos a caminos públicos que indica	6.102.805
Decreto 1319 de 1977 y sus modificaciones Ministerio de Obras Públicas	Publicidad Caminera	6.102.9
Decreto 48 de 1994 y sus modificaciones Ministerio de Obras Públicas	Reglamento para Contratación de Trabajos de Consultoría, aprueba reglamento para contratación de trabajos de consultoría	6.102.1001
Decreto 75 de 2004 y sus modificaciones Ministerio de Obras Públicas	Reglamento para Contratos de Obras Públicas. Deroga disposiciones anteriores	6.102.1002
Ley 16.744 y sus modificaciones	Normas sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales	6.102.1002
Decreto 40 de 1969 y sus modificaciones Ministerio del Trabajo y Previsión Social	Reglamento para la Constitución y Funcionamiento de los Comités Paritarios de Higiene y Seguridad	6.102.1104
Resoluciones 258, 132 y 211, todas de 2009 Dirección General de Obras Públicas	Contienen, entre otras disposiciones, las Bases de Prevención de Riesgos Laborales para Contratos de Ejecución y de Concesiones de Obras Públicas	6.102.1105

Fuente: Manual de Carreteras de la Dirección de Vialidad versión 2018 (2019).

Anexo C: Penas y multas de la Ley Tolerancia Cero

Tabla 0-3 Listado de penas y multas de la Ley Tolerancia Cero de Chile.

Gramos de alcohol por litro de sangre	Estado etílico	Lesión o daños causados	Reincidencia	Tiempo de suspensión de licencia de conducir	Penas
0,3 - 0,8	Bajo la influencia del alcohol	Sin daños ni lesiones	Primera vez	3 meses	Multa de 1 a 5 UTM
0,3 - 0,8	Bajo la influencia del alcohol	Lesiones gravísimas o muerte ³	Primera vez	3 a 5 años	Reclusión ⁴ menor en su grado máximo (de 3 años y un día a 5 años) y multa de 21 a 30 UTM
0,8 o más	Estado de ebriedad	Sin daños ni lesiones	Primera vez	2 años	Presidio menor en su grado mínimo (de 61 a 540 días) y multa de 2 a 10 UTM
0,8 o más	Estado de ebriedad	Sin daños ni lesiones	Segunda vez	5 años	Presidio menor en su grado mínimo (de 61 a 540 días) y multa de 2 a 10 UTM
0,8 o más	Estado de ebriedad	Sin daños ni lesiones	Tercera vez	Cancelación	Presidio menor en su grado mínimo (de 61 a 540 días) y multa de 2 a 10 UTM
0,8 o más	Estado de ebriedad	Lesiones gravísimas o muerte	Primera vez	Inhabilidad de por vida	Presidio menor en su grado máximo (de 3 años y 1 día a 5 años) y multa de 8 a 20 UTM

Fuente: Tesis Estudio Antes-Después sobre la Ley Tolerancia Cero, María de los Ángeles González, PUC, 2017.

³ Les lesiones graves son las lesiones que producen enfermedades o incapacidad para el trabajo por más de 30 días. En cambio, las lesiones gravísimas, son aquellas que dejan a la víctima demente, inútil para el trabajo, impedido de un miembro importante o deforme.

⁴ La diferencia entre reclusión y presidio es que implican diferentes obligaciones para el imputado, el presidio impone trabajos del recinto penitenciario.



 [clapesuc](#)

 [@clapesuc](#)

 [clapes_uc](#)

 [clapesuc](#)