

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

Profesor Patrocinante: Patricio Álvarez M.MSc.PhD

The logo of the Universidad del Bío-Bío is a shield-shaped emblem. At the top, it features a blue border containing the Greek letters Alpha (Α) and Omega (Ω). Below this, there are four yellow torches with flames, set against a blue background. In the center of the shield is a red sun with yellow rays. At the bottom, there are two yellow stars on a blue background.

**“CARACTERIZACIÓN DE VIOLACIONES DE LUZ ROJA EN
INTERSECCIONES DEL GRAN CONCEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE
ACCIONES DE MITIGACIÓN COSTO EFECTIVAS”**

Proyecto de Título presentado en conformidad a los requisitos para obtener el

Título de Ingeniero Civil

FELIPE HANIEL ECHEVERRÍA IBÁÑEZ

Concepción, Agosto del 2016

*A Dios, por darme la fuerza en todo momento y por hacer de su voluntad esto posible.
A mis padres y hermanos por el esfuerzo, apoyo brindado, y amor entregado durante todo
este tiempo. Dando lo mejor de ellos para formarme como una gran persona y profesional.*

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a Dios, por permitirme vivir esta etapa universitaria y que gracias a él soy lo que soy, también le doy las gracias por regalarme a mis padres que de forma silenciosa me ayudaron, me dieron todo su apoyo, confianza y dieron su mayor esfuerzo para que me pudiera realizarme como joven, estudiante y formarme como profesional. Agradezco a mis hermanos Priscilla y Jonathan por cada vez que los necesite estuvieron ahí y me brindaron todo su apoyo y amor.

Agradecer a mis amigos Nicolás Ganiffo y Jean Elmes, los cuales conocí en esta etapa de mi vida, por cada conversación, trabajos, noches de estudios y momentos de fútbol. A mis compañeros de carrera, con los que compartí esta gran etapa de universidad, haciendo que este proceso fuera increíble, de aprendizaje y crecimiento.

También agradezco a Sharonni, una persona muy especial para mí, es un gran apoyo, quien hasta el último día me dio ánimo y me brindo todo su cariño y amor, para poder terminar esta etapa universitaria.

A mi sobrino Gaddiel le agradezco por acompañarme, sin entender mucho lo que estaba haciendo pero me ayudo en la toma de mediciones en terreno.

Dar las gracias al Profesor Patricio Álvarez, por darme la posibilidad y confianza de trabajar con él en este proyecto, por la buena disposición y conocimientos entregados.

Y por último a los profesores y funcionarios del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental por el gran ambiente familiar que se vive en la Escuela, la disposición para entregar las mejores herramientas en mi formación como profesional.

ÍNDICE GENERAL.

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Justificación del Proyecto.....	4
1.2 Alcances del Proyecto.....	4
1.3 Objetivos del Proyecto.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Definiciones sobre vulneración de luz roja.....	6
2.2 Efectos del conductor, intersección y el medio ambiente en violaciones luz roja.....	8
2.3 Medidas de mitigación de violaciones de luz roja.....	10
2.4 Antecedentes de violaciones de luz roja en otros países.....	11
2.4.1 Brasil.....	11
2.4.2 Estados Unidos.....	12
2.4.3 Chile.....	13
3. METODOLOGÍA.....	15
3.1 Antecedentes.....	15
3.2 Etapas de Trabajo.....	16
3.2.1 Etapa de Preparación.....	16
3.2.2 Definición de Intersecciones y Recolección de Datos en Terreno.....	16
3.2.3 Etapa de recolección de datos.....	16
3.2.4 Etapa de caracterización de los datos.....	17
4. CARACTERIZACIÓN DE LAS INTERSECCIONES Y RECOLECCIÓN DE DATOS.....	18
4.1 Definición de las Intersecciones de Estudio.....	18
4.1.1 Víctor Domingo Silva – Abdón Cifuentes.....	19
4.1.2 Av. Los Carrera – Lientur.....	19

4.1.3 Av. Paicaví – Maipú.....	20
4.1.4 Av. Libertador O’Higgins – Colo Colo.....	20
4.1.5 Av. Costanera – Temístocles Rojas.....	20
4.1.6 Ruta 160 – Galvarino.....	20
4.2 Recolección datos de flujos vehiculares	21
4.3 Catastro Vial	22
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS	24
5.1 Número de infracciones en diferentes horarios.....	24
5.2 Probabilidad de infracciones con respecto al flujo.	26
5.3 Infracciones con respecto al tipo de sexo.....	27
5.4 Infracciones con respecto a la edad.	27
5.5 Infracciones con respecto al tipo de vehículo.	28
6. PLAN DE MITIGACIÓN	30
6.1 Identificación de acciones de mitigación.....	30
6.2 Fiscalización de Carabineros.	31
6.3 Fiscalización electrónica.....	32
6.4 Beneficios de implementar un plan de mitigación.....	33
6.4.1 Determinación de los costos por infracciones de luz roja.	33
6.5 Selección e implementación de plan de mitigación.	34
6.5.1 Fiscalización de carabineros en función de su costo efectividad.....	35
6.5.2 Fiscalización electrónica en función de su costo efectividad.	35
6.5.3 Fiscalización combinada en función de su costo efectividad.	36
6.5.4 Evaluación económica.	36
6.6 Comparación acciones de mitigación en función de su costo efectividad.	37
7. CONCLUSIONES.....	39
8. REFERENCIAS	41
ANEXO A.....	43
ANEXO B.....	45
ANEXO C.....	48
ANEXO D.....	55
ANEXO E.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Número fallecidos por violaciones de luz roja.	13
Figura 2.- Número de accidentes por violaciones de luz roja.	14
Figura 3.- Metodología de Trabajo.....	15
Figura 4.- Distribución espacial intersecciones.....	18
Figura 5.- Distribución espacial intersecciones.....	19
Figura 6.- Trípode de cámaras de video.	21
Figura 7.- Fotografías de grabaciones de intersecciones.....	22
Figura 8.- Número de infracciones, flujo menor a 1000 vehículos.....	24
Figura 9.- Número de infracciones, flujo entre 1000 a 2600 vehículos.	25
Figura 10.-Número de infracciones, flujo mayor a 2600 vehículos.....	25
Figura 11.- Probabilidad de infracciones con respecto al flujo.....	26
Figura 12.- Infracciones con respecto al tipo de sexo.....	27
Figura 13.- Infracciones respecto a la edad del conductor.....	28
Figura 14.- Infracciones respecto del tipo de vehículo.....	29
Figura 15.- Intersecciones a implementar fiscalización.....	34
Figura 16.- Costos vs beneficios, fiscalización de Carabineros.....	35
Figura 17.- Costos vs beneficios, fiscalización de cámaras fottomultas.....	35
Figura 18.- Costos vs beneficios, fiscalización combinada.....	36
Figura 19.- Análisis económico, fiscalización Carabineros.....	36
Figura 20.- Análisis económico, fiscalización electrónica.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Definiciones de vulneración de luz roja.....	7
Tabla 2.- Efectos de Conductor, Intersección y el medio ambiente en violaciones luz roja..	9
Tabla 3.- Índices de vulneración luz roja, informados por estudios.....	9
Tabla 4.- Medidas de mitigación de violaciones de luz roja.	11
Tabla 5.- Estados de USA, más peligroso para cruzar un semáforo en rojo.	12
Tabla 6.- Porcentaje de los conductores según su edad.....	27
Tabla 7.- Parque vehicular año 2014 - Región del Biobío.	28
Tabla 8.- Sueldos de Carabineros de Chile.....	31
Tabla 9.- Costos asociados a la fiscalización electrónica.	33
Tabla 10.- Comparación costos vs beneficios del primer año.	38

CARACTERIZACIÓN DE VIOLACIONES DE LUZ ROJA EN INTERSECCIONES DEL GRAN CONCEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES DE MITIGACIÓN COSTO EFECTIVAS

Autor: Felipe Echeverría Ibáñez.

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío.

fechever@alumnos.ubiobio.cl

Profesor Patrocinante: Patricio Álvarez M. MSc. PhD.

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío.

palvarez@ubiobio.cl

RESUMEN

Cada año los accidentes provocados por infracciones de luz roja en intersecciones semaforizadas, en donde, no sólo se ven afectados los vehículos o la salud del conductor y pasajeros, sino que también, hay otros elementos que se ven involucrados como: la tristeza de familiares y amigos, baja en la calidad de vida en los afectados, pérdidas de producción e infraestructura, etc.

Con los antecedentes anteriores nace la necesidad de diseñar una campaña de mediciones, para cuantificar y caracterizar el problema de las violaciones de luz roja. Para ello se plantea estudiar 6 intersecciones del Gran Concepción, en las que se realizan mediciones de infracciones de luz roja e infracciones de vehículos que están sobre la línea de paso peatonal y también mediciones de flujo vehicular.

Los resultados obtenidos muestran que en todas las intersecciones seleccionadas, se observaron infracciones de tránsito. En general se observa un comportamiento que no cumple con las normas de tránsito establecidas, independiente del sexo o edad del conductor.

Como solución a este problema, se buscó evaluar los beneficios de diferentes acciones de mitigación, para reducir las violaciones de luz roja, en función de su costo efectividad. Dando como resultado, una buena solución para estas infracciones la fiscalización electrónica.

Palabras Claves: violaciones de luz roja, accidentes, acciones de mitigación.

Palabras = $6.046 + 250 * 29 + 500 = 13.796$ Palabras.

CHARACTERIZATION OF THE VIOLATIONS OF RED LIGHT AT INTERSECTIONS
OF GREAT DESIGN AND IDENTIFICATION OF MITIGATION ACTIONS COST
EFFECTIVE

Author: Felipe Echeverría Ibáñez.

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío.

fechever@alumnos.ubiobio.cl

Advisor: Patricio Álvarez M. MSc. PhD.

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío.

palvarez@ubiobio.cl

ABSTRACT

Every year there are many accidents caused by violations of red light at signalized intersections, where not only vehicles and the health of the driver and passengers are affected, but also there are other elements which or involved as: the sorrow of relatives and friends, decline in the quality of life of those affected, production losses and infrastructure, etc.

With the previous background it was born the need for designing a campaign of measurements to quantify and characterize the problem of red light violations. To that end, it is proposed to study 6 intersections of Great Concepcion, in which measurements of red light violations and infringements of vehicles that are on the pedestrian line and also vehicular flow measurements are made.

The results obtained show that there were observed traffic offenses in all intersections selected. In general, there is a bad behavior of drivers, regardless of sex or age of the driver and the vehicle type.

As a solution to this problem, it sought to evaluate the benefits of different mitigation actions, to reduce violations of red light, depending on their cost effectiveness. Giving as a result a good solution for these infringements; the Electronics Control.

Key words: violations of red light, accidents, mitigation actions.

Words = $6.046 + 250 * 29 + 500 = 13.796$ Words.

1. INTRODUCCIÓN

Hace más de 140 años que se inventaron los semáforos, los cuales con el correr de los años han ido evolucionando y adaptándose a las condiciones imperantes en el mundo actual. Los semáforos cada vez se hacen más necesarios en las grandes ciudades. A través de ellos se ordena el tránsito y coordinándolos adecuadamente, se puede lograr un tránsito fluido y expedito.

Sin embargo, sólo basta que uno de ellos no funcione, ya sea por un desperfecto técnico o bien por un corte de energía eléctrica, para que se provoque una gran congestión o bien ocurran accidentes de tránsito. A lo anterior, se suma la falta de responsabilidad de ciertos conductores, quienes no respetan la luz roja, haciendo caso omiso de la Ley de tránsito que establece que "pasar con luz roja es una infracción gravísima".

La violación de luz roja (VLR) en intersecciones semaforizadas, es un problema de seguridad significativo en Chile, así como en muchas ciudades alrededor del mundo. El cruzar con luz roja es una de las principales causas de accidentes en el país. En el año 2014, un total de 2051 vehículos se vieron implicados en accidentes de tránsito. Producto de estos siniestros 1814, personas salieron lesionadas y 41 fallecidas. Por lo que, el objetivo de la Ingeniería de Transporte debe ser lograr una adecuada gestión de la demanda de tráfico.

La cual se define como el arte de modificar lenta y gradualmente el comportamiento individual de los viajeros, en vez de estar expandiendo la capacidad vial cada vez que se observa o espera un aumento en la congestión (Ferguson, 1991).

Para poder lograr un tránsito seguro y eficiente, la experiencia demuestra que existen tres elementos que, trabajando simultáneamente. Estos tres elementos son: La ingeniería de tránsito, La educación vial, La legislación y vigilancia policiaca.

Para que el trabajo simultáneo de estos tres elementos, sea efectivo, se debe implementar distintas medidas de mitigación, las cuales buscan tener un impacto en el sistema de transporte. Entre ellas están: modificación de infraestructura y sistemas de control, aumento de multas, entre otras. Los costos varían dependiendo el tipo de acción a utilizar.

1.1 Justificación del Proyecto.

Según los datos del anuario estadístico de tránsito (González y Rosales, 2014), los accidentes de tránsito marcaron un peak el año 2014, llegando a 78.445 (la mayor cifra en la historia) aunque el parque automotor también alcanzó su máximo, de vehículos, con más de cuatro millones de vehículos. Según estas estadísticas, el porcentaje de accidentes en intersecciones semaforizadas, parte significativa de ellos se debe a que tanto peatones como conductores no respetan la luz roja. Tiene sentido entonces estimar la eficacia de estas alternativas de solución considerando la particulares características del problema en las intersecciones del Gran Concepción.

1.2 Alcances del Proyecto.

Para el estudio de las violaciones de luz roja se realizarán mediciones de flujo vehicular en la ciudad de Concepción. Se seleccionarán intersecciones céntricas y periféricas de la ciudad, para lograr captar diferentes niveles de flujo vehicular. Dichas intersecciones deberán concentrar un número importante de infracciones, lo cual se corrobora con información entregada por la sección de investigación de accidentes en el tránsito (SIAT) de Carabineros y en una inspección previa en terreno.

1.3 Objetivos del Proyecto.

1.3.1 Objetivo General

Definir las infracciones de luz roja en el gran Concepción e identificación de medidas de mitigación costo efectivas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Sintetizar el estado del arte.
- Diseñar e implementar una campaña de mediciones para cuantificar y caracterizar el problema en el Gran Concepción.
- Cuantificar estadísticamente y caracterizar la frecuencia de violaciones de luz roja.
- Identificar acciones de mitigación.
- Evaluar los beneficios de implementar planes de mitigación.

2. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se expone sobre las violaciones de la luz roja, resultados de estudios relacionados al tema y motivos que llevaron a países a implementar planes de mitigación.

2.1 Definiciones sobre vulneración de luz roja.

Según el manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras (México, 1986). Se define las indicaciones de los colores del semáforo como:

- Señal verde: Los conductores de los vehículos podrán seguir de frente o virar a la derecha o a la izquierda, a menos que alguna señal prohíba dichos virajes. Los peatones que avancen hacia el semáforo podrán cruzar, a menos que algún otro semáforo les indique lo contrario.
- Señal amarilla: Advierte a los conductores de los vehículos que está a punto de aparecer la luz roja y que el flujo vehicular que regula la luz verde debe detenerse. Advierte a los peatones que no disponen del tiempo suficiente para cruzar, excepto cuando exista algún semáforo indicando que puede realizar el cruce. Sirve para despejar el tránsito en una intersección que pueda evitar frenadas bruscas.
- Señal roja: Los conductores de los vehículos se detendrán completamente en la línea de parada demarcada o imaginaria. Los peatones no cruzarán la vía a menos que algún semáforo les dé la indicación de paso.

Basado en las definiciones anteriores, los conductores tendrían que ser preparados para detenerse cuando ven la señal amarilla y detenerse completamente cuando se produce el cambio de señal a rojo. Desafortunadamente, muchos conductores fallan al observar y cumplir con los cambios de la señal del tráfico. En consecuencia, la violación de luz roja es una de las causas importantes para provocar accidentes de tránsito en intersecciones señalizadas.

Los estudios de investigación han informado de varios factores sobre las violaciones de luz roja como: la sincronización de la señal de tránsito, el entorno del conductor y las

características del conductor. Ahora, la probabilidad de que ocurran colisiones en una intersección semaforizada, crece a medida que aumenta la tasa de violaciones de luz roja.

Como se ve en la Tabla 1, no existe solo una definición de violación de luz roja, sino hay otros factores, tales como, consideración de ingeniería, variables ambientales, y los datos demográficos del conductor al manejar. Todos ellos, pueden tener un efecto en la política de una jurisdicción local. Por ejemplo, la interpretación de una violación de luz roja en una ciudad con calles empinadas y un grave problema de congestión del tráfico, probablemente sería diferente comparado con una población rural o ciudad más pequeña y nivel de congestión del tráfico variable.

Definición	Referencia	Fondo de estudio
Vehículo entra en la intersección después de la señal de luz roja durante más de 0,2 segundos y la velocidad medida del vehículo es ≥ 30 km/h en las carreteras con límites de velocidad de 70 km/h	Ruby y Hobeika, 2003	Este estudio evalúa el programa de aplicación de la cámara de luz roja en el condado de Fairfax, Virginia, donde se instalaron 10 cámaras en intersecciones de tráfico cercanas.
Vehículo se mueve a través de la barra de parada después de la fase de la señal cambia de amarillo a rojo	Schattler Et al, 2002	Las cámaras de vídeo recogieron datos de 3 intersecciones en el condado de Oakland, Michigan, para una evaluación antes y después de los impactos de los intervalos de tolerancia para las tasas de violación de luz roja.
Vehículo entra en la intersección después de la señal de luz roja. Había sido durante un tiempo transcurrido mínimo de 0,4 segundo y la velocidad medida del vehículo es al menos 25 km/h.	Retting Et al., 1999un	Datos de violación de la luz roja de línea de base se recogieron a los 9 sitios equipados con cámaras violación luz roja en un estudio de la aplicación de cámara de luz roja, llevada a cabo en Oxnard, California.
Vehículo entra en la intersección cualquier momento después de la aparición de la señal de color rojo y se desplaza al menos a 25 km/h	Retting et al., 1998	Cámaras de luz roja recogieron datos en dos intersecciones ocupadas en Arlington, Virginia.
El vehículo introducir la Intersección ≥ 0.5 segundo después de la Inicio de Una Señal de Tráfico roja.	Retting Y Williams, 1996	Una cámara automatizada y observadores entrenados recogieron datos de luces rojas en una intersección con un arterial principal de ocho carriles al este / oeste y una de cuatro carriles norte / sur calle colector en el Condado de Arlington, Virginia.

Tabla 1.- Definiciones de vulneración de luz roja.

(Fuente: NHSTA, 2016)

2.2 Efectos del conductor, intersección y el medio ambiente en violaciones luz roja.

La Tabla 2 presenta diversas variables que mostraron algunos efectos sobre el comportamiento de violación de luz roja de los conductores.

La Tabla 3 enumera las tasas de violación de luz roja reportados en estudios extranjeros.

La información de las tablas, fue recolectada gracias al estudio de la NHSTA (2006).

Elemento	Variable	Hallazgo clave	Referencia
Conductor	<i>Edad</i>	Los grupos de mayor edad representaron una parte relativamente pequeña de los accidentes de las luces rojas en comparación con el grupo de edad joven.	Kraus Y Quiroga, 2004
		Los conductores más jóvenes entre las edades de 18 a 25 años de edad son más propensos a ejecutar luces rojas en comparación con otros grupos de edad.	Porter y Baya, 2001
		Infractores de luz roja, tienden a ser los conductores menores de 30 años de edad.	Retting Et al., 1999;
	<i>Género</i>	Infractores de luz roja son más propensos a ser varones.	Retting Et al., 1999
	<i>Ocupación</i>	Los conductores tienen una mayor probabilidad de pasarse una luz roja cuando conducen solos, comparado con los que llevan pasajeros.	Porter y Baya, 2001
	<i>Cinturón de seguridad</i>	Infractores de luz roja son menos propensos a usar el cinturón de seguridad.	Porter, 2000; Retting
	<i>Registro de conducir</i>	Infractores de luz roja son más propensos, que los no infractores, a conducir con la licencia de conducir suspendida o revocada.	Retting Et al., 1999
Los conductores de coches más pequeños tienen una mayor tendencia a pasar luces rojas.		Retting Y Williams, 1996	
Intersección	<i>Frecuencia de la señal</i>	La frecuencia de la luz roja, aumenta cuando el intervalo de amarillo es menos de 3,5 segundos.	Brewer Et al., 2002
		Intervalos más largos amarillos harán que conductores entren en la intersección más tarde y el alargamiento de los intervalos rojos provoca violaciones de luz roja.	Eccles Y McGee, julio 2001
	<i>Distancia de frenado</i>	La probabilidad de que un vehículo se detenga en un semáforo, disminuye a medida que la distancia desde la intersección disminuye.	Chang Et al., 1985
	<i>Velocidad de aproximación</i>	La probabilidad de que un vehículo se detenga en un semáforo, disminuye a medida que la velocidad de aproximación a la intersección aumenta.	Chang Et al., 1985
	<i>Grado</i>	La probabilidad de que un conductor se detenga en un semáforo, aumenta a medida que el grado de la intersección próxima aumenta (es decir, la carretera se convierte en " más pronunciada ").	Chang Et al., 1985
	<i>Ancho de intersección</i>	Los conductores tienden a cruzar en luz roja, en los semáforos de las intersecciones más anchas, que en las intersecciones más estrechas.	Chang Et al., 1985

Elemento	Variable	Hallazgo clave	Referencia
Tráfico y medio ambiente	Volumen de aproximación	Las tasas más altas de la luz roja se observaron en las ciudades con las intersecciones más amplias y mayores volúmenes de tráfico.	Porter e Inglaterra, 2000
		La frecuencia de la luz roja aumenta a medida que aumenta el volumen de tráfico en las intersecciones	Brewer Et al., 2002
	Tiempo de Día.	Las violaciones de luz roja más altas se producen durante el período de tiempo de 15:00-17:00.	Kamyab, et al., 2002; Kamyab, et
		El promedio de violaciones luz roja son más altas durante AM y PM horas pico en comparación con otros momentos del día.	Retting Et al., 1998
	Día de Semana	Hay más violaciones luz roja en los días laborables en comparación con los fines de semana.	Lum Y Wong, 2003; Kamyab, et
	Clima	La influencia de la lluvia sobre el comportamiento de la luz roja es insignificante.	Retting Et al., 1998

Tabla 2.- Efectos de Conductor, Intersección y el medio ambiente en violaciones luz roja.

(Fuente: NHSTA, 2016)

Referencia	Índice Antes de que Implementación de Proyecto	Índice Después de que Implementación de Proyecto
Rudy y Hobeika, 2003	10 intersecciones con varias vulneraciones de luz roja, varían de 2.00 vulneraciones a 11.0 vulneraciones por 10,000 vehículos.	3 meses después que se instalación cámaras, los índices de vulneración en estas intersecciones estuvieron reducidos a entre 0.17 vulneración y 7.0 vulneraciones por 10,000 vehículos.
Brewer Et al., 2002	Una media global de 4.1 infractores de luz roja, por 1,000 vehículos.	N/Un
Schattler Et al., 2002	3 intersecciones con varios índices que varían de 0 vulneraciones por hora a una media de 10.2 vulneraciones por hora.	Las tasas de violación que van desde 0 violaciones por hora a una media de 4,6 violaciones por hora después de la puesta en práctica de nuevos intervalos de despacho según las pautas de ITE.
Fakhry Y Salaita, 2002	Una media de 1.3 vulneraciones de luz rojas por 1,000 vehículos (observación manual).	N/Un
Retting Et al., 1999	12.9 vulneraciones por 10,000 vehículos en sitios de cámara de luz roja y 16.0 vulneraciones por 10,000 vehículos en no-sitios de cámara.	7.7 vulneraciones por 10,000 vehículos en sitios de cámara de luz roja y 8.0 vulneraciones por 10,000 vehículos en no-sitios de cámara 4 meses después de la implementación de cámaras.

Tabla 3.- Índices de vulneración luz roja, informados por estudios.

(Fuente: NHSTA, 2016)

Las principales observaciones realizadas a partir de la información presentada en la Tabla 2 y la Tabla 3, son las siguientes:

- De acuerdo con la Tabla 2, hay factores que pudieran afectar el comportamiento de la luz roja, como la edad y sexo del conductor, frecuencia de la señal y distancia de frenado de la intersección, la hora del día, entre otros. También, se puede observar que algunos factores con fuerte influencia en la violación de luz roja, pueden ser específicos de una región o ubicación determinada.

- Una amplia gama de tipos de violaciones, ha sido reportada por diferentes estudios. Como por ejemplo las definiciones de violación de luz roja. También, se detectó que los métodos utilizados para la recogida de datos y ubicaciones de los estudios, podrían contribuir a las variaciones en los tipos de violación.

La información presentada en la Tabla 3, confirma que la violación de luz roja es un problema común en muchas comunidades; Pero, los efectos de la violación de luz roja de un lugar a otro pueden variar considerablemente.

- Los estudios que examinaron el antes y después del efecto de la aplicación de cámaras fotográficas, sugieren que estos sistemas tienen un gran potencial para reducir eficazmente violaciones de luz roja. Sin embargo, algunos investigadores señalaron que todavía se están estudiando todas las consecuencias de cámaras de luz roja.

2.3 Medidas de mitigación de violaciones de luz roja.

La Tabla 4 incluye acciones de mitigación sugeridas por los investigadores para hacer frente a violaciones de luz roja. Como alternativas a las cámaras de control fotográfico, algunas contramedidas se centran en la mejora del sistema de control de tráfico en las intersecciones y la disposición física de las intersecciones. En ciertas situaciones, el uso de acciones de mitigación sería suficiente para reducir de manera efectiva violaciones de luz roja en las intersecciones.

Contramida	Referencia
El uso automatizado de cámaras de control fotográfico.	Rudy y Hobeika, 2003; Retting y Kyrychenko, 2002; BMI, diciembre 2001; Retting y Kyrychenko, abril 2001; Retting et al., 1999; Retting et al., 1998; Retting y Williams, 1996
Ajustar la sincronización de las señales de tráfico (luz amarilla), un intervalo de tiempo adecuado / de conformidad con las recomendaciones formuladas por el ITE.	Brewer Et al., 2002; Milazzo et al., 2002; Schattler et al., 2002; BMI, diciembre 2001; Milazzo et al., junio 2001; Retting et al., septiembre 2000; Retting et al., 1999; Retting et al., 1998; Retting y Greene, 1997; Retting y Williams, 1996; Retting et al., 1995; Zador et al., 1985
Aumentar la señal y mejorar la visibilidad.	Brewer Et al., 2002; BMI, diciembre 2001; Retting et al., 1995
Mejora coordinación de señal entre grupos de intersección.	Brewer Et al., 2002
Utilice fases de giro a la izquierda protegidas	BMI, diciembre 2001
Proporcionar intervalos de todos los rojos en las intersecciones.	Retting Et al., 1995
Aumentar la distancia de visibilidad.	Retting Et al., 1995

ITE ≡ Instituto de Ingenieros de Transporte

Tabla 4.- Medidas de mitigación de violaciones de luz roja.

(Fuente: NHSTA, 2016)

2.4 Antecedentes de violaciones de luz roja en otros países.

2.4.1 Brasil

En 1986 el número de muertos por cada 10.000 vehículos en Sao Paulo era de casi 12 personas. En 1993 esta cifra disminuyó a 6 y actualmente está alrededor de 3 (Cannell, A. E., & Gold, P. A., 2002). La asesoría de seguridad de la compañía de ingeniería de tráfico (CET) cree que la medida más importante para lograr esta reducción fue la fiscalización electrónica.

Para contrarrestar las violaciones de luz roja, hay 90 cámaras que operan sólo durante el día y no registran la velocidad de los infractores. Este número es pequeño en relación con el número total de semáforos de la ciudad.

En Brasil, muchos conductores perciben la señal de luz roja como una indicación para ceder el paso y no consideran la violación de esa señal como una infracción grave. No obstante, en la práctica este comportamiento puede inducir a otros usuarios a pensar que la señal ya está en verde, provocando un número considerable de accidentes, como sucedía en Franca.

Comparando los periodos de enero a abril de 1999 y 2000, el resultado de la fiscalización fue una reducción de 19 % en el número de heridos en accidentes y de 50 % en atropellos. El 78% de los conductores aprueba el uso de equipos foto sensores.

2.4.2 Estados Unidos

De acuerdo con el Insurance Institute for Highway Safety (IIHF), la principal causa de accidentes en las ciudades se produce por desatención, exceso de velocidad o por no perder algunos minutos. Las estadística muestra que de 2004 a 2013 esta situación cobró la vida de 7,799 personas en Estados Unidos (Cannell, A. E., & Gold, P. A., 2002). Lo más impresionante de esto es que más de la mitad de las muertes fueron peatones, ciclistas o pasajeros del vehículo que fue impactado por el auto infractor.

Obviamente, por la cantidad de habitantes y el número de vehículos que circulan, existen regiones del país donde la cantidad de accidentes a cauda de no obedecer la luz roja del semáforo es proporcional la cantidad de habitantes y vehículos.

En Estados Unidos, los 5 estados más peligrosos para cruzar un semáforo en rojo, se muestran en la Tabla 5.

Posición	1	2	3	4	5
Estado	California	Texas	Pensilvania	Arizona	Michigan
Fatalidad	1.186	886	673	417	280

Tabla 5.- Estados de USA, más peligroso para cruzar un semáforo en rojo.

(Fuente: elaboración propia)

Además, hay que agregar que el registro fotográfico para fiscalizar las infracciones a la luz roja es permitido en diez estados norteamericanos. Este recurso ya fue utilizado por más de 20 años en varios países como Sudáfrica, Alemania, Austria, Canadá, España, Grecia, Italia, países bajos, suiza y Taiwán.

2.4.3 Chile

El año 2014, según el anuario estadístico de tránsito se registraron 2.051 siniestros producidos por desobedecer la luz roja. De estos siniestros 1.814 fueron lesionados graves, menos graves y leves. También se produjeron 41 fallecidos debido a esta causa. En Chile el desobedecer la luz roja se encuentra en la séptima posición respecto a las causas que provoca un accidente de tránsito. También cabe mencionar que la región del Biobío es la segunda ciudad con mayor número de accidentes de tránsito.

En el año 1999 algunos municipios participaron de un plan piloto de foto sensores para imponer respeto a la luz roja. Las infracciones se redujeron en un 50% y las víctimas fatales en 26%, esta reducción fue muy superior a la observada a nivel nacional, que solo alcanzó un 16%. En abril de 2000 el congreso aprobó una serie de recomendaciones sobre la señalización de las zonas fiscalizadas, el ángulo de la fotografía y el envío de las fotos que pasarían al juzgado y no al domicilio del infractor.

No se tiene mayor información sobre estudios relacionados a la violación de luz roja, solo datos estadísticos entregados por Carabineros de Chile sobre la cantidad de accidentes (Conaset, 2014).

En la Figura 1 se muestra la cantidad de fallecidos al año, registrados por Carabineros de Chile, en un periodo de 10 años.

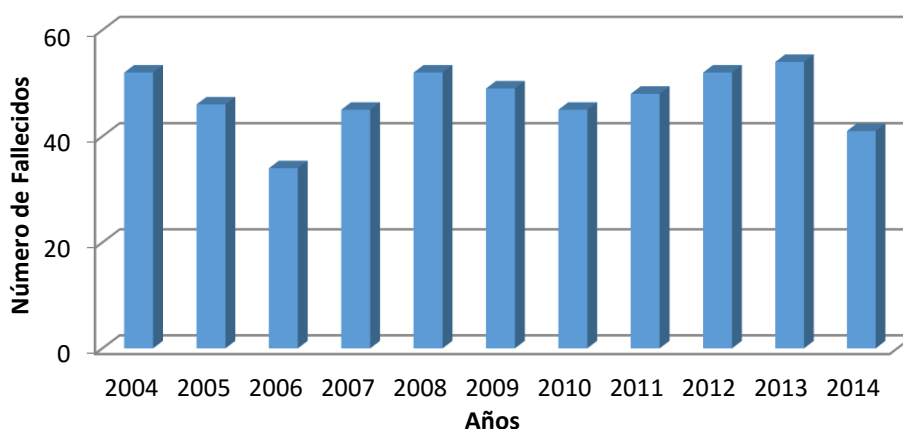


Figura 1.- Número fallecidos por violaciones de luz roja.

(Fuente: Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito. Chile, 2014)

En la Figura 2 se ilustra la cantidad de accidentes provocados por la violación de la luz roja, en un periodo de 10 años.

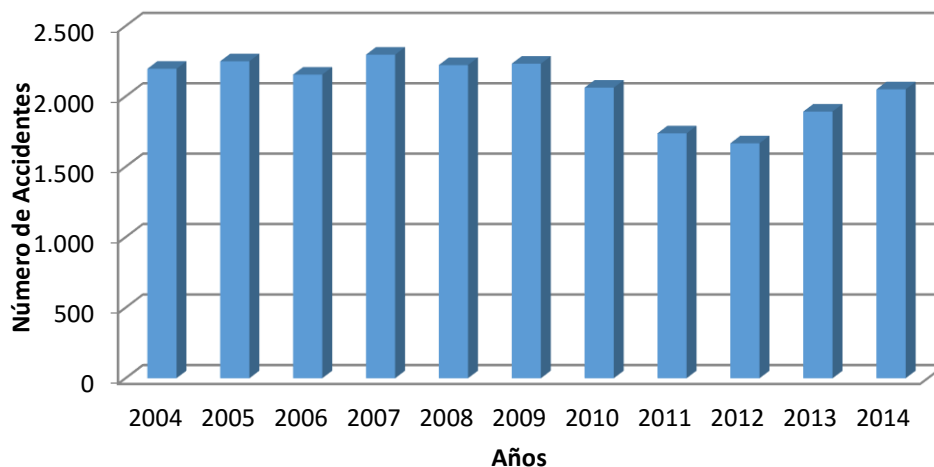


Figura 2.- Número de accidentes por violaciones de luz roja.

(Fuente: Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito. Chile, 2014)

En este capítulo se dio a conocer los factores que explican, o tratan de explicar, el comportamiento de los conductores frente a esta falta a la ley de tránsito, como es la “Violación de la luz roja”. Se observó que la lluvia no es un factor determinante en las violaciones de luz, como así mismo, que la edad más propensa a violar la luz roja por los conductores, es entre los 18 a 25 años.

Se recopiló y resumió la información obtenida, tanto de estudios y estadísticas nacionales como internacionales, relacionada a las violaciones de la luz roja del semáforo.

Finalmente, según un estudio realizado por la Universidad Diego Portales, donde se analizaron las diferentes infracciones de tránsito, que se provocan en las intersecciones semaforizadas, llegó a la conclusión de que “Cruzar con Luz Roja es la principal infracción de tránsito en todos los vehículos e intersecciones” (J. Frugone y N. Flores, 2014).

3. METODOLOGÍA

Este capítulo trata de la metodología a utilizar en la caracterización de violaciones de luz roja. En la Figura 3 se presenta la forma de proceder para realizar el proyecto.

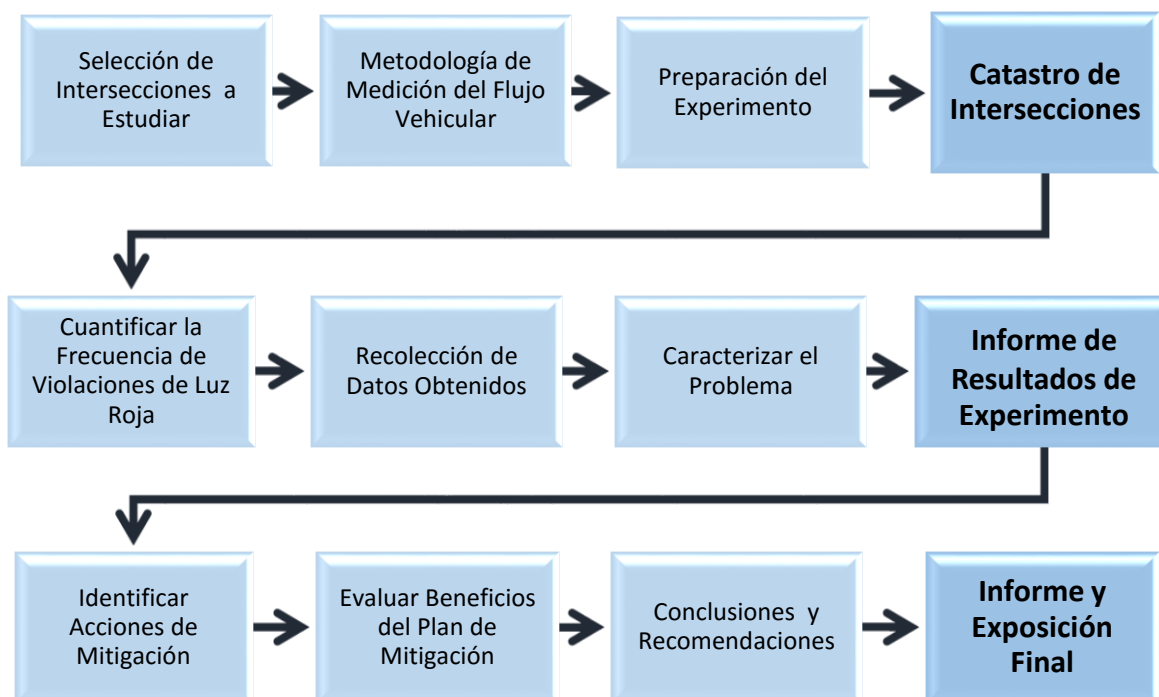


Figura 3.- Metodología de Trabajo.

(Fuente: Elaboración propia)

3.1 Antecedentes.

De la información mencionada en el capítulo anteriormente visto, estudios a nivel internacional y algunos a nivel nacional sobre la cuantificación de las violaciones de luz roja en intersecciones semaforizadas (NHTSA, 2006; Jofré, 2014), pero estos varían según las características de cada intersección y ciudad. En Concepción no se encuentran proyectos en relación a la cuantificación y caracterización de las violaciones de luz roja.

3.2 Etapas de Trabajo.

El estudio se realizará en cuatro etapas. La primera, consiste en la recopilación de información a nivel nacional y mundial respecto a las violaciones de luz roja (antecedentes y experiencias en países que presentes este mismo problema); la segunda, recopilación y caracterización de datos correspondiente al flujo vehicular, y la cantidad de infractores en cada intersección; la tercera, identificar y evaluar beneficios de un plan de mitigación costo efectivo. Por último concluir en base a los resultados obtenidos.

3.2.1 Etapa de Preparación.

Corresponde a la etapa en que se realiza la recolección de datos de las intersecciones a estudiar, como sus dimensiones geométricas, flujos vehiculares y totales infractores. Por orden cronológico se tienen los siguientes procedimientos.

3.2.2 Definición de Intersecciones y Recolección de Datos en Terreno.

Se seleccionaron las intersecciones a estudiar para la recolección de datos, las cuales debieron presentar violaciones de luz roja y se definieron los datos a medir. En relación a esto se recolectan los siguientes datos:

- Configuración física de la vía.
- Verificación del estado de la señalética y demarcaciones.
- Datos del tipo de vehículo
- Características del conductor (Sexo, edad aproximada).

Para obtener estos datos se realizaron mediciones y grabaciones de las intersecciones, según se detalla en ANEXO C.

3.2.3 Etapa de recolección de datos.

En esta etapa se diseña una campaña de mediciones por intersección, en la cual se incorporan, los datos medidos en terreno y características de las intersecciones. Las características geométricas de cada intersección se obtienen de un plano topográfico de Concepción y fotografías tomadas en terreno.

Se realiza la toma de datos, durante tres días laborales de la semana (martes, miércoles y jueves), y en tres horarios diferentes, del día que serán: 13:30 – 14:30; 18:30 – 19:30; 22:00 – 23:00.

3.2.4 Etapa de caracterización de los datos.

Con los datos medidos en terreno, se procede a caracterizar la frecuencia de las violaciones de luz roja.

4. CARACTERIZACIÓN DE LAS INTERSECCIONES Y RECOLECCIÓN DE DATOS

En este capítulo se presentan las intersecciones seleccionadas, sus características geométricas, la forma en que se recolectaron y la caracterización de los datos.

4.1 Definición de las Intersecciones de Estudio.

Para este estudio, se seleccionaron cinco intersecciones de la ciudad de Concepción y una intersección interurbana de la Ruta 160. Todas ellas, tienen ciertas características que son necesarias para el estudio de las violaciones de luz roja, principalmente porque presenten este tipo de infracción de tránsito.

De las intersecciones seleccionadas, cinco fueron escogidas mediante información entregada en una entrevista con la SIAT de Carabineros. La entrevista se presenta en el ANEXO A.

En la Figura 4 se presentan las cinco intersecciones seleccionadas con información de la SIAT y en la Figura 5 se muestra la intersección interurbana.

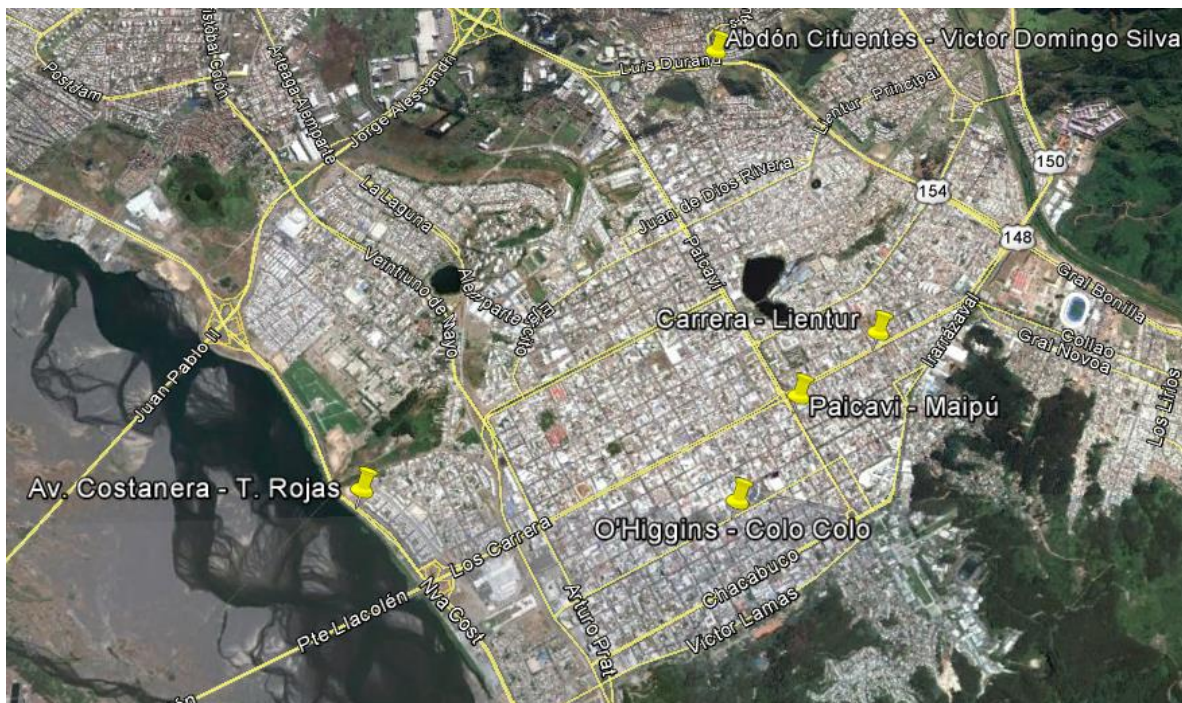


Figura 4.- Distribución espacial intersecciones.

(Fuente: Google Earth, 2016)



Figura 5.- Distribución espacial intersecciones.

(Fuente: Google Earth, 2016)

4.1.1 Víctor Domingo Silva – Abdón Cifuentes

Corresponde a una intersección que se encuentra en la periferia del centro de Concepción. Presenta un flujo vehicular bajo. Su principal característica es conectar la avenida General Novoa con las poblaciones de Barrio Norte y Santa Sabina. Presenta bajo flujo peatonal.

4.1.2 Av. Los Carrera – Lientur

Es una intersección que en la gran parte del transporte público es proveniente de Collao, Penco y algunas poblaciones cercanas de Concepción. El flujo vehicular es muy alto en la Avenida Carrera, que es considerada una de las columnas vertebrales viales de Concepción. Por otra parte el flujo es de nivel medio en la calle Lientur predominando el transporte público. El flujo vehicular es bajo.

4.1.3 Av. Paicaví – Maipú

Corresponde a una intersección que presenta un alto flujo vehicular, tanto vehículos particulares como transporte público. La Avenida Paicaví conecta Talcahuano – Concepción y la calle Maipú conecta el transporte público Concepción – Collao. El flujo peatonal es considerable.

4.1.4 Av. Libertador O’Higgins – Colo Colo

Intersección de la zona céntrica de la ciudad, por lo que se puede observar un alto flujo vehicular por O’Higgins y un flujo vehicular de la calle Colo Colo bajo. El flujo peatonal es muy alto durante gran parte del día. Conecta la ciudad de Concepción con San Pedro Y Chiguayante.

4.1.5 Av. Costanera – Temístocles Rojas

La Avenida Costanera es una de las arterias viales del Gran Concepción, que une las comunas de Concepción, Chiguayante, Hualpén y Talcahuano. Se ubica en la zona sur poniente de las comunas de Hualpén y Concepción, circundando la ribera norte del Río Biobío. Presenta un gran flujo vehicular, por el contrario la calle Temístocles Rojas el flujo vehicular es muy bajo. El flujo peatonal no es preponderante.

4.1.6 Ruta 160 – Galvarino

La ruta 160, tiene la función de conectar la Ciudad de Concepción con las comunas de Coronel y Lota. Presenta un alto flujo vehicular tanto de transporte público, como de vehículos livianos y vehículos de carga. El flujo peatonal no es considerado, ya que existe una pasarela en el lugar.

Los ejes de cada intersección, donde se muestra la dirección de los flujos y la dirección de los flujos relevantes (flujo donde se midió las infracciones), se presentan en el ANEXO B.

4.2 Recolección datos de flujos vehiculares

Los datos del flujo vehicular y ciclos de semáforos, se realizaron mediante medición en terreno y grabaciones de las intersecciones. Se midió en tres horarios del día, los cuales son: 13.30 – 14:30; 18:30 – 19:30 y 22:00 – 23:00. Se midió en esos horarios, ya que se deseaba tener variabilidad de flujos vehiculares en cada intersección, y también ver la mayor y menor interacción entre peatones y vehículos. Esto, con el propósito de observar si estos factores son relevantes para cometer una infracción de luz roja.

Debido, a no contar con recurso humano para realizar las mediciones de las intersecciones, en la que se necesitan por lo menos cinco personas, es que, se decidió grabar las intersecciones. Para las grabaciones, fue necesaria la instalación de un trípode en la que se instalaron las cámaras, como se muestra en la Figura 6. Esto permitió tener un mayor ángulo de visión y de esta forma poder capturar los diferentes movimientos de la intersección.

Las grabaciones se realizaron en los meses de Noviembre y Diciembre del 2015 y parte de Enero del 2016 en días hábiles, excepto los días lunes y viernes, puesto que en estos días existen flujos mayores al promedio que no representan la realidad de los flujos promedios.



Figura 6.- Trípode de cámaras de video.

(Fuente: Elaboración propia)

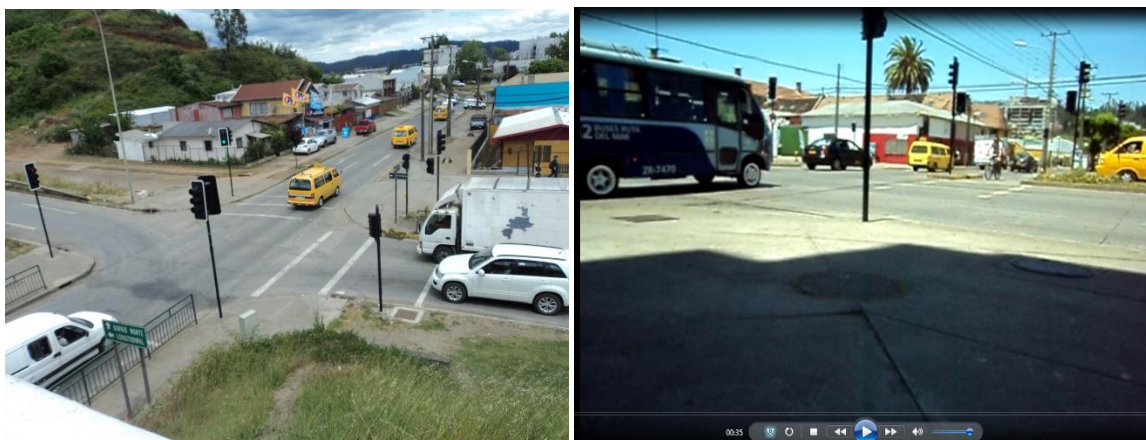


Figura 7.- Fotografías de grabaciones de intersecciones.

(Fuente: Elaboración propia)

Posterior a las grabaciones de cada intersección se realiza una revisión minuciosa del video como se muestra en la Figura 7, donde se lleva a cabo el conteo vehicular. El beneficio de la utilización de esta técnica radica en la minoración del error que se puede incurrir en el conteo en terreno, dado por la intensidad del flujo vehicular y no contar con más personas.

4.3 Catastro Vial

Se diseñó un catastro vial para la toma de las violaciones de luz roja, las variables incluidas en este catastro fueron escogidas a través de estudios de otros países que analizaron este problema. Las variables tomadas para cada intersección fueron:

- Tipo de vía
- Ancho pista
- Duración Ciclo de semáforo (Verde, amarillo y Rojo)
- Estado de la demarcación y señalética.
- Estado del clima
- Algunas observaciones importantes de cada intersección en particular.

Esto se utilizó, para tener un registro de cada intersección y observar alguna diferencia respecto a estas variables.

También, se diseñó una planilla para caracterizar las infracciones de luz roja, donde se seleccionó como variables:

- Tipo de infracción: vehículo detenido sobre línea de parada (SL), detenido después de línea de parada (DL), cruza con luz roja (LR).
- Tipo de vehículo: transporte particular (P), colectivo (Co), de carga (Ca), otros (O).
- Edad del infractor: joven adulto (18-29) (JA); adulto (30-60) (A); adulto mayor (≥ 60) (AM).
- Género del infractor: hombre (H) o mujer (M).

Para la selección de estas variables, se utilizaron informes de análisis de dato de vulneración de luz roja del extranjero (NHTSA, 2006; Washburn, 2004).

Con estas variables se obtiene mayor información sobre las vulneraciones de luz roja, por ejemplo el sexo y edad aproximada del infractor, tipo de vehículos que respetan menos esta norma de tránsito, etc. Los detalles de cada intersección se encuentran en el ANEXO C.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo, se ilustran los resultados obtenidos de las mediciones y grabaciones en terreno, como son los flujos y la cantidad de vehículos infractores. Se muestran una evaluación en conjunto que busca caracterizar el problema. Los resultados obtenidos para cada intersección estudiada se presentan en el ANEXO D.

5.1 Número de infracciones en diferentes horarios.

Se compara las probabilidades de infracciones de luz roja en los diferentes horarios de medición. Se dividieron en tres categorías de flujos debido a que en estos niveles se vieron diferentes comportamientos de las probabilidades de cruzar en luz roja. Los niveles de flujos fueron: menores a 1000, entre 1000 a 2600 y mayores a 2600.

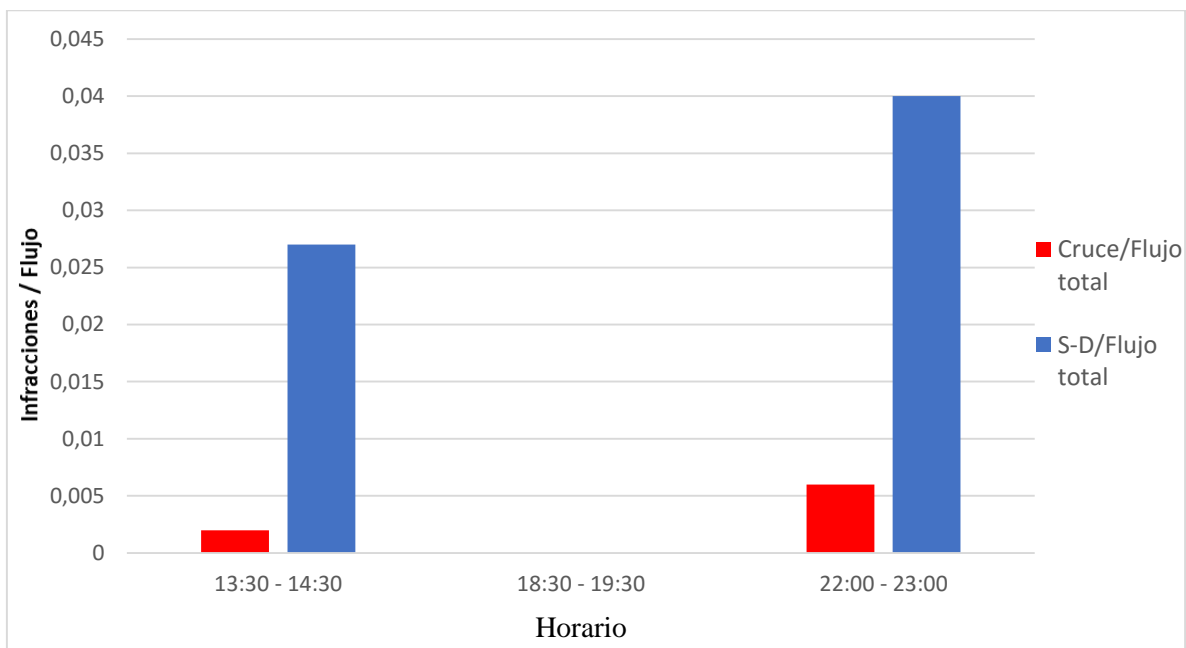


Figura 8.- Número de infracciones, flujo menor a 1000 vehículos.

(Fuente: Elaboración propia)

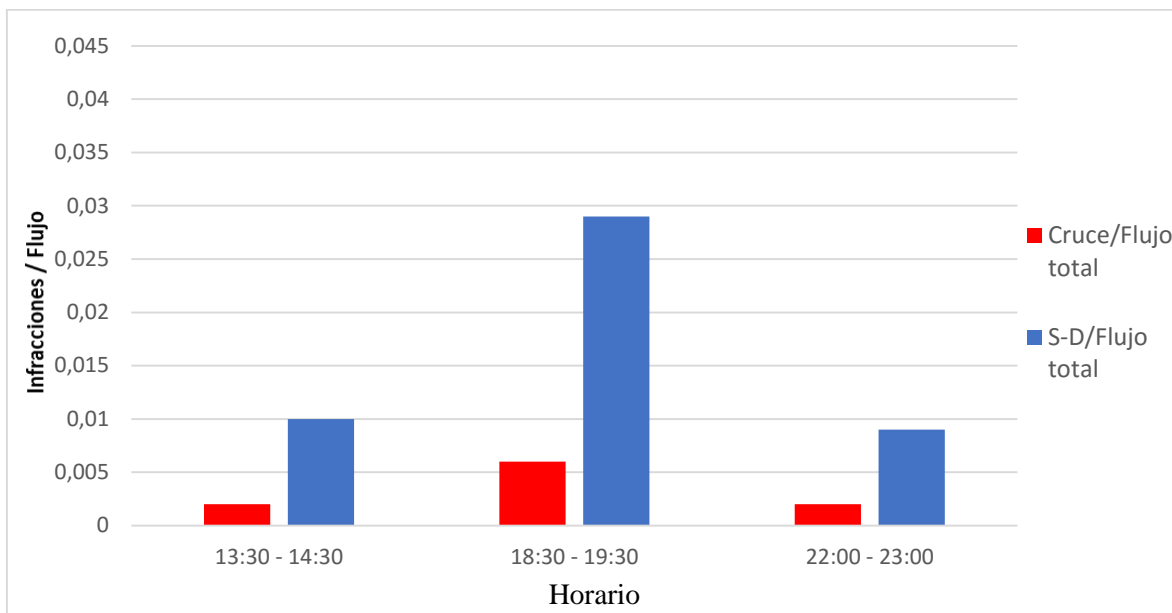


Figura 9.- Número de infracciones, flujo entre 1000 a 2600 vehículos.

(Fuente: Elaboración propia)

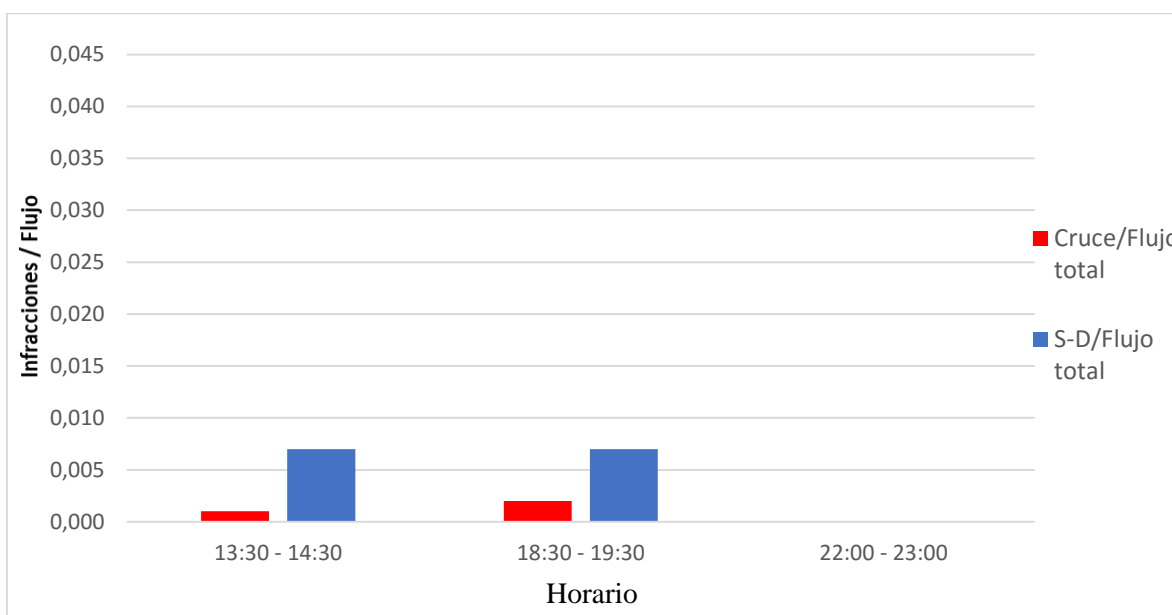


Figura 10.-Número de infracciones, flujo mayor a 2600 vehículos.

(Fuente: Elaboración propia)

Se muestra, que en la Figura 8, no hay flujos menores a 1000 en la hora 18:30 – 19:30, a diferencia de la Figura 10, donde no hay flujos mayores a 2600 en la hora 22:00 – 23:00, por esto, se compara a los tres horarios en la Figura 9. En los flujos entre 1000 a 2600, la hora que tiene la mayor probabilidad de infracciones es 18:30 – 19:30.

5.2 Probabilidad de infracciones con respecto al flujo.

En el siguiente gráfico las infracciones de luz roja se dimensionan con respecto al flujo total, ya que dichas infracciones no solo dependen del flujo relevante (Flujo donde se midieron las infracciones) sino que dependen también de lo que está pasando en toda la intersección.

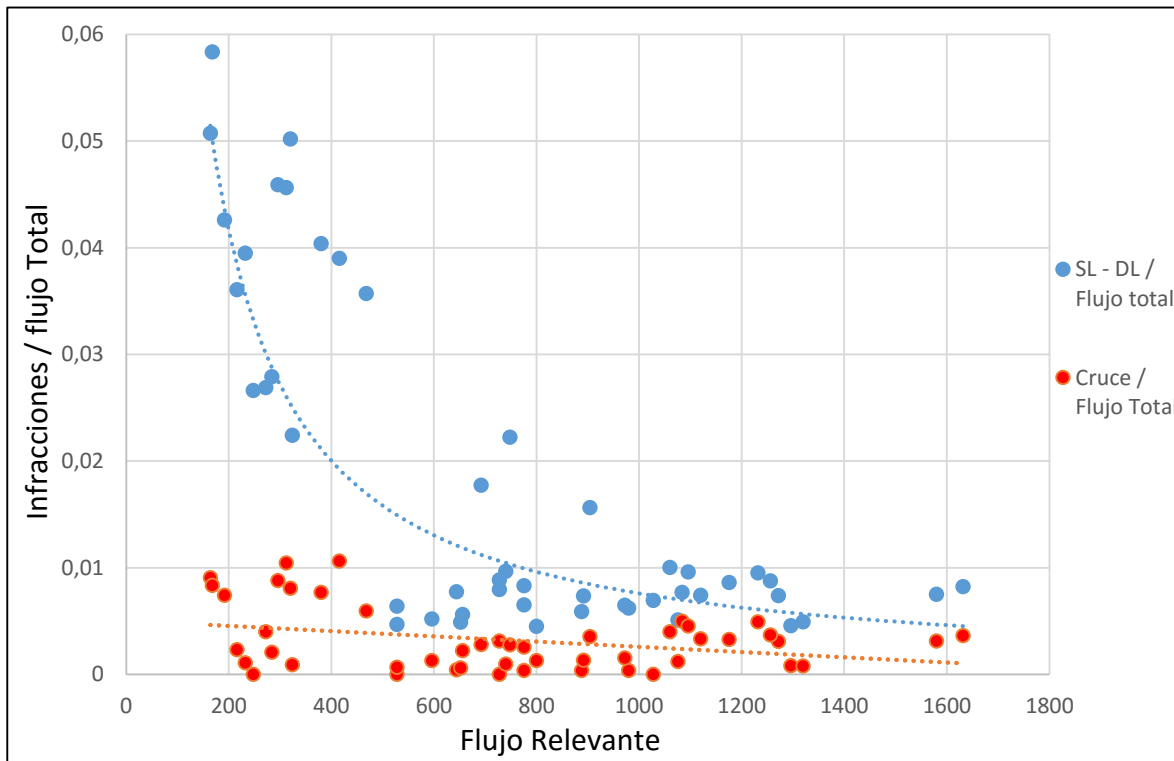


Figura 11.- Probabilidad de infracciones con respecto al flujo.

(Fuente: Elaboración propia)

La probabilidad de cometer una infracción de luz roja (puntos rojos) tiene una pequeña disminución con respecto al flujo, no así la probabilidad de cometer una infracción del tipo sobre o después de la línea, que tiene una gran disminución en flujos vehiculares altos.

Con este gráfico, se puede determinar la cantidad de infracciones de una intersección semaforizada, solo teniendo los flujos totales y el flujo relevante a analizar.

5.3 Infracciones con respecto al tipo de sexo.

Según CONASET, el 61% de los conductores son hombres y el 39% son mujeres. Teniendo los datos de la cantidad de hombres y mujeres infractores, más los flujos totales de cada intersección, se obtiene que la probabilidad de infracciones según el sexo:

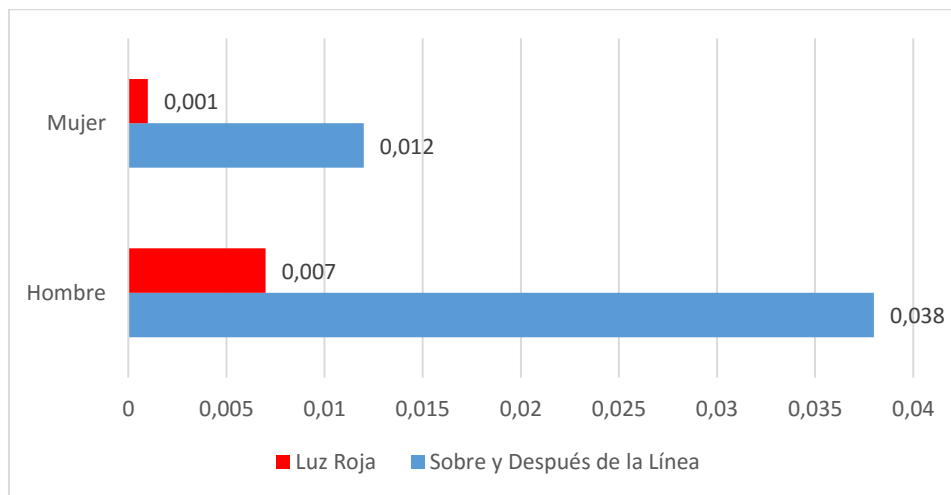


Figura 12.- Infracciones con respecto al tipo de sexo.

(Fuente: Elaboración propia)

En la Figura 12, se observa que los hombres, tienen mayor probabilidad de cometer una infracción en una intersección semaforizada, ya que tienen una probabilidad 7 veces mayor a la de las mujeres.

5.4 Infracciones con respecto a la edad.

En la Tabla 6 se observan los porcentajes de los conductores según su edad.

	Joven Adulto	Adulto	Adulto Mayor
Edad	18 - 29	30 - 60	Más de 60
Porcentaje (%)	15,5	64,5	20

Tabla 6.- Porcentaje de los conductores según su edad.

(Fuente: CONASET, 2014)

Teniendo los datos medidos en terreno, la probabilidad de infracciones según la edad:

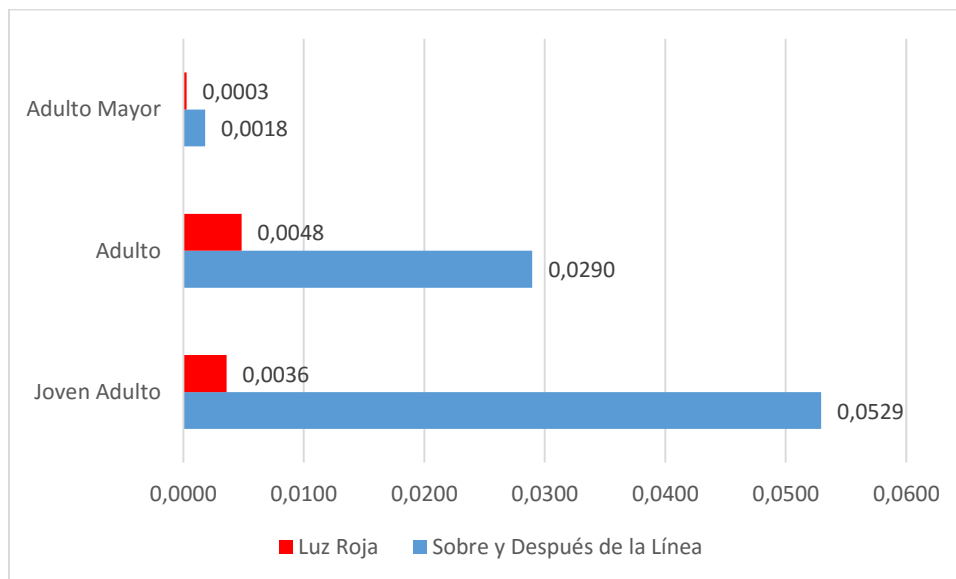


Figura 13.- Infracciones respecto a la edad del conductor.

(Fuente: Elaboración propia)

En la Figura 13, se observa que los adultos tienen mayor probabilidad de cometer una infracción de cruzar en luz roja, pero los jóvenes adultos tienen mayor probabilidad de cometer una infracción del tipo sobre y después de la línea.

5.5 Infracciones con respecto al tipo de vehículo.

Conociendo la cantidad total de infracciones de cada tipo de vehículo, medidas en terreno y de la tabla 7 los porcentajes de cada tipo con respecto al total de vehículos, se calculó la probabilidad de infracciones según el tipo de vehículo.

Tipo Vehículo	Cantidad	Porcentaje (%)
Particular	411.515	86,9
Colectivo	18.005	3,8
Carga	26.701	5,6
Motos	17.552	3,7

Tabla 7.- Parque vehicular año 2014 - Región del Biobío.

(Fuente: INE)

La probabilidad de infracciones según el tipo de vehículo:

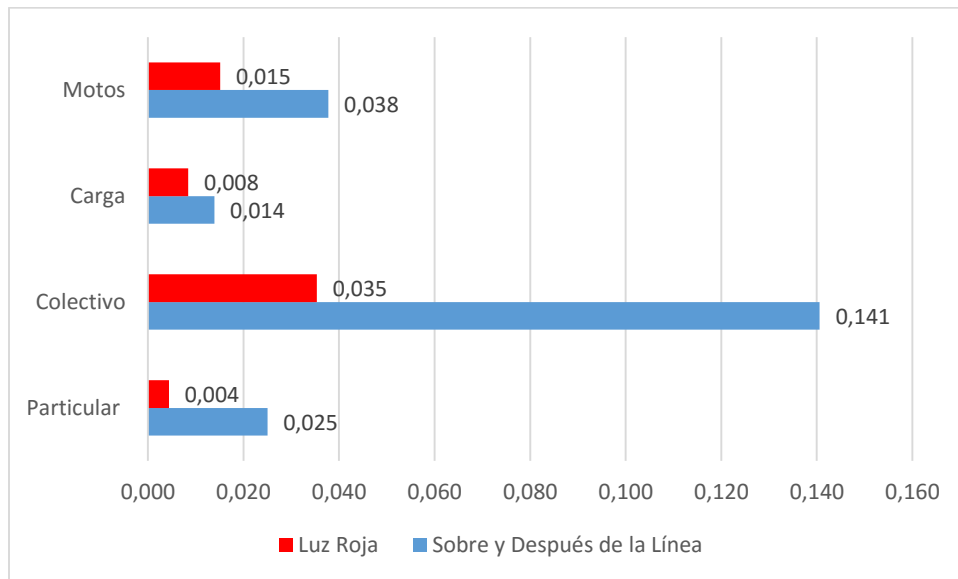


Figura 14.- Infracciones respecto del tipo de vehículo.

(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 14, se observa que los vehículos del tipo colectivo (transporte público), tienen mayor probabilidad de cometer una infracción en una intersección semaforizada. Esto se puede explicar, debido a que los conductores del transporte público, deben cumplir con tiempos de viajes y ese factor puede influenciar en su conducta.

6. PLAN DE MITIGACIÓN

Un plan de Mitigación es el esfuerzo por reducir la pérdida de vida y propiedad reduciendo el impacto de los desastres. La mitigación se logra tomando una acción, antes de que azote el próximo desastre, para así disminuir los daños por reconstrucción, daños repetidos y pérdida de vidas. Para que los esfuerzos de mitigación sean exitosos, es importante que exista información adecuada y se difunda de manera apropiada para que se conozcan los riesgos que podrían afectar el área y tomar las medidas necesarias para que las personas se protejan. Es importante saber que los desastres pueden ocurrir en cualquier momento y en cualquier lugar y, si no estamos preparados, las consecuencias pueden ser fatales.

6.1 Identificación de acciones de mitigación.

Para combatir el problema de infracciones por cruzar en luz roja, existen varias acciones de mitigación, como por ejemplo:

- Ajustar la sincronización de las señales de tráfico (luz amarilla)
- Mejorar coordinación de señal entre grupos de intersección.
- Aumentar la distancia de visibilidad.
- Aumentar multas por violación de luz roja.
- El uso automatizado de cámaras de control fotográfico.
- Fiscalización de Carabineros.

De todas estas acciones, en este capítulo, solo tomaremos las últimas dos que son fiscalización de carabineros y fiscalización automatizado por cámaras. Esto, debido a que son las dos contramedidas más utilizadas y presentan a través de literatura su efectividad en función de su costo.

6.2 Fiscalización de Carabineros.

La fiscalización de carabineros, consiste en examinar las violaciones de luz roja para comprobar si los conductores cumplen con las normativas vigentes, también de esta manera se permite hacer una labor educativa, para que los conductores tomen conciencia de su falta. Los costos asociados a esta fiscalización, están referidos, a contar con la presencia de carabineros en las intersecciones semaforizadas, donde se quiere una reducción de las infracciones por luz roja.

Como dato, en la Tabla 8 se muestra la información recogida, acerca de los sueldos de los miembros que participan en las fiscalizaciones de tránsito, normalmente en carabineros.

	Un Turno	Dos Turnos
Sargento 1°	\$ 1.100.000	\$ 2.200.000
Cabo 2°	\$ 620.000	\$ 1.240.000
Total Mes	\$ 1.720.000	\$ 3.440.000
Total Año	\$ 20.640.000	\$ 41.280.000

Tabla 8.- Sueldos de Carabineros de Chile.

(Fuente: Carabineros de Chile)

Al ser inapropiado contar con la fiscalización de carabineros durante todo el día y en muchas intersecciones, debido a que no se cuenta con el número de carabineros para que cumpla con esto. Por eso se localiza este tipo de fiscalización en algunas intersecciones y durante las horas más relevantes del día.

La reducción de infracciones por esta fiscalización es de un 20%, esto debido a que existe el error humano producto de varios factores como la fatiga, distracciones o estar ocupado con un vehículo que cruzo en luz roja.

6.3 Fiscalización electrónica.

La finalidad del uso de cámaras automáticas (también llamadas foto-multa) es detectar a los infractores sin la presencia policial en determinados puntos. Estos equipos son máquinas automáticas que trabajan las 24 horas del día, adicionalmente y teniendo en cuenta la experiencia internacional en el uso de estos equipos electrónicos para el monitoreo de tránsito, donde la reducción de los accidentes es del orden del 20% y el 70% de las muertes.

Algunas de las funciones de este tipo de fiscalización son:

- No respetar la luz roja del semáforo
- Invasión del paso peatonal.
- Vuelta prohibida.
- Invasión de carriles exclusivos transporte público y ciclo vías.

Para obtener los costos de asociados a la fiscalización electrónica, se seleccionó un proyecto similar implementado en Chile, para esto se usó el estudio “Análisis y definición de una metodología para evaluar proyectos ITS”, año 2009.

El proyecto seleccionado fue “Habilitación de nuevas cámaras de TV para el centro de control de tránsito de la UOCT”, que consiste en instalar y habilitar 16 cámaras de vigilancia en puntos no cubiertos de la ciudad de Santiago. Los principales ítem de costos considerados a este proyecto son:

- Las cámaras de vigilancia (fijas y móviles)
- Obras civiles
- Decodificadores y compresores
- Hardware y software
- Muebles y materiales de oficina

Este proyecto tiene un costo de \$ 170.000.000, pero con cámaras de seguridad. Así que el proyecto sin las cámaras queda con un costo de \$ 151.281.920. El costo de operación fue seleccionado del proyecto “Implementación operación y mejoramiento del centro de noticias de tránsito de Santiago”, donde el costo de operación es de US\$ 77.000. Por último el costo de cada cámara Fotomulta se recogió de un estudio de la ciudad de Ibagué, Colombia, con un valor de \$ 35.000.000.

En la Tabla 9 se resume los costos de la fiscalización electrónica.

Costo Proyecto F.E.	\$ 151.281.920
Costo de operación	\$ 50.358.000
Costo de una cámara	\$ 35.000.000

Tabla 9.- Costos asociados a la fiscalización electrónica.

(Fuente: Elaboración propia)

6.4 Beneficios de implementar un plan de mitigación.

Cada acción de mitigación tiene un costo y un beneficio asociado, pero para obtener los beneficios, primero se debe determinar los costos por infracciones de luz roja. Las tablas de resultados de cada acción de mitigación en función de su costo efectividad se presentan en el ANEXO E.

6.4.1 Determinación de los costos por infracciones de luz roja.

Se identificó la probabilidad de fallecidos, lesionados graves y leves con respecto a la cantidad de infracciones de luz roja, utilizando:

- Datos de lesionados por cruzar en luz roja, en el Gran Concepción (Gesitran, 2014)
- Datos de flujos calles Av. Carrera y Av. Paicaví (UOCT, 2013)

Con estos datos y la figura 8 mostrada en el capítulo de análisis de resultados, donde teniendo los flujos podemos obtener la cantidad de infracciones de luz roja, se muestra que de cada 100.000 infracciones 4 son fallecidos, 5 lesionados graves y 20 lesionados leves.

Por último, la información de costos privados y sociales relacionados a fallecidos, lesionados graves y leves se obtuvo a través de CONASET.

En las siguientes secciones de este capítulo se mostrará los resultados de los flujos de la Avenida Los Carrera, ya que son muy parecidos con los datos de Avenida Paicaví. Las dos avenidas presentan grandes flujos vehiculares.

6.5.1 Fiscalización de carabineros en función de su costo efectividad.

En la figura 16 se muestra los resultados de los costos, versus los beneficios cada año.

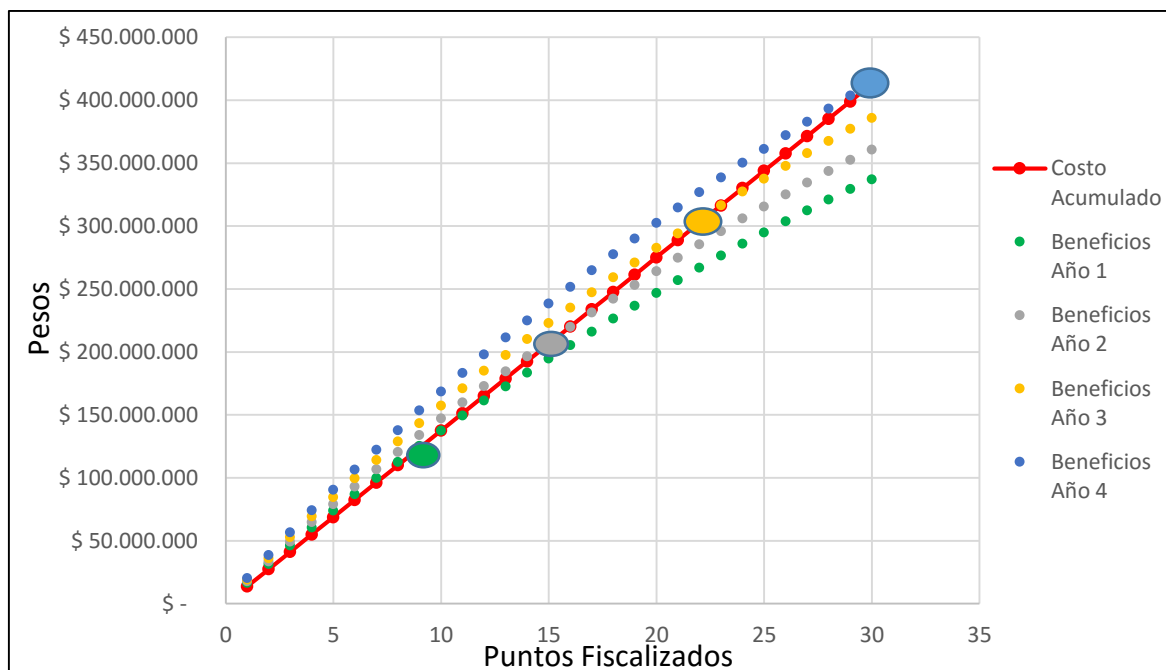


Figura 16.- Costos vs beneficios, fiscalización de Carabineros.

(Fuente: Elaboración propia)

6.5.2 Fiscalización electrónica en función de su costo efectividad.

En la figura 17 se muestran los resultados de los costos, versus los beneficio cada año.

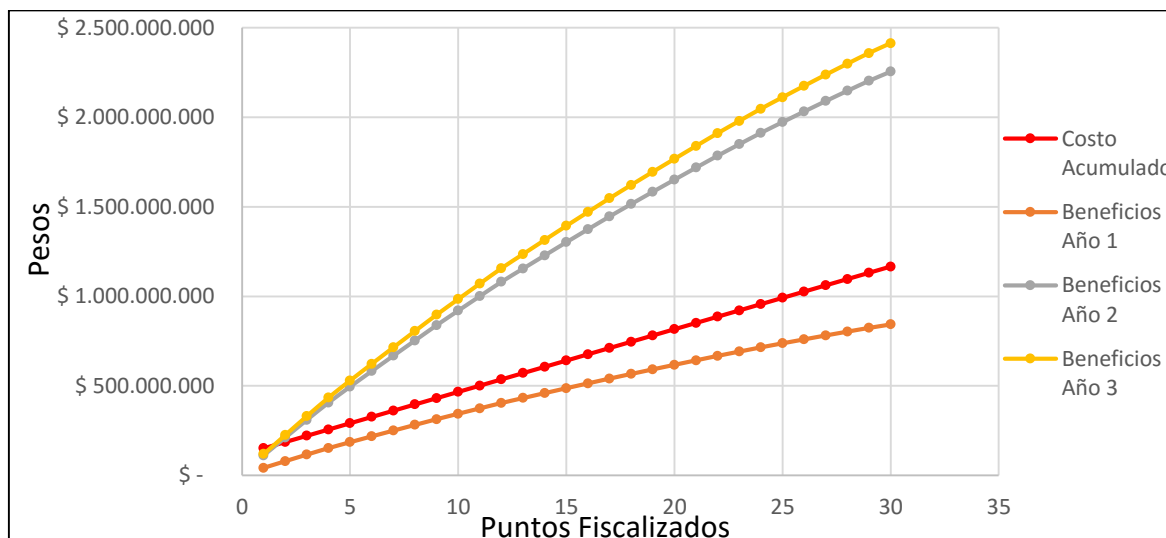


Figura 17.- Costos vs beneficios, fiscalización de cámaras fotomultas.

(Fuente: Elaboración propia)

6.5.3 Fiscalización combinada en función de su costo efectividad.

En la figura 18 se muestra los costos de combinar ambas fiscalizaciones, versus los beneficios cada año.

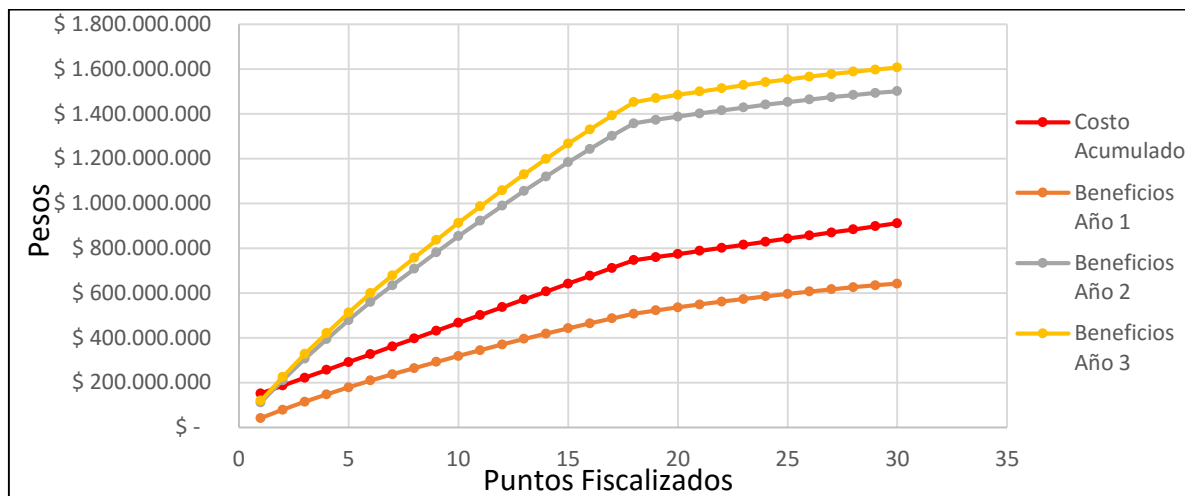


Figura 18.- Costos vs beneficios, fiscalización combinada.
(Fuente: Elaboración propia)

6.5.4 Evaluación económica.

✓ Fiscalización de Carabineros:

	1	2	3	4
Beneficios	\$ 337.251.065	\$ 360.858.639	\$ 386.118.744	\$ 413.147.056
Costos	\$ 412.800.000	\$ 412.800.000	\$ 412.800.000	\$ 412.800.000

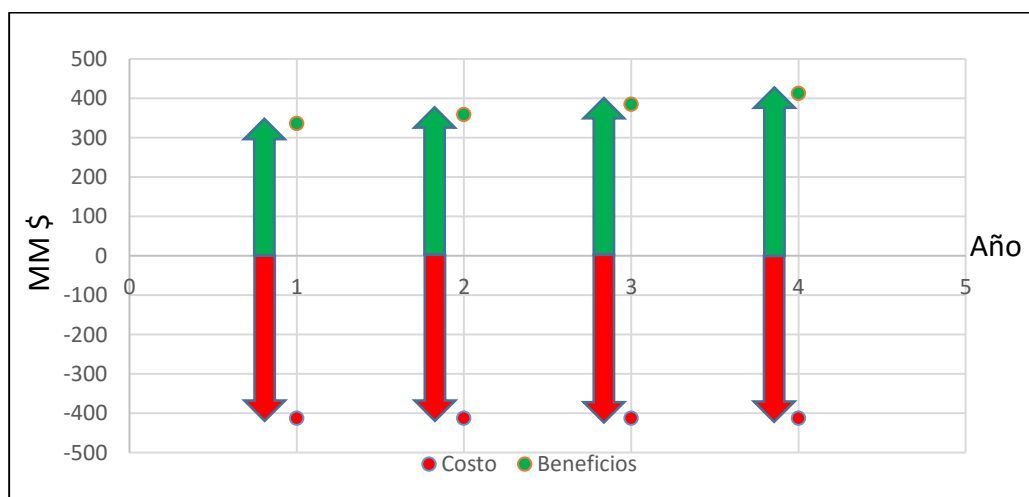


Figura 19.- Análisis económico, fiscalización Carabineros.
(Fuente: Elaboración propia)

✓ Fiscalización electrónica:

	1	2	3	4
Beneficios	\$ 843.127.662	\$ 2.255.366.496	\$ 2.413.242.151	\$ 3.645.861.967
Costos	\$ 1.166.281.920	\$ 50.358.000	\$ 50.358.000	\$ 50.358.000

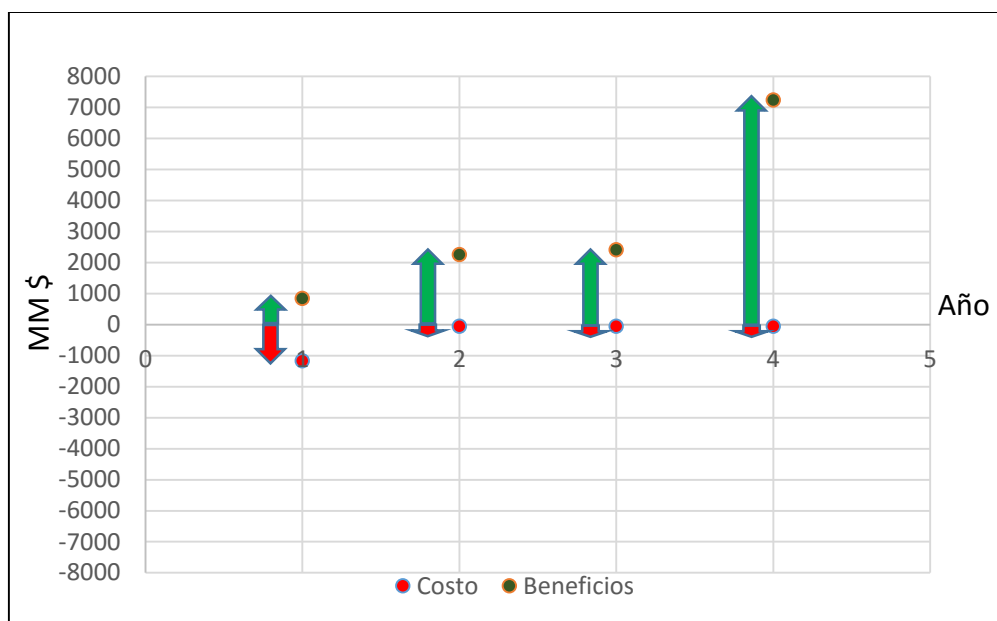


Figura 20.- Análisis económico, fiscalización electrónica.

(Fuente: Elaboración propia)

6.6 Comparación acciones de mitigación en función de su costo efectividad.

Se comparan las diferentes acciones de mitigación en su primer año, realizadas en intersecciones del eje Avenida Los Carrera, ya que desde el segundo año la fiscalización electrónica es muy superior a la fiscalización de carabineros y la combinada. En la tabla 10 se tienen los costos y beneficios del primer año.

FISCALIZACIÓN	Costos (MM \$)	Beneficios Año 1 (MM \$)	Año 1 (B - C)	Porcentaje recuperado
Carabineros	412	337	-75	81%
Cámara Fotomulta	1.166	843	-323	72%
Combinada	911	641	-270	70%

Tabla 10.- Comparación costos vs beneficios del primer año.

(Fuente: Elaboración propia)

Según lo anterior, se tiene como lista en función de su costo efectividad el primer año:

1. Carabineros
2. Cámara Fotomulta
3. Combinada

Ahora si se observa las diferencias entre costos y beneficios (B - C) se podría pensar que la fiscalización combinada tiene menos pérdidas el primer año, comparado a la fiscalización electrónica y esto, es así, pero en comparación a los costos invertidos y al porcentaje recuperado en los beneficios, la fiscalización electrónica es un poco mayor (un 2%).

Cabe señalar, entonces, que los más de 200 millones de beneficios que tienen de diferencia estas dos fiscalizaciones (Combinada vs Electrónica) son relevantes a la hora de pensar en que acción utilizar.

7. CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación era caracterizar las violaciones de luz roja en el Gran Concepción e identificar medidas de mitigación costo efectivas. Al analizar los resultados obtenidos en la campaña de mediciones, de las intersecciones en estudio, se puede observar que en todas las intersecciones y en todos los horarios de medición, se produjeron infracciones de luz roja. Los resultados obtenidos en esta investigación se repiten en estudios realizados en otros países.

La probabilidad de infracciones con respecto a sus flujos totales, se observó que la probabilidad de las infracciones sobre y después de la línea varía considerablemente con respecto a los flujos relevantes (flujo donde se midió las infracciones) de cada intersección, esto quiere decir que a menor flujo relevante mayor son las infracciones sobre y después de la línea, y a mayor flujo relevante menor son las infracciones sobre y después de la línea. A diferencia con las infracciones de cruzar en luz roja, que también, presentan diferencias en las probabilidades con respecto al flujo relevante, pero en menor cantidad las diferencias. También con las mediciones en terreno, se observó, que con flujos entre 1000 y 2600 vehículos, la hora del día con mayor probabilidad de infracciones de luz roja fue entre las 18:30 – 19:30, con un resultado de 0,006 (Infracciones / Flujo total).

Si bien, se tienen resultados de las infracciones de luz roja con respecto a los flujos y la hora del día, también se obtuvieron mediciones con respecto al tipo de sexo del conductor, con un resultado de 0,001 (Infracciones mujeres / Flujo total mujeres) y de 0,007 (Infracciones hombres / Flujo total hombres). De la misma manera, se observó que la edad con mayor probabilidad de cometer una violación de luz roja fue de los adultos con un 0,0048 (Infracciones adultos / Flujo total adultos). Y lo mismo con respecto al tipo de vehículo, el transporte público mostró como probabilidad de cruzar en luz roja un 0,035 (Infracciones T.P. / Flujo total T.P.).

Existen muchas acciones de mitigación, pero solo dos son las más utilizadas y presentan a través de literatura sus porcentajes de beneficios, esto quiere decir cuando reducen al año las infracciones de luz roja. De las dos fiscalizaciones analizadas, se tiene que la mejor acción de mitigación respecto a su costo efectividad el primer año es la fiscalización con

Carabineros. Desde el segundo año la fiscalización electrónica y combinada ya tienen beneficios positivos, en el caso de la fiscalización electrónica solo tiene costos de operación, no así la fiscalización de Carabineros que sigue teniendo los mismos costos. Por esto, si no se quiere tener grandes valores negativos el primer año se puede priorizar utilizar una fiscalización combinada y de a poco crear conciencia y educación a los conductores sobre la fiscalización con cámaras fotomultas que tiene una mayor inversión.

8. REFERENCIAS

- Cannell, A. E., y Gold, P. A. (2002). Reduciendo accidentes: El papel de la fiscalización del tránsito y de la capacitación de conductores. Washington D.C: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Carabineros de Chile. (2015). Escala de Remuneraciones Personal de Nombramiento Institucional. Gobierno de Chile.
- Conaset (2014). Siniestros de tránsito y consecuencias según Causa.
- El nuevo día. (2014). Las Fotomultas un negocio rentable ¿para quién?, p. <http://www.elnuevodia.com.co/nuevodia/actualidad/politica/>. Acceso 14 de Mayo de 2016.
- El País. (2014). Así quedó registrado el robo de la cámara móvil de fotomultas de Tránsito. <http://www.elpais.com.co/elpais/cali/noticias/hurtan-camara-fotomultas-movil-estrenaba-este-martes-en-cali>. Acceso 14 de Mayo de 2016.
- Ferguson, E. T. (1991) Overview of evaluation methods with applications to transport demand management. Transportation research record 1321.
- Flujo vehicular en el país aumentó en 7% en noviembre del 2015. (2016), from <http://gestion.pe/economia/flujo-vehicular-pais-aumento-7-noviembre-2015-2153058>. Acceso 24 de Mayo de 2016.
- Gesitran. (2016). Gesitranbiobio.cl, from <http://www.gesitranbiobio.cl/>. Acceso 4 de Marzo de 2016 y 10 de abril de 2016.
- González Cáceres, J. (2015). Suboficial Mayor. Departamento de la SIAT de Carabineros. Entrevista 20 de Noviembre de 2015.
- Gonzales C. y Rosales J. (2014). Carabineros de Chile. Anuario estadístico de tránsito año, SIEC 2.
- NHTSA, National Highway Traffic Safety Administration (2006). Análisis de dato de vulneración de luz roja de las intersecciones, equipado con aplicación de foto cámara luz roja. Washington D.C, USA.
- INE (2014), informe parque vehicular año 2014 - Región del Biobío.
- Jofré Frugone, E. & Flores Valenzuela, N. (2014). Análisis Cuantitativo de Infracciones de Tránsito en Intersecciones Viales (Ingeniero Civil). Universidad Diego Portales. Santiago, Chile.

- Manual de dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras. (1986) (5th ed.). México.
- Proyectos ITS. (2009). Análisis y definición de una metodología para evaluar.
- Rahmat Youssefi, P. (2009). “Análisis econométrico de las causas que influyen en el número de lesionados en accidentes de tránsito para dos comunas de la región metropolitana de Chile” (Ingeniero Civil Industrial). Universidad de Talca, Chile.
- SIGWEB: El portal de los expertos en prevención de riesgo de Chile. (2009). Obtenido de <http://www.sigweb.cl/biblioteca/CostosSocialesAccidentesTransito.pdf>. Acceso 15 de Noviembre de 2015.
- Unidad Operativa de Control de Tránsito Gran Concepción (2013). “Actualización de programaciones de semáforos del Gran Concepción”. Informe Final - OT N°20130605-02. Concepción, Chile.
- Washburn, S. (2004). Investigación de infractores de luz roja y sus factores (1st ed.). Tennessee: Kenneth G. Valor, USA.

ANEXOS

ANEXO A

A.1.- Encuesta Carabineros

Nombre funcionario del SIAT: José González Cáceres.

Grado institucional: Suboficial Mayor.

Teléfono: 84374101



Figura A.- Imagen con Suboficial Mayor SIAT.

(Fuente: Elaboración propia)

1) ¿En cuál de las siguientes vías, estima Ud. que se da con mayor frecuencia los accidentes de tránsito?

- Autopistas
- Avenidas
- Dentro de la ciudad
- En la periferia de la ciudad
- En zonas rurales

R: Los accidentes más graves pasan en las autopistas, pero la mayor cantidad de accidentes suceden en el centro de la ciudad pero son de carácter leve.

2) ¿Cuántas infracciones se registran por violación de luz roja en un mes?

R: No se tiene control de eso, solo averigua la causa de los accidentes de tránsito.

3) ¿Cuáles son las intersecciones semaforizadas de la ciudad de Concepción que presentan mayor frecuencia de accidentes de tránsito por violación de luz roja?

R: Abdón Cifuentes – Víctor Domingo Silva; Av. Costanera – Temistocles Rojas; Av. Los Carrera – Lientur; Av. Paicaví – Maipú; Av. O'Higgins – Colo Colo.

4) ¿Con cuánto personal cuenta Carabineros de Chile para fiscalizar en las calles de Concepción las normas de tránsito?

R: La mayoría de los funcionarios se preocupa de otros delitos. La fiscalización de las normas de tránsito, incluido la violación de luz roja es muy poca.

5) ¿Qué medidas ha tomado carabineros para disminuir los accidentes por violación de luz roja?

R: Ninguna.

6) ¿Qué efecto produce la fiscalización?

R: Es un efecto muy menor, ya que a los días después los conductores vuelven a cometer las mismas infracciones.

7) ¿Cree que funcionarían las cámaras de control de luz roja?

R: Claro que sí, pero se debería implementar una nueva unidad de carabineros para esa área.

8) Con el cambio en la licencia de conducir ¿Se ha notado algún cambio en la conducta del conductor?

R: Ningún cambio. Los cambios se producen a largo plazo (30 años).

9) En Concepción, ¿existe algún plan piloto, a diferencia del resto del país, contra los accidentes de tránsito?

R: Políticas nacionales. Se trata de implementar los mismos métodos a diferentes escalas.

Extras:

Incorporar una ley para que todos los buses de locomoción colectiva urbana e interurbana tengan cámaras de control, dentro y fuera del vehículo, para así tener pruebas cuando cometen infracciones de tránsito.

Todo parte por una buena educación en casa y en los colegios, Carabineros da charlas a los colegios y jardines que se lo pidan, pero esto no sucede en todos los establecimientos.

ANEXO B

B.1.- Ejes de intersecciones.

Se muestran los ejes de las intersecciones seleccionadas en este estudio y se especifica con una flecha de color rojo el flujo relevante, donde se midieron las violaciones de luz roja.

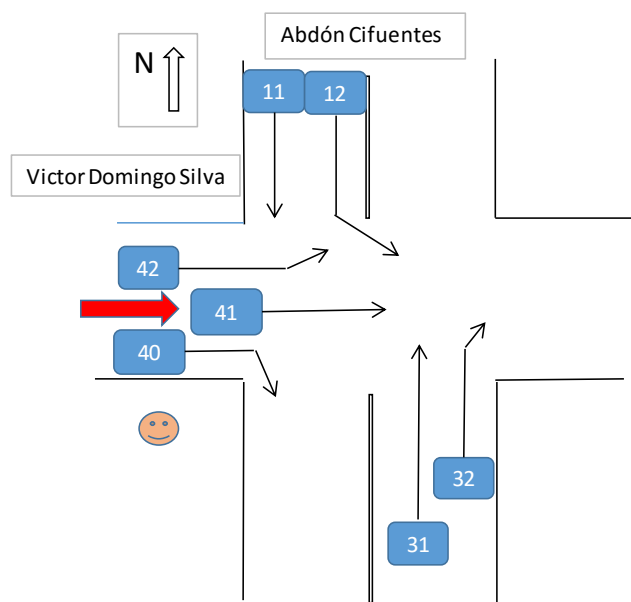


Figura B1.- Eje Víctor Domingo Silva – Abdón Cifuentes.

(Fuente: Elaboración propia)

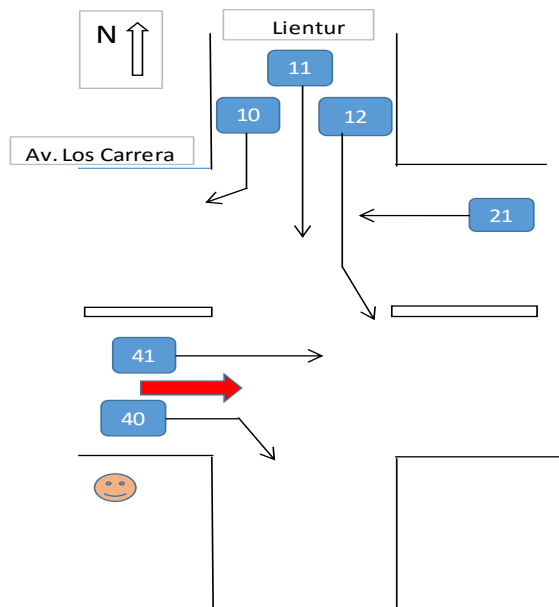


Figura B2.- Eje Av. Los Carrera – Lientur.

(Fuente: Elaboración propia)

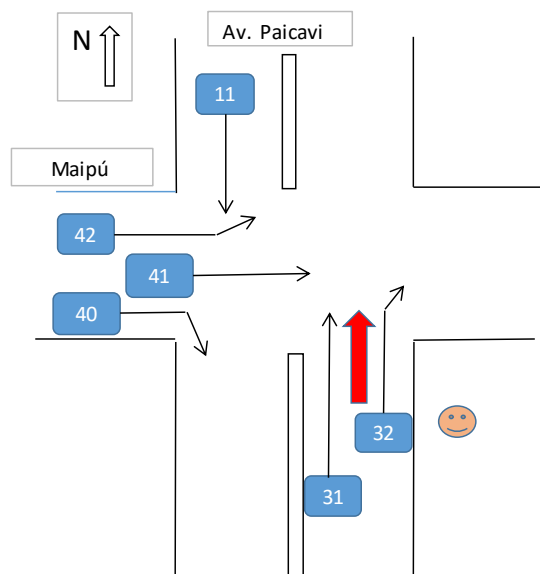


Figura B3.- Eje Av. Paicaví – Maipú.

(Fuente: Elaboración propia)

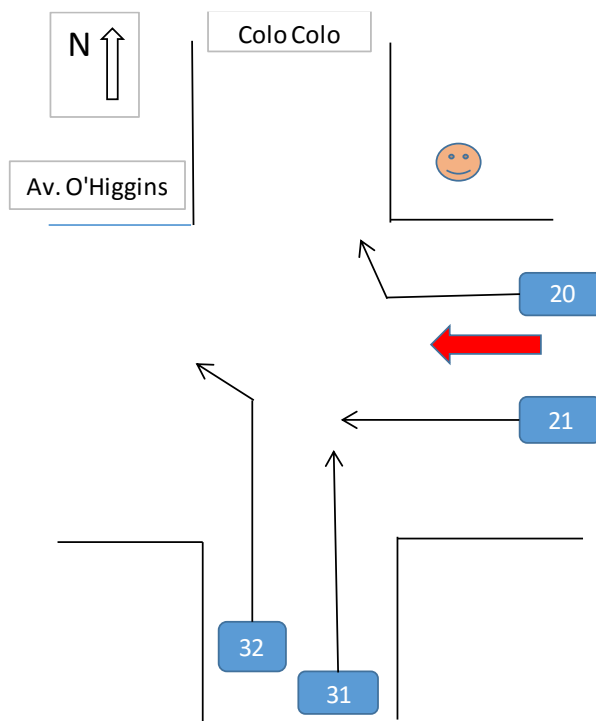


Figura B4.- Eje Av. Libertador O'Higgins – Colo Colo.

(Fuente: Elaboración propia)

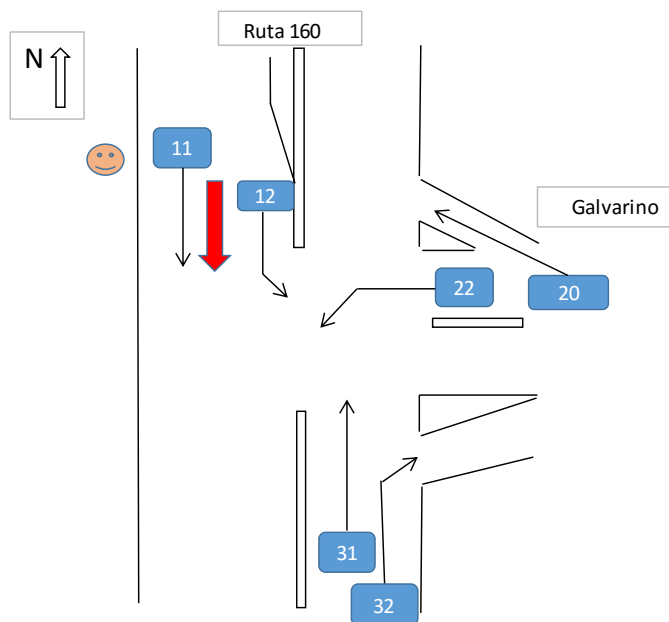


Figura B5.- Eje Av. Costanera – Temístocles Rojas.

(Fuente: Elaboración propia)

Catastro Vial de la intersección

Ubicación intersección: Víctor Domingo Silva - Abdón Cifuentes.

Tipo de vía: Calle doble pista unidireccional, intersectada con calle bidireccional de mayor tránsito vehicular.

Ancho Pista: 3 metros.

Duración luz roja: 65 (s)

Duración luz amarilla: 3 (s)

Duración luz verde: 15 (s)

Duración Ciclo: 83 (s)

Demarcación de parada: Existe, está bien demarcada.

Señalética: Semáforo de tres tiempos no señalado (fue quitado el cartel).

Estado del clima (Día 1): Al medio día lluvia y la tarde nublado.

Estado del clima (Día 2): Todo el día despejado con nubes dispersas.

Estado del clima (Día 3): AL medio día soleado y en la tarde despejado con nubes dispersa.

Otros (Día 1): martes 24 de Noviembre, normal.

Otros (Día 2): miércoles 25 de Noviembre, normal.

Otros (Día 3): jueves 26 de Noviembre, normal.

Catastro Vial de la intersección

Ubicación intersección: Avenida Los Carrera - Calle Lientur.

Tipo de vía: Avenida bidireccional con seis carriles, intersectada con calle unidireccional de dos carriles.

Ancho Pista: 3 metros.

Mañana - Tarde - Noche			Mañana - Tarde - Noche				
Duración luz roja:	53	53	32	Duración luz amarilla:	3	3	3
Mañana - Tarde - Noche			Mañana - Tarde - Noche				
Duración luz verde:	59	59	45	Duración Ciclo:	115	115	80

Demarcación de parada: Existe, pintura un poco gastada.

Señalética: Semáforo; cartel no virar a la izquierda.

Estado del clima (Día 1): Soleado todo el día.

Estado del clima (Día 2): Medio día Nublado; tarde despejado con nubes dispersas.

Estado del clima (Día 3): Despejado con nubes dispersas.

Otros (Día 1): martes 1 de Diciembre, normal.

Otros (Día 2): miércoles 2 de Diciembre, normal.

Otros (Día 3): jueves 3 de Diciembre, normal.

Catastro Vial de la intersección

Ubicación intersección: Avenida Paicaví - Maipú.

Tipo de vía: Avenida bidireccional con cuatro carriles, intersectada con calle unidireccional de dos carriles.

Ancho Pista: 3 metros.

	Mañana - Tarde - Noche				Mañana - Tarde - Noche		
Duración luz roja:	34	49	49	Duración luz amarilla:	3	3	3
	Mañana - Tarde - Noche				Mañana - Tarde - Noche		
Duración luz verde:	53	63	63	Duración Ciclo:	92	115	115

Demarcación de parada: Existe, pintura un poco gastada.

Señalética: Semáforo; cartel no virar a la izquierda.

Estado del clima (Día 1): Soleado todo el día.

Estado del clima (Día 2): Soleado todo el día.

Estado del clima (Día 3): Despejado con nubes dispersas.

Otros (Día 1): martes 8 de Diciembre, feriado.

Otros (Día 2): miércoles 9 de diciembre, normal.

Otros (Día 3): jueves 10 de diciembre, normal.

Catastro Vial de la intersección

Ubicación intersección: Avenida O'Higgins - Colo Colo.

Tipo de vía: Avenida unidireccional con cuatro carriles, intersectada con calle unidireccional de dos carriles.

Ancho Pista: 3 y 3,5 metros.

	Mañana - Tarde - Noche				Mañana - Tarde - Noche		
Duración luz roja:	29	24	18	Duración luz amarilla:	3	3	3
	Mañana - Tarde - Noche				Mañana - Tarde - Noche		
Duración luz verde:	51	31	19	Duración Ciclo:	83	58	40

Demarcación de parada: Existe, pintura bien marcada.

Señalética: Semáforo; cartel no virar a la izquierda.

Estado del clima (Día 1): Soleado todo el día.

Estado del clima (Día 2): Despejado con nubes dispersas.

Estado del clima (Día 3): Soleado todo el día.

Otros (Día 1): martes 15 de Diciembre, normal.

Otros (Día 2): miércoles 16 de diciembre, normal.

Otros (Día 3): jueves 17 de diciembre, normal.

Catastro Vial de la intersección

Ubicación intersección: Ruta 160 - Calle Galvarino.

Tipo de vía: Autopista interurbana bidireccional con cuatro carriles, intersectada con calle bidireccional de dos carriles.

Ancho Pista: 3 metros.

	Mañana - Tarde - Noche				Mañana - Tarde - Noche		
Duración luz roja:	21	21	15	Duración luz amarilla:	3	3	3
	Mañana - Tarde - Noche				Mañana - Tarde - Noche		
Duración luz verde:	91	91	52	Duración Ciclo:	115	115	70

Demarcación de parada: Existe, pintura bien marcada.

Señalética: Semáforo de tres tiempos.

Estado del clima (Día 1): Soleado todo el día.

Estado del clima (Día 2): Soleado todo el día.

Otros (Día 1): martes 22 de Diciembre, normal.

Otros (Día 2): miércoles 23 de diciembre, normal.

Catastro Vial de la intersección

Ubicación intersección: Avenida Costanera - Temístocles Rojas.

Tipo de vía: Avenida bidireccional con cuatro carriles, intersectada con calle bidireccional de dos carriles.

Ancho Pista: 3 metros.

Duración luz roja: 30 (s)

Duración luz amarilla: 3 (s)

Duración luz verde: 57 (s)

Duración Ciclo: 90 (s)

Demarcación de parada: Existe, pintura bien marcada.

Señalética: Semáforo de tres tiempos.

Estado del clima (Día 1): Soleado todo el día.

Estado del clima (Día 2): Soleado todo el día.

Otros (Día 1): martes 5 de Enero, normal.

Otros (Día 2): miércoles 5 de Enero, normal.

ANEXO D

D.1.- En este anexo se presentan los resultados obtenidos en cada intersección.

d.1.1 Víctor Domingo Silva – Abdón Cifuentes

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	216	232	272
18:30 – 19:30	296	312	320
22:00 – 23:00	164	168	192

Tabla D1.- Flujos vehiculares dirección relevante, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	860	912	1004
18:30 – 19:30	1024	1052	1116
22:00 – 23:00	552	480	540

Tabla D2.- Flujos vehiculares totales por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	31	36	27
18:30 – 19:30	47	48	56
22:00 – 23:00	28	28	23

Tabla D3.- Infracciones del tipo Sobre y Después de la línea, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	2	1	4
18:30 – 19:30	9	11	9
22:00 – 23:00	5	4	5

Tabla D4.- Infracciones de Cruzar en Luz Roja, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

d.1.2 Av. Los Carrera – Lientur

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	888	980	1028
18:30 – 19:30	1076	1296	1320
22:00 – 23:00	528	596	655

Tabla D5.- Flujos vehiculares dirección relevante, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	2720	2736	2888
18:30 – 19:30	3321	3728	3864
22:00 – 23:00	1492	1540	1634

Tabla D6.- Flujos vehiculares totales por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	16	17	20
18:30 – 19:30	17	17	19
22:00 – 23:00	7	8	8

Tabla D7.- Infracciones del tipo Sobre y Después de la línea, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	1	1	0
18:30 – 19:30	4	3	3
22:00 – 23:00	1	2	1

Tabla D8.- Infracciones de Cruzar en Luz Roja, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

d.1.3 Av. Paicaví – Maipú

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	528	644	776
18:30 – 19:30	728	972	892
22:00 – 23:00	248	284	324

Tabla D9.- Flujos vehiculares dirección relevante, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	1872	2328	2768
18:30 – 19:30	1920	3236	2988
22:00 – 23:00	864	968	1116

Tabla D10.- Flujos vehiculares totales por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	12	18	18
18:30 – 19:30	17	21	22
22:00 – 23:00	23	27	25

Tabla D11.- Infracciones del tipo Sobre y Después de la línea, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	0	1	1
18:30 – 19:30	6	5	4
22:00 – 23:00	0	2	1

Tabla D12.- Infracciones de Cruzar en Luz Roja, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

d.1.4 Av. Libertador O'Higgins – Colo Colo

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	656	728	740
18:30 – 19:30	692	904	748
22:00 – 23:00	380	416	468

Tabla D13.- Flujos vehiculares dirección relevante, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	892	1004	1036
18:30 – 19:30	1072	1408	1080
22:00 – 23:00	520	564	672

Tabla D14.- Flujos vehiculares totales por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	5	8	10
18:30 – 19:30	19	22	24
22:00 – 23:00	21	22	24

Tabla D15.- Infracciones del tipo Sobre y Después de la línea, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	2	0	1
18:30 – 19:30	3	5	3
22:00 – 23:00	4	6	4

Tabla D16.- Infracciones de Cruzar en Luz Roja, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

d.1.5 Ruta 160 - Galvarino

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	1120	1084	0
18:30 – 19:30	1256	1232	0
22:00 – 23:00	1096	1060	0

Tabla D17.- Flujos vehiculares dirección relevante, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	2696	2600	0
18:30 – 19:30	2968	2836	0
22:00 – 23:00	1980	1996	0

Tabla D18.- Flujos vehiculares totales por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	20	20	0
18:30 – 19:30	26	27	0
22:00 – 23:00	19	20	0

Tabla D19.- Infracciones del tipo Sobre y Después de la línea, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	9	13	0
18:30 – 19:30	11	14	0
22:00 – 23:00	9	8	0

Tabla D20.- Infracciones de Cruzar en Luz Roja, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

d.1.6 Av. Costanera – Temístocles Rojas

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	1272	1176	0
18:30 – 19:30	1632	1580	0
22:00 – 23:00	776	800	0

Tabla D21.- Flujos vehiculares dirección relevante, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	2572	2440	0
18:30 – 19:30	3288	3192	0
22:00 – 23:00	1564	1552	0

Tabla D22.- Flujos vehiculares totales por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	19	21	0
18:30 – 19:30	27	24	0
22:00 – 23:00	13	7	0

Tabla D23.- Infracciones del tipo Sobre y Después de la línea, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

Hora / Día	Martes	Miércoles	Jueves
13:30 – 14:30	8	8	0
18:30 – 19:30	12	10	0
22:00 – 23:00	4	2	0

Tabla D24.- Infracciones de Cruzar en Luz Roja, por hora y día.

(Fuente: Elaboración propia)

ANEXO E

En este anexo se muestran las tablas obtenidas para los gráficos de costos vs benéficos en el capítulo de plan de mitigación.

E.1.- Fiscalización de Carabineros.

Intersecciones	Costo Acumulado	Beneficio (8%)	Acumulado (8%)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Lientur Q1	\$ 13.760.000	\$ 16.651.949	\$ 16.651.949	\$ 16.651.949	\$ 17.817.585	\$ 19.064.816	\$ 20.399.353
Janequeo Q1	\$ 27.520.000	\$ 14.883.875	\$ 31.535.824	\$ 31.535.824	\$ 33.743.331	\$ 36.105.365	\$ 38.632.740
Pelantaro Q1	\$ 41.280.000	\$ 14.777.116	\$ 46.312.940	\$ 46.312.940	\$ 49.554.845	\$ 53.023.685	\$ 56.735.343
Vilumilla Q1	\$ 55.040.000	\$ 14.404.705	\$ 60.717.645	\$ 60.717.645	\$ 64.967.880	\$ 69.515.632	\$ 74.381.726
Tucapel Q1	\$ 68.800.000	\$ 13.331.129	\$ 74.048.774	\$ 74.048.774	\$ 79.232.188	\$ 84.778.441	\$ 90.712.932
Lincoyan Q1	\$ 82.560.000	\$ 13.004.361	\$ 87.053.135	\$ 87.053.135	\$ 93.146.855	\$ 99.667.134	\$ 106.643.834
Rengo Q2	\$ 96.320.000	\$ 12.845.044	\$ 99.898.179	\$ 99.898.179	\$ 106.891.051	\$ 114.373.425	\$ 122.379.565
Rengo Q3	\$ 110.080.000	\$ 12.753.676	\$ 112.651.854	\$ 112.651.854	\$ 120.537.484	\$ 128.975.108	\$ 138.003.366
Serrano Q2	\$ 123.840.000	\$ 12.751.453	\$ 125.403.307	\$ 125.403.307	\$ 134.181.539	\$ 143.574.247	\$ 153.624.444
Castellón Q1	\$ 137.600.000	\$ 12.185.092	\$ 137.588.399	\$ 137.588.399	\$ 147.219.587	\$ 157.524.958	\$ 168.551.706
Fresia Q1	\$ 151.360.000	\$ 12.060.742	\$ 149.649.142	\$ 149.649.142	\$ 160.124.582	\$ 171.333.302	\$ 183.326.633
Rengo Q2	\$ 165.120.000	\$ 12.003.351	\$ 161.652.493	\$ 161.652.493	\$ 172.968.168	\$ 185.075.939	\$ 198.031.255
Lientur Q2	\$ 178.880.000	\$ 11.059.738	\$ 172.712.231	\$ 172.712.231	\$ 184.802.087	\$ 197.738.233	\$ 211.579.909
Lincoyan Q3	\$ 192.640.000	\$ 11.019.532	\$ 183.731.763	\$ 183.731.763	\$ 196.592.986	\$ 210.354.495	\$ 225.079.310
Lincoyan Q1	\$ 206.400.000	\$ 10.998.167	\$ 194.729.930	\$ 194.729.930	\$ 208.361.025	\$ 222.946.297	\$ 238.552.537

Intersecciones	Costo Acumulado	Beneficio (8%)	Acumulado (8%)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Tucapel Q2	\$ 220.160.000	\$ 10.788.436	\$ 205.518.366	\$ 205.518.366	\$ 219.904.651	\$ 235.297.977	\$ 251.768.835
Lientur Q3	\$ 233.920.000	\$ 10.746.345	\$ 216.264.711	\$ 216.264.711	\$ 231.403.240	\$ 247.601.467	\$ 264.933.570
Tucapel Q3	\$ 247.680.000	\$ 10.345.473	\$ 226.610.183	\$ 226.610.183	\$ 242.472.896	\$ 259.445.999	\$ 277.607.219
Castellón Q3	\$ 261.440.000	\$ 10.259.360	\$ 236.869.543	\$ 236.869.543	\$ 253.450.411	\$ 271.191.940	\$ 290.175.376
Janequeo Q3	\$ 275.200.000	\$ 10.104.949	\$ 246.974.492	\$ 246.974.492	\$ 264.262.707	\$ 282.761.096	\$ 302.554.373
Castellón Q2	\$ 288.960.000	\$ 10.052.688	\$ 257.027.181	\$ 257.027.181	\$ 275.019.083	\$ 294.270.419	\$ 314.869.349
Serrano Q1	\$ 302.720.000	\$ 10.000.540	\$ 267.027.721	\$ 267.027.721	\$ 285.719.661	\$ 305.720.038	\$ 327.120.440
Pelantaro Q3	\$ 316.480.000	\$ 9.564.514	\$ 276.592.235	\$ 276.592.235	\$ 295.953.692	\$ 316.670.450	\$ 338.837.382
Serrano Q3	\$ 330.240.000	\$ 9.493.248	\$ 286.085.483	\$ 286.085.483	\$ 306.111.467	\$ 327.539.270	\$ 350.467.019
Janequeo Q2	\$ 344.000.000	\$ 8.981.545	\$ 295.067.028	\$ 295.067.028	\$ 315.721.720	\$ 337.822.241	\$ 361.469.798
Vilumilla Q2	\$ 357.760.000	\$ 8.863.681	\$ 303.930.709	\$ 303.930.709	\$ 325.205.859	\$ 347.970.269	\$ 372.328.188
Vilumilla Q3	\$ 371.520.000	\$ 8.747.923	\$ 312.678.632	\$ 312.678.632	\$ 334.566.136	\$ 357.985.766	\$ 383.044.770
Fresia Q2	\$ 385.280.000	\$ 8.542.041	\$ 321.220.673	\$ 321.220.673	\$ 343.706.120	\$ 367.765.548	\$ 393.509.137
Pelantaro Q2	\$ 399.040.000	\$ 8.363.339	\$ 329.584.012	\$ 329.584.012	\$ 352.654.893	\$ 377.340.736	\$ 403.754.587
Fresia Q3	\$ 412.800.000	\$ 7.667.052	\$ 337.251.065	\$ 337.251.065	\$ 360.858.639	\$ 386.118.744	\$ 413.147.056

Figura E1.- Costos y beneficios fiscalización de Carabineros.

(Fuente: Elaboración propia)

E.2.- Fiscalización electrónica.

Intersecciones	Costo Acumulado	Beneficio (20%)	Beneficio (50%)	Acumulado (20%)	Acumulado (50%)	Año 1	Año 2	Año 3
Lientur Q1	\$ 151.281.920	\$ 41.629.871	\$ 104.074.678	\$ 41.629.871	\$ 104.074.678	\$ 41.629.871	\$ 111.359.906	\$ 119.155.099
Janequeo Q1	\$ 186.281.920	\$ 37.209.688	\$ 93.024.220	\$ 78.839.559	\$ 197.098.899	\$ 78.839.559	\$ 210.895.822	\$ 225.658.529
Pelantaro Q1	\$ 221.281.920	\$ 36.942.790	\$ 92.356.974	\$ 115.782.349	\$ 289.455.873	\$ 115.782.349	\$ 309.717.784	\$ 331.398.029
Vilumilla Q1	\$ 256.281.920	\$ 36.011.763	\$ 90.029.407	\$ 151.794.112	\$ 379.485.280	\$ 151.794.112	\$ 406.049.250	\$ 434.472.697
Tucapel Q1	\$ 291.281.920	\$ 33.327.823	\$ 83.319.557	\$ 185.121.935	\$ 462.804.837	\$ 185.121.935	\$ 495.201.176	\$ 529.865.258
Lincoyan Q1	\$ 326.281.920	\$ 32.510.903	\$ 81.277.258	\$ 217.632.838	\$ 544.082.095	\$ 217.632.838	\$ 582.167.842	\$ 622.919.590
Rengo Q2	\$ 361.281.920	\$ 32.112.609	\$ 80.281.522	\$ 249.745.447	\$ 624.363.617	\$ 249.745.447	\$ 668.069.070	\$ 714.833.905
Rengo Q3	\$ 396.281.920	\$ 31.884.189	\$ 79.710.473	\$ 281.629.636	\$ 704.074.090	\$ 281.629.636	\$ 753.359.276	\$ 806.094.425
Serrano Q2	\$ 431.281.920	\$ 31.878.632	\$ 79.696.581	\$ 313.508.268	\$ 783.770.671	\$ 313.508.268	\$ 838.634.618	\$ 897.339.041
Castellón Q1	\$ 466.281.920	\$ 30.462.730	\$ 76.156.825	\$ 343.970.998	\$ 859.927.496	\$ 343.970.998	\$ 920.122.421	\$ 984.530.990
Fresia Q1	\$ 501.281.920	\$ 30.151.856	\$ 75.379.639	\$ 374.122.854	\$ 935.307.135	\$ 374.122.854	\$ 1.000.778.635	\$ 1.070.833.139
Rengo Q2	\$ 536.281.920	\$ 30.008.379	\$ 75.020.947	\$ 404.131.233	\$ 1.010.328.082	\$ 404.131.233	\$ 1.081.051.048	\$ 1.156.724.621
Lientur Q2	\$ 571.281.920	\$ 27.649.345	\$ 69.123.361	\$ 431.780.577	\$ 1.079.451.443	\$ 431.780.577	\$ 1.155.013.044	\$ 1.235.863.957
Lincoyan Q3	\$ 606.281.920	\$ 27.548.830	\$ 68.872.075	\$ 459.329.407	\$ 1.148.323.518	\$ 459.329.407	\$ 1.228.706.165	\$ 1.314.715.596
Lincoyan Q1	\$ 641.281.920	\$ 27.495.417	\$ 68.738.543	\$ 486.824.824	\$ 1.217.062.061	\$ 486.824.824	\$ 1.302.256.405	\$ 1.393.414.354
Tucapel Q2	\$ 676.281.920	\$ 26.971.089	\$ 67.427.724	\$ 513.795.914	\$ 1.284.489.785	\$ 513.795.914	\$ 1.374.404.070	\$ 1.470.612.354
Lientur Q3	\$ 711.281.920	\$ 26.865.863	\$ 67.164.657	\$ 540.661.776	\$ 1.351.654.441	\$ 540.661.776	\$ 1.446.270.252	\$ 1.547.509.170

Intersecciones	Costo Acumulado	Beneficio (20%)	Beneficio (50%)	Acumulado (20%)	Acumulado (50%)	Año 1	Año 2	Año 3
Tucapel Q3	\$ 746.281.920	\$ 25.863.682	\$ 64.659.205	\$ 566.525.459	\$ 1.416.313.646	\$ 566.525.459	\$ 1.515.455.602	\$ 1.621.537.494
Castellón Q3	\$ 781.281.920	\$ 25.648.399	\$ 64.120.997	\$ 592.173.857	\$ 1.480.434.644	\$ 592.173.857	\$ 1.584.065.069	\$ 1.694.949.623
Janequeo Q3	\$ 816.281.920	\$ 25.262.374	\$ 63.155.934	\$ 617.436.231	\$ 1.543.590.578	\$ 617.436.231	\$ 1.651.641.918	\$ 1.767.256.853
Castellón Q2	\$ 851.281.920	\$ 25.131.721	\$ 62.829.302	\$ 642.567.952	\$ 1.606.419.879	\$ 642.567.952	\$ 1.718.869.271	\$ 1.839.190.120
Serrano Q1	\$ 886.281.920	\$ 25.001.350	\$ 62.503.376	\$ 667.569.302	\$ 1.668.923.255	\$ 667.569.302	\$ 1.785.747.883	\$ 1.910.750.235
Pelantaro Q3	\$ 921.281.920	\$ 23.911.286	\$ 59.778.215	\$ 691.480.588	\$ 1.728.701.470	\$ 691.480.588	\$ 1.849.710.573	\$ 1.979.190.313
Serrano Q3	\$ 956.281.920	\$ 23.733.120	\$ 59.332.801	\$ 715.213.708	\$ 1.788.034.271	\$ 715.213.708	\$ 1.913.196.670	\$ 2.047.120.437
Janequeo Q2	\$ 991.281.920	\$ 22.453.863	\$ 56.134.657	\$ 737.667.571	\$ 1.844.168.928	\$ 737.667.571	\$ 1.973.260.753	\$ 2.111.389.006
Vilumilla Q2	\$ 1.026.281.920	\$ 22.159.202	\$ 55.398.006	\$ 759.826.774	\$ 1.899.566.934	\$ 759.826.774	\$ 2.032.536.620	\$ 2.174.814.183
Vilumilla Q3	\$ 1.061.281.920	\$ 21.869.807	\$ 54.674.517	\$ 781.696.581	\$ 1.954.241.451	\$ 781.696.581	\$ 2.091.038.353	\$ 2.237.411.038
Fresia Q2	\$ 1.096.281.920	\$ 21.355.102	\$ 53.387.754	\$ 803.051.682	\$ 2.007.629.206	\$ 803.051.682	\$ 2.148.163.250	\$ 2.298.534.677
Pelantaro Q2	\$ 1.131.281.920	\$ 20.908.349	\$ 52.270.872	\$ 823.960.031	\$ 2.059.900.077	\$ 823.960.031	\$ 2.204.093.082	\$ 2.358.379.598
Fresia Q3	\$ 1.166.281.920	\$ 19.167.631	\$ 47.919.078	\$ 843.127.662	\$ 2.107.819.155	\$ 843.127.662	\$ 2.255.366.496	\$ 2.413.242.151

Figura E2.- Costos y beneficios fiscalización electrónica.

(Fuente: Elaboración propia)

E.3.- Fiscalización combinada.

Intersecciones	Costo Acumulado	Beneficio (20% y 8%)	Beneficio (50% y 8%)	Acumulado (20% y 8%)	Acumulado (50% y 8%)	Año 1	Año 2	Año 3
Lientur Q1	\$ 151.281.920	\$ 41.629.871	\$ 104.074.678	\$ 41.629.871	\$ 104.074.678	\$ 41.629.871	\$ 111.359.906	\$ 119.155.099
Pelantaro Q1	\$ 186.281.920	\$ 36.942.790	\$ 92.356.974	\$ 78.572.661	\$ 196.431.652	\$ 78.572.661	\$ 210.181.868	\$ 224.894.599
Vilumilla Q1	\$ 221.281.920	\$ 36.011.763	\$ 90.029.407	\$ 114.584.424	\$ 286.461.060	\$ 114.584.424	\$ 306.513.334	\$ 327.969.267
Lincoyan Q2	\$ 256.281.920	\$ 32.510.903	\$ 81.277.258	\$ 147.095.327	\$ 367.738.317	\$ 147.095.327	\$ 393.480.000	\$ 421.023.600
Serrano Q2	\$ 291.281.920	\$ 31.878.632	\$ 79.696.581	\$ 178.973.959	\$ 447.434.898	\$ 178.973.959	\$ 478.755.341	\$ 512.268.215
Castellón Q1	\$ 326.281.920	\$ 30.462.730	\$ 76.156.825	\$ 209.436.689	\$ 523.591.724	\$ 209.436.689	\$ 560.243.144	\$ 599.460.164
Lientur Q2	\$ 361.281.920	\$ 27.649.345	\$ 69.123.361	\$ 237.086.034	\$ 592.715.085	\$ 237.086.034	\$ 634.205.141	\$ 678.599.501
Lincoyan Q3	\$ 396.281.920	\$ 27.548.830	\$ 68.872.075	\$ 264.634.864	\$ 661.587.160	\$ 264.634.864	\$ 707.898.261	\$ 757.451.140
Lincoyan Q1	\$ 431.281.920	\$ 27.495.417	\$ 68.738.543	\$ 292.130.281	\$ 730.325.703	\$ 292.130.281	\$ 781.448.502	\$ 836.149.897
Lientur Q3	\$ 466.281.920	\$ 26.865.863	\$ 67.164.657	\$ 318.996.144	\$ 797.490.359	\$ 318.996.144	\$ 853.314.684	\$ 913.046.712
Castellón Q3	\$ 501.281.920	\$ 25.648.399	\$ 64.120.997	\$ 344.644.543	\$ 861.611.356	\$ 344.644.543	\$ 921.924.151	\$ 986.458.842
Castellón Q2	\$ 536.281.920	\$ 25.131.721	\$ 62.829.302	\$ 369.776.263	\$ 924.440.658	\$ 369.776.263	\$ 989.151.504	\$ 1.058.392.109
Serrano Q1	\$ 571.281.920	\$ 25.001.350	\$ 62.503.376	\$ 394.777.614	\$ 986.944.034	\$ 394.777.614	\$ 1.056.030.116	\$ 1.129.952.225
Pelantaro Q3	\$ 606.281.920	\$ 23.911.286	\$ 59.778.215	\$ 418.688.899	\$ 1.046.722.249	\$ 418.688.899	\$ 1.119.992.806	\$ 1.198.392.303
Serrano Q3	\$ 641.281.920	\$ 23.733.120	\$ 59.332.801	\$ 442.422.020	\$ 1.106.055.050	\$ 442.422.020	\$ 1.183.478.903	\$ 1.266.322.426
Vilumilla Q2	\$ 676.281.920	\$ 22.159.202	\$ 55.398.006	\$ 464.581.222	\$ 1.161.453.056	\$ 464.581.222	\$ 1.242.754.770	\$ 1.329.747.604
Vilumilla Q3	\$ 711.281.920	\$ 21.869.807	\$ 54.674.517	\$ 486.451.029	\$ 1.216.127.573	\$ 486.451.029	\$ 1.301.256.503	\$ 1.392.344.459

Intersecciones	Costo Acumulado	Beneficio (20% y 8%)	Beneficio (50% y 8%)	Acumulado (20% y 8%)	Acumulado (50% y 8%)	Año 1	Año 2	Año 3
Pelantaro Q2	\$ 746.281.920	\$ 20.908.349	\$ 52.270.872	\$ 507.359.378	\$ 1.268.398.445	\$ 507.359.378	\$ 1.357.186.336	\$ 1.452.189.379
Janequeo Q1	\$ 760.041.920	\$ 14.883.875	\$ 14.883.875	\$ 522.243.253	\$ 1.283.282.320	\$ 522.243.253	\$ 1.373.112.082	\$ 1.469.229.928
Tucapel Q1	\$ 773.801.920	\$ 13.331.129	\$ 13.331.129	\$ 535.574.382	\$ 1.296.613.449	\$ 535.574.382	\$ 1.387.376.391	\$ 1.484.492.738
Rengo Q1	\$ 787.561.920	\$ 12.845.044	\$ 12.845.044	\$ 548.419.426	\$ 1.309.458.493	\$ 548.419.426	\$ 1.401.120.587	\$ 1.499.199.028
Rengo Q3	\$ 801.321.920	\$ 12.753.676	\$ 12.753.676	\$ 561.173.101	\$ 1.322.212.168	\$ 561.173.101	\$ 1.414.767.020	\$ 1.513.800.712
Fresia Q1	\$ 815.081.920	\$ 12.060.742	\$ 12.060.742	\$ 573.233.844	\$ 1.334.272.911	\$ 573.233.844	\$ 1.427.672.014	\$ 1.527.609.055
Rengo Q2	\$ 828.841.920	\$ 12.003.351	\$ 12.003.351	\$ 585.237.195	\$ 1.346.276.262	\$ 585.237.195	\$ 1.440.515.600	\$ 1.541.351.692
Tucapel Q2	\$ 842.601.920	\$ 10.788.436	\$ 10.788.436	\$ 596.025.631	\$ 1.357.064.698	\$ 596.025.631	\$ 1.452.059.227	\$ 1.553.703.373
Tucapel Q3	\$ 856.361.920	\$ 10.345.473	\$ 10.345.473	\$ 606.371.104	\$ 1.367.410.171	\$ 606.371.104	\$ 1.463.128.883	\$ 1.565.547.904
Janequeo Q3	\$ 870.121.920	\$ 10.104.949	\$ 10.104.949	\$ 616.476.053	\$ 1.377.515.120	\$ 616.476.053	\$ 1.473.941.179	\$ 1.577.117.061
Janequeo Q2	\$ 883.881.920	\$ 8.981.545	\$ 8.981.545	\$ 625.457.598	\$ 1.386.496.665	\$ 625.457.598	\$ 1.483.551.432	\$ 1.587.400.032
Fresia Q2	\$ 897.641.920	\$ 8.542.041	\$ 8.542.041	\$ 633.999.639	\$ 1.395.038.706	\$ 633.999.639	\$ 1.492.691.415	\$ 1.597.179.814
Fresia Q3	\$ 911.401.920	\$ 7.667.052	\$ 7.667.052	\$ 641.666.692	\$ 1.402.705.758	\$ 641.666.692	\$ 1.500.895.162	\$ 1.605.957.823

Figura E3.- Costos y beneficios fiscalización combinada.

(Fuente: Elaboración propia)