



CIS TRANSPORTE SERVICIOS PROFESIONALES LTDA.

JUNIO 2026

INFORME 5



**ESTUDIO ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LA VIDA
ESTADÍSTICA Y COSTO SOCIAL DE LESIONES EN EL
CONTEXTO DE SINIESTRALIDAD DE TRÁNSITO, ETAPA 2**
SUBSECRETARÍA DE EVALUACIÓN SOCIAL - MINISTERIO DE DESARROLLO
SOCIAL Y FAMILIA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Objetivos del Estudio.....	10
1.1.1. Objetivo General.....	10
1.1.2. Objetivos Específicos.....	10
1.2. Tareas del Estudio	10
1. TAREA 1: AJUSTE METODOLÓGICO	12
2. TAREA 2: REVISIÓN DE ANTECEDENTES	13
2.1. Estudios de Estimación Valor de Vida Estadística	13
2.1.1. Marco Teórico.....	14
2.1.2. Revisión de Estudios Nacionales e Internacionales	15
2.1.3. Atributos y Presentación del Experimento PD	19
2.1.3.1. Valoración Contingente (VC).....	19
2.1.3.2. Escenarios de Elección (EE).....	23
2.2. Estudios de Análisis Cognitivo	26
2.2.1. Métodos Verbales y Entrevistas Cognitivas en el desarrollo de cuestionarios	27
2.2.2. Métodos de Pretesting y Evaluación de Cuestionarios.....	27
2.2.3. Procesos Cognitivos en la Respuesta a Encuestas	28
2.2.4. Accesibilidad Cognitiva.....	29
2.2.5. Conclusiones de los Estudios de Análisis Cognitivo	30
2.3. Metodologías Sectoriales de Evaluación Social	31
3. TAREA 3: ESTRATEGIA PRELIMINAR DE DISEÑO DE INSTRUMENTOS	34
3.1. Requerimientos de Información.....	34
3.2. Diseño Preliminar de Instrumentos Cuantitativos.....	35
4. TAREA 4: DESARROLLO DE FOCUS GROUP	37
4.1. Antecedentes Generales	37
4.2. Definición de grupos focales	37
4.3. Pauta Guía.....	38
4.4. Desarrollo de grupos focales	39
4.5. Reporte de las actividades.....	40
4.5.1. Elección de rutas: seguridad vs. rapidez	41
4.5.2. Disposición a pagar por mayor seguridad en autopistas	42
4.5.3. Barreras a la aceptación del programa gubernamental.....	43
4.6. Principales resultados	43

5. TAREA 5: DISEÑO ECONOMÉTRICO DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	46
5.1. Antecedentes Generales	46
5.2. Planteamiento Metodológico	47
5.3. Objetivo de la Investigación	48
5.3.1. Mercado Objetivo	49
5.3.2. Identificación de Atributos Relevantes	49
5.4. Diseño Experimental	49
5.4.1. Definiciones Iniciales	50
5.4.1.1. <i>Formulación y Obtención del VVE y CSL</i>	50
5.4.1.2. <i>Obtención del VVE y CSL de la población</i>	52
5.4.1.3. <i>Tamaño del experimento</i>	54
5.4.1.4. <i>Variables Sociodemográficas a capturar</i>	55
5.4.2. Niveles de Referencia	56
5.4.3. Niveles Base de Atributos	61
5.4.3.1. <i>Tiempo de viaje y Costo</i>	61
5.4.3.2. <i>Número de fallecidos y lesionados graves por accidente de tránsito</i>	61
5.4.4. Niveles de Variación de Atributos	65
5.4.5. Diseño y Presentación de Estímulos	66
5.4.6. Diseños Eficientes	66
5.4.7. Resultados Diseño Experimental	68
5.4.8. Simulación del Experimento	71
6. TAREA 6: DISEÑO CUALITATIVO DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	75
6.1. Consideraciones Cognitivas	75
6.1.1. Cambios en instrucciones	76
6.1.2. Cambios en los ítems	77
6.1.3. Versiones sin la variable de tiempo	79
6.2. Incorporación de Actitudes y Percepciones	80
6.3. Desarrollo de Pre-Tests	83
6.3.1. Introducción	83
6.3.2. Metodología	84
6.3.3. Resultados	85
6.3.4. Resumen de resultados	100
6.3.5. Conclusiones	101
6.3.6. Sugerencias	101
7. TAREA 7: PRUEBAS COGNITIVAS A LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	102
7.1. Metodología	102
7.2. Pilotaje 1	102
7.2.1. Introducción	102
7.2.2. Metodología	102
7.2.3. Resultados	103
7.2.4. Conclusiones	120
7.2.5. Sugerencias	121

7.3. Pilotaje 2	121
7.3.1. Introducción	121
7.3.2. Metodología	122
7.3.3. Resultados	122
7.3.4. Conclusiones	140
7.3.5. Sugerencias	141
7.4. Conclusiones generales del análisis cognitivo	141
7.5. Sugerencias generales de análisis cognitivo	142
8. TAREA 8: ANÁLISIS DE SOFTWARE PARA LEVANTAMIENTO DE ENCUESTAS.....	143
8.1. Presentación	143
8.2. Comparación Softwares Comerciales: Caso Survey Solutions.....	143
8.2.1. Antecedentes generales.....	143
8.2.2. Compatibilidad y Consideraciones para el Estudio	145
8.3. Análisis de Softwares	147
8.4. Análisis de alternativas	148
8.4.1. Interfaz de encuesta en Survey Solutions	149
8.4.2. Modo offline en SurveyEngine.....	149
8.4.3. Desarrollo informático	150
8.5. Recomendación.....	152
9. TAREA 9: PLANIFICACIÓN DEL LEVANTAMIENTO PILOTO	153
9.1. Presentación	153
9.2. Consideraciones sobre Número de Fallecidos y Lesionados Graves por Accidente de Tránsito.....	153
9.2.1. Riesgo medio	153
9.2.2. Niveles de Referencia.....	155
9.3. Consideraciones de Análisis Cognitivo para el Lugar de Encuesta	158
9.4. Diseño Experimental	159
9.5. Requerimientos de Panel	163
9.6. Planificación de actividades	163
10. TAREA 10: LEVANTAMIENTO DE ENCUESTA PILOTO	165
10.1. Diseño del Cuestionario	165
10.2. Formulario Encuesta Piloto	165
10.3. Desarrollo del Levantamiento	168
10.4. Caracterización de la Muestra.....	168
10.4.1. Caracterización Sociodemográfica	169
10.4.2. Caracterización de los Viajes Recolectados	170
10.4.3. Caracterización según Percepción del Riesgo	172

10.4.4.	Caracterización según Actitudes y Percepciones	173
10.5.	Distribución de Respuestas Experimento PD	182
10.5.1.	Consideración de atributos en el experimento PD.....	182
10.5.2.	Identificación de patrón de elección según alternativa	184
10.5.3.	Identificación de patrón de elección según atributos	185
11.	TAREA 11: APRENDIZAJES DE TERRENO	187
11.1.	Funcionamiento de la lógica de la encuesta y presentación	187
11.2.	Levantamiento mediante paneles.....	187
11.3.	Selección de rutas a aplicar el experimento a escala nacional	188
11.4.	Impacto del nivel base de fallecidos y lesionados graves	191
11.5.	Tiempo de respuesta del cuestionario	192
11.6.	Muestra obtenida	193
12.	TAREA 12: MODELACIÓN ECONÓMETRICA DE RESULTADOS	194
12.1.	Estimación de Modelos de Elección Discreta	194
12.1.1.	Introducción	194
12.1.2.	Modelos Iniciales	196
12.1.2.1.	<i>Modelo inicial (MNL_v0)</i>	<i>197</i>
12.1.2.2.	<i>Modelo con consideración de atributos (MNL_v1).....</i>	<i>198</i>
12.1.3.	Modelos considerando heterogeneidad determinística	199
12.1.3.1.	<i>Modelo con efecto ingreso (MNL_v4).....</i>	<i>200</i>
12.1.3.2.	<i>Modelo con efecto número de acompañantes (MNL_v5).....</i>	<i>201</i>
12.1.3.3.	<i>Modelo con efecto experiencia en siniestros de tránsito (MNL_v6).....</i>	<i>203</i>
12.1.3.4.	<i>Modelo con coeficientes específicos por modo (MNL_v7 y MNL_v11)</i>	<i>205</i>
12.1.3.5.	<i>Modelo con efecto personas a su cuidado (MNL_v13)</i>	<i>208</i>
12.1.3.6.	<i>Modelo con efecto percepción de riesgo (MNL_v15).....</i>	<i>210</i>
12.1.4.	Modelos considerando asimetrías y no linealidad	211
12.1.5.	Modelos considerando comportamiento lexicográfico.....	212
12.1.6.	Modelos considerando heterogeneidad aleatoria	214
12.1.7.	Modelos incorporando factor de escala por grupo (MNL_v31).....	216
12.1.8.	Modelos considerando linealidad por tramos (MNL_v35)	218
12.1.9.	Modelos considerando no linealidad (MNL_v41)	222
12.1.10.	Modelos incorporando frecuencia del viaje (MNL_v49).....	226
12.1.11.	Análisis de los resultados obtenidos	228
12.1.12.	Selección del modelo.....	230
12.2.	Estimación del VVE-CSL.....	231
12.2.1.	Validación de los resultados obtenidos	231
12.2.2.	Estimación DAP por tipo de usuario	232
12.2.3.	Estimación valor único para la ruta	233
12.2.4.	Agregación de múltiples rutas.....	236
13.	TAREA 13: DISEÑO DEFINITIVO DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	239
13.1.	Aprendizajes de la experiencia piloto	239

13.2.	Diseño Experimental	241
13.2.1.	Parámetros a priori para el Diseño.....	241
13.2.2.	Niveles de Variación de los atributos	242
13.2.3.	Ajuste del Diseño Experimental Pivoteado	243
13.3.	Experimento de elección basado en viaje realizado por los individuos	248
13.3.1.	Consideraciones sobre Número de Fallecidos y Lesionados Graves por Siniestro de Tránsito	248
13.3.2.	Diseño del Cuestionario.....	252
13.3.3.	Formulario Encuesta.....	253
13.4.	Consideraciones de Análisis Cognitivo para el Lugar de Encuesta	256
13.5.	Experimento de elección basado en viaje genérico.....	256
14.	TAREA 14: METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO DE DATOS.....	258
14.1.	Consideraciones iniciales de información	258
14.2.	Consideraciones iniciales para el levantamiento de datos	259
14.3.	Consideraciones adicionales sobre número de fallecidos	261
14.4.	Logística del levantamiento	262
14.4.1.	Segmentación de la Muestra	263
14.4.2.	Categorización de la muestra.....	264
14.4.3.	Definición de Muestras Mínimas.....	266
14.4.4.	Estimación de costos de levantamiento	266
14.5.	Software a utilizar	268
14.6.	Metodología de encuesta	268
14.7.	Levantamientos complementarios.....	268
15.	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN POSTERIOR	270
16.	BIBLIOGRAFÍA	272

ÍNDICE DE ANEXOS DIGITALES

Anexo Digital 1: Ajuste Metodológico

- Anexo 1.1: Minuta de acuerdo operativo

Anexo Digital 2: Propuesta Metodológica Análisis Cognitivo

- Anexo 2.1: Minuta de propuesta metodológica

Anexo Digital 4: Grupos Focales

- Anexo 4.1: Material Focus Group
- Anexo 4.2: Experimentos presentados
- Anexo 4.3: Videos Focus Group
- Anexo 4.4: Reporte final

Anexo Digital 5: Diseño econométrico

- Anexo 5.1: Diseño experimental
- Anexo 5.2: Simulación
- Anexo 5.3: Encuesta Survey Engine

Anexo Digital 11: Aprendizajes de Terreno

- Anexo 11.1: Manual Levantamiento Encuestas mediante Paneles

Anexo Digital 12: Modelación econométrica

- Anexo 12.1: Diseño experimental
- Anexo 12.2: Simulación
- Anexo 12.3: Encuesta Survey Engine
- Anexo 12.4: Resultados Encuestas
- Anexo 12.5: Modelos de Elección
- Anexo 12.6: Análisis Non Traders

Anexo Digital 13: Diseño definitivo

- Anexo 13.1: Ajuste Diseño Experimental
- Anexo 13.2: Encuestas Survey Engine

Anexo Digital 14: Metodología de Levantamiento de Datos

- Anexo 14.1: Manual para el desarrollo de un levantamiento de encuestas mediante paneles VVE
- Anexo 14.2: Aprendizajes logrados y guía de recomendaciones

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

ADT	Accidentes de Tránsito
CASEN	Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional
CSL	Costo Social de Lesiones
DAP	Disposición a Pagar
EOD	Encuesta Origen Destino de Viajes
EE	Experimento de Elección
FUIC	Función de Utilidad Indirecta Condicional
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
JAC	Junta Aeronáutica Civil
MDSF	Ministerio de Desarrollo Social y Familia
MNL	Logit Multinomial
MTT	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
NSE	Nivel Socio-Económico
PD	Preferencias Declaradas
PR	Preferencias Reveladas
PIB	Producto Interno Bruto
SECTRA-MTT	Programa de Vialidad y Transporte Urbano del MTT
SNI	Sistema Nacional de Inversiones
TMDA	Tránsito Medio Diario Anual
UF	Unidad de Fomento
VC	Valoración Contingente
VTV	Valor del Tiempo de Viaje
VVE	Valor de la Vida Estadística

1. Introducción

El presente documento corresponde al informe 5 del “**Estudio Estimación del Valor de la Vida Estadística y Costo Social de Lesiones en el Contexto de Siniestralidad de Tránsito, Etapa 2**” (en adelante el Estudio), licitado públicamente por la Subsecretaría de Evaluación Social del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (en adelante el mandante) y adjudicado en noviembre de 2024 a la empresa CIS Asociados Consultores en Transporte S.A. (en adelante el consultor).

1.1. Objetivos del Estudio

1.1.1. *Objetivo General*

De acuerdo a lo establecido en las Bases Técnicas, el objetivo del estudio es “desarrollar, validar y pilotar instrumentos de recolección de información que permitan estimar el Valor de la Vida Estadística (VVE) y el Costo Social de Lesiones (CSL) asociados a siniestralidad de tránsito mediante un enfoque de Disposición a Pagar, en el contexto del Sistema Nacional de Inversiones (SNI).”

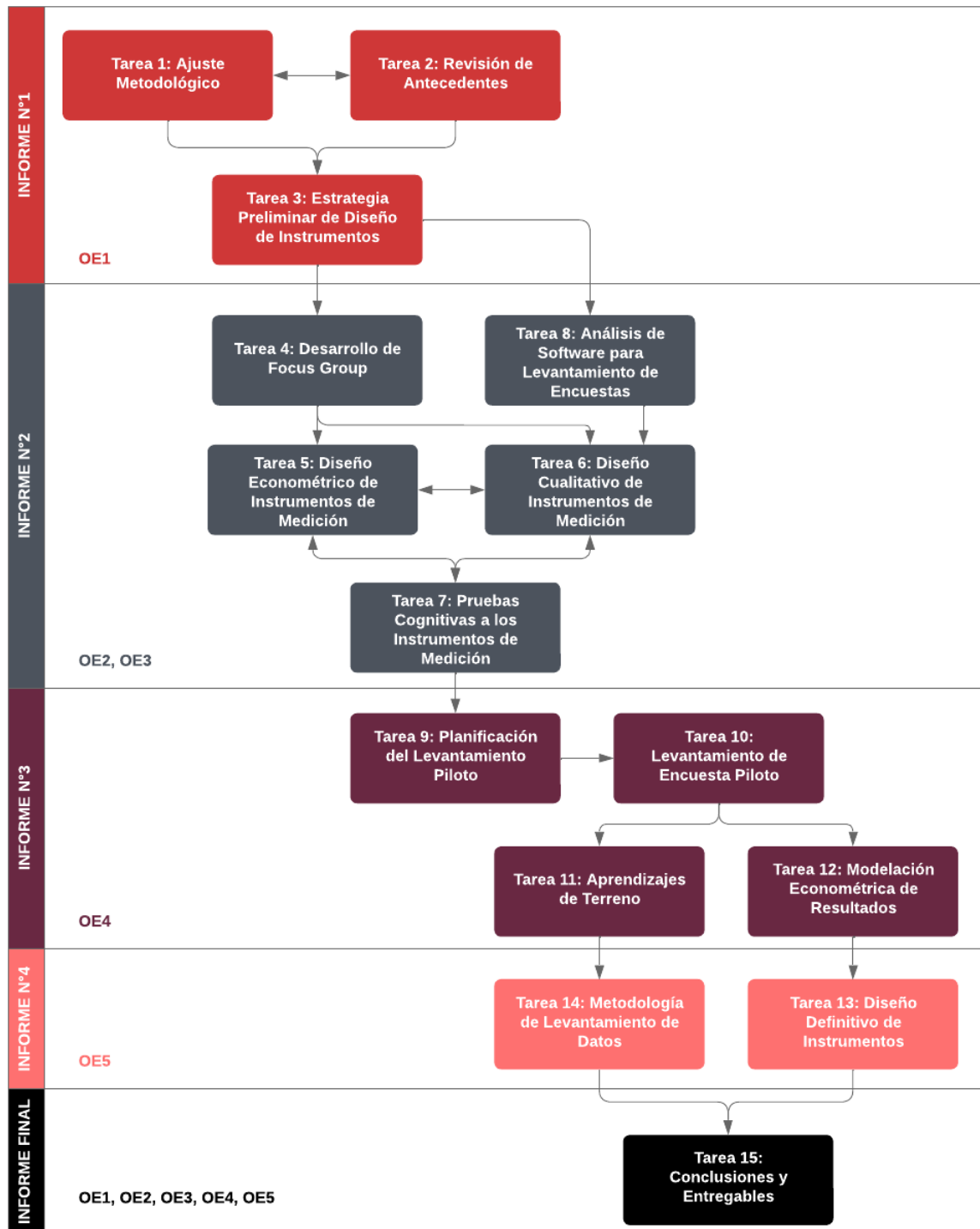
1.1.2. *Objetivos Específicos*

- **OE.1.** Comprender el fenómeno a estudiar a partir del análisis de los antecedentes existentes y bibliografía nacional e internacional referente a cuantificación y valorización de costos sociales de lesiones asociadas a siniestralidad de tránsito
- **OE.2.** Disponer de cuestionarios comprensibles cuyas respuestas permitan la calibración de modelos de elección para estimar los valores de VVE y CSL. Esto debe considerar la entrega de versiones preliminares del diseño de los aspectos cognitivos de la encuesta y de su diseño econométrico.
- **OE.3.** Disponer de un software para el levantamiento de las encuestas cuyo despliegue de información favorezca el entendimiento adecuado de las preguntas desarrolladas y desarrollar una logística adecuada para el proceso de toma de datos en terreno en el estudio piloto.
- **OE.4.** Estimar y validar los modelos econométricos presentados en el OE2, utilizando los datos obtenidos del levantamiento en terreno, con el objeto de obtener el diseño econométrico definitivo.
- **OE.5.** Contar con un diseño definitivo de instrumentos, que sea escalable a nivel nacional y que permita estimar los valores de VVE y CSL, y disponer de una guía de recomendaciones para la aplicación del cuestionario a nivel nacional en, a lo menos, los siguientes puntos: software, formato de presentación, lugar de la toma de datos, duración, logística de toma de datos, etc.

1.2. Tareas del Estudio

La metodología de trabajo propuesta para el presente estudio consiste en 15 tareas. La interrelación de tareas se presenta en la siguiente figura.

FIGURA N° 1: INTERRELACIÓN DE TAREAS DEL ESTUDIO



En este informe se presenta el reporte de todas las tareas del estudio.

1. Tarea 1: Ajuste Metodológico

Al comenzar el estudio se coordinó una reunión entre el consultor y el mandante, la que se realizó el día 20 de marzo.

En dicha reunión se estableció como acuerdo que el informe 1 debería incluir una planificación detallada de la tarea de análisis cognitivo, considerando múltiples instancias de recolección de datos a menor escala, que permitan explorar distintos y variados diseños de cuestionarios, de manera adicional al esquema de consulta propuesto. Este enfoque permite explorar de manera más precisa el grado de comprensión de las diversas preguntas en evaluación. Lo anterior se implementó con la entrega de una Carta Gantt detallada y actualizada.

Se designó además a la contraparte y se establecieron los acuerdos técnicos previamente mencionados,

La minuta detallada de ajustes metodológicos se encuentra en el Anexo Digital 1.1.

2. Tarea 2: Revisión de Antecedentes

El objetivo de esta tarea es recopilar, analizar y sintetizar el conocimiento existente en la literatura científica y en experiencias previas para fundamentar el diseño y desarrollo del estudio. Específicamente, esta revisión busca:

- Contextualizar el estudio, identificando los marcos teóricos y metodológicos utilizados.
- Revisar enfoques metodológicos, evaluando la validez y aplicabilidad de estos en el contexto nacional.
- Explorar estudios previos, nacionales e internacionales, y sus resultados empíricos. Extraer buenas prácticas.

2.1. Estudios de Estimación Valor de Vida Estadística

El propósito de esta revisión es entender las mejores prácticas en cuanto a la estimación del VVE, siendo fundamental los resultados del estudio “Estimación Valor de la Vida Estadística y Costo Social de Lesiones en el contexto de Siniestralidad del Sector Transporte, Etapa 1” (MDSF, 2023).

El Valor de la Vida Estadística (VVE) y el Costo Social de Lesiones (CSL) son conceptos fundamentales en la economía del bienestar y la evaluación de políticas públicas. Su estimación permite cuantificar en términos monetarios el beneficio social de reducir la siniestralidad vial y las lesiones derivadas de accidentes de tráfico. Estos valores se utilizan para determinar la rentabilidad de inversiones en infraestructura vial, diseño de regulaciones de seguridad y establecimiento de estrategias de prevención de accidentes, entre otros.

El VVE es una medida económica que cuantifica cuánto está dispuesta a pagar la sociedad o un individuo por reducir el riesgo de muerte. El **VVE no representa el valor de una vida individual**, sino que alude al valor asignado a pequeñas reducciones de riesgo de muerte dentro de una población. Se basa en el supuesto que las personas realizan sus elecciones reflejando su percepción del riesgo y su disposición a pagar por reducirlo. Es así como el VVE es un valor basado en decisiones económicas, no en ética o moral. Por ende, al leer este documento considere que el VVE es:

- Un valor determinado en base a decisiones económicas con propósito de ser utilizado en evaluación de políticas públicas asociadas a proyectos seguridad vial.
- Un promedio agregado para una sociedad o público objetivo determinado. Pueden existir diferencias entre ciertos países, lo cual bajo ningún escenario significa que existen vidas que valen más o menos que otras según nacionalidad.

2.1.1. Marco Teórico

Encontrar el VVE y CSL no es tarea sencilla debido a que el riesgo y la seguridad son bienes intangibles no transados en un mercado, por ende, su precio no es directamente observable. Esto ha llevado a investigadores a desarrollar diversos marcos teóricos en busca de abordar la problemática. Dentro de los marcos teóricos analizados en la etapa anterior se distinguen los siguientes para la estimación del VVE y CSL:

1. Teoría de la elección individual. Esta teoría se basa en la Disposición a Pagar (DAP) de los individuos por una reducción en el riesgo de mortalidad. Su premisa fundamental es que las personas asignan un valor monetario a la seguridad y están dispuestas a invertir en medidas que reduzcan la probabilidad de fallecimiento.
2. Teoría del capital humano. Considera el valor productivo de una persona a lo largo de su vida laboral como estimación del VVE.
3. El enfoque en el costo de oportunidad. Este evalúa los costos indirectos del fallecimiento o las lesiones, incorporando pérdida de productividad, costos hospitalarios, efectos sobre el sistema de salud, entre otros.

El siguiente cuadro presenta una comparación sobre las ventajas y desventajas resumidas de acuerdo a lo desarrollado en la etapa anterior del estudio.

CUADRO Nº 2-1: MARCOS TEÓRICOS PARA ABORDAR LA ESTIMACIÓN DEL VVE Y CSL

Teoría	Ventajas	Desventajas	Aplicabilidad Actual en VVE
Teoría de la Elección Individual	Refleja la disposición real de las personas a pagar por seguridad; aplicable en estudios de preferencias.	Susceptible a sesgos en encuestas; dependiente de escenarios hipotéticos.	Ampliamente utilizada en estudios de valoración contingente y experimentos de elección para evaluar medidas de seguridad vial.
Teoría del Capital Humano	Permite calcular impacto económico concreto; útil en análisis de costo-beneficio.	No considera el valor intrínseco de la vida; enfoque limitado a la productividad.	Se usa en estudios económicos de impacto en productividad, pero con menor peso en decisiones modernas sobre seguridad vial.
Enfoques de Costo de Oportunidad	Considera impactos indirectos y costos sistémicos.	No incorpora la percepción subjetiva del riesgo ni las preferencias individuales.	Aplicado en evaluaciones integrales de impacto económico de la siniestralidad vial.

Fuente: Elaboración propia en base a "Estimación Valor de la Vida Estadística y Costo Social de Lesiones en el contexto de Siniestralidad del Sector Transporte, Etapa 1" (MDSF, 2023).

En cuanto a las metodologías utilizadas para la estimación del VVE se distinguen dos enfoques principalmente. El primero de estos corresponde a las preferencias reveladas (PR), donde cada observación corresponde a una decisión real del individuo en contexto laboral. Como ejemplo de esto se han aplicado los siguientes: el método de salarios hedónicos, analizando diferencias salariales vs riesgo laboral. Decisiones de consumo en compra de automóviles analizando compras de vehículos con tecnologías de seguridad.

El segundo método para estimar el VVE utilizado es el de preferencias declaradas (PD). En este se sitúa al individuo encuestado en escenarios hipotéticos donde se pregunta cuanto estarían dispuestos a pagar por reducir su riesgo (valoración contingente) o se expone al encuestado a varios escenarios de elección con diversos atributos para analizar el *trade-off* entre costo y riesgo (conjuntos de elección).

CUADRO Nº 2-2: METODOLOGÍAS PARA ESTIMACIÓN DE VVE Y CSL

Metodología	Enfoque	Ventajas	Desventajas
Salarios Hedónicos (PR)	Observación de diferencias salariales según riesgo laboral	Basado en datos reales y observables	No captura riesgos específicos del transporte; sesgo por selección de empleo.
Decisiones de Consumo (PR)	Análisis de gastos en seguridad	Relacionado con decisiones individuales de seguridad	Difícil atribuir la variación del costo específicamente al riesgo de muerte.
Valoración Contingente (PD)	Encuestas sobre la DAP por reducción de riesgo	Flexibilidad en diseño de escenarios; permite evaluar políticas no implementadas	Posibles sesgos de respuesta e hipoteticidad (falta de realismo y escenario cotidiano).
Experimentos de Elección (PD)	Preguntas de escenarios con opciones de riesgo, tiempo y costo	Mayor control sobre sesgos; permite evaluar atributos específicos	Diseño complejo; requiere mayor esfuerzo en el diseño y modelación

Fuente: Elaboración propia en base a "Estimación Valor de la Vida Estadística y Costo Social de Lesiones en el contexto de Siniestralidad del Sector Transporte, Etapa 1" (MDSF, 2023).

Cómo conclusión del estudio anterior se recomienda para este estudio utilizar la teoría de la elección individual para estimar el VVE y CSL puesto que se considera la más adecuada en el contexto de seguridad vial. Además, sugieren que se utilice la metodología de preferencias declaradas **combinando técnicas de valoración contingente (VC) y experimentos de elección (EE)** dado que esto permitiría obtener estimaciones más alineadas con la percepción de los individuos respecto a riesgos vitales. Además, la popularidad de los métodos de preferencias declaradas se sustenta en que sus estimaciones son más estables. A pesar de sus sesgos, es el enfoque más flexible para cumplir con los objetivos del estudio.

En el contexto de seguridad vial, el análisis costo beneficio debiera referirse a un escenario ex ante donde la DAP se calcule sobre la reducción de la probabilidad de sufrir un accidente fatal o una lesión grave como resultado de incurrir en un accidente de tránsito.

2.1.2.Revisión de Estudios Nacionales e Internacionales

La comprensión del fenómeno asociado al costo social de las lesiones por siniestralidad vial requiere analizar las diferentes aproximaciones metodológicas y empíricas desarrolladas tanto a nivel nacional como internacional. A continuación, se comentan los hallazgos principales en estudios relacionados a la estimación del VVE con la teoría de elección, PD, experimentos de elección y valoración contingente.

El estudio realizado por Rizzi et al. (2006) representa un aporte fundamental en el contexto nacional, evidenciando que el VVE no se determina únicamente por el valor asignado a la reducción del riesgo, sino que está **estrechamente influenciado por el nivel de riesgo inicial** de la ruta. Mediante la aplicación de tres experimentos de elección discreta –dos en rutas interurbanas, ruta 68 y ruta 5, y uno en áreas urbanas en Chile– se analizaron atributos como la tarifa de viaje, el tiempo invertido y el número de accidentes fatales anuales, siendo este último utilizado como un indicador proxy del riesgo de fatalidad (mencionando al tráfico anual). Los resultados revelaron que en aquellas vías donde el riesgo inicial es elevado o las condiciones de seguridad vial son deficientes, el VVE asume valores superiores. Además, los autores plantean que la adopción de un único valor de VVE para rutas con diferentes niveles de riesgo implica asumir condiciones muy estrictas:

- Es necesario que el riesgo inicial y el riesgo reducido sean prácticamente homogéneos entre las distintas vías o rutas del país. Esto sería cierto en secciones de rutas de condiciones físicas y operativas similares.
- La variación en la disposición a pagar por la reducción del riesgo sea casi nula
- Los individuos son neutros al riesgo. Este es supuesto más fuerte de los presentados, puesto que no hay resultados empíricos que sustenten esto.

Este análisis destaca la importancia de tener en cuenta el punto de partida del riesgo para evitar valoraciones inexactas en la estimación de beneficios asociados a intervenciones en seguridad vial. En otro estudio nacional, se ha encontrado que quienes han estado involucrados en un accidente grave muestran mayor preferencia por la seguridad (Iraguen y Ortúzar, 2004).

Otro estudio nacional reciente ha encontrado que la baja confianza en el estado o el gobierno pueden incrementar la elección del status-quo en los escenarios PD rechazando aquellas que tengan participación de las instituciones, generando sesgos. Soto et al. (2023) encuentran esto formulando un modelo con clases latentes múltiples. La primera de estas corresponde a la confianza en las instituciones para identificar respuestas en modo de protesta y la segunda considera el compromiso del individuo con la encuesta. Aquellos individuos que no confían en las instituciones tienen una mayor probabilidad de elegir la opción status-quo. Por otro lado, los individuos que no tienen compromiso con la encuesta sesgan la estimación del VVE.

Por otro lado, la literatura internacional amplía y complementa esta perspectiva, ofreciendo diferentes matices y desafíos en cuanto a la valoración de riesgos y costos sociales. Por ejemplo, investigaciones de valoración contingente, como las presentadas por O'Brien et al. (1998), han puesto en evidencia que muchos encuestados enfrentan serias dificultades al analizar diferencias en probabilidades; la incapacidad para discernir correctamente que una probabilidad de 1 en 100 es mayor que una de 1 en 200 puede introducir sesgos importantes en la estimación de la disposición a pagar. Este fenómeno resalta las limitaciones inherentes de los métodos que dependen de la comprensión intuitiva del riesgo por parte de los individuos.

En sintonía con lo anterior, la revisión llevada a cabo por Bahamonde-Birke et al. (2015) destaca que la combinación de métodos de elección discreta con la estimación de la disposición a pagar se ha consolidado como una de las aproximaciones más robustas para la estimación del VVE. Sin embargo, estos autores también enfatizan la sensibilidad de los cálculos a la definición del nivel de riesgo inicial. Se evidencian discrepancias en la dirección del efecto cuando se comparan escenarios de mejoras en seguridad con aquellos en que se plantea una reducción de la seguridad (un aspecto discutido en Horowitz y McConnell, 2003), lo que sugiere que la formulación de la pregunta y el contexto en el que se plantea al encuestado pueden influir significativamente en las respuestas obtenidas.

El estudio de Anderson (2007), desarrollado en Suecia, aporta un enfoque adicional al evidenciar que la disposición a pagar para reducir el riesgo de mortalidad disminuye conforme aumenta la edad de los individuos, sin que se observe una relación significativa con el estado de salud. Además, este estudio resalta que las valoraciones realizadas por los encuestados tienden a subestimar el riesgo real de fatalidad en accidentes de tránsito cuando se comparan con estadísticas oficiales, evidenciando un sesgo en la percepción del riesgo.

Algunas hipótesis que se podrían probar en este estudio corresponden a las siguientes (Pearce y Ozdemiroglu, 2002).

- Los conductores frecuentes tienen una mayor disposición a pagar por la seguridad
- Los individuos que conducen más kilómetros al año tienen una mayor disposición a pagar por seguridad
- Los encuestados que no pagan directamente por sus costos de viaje tienen una mayor disposición a pagar por seguridad.

Investigaciones más recientes –como la de Koning et al. (2021) – han comparado el VVE con el CSL en diversos países europeos, encontrando que el primero resulta significativamente superior, con una proporción aproximada de 7 a 1. Dichos estudios también identifican la presencia de sesgos, entre los que se destaca el sesgo hipotético y un comportamiento lexicográfico, donde una parte importante de los encuestados (33%) prioriza sistemáticamente un atributo por sobre otros. Estos hallazgos refuerzan la complejidad inherente al diseño de instrumentos de recolección de datos en el ámbito de la seguridad vial y la valoración de riesgos.

Finalmente, la revisión cuantitativa realizada por Bougna et al. (2022) sobre los costos económicos asociados a los accidentes de tránsito arroja luz sobre las diferencias metodológicas existentes, particularmente entre los estudios basados en la metodología de Producción Dependiente y aquellos que aplican el enfoque de Capital Humano. Este análisis evidencia que, al incorporar costos intangibles –tales como el dolor, la pérdida en la calidad de vida y otros impactos menos visibles– los estudios basados en la primera metodología tienden a reportar cifras significativamente superiores. Asimismo, se detecta un problema recurrente relacionado con el subregistro de datos, lo cual conduce a subestimar el Costo

Social de las Lesiones, especialmente en países de bajos ingresos donde la incidencia de accidentes fatales suele ser mayor y la inversión en medidas de seguridad vial es limitada. Un análisis comparativo de los costos sociales, expresados como porcentaje del PIB, muestra lo presentado en el siguiente cuadro:

CUADRO Nº 2-3: COSTO SOCIAL DE ACCIDENTES SEGÚN NIVEL DE INGRESOS DEL PAÍS

Grupo de Países	% del PIB en Costo Social de Accidentes
Países de altos ingresos	1.5 - 3% del PIB
Países de ingresos medios	3 - 5% del PIB
Países de bajos ingresos	Hasta 8% del PIB

Fuente: Elaboración en base a Bougna et al (2022)

Por su parte, en Schoeters et al. (2020) encuentra que los costos relacionados con las lesiones graves representan entre el 0.04% y el 2.7% del PIB de un país. Si bien los resultados obtenidos para otro país no son directamente aplicables a otros, vale la pena analizar el rango del costo por lesión grave obtenido. En dicho estudio encontraron que este oscila entre €28,205 (Letonia) y €975,074 (Polonia). En ese estudio se menciona que la mayoría de los países utiliza el método de DAP para estimar costos humanos.

Los costos se clasifican en seis componentes: costos médicos, pérdida de producción, costos humanos, costos administrativos, daños a la propiedad y otros costos.

Influencia de Factores en los Costos Médicos:

- Factores como la edad, el estado socioeconómico, el tipo y la severidad de la lesión, y las comorbilidades preexistentes influyen significativamente en los costos médicos.
- Los costos médicos a largo plazo siguen siendo altos hasta un año después del accidente.

Pérdida de Producción:

- La pérdida de producción aumenta con la severidad de la lesión
- La categoría profesional influye en la pérdida de ingresos debido a un accidente.

Un tema que vale la pena cuestionarse en este punto es que: *el VVE y CSL es mayor en países de mayores PIB (efecto ingreso), pero a su vez estos serán mayores a medida que mayor riesgo exista y se perciba en sus vías (efecto riesgo vial inicial)*. Entonces, ambas situaciones socialmente deseadas de tener mayor riqueza y rutas más seguras con menos accidentes fatales tienen efectos contrarios en la estimación del VVE y CSL. Esto es:

- Aumentando la riqueza del país, se tendrá que el VVE y CSL crecerá.
- Aumentando la seguridad vial, reduciendo los accidentes fatales y con lesiones graves, el VVE y CSL se reduce (como se ha visto, la DAP por la reducción de riesgo será menor).

De la experiencia internacional el VVE parece ser mayor en países de mayor riqueza, que a su vez está relacionado con el mayor presupuesto para poder invertir en seguridad vial. Sin embargo, en un caso extremo, cuanto valdrá el VVE y CSL cuando los niveles de seguridad

sean excepcionales en un país de riquezas de similar nivel. En otras palabras, ¿es el efecto ingreso país superior al efecto riesgo vial inicial?

En conclusión, tanto la evidencia nacional como la internacional indican que la cuantificación y valorización de los costos sociales de lesiones asociadas a la siniestralidad vial es un proceso complejo, en el que resulta fundamental considerar tanto el nivel de riesgo inicial como las percepciones y comportamientos de los encuestados. La experiencia de Rizzi et al. (2006) nos muestra de manera clara cómo varía el VVE en función del riesgo subyacente de la vía, mientras que los estudios internacionales amplían esta visión al incorporar variables demográficas, sesgos en la valoración de probabilidades y diferencias metodológicas que influyen en la estimación final. Este cuerpo de conocimientos sienta las bases para el desarrollo de políticas de seguridad vial que sean capaces de responder de manera precisa a los verdaderos costos sociales asociados a las lesiones por accidentes de tránsito.

2.1.3. Atributos y Presentación del Experimento PD

2.1.3.1. Valoración Contingente (VC)

En el caso de la formulación de las preguntas de VC solo existen dos atributos presentes en el cuestionario. Estos corresponden al nivel de reducción de riesgo de sufrir un accidente con cierto grado de lesión y el monto monetario que el individuo está dispuesto a pagar por dicha reducción. La pregunta también puede plantearse del modo inverso, acerca de cuánto está la persona dispuesta a recibir por aumentar el nivel de riesgo pero este caso se sugiere omitir.

La forma de internalizar el costo puede ser a través de aumento de impuestos, seguros u otros mecanismos. El contexto de la pregunta puede ir relacionado hacia políticas públicas que mejoren la seguridad vial o calidad del aire. En el contexto actual, se debieran inclinar hacia mejoras en seguridad vial.

La modelación puede incluir variables socioeconómicas, demográficas como: edad, ingreso, género, percepción del riesgo, categoría territorial, entre otras.

Una pregunta genérica VC en este contexto sería la siguiente: “¿Estaría dispuesto a pagar \$X anuales en impuestos para reducir el riesgo de muerte en accidentes de tránsito en 5 de cada 100,000 personas en su ciudad?”.

La pregunta anterior plantea ciertos desafíos, tanto para el diseñador del experimento, como para el individuo encuestado. En primer lugar, se debe definir un valor \$X (o varios valores) con el que sea posible acotar las DAP de la población para cada uno de los estratos de interés. En segundo lugar, requiere que el individuo tenga conocimiento básico de probabilidades para comprender que se está generando una mejora en seguridad vial.

Para responder al primer desafío hay que considerar que existen diversas metodologías para extraer la DAP con VC, las que se diferencian en cómo y cuántos valores de \$X se

utilizan. La primera categoría consiste en respuesta abierta sobre el valor de \$X, mientras que en una vía alternativa existen respuestas dicotómicas asociadas a uno o más montos presentados. A continuación se presenta una revisión acerca de las opciones disponibles.

1. **Respuesta abierta:** Se solicita al encuestado que indique el monto máximo que estaría dispuesto a pagar. Su principal ventaja es la facilidad de análisis mediante regresión lineal; sin embargo, puede generar respuestas sesgadas debido a la dificultad de estimación por parte del encuestado.
2. **Respuesta dicotómica (DC):** Se presenta una pregunta con un monto específico, a lo que el encuestado responde "sí" o "no". Este método refleja mejor la toma de decisiones en mercados reales, pero requiere modelos econométricos avanzados para su análisis.
 - **Single-Bounded Dichotomous Choice (SBDC):** Se presenta un único valor y el encuestado decide si pagaría dicho monto.
 - **Double-Bounded Dichotomous Choice (DBDC):** Introduce una segunda pregunta ajustando el monto en función de la primera respuesta, lo que mejora la eficiencia estadística pero puede inducir sesgos por punto de partida y cambios en la distribución de la DAP.
 - **One-and-a-Half Bound Dichotomous Choice (OOHD):** es una variante del método de elección dicotómica doblemente acotada (DBDC), diseñado para mejorar la eficiencia en la estimación de la disposición a pagar sin inducir los sesgos que afectan al DBDC, como el sesgo por punto de partida y el cambio en la distribución de la DAP entre preguntas.
3. **Montos iterativos:** Se ajusta progresivamente el monto ofrecido hasta alcanzar un límite de aceptación. Este enfoque es susceptible a sesgos de anclaje y de punto de partida.
4. **Tarjetas de pago (PC):** Se entrega una lista de valores y el encuestado selecciona el más cercano a su DAP. Aunque no permite obtener una DAP exacta, proporciona un rango de valores útil para la estimación.

En Hoffman et al. (2017) se realiza una comparación entre los métodos de tarjetas de pago (PC) y las elecciones dicotómicas (DC). En esta se encontró que:

- La aceptación excesiva es mayor en el método de DC. 21% en el caso de DC y 10% en PC. La aceptación excesiva corresponde al porcentaje de muestra que acepta el máximo monto ofrecido siempre.
- Existe mayor sensibilidad a variaciones de riesgo en PC que en DC. De hecho, en DC no se encontró aumento en la DAP al incrementar la reducción de riesgo
- Posible sesgo de anclaje visual en PC, donde 9.5% no mueven el curso sobre el monto inicial. En este estudio, el cuestionario PC inicia con el cursor en un monto aleatorio. En los resultados del estudio esto no tuvo impacto significativo en el cálculo de la DAP.

En cuanto a las ventajas de PC, se tiene que la matriz visual facilita la comprensión de opciones de pago y rangos. Sin embargo, requiere un diseño cuidadoso de la matriz. En el caso del método DC, es un método más sencillo de implementar, pero el formato binario

puede simplificar en exceso la expresión de preferencias, es susceptible a sesgos cognitivos en contextos con baja experiencia en mercados formales.

La siguiente figura presenta el experimento de VC utilizado en Hoffman et al. (2017). En este se preguntaba por el monto anual para reducir el riesgo de fatal en 5 en 10,000 o 10 en 10,000 en los próximos 10 años.

FIGURA 2-1: EJEMPLO IMPLEMENTACIÓN PC EN EL ESTUDIO DE HOFFMANN ET AL. (2017)

Fuente: Hoffmann et al. (2017).

La traducción de la figura se presenta a continuación.

“Según sus condiciones de ingresos actuales, ¿cuánto estaría dispuesto a pagar anualmente (durante 10 años) para reducir las posibilidades de muerte suya y de su familia en los próximos 80 años?”

“Reducción de posibilidad de muerte de 300 a 300 por cada 1000”.

En celeste. Período de pago

En azul oscuro. Período de reducción de la posibilidad de muerte

“Para ayudarle a responder esta pregunta, aquí hay cantidades posibles. ¿Cuál se acerca más a la cantidad máxima que estaría dispuesto a pagar cada año?”

En morado: opciones monetarias de pago desde 0 a 2500, con la opción de otra cantidad. Como ejemplo niveles utilizados, se presenta el utilizado en de Lima (2019) y Hoffman et al. (2017), donde se han considerado opciones de reducciones de riesgo de 5 en 10,000 y 10 en 10,000.

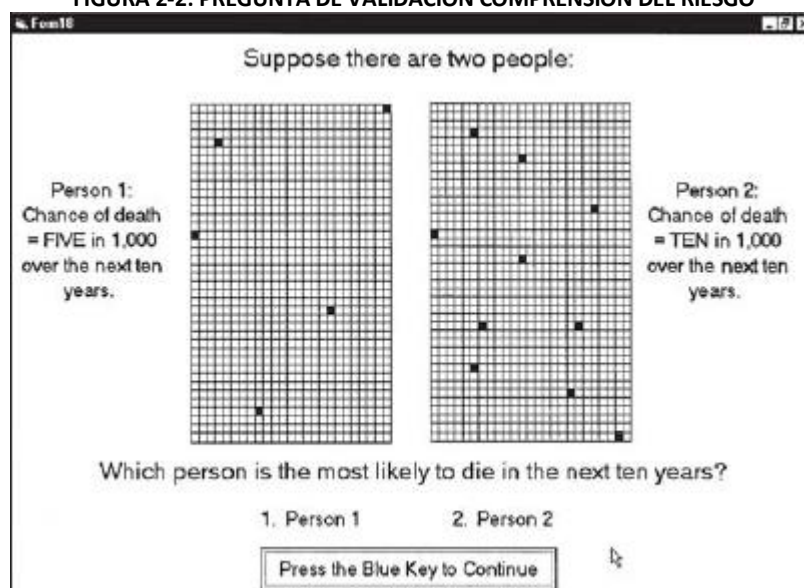
CUADRO N° 2-4: NIVELES DE REDUCCIÓN DE RIESGO UTILIZADOS EN VC

Escenario	Pregunta N°1 reducción de riesgo	Pregunta N°2 reducción de riesgo
Escenario A	5 en 10,000	10 en 10,000
Escenario B	10 en 10,000	5 en 10,000

Fuente: de Lima (2019) y Hoffmann et al. (2017).

Para abordar el entendimiento del encuestado acerca de las reducciones de riesgo, se puede fijar el denominador del riesgo de modo de facilitar la comparación mirando únicamente el denominador. Alternativamente, pueden utilizarse preguntas de comprensión acerca del riesgo comunicado, como la planteada en Krupnick et al. (2002). La siguiente figura presenta la consulta de comprensión del riesgo realizada en el estudio mencionado, donde se utiliza una grilla de 1000 cuadrados.

FIGURA 2-2: PREGUNTA DE VALIDACIÓN COMPRENSIÓN DEL RIESGO



Fuente: Krupnick et al. (2002).

Esta forma de explicar el riesgo es relevante para el análisis debido a que es relevante testear si el individuo tiene la habilidad de realizar una decisión informada y racional acerca del producto ofrecido. Además, esta tiene fines econométricos, puesto que se pueden descartar a aquellas personas que no logran responder correctamente. Esta grilla también ha sido utilizada en un estudio realizado en México: de Lima (2019).

Un desafío para la aplicación de VC es definir el método más adecuado al contexto nacional, entre el PC o DC. El primero permite acercarse más hacia el valor buscado y estimar de mejor manera cambios en el VVE cuando existen cambios en los incrementos del riesgo. Además, permite mayor flexibilidad ante la incertidumbre del valor inicial del VVE. Por su parte, el método DC es más simple de implementar y tiene menor carga cognitiva sobre el individuo. Ante esta disyuntiva, la tarea del análisis cognitivo podría aportar antecedentes.

2.1.3.2. Escenarios de Elección (EE)

Acerca de los estímulos presentados en los experimentos PD de elección, se utilizan contextos asociados a viajes que el individuo realiza. Estos consideran en general los siguientes atributos:

- Costo (tarifa)
- Tiempo de viaje
- Riesgo sufrir un accidente con resultado fatal. Presentado como número de conductores fallecidos anualmente sobre un total de vehículos que transitaron por la vía.
- Riesgo sufrir un accidente con lesionados graves. Presentado como número de conductores que sufren lesiones graves anualmente sobre un total de vehículos que transitaron por la vía.

Sobre la presentación del experimento se tiene que este va acompañado de información detallada acerca de las condiciones del viaje. En particular se destacan las referencias de accidentes anuales con causas fatales, accidentes fatales anuales con causas fatales dado un flujo anual total. Esto busca como objetivo presentar las condiciones de riesgo de las rutas consideradas.

FIGURA 2-3: PRESENTACIÓN DEL EXPERIMENTO PD PARA ESTIMAR VVE Y CSL – KONING 2021

Imagine that you have to make a trip under the **circumstances described** (50 km, by car, for a leisure activity, alone, over a motorway). You have to choose between two routes that differ according to the costs, the travel time and the risk. All other characteristics of the routes are similar, both routes have 20 million cars per year.

Which route do you choose?

□ Route A	□ Route B
5.5 €	10 €
52 minutes 	28 minutes 
22 fatally injured car drivers / year * 	1 fatally injured car drivers / year * 
3 seriously injured car driver / year * 	138 seriously injured car driver / year * 
*20 million cars per year	*20 million cars per year

Fuente: Koning et al (2021)

FIGURA 2-4: PRESENTACIÓN DEL EXPERIMENTO PD PARA ESTIMAR VVE – RIZZI 2006

You are to return to Santiago after spending a regular working day in Valparaíso. The trip has the following characteristics:

- You drive your car*
- You pay for the total cost of the trip, including the toll*
- You have to return after 8.00 p.m.*
- You have to choose between two routes for your return trip (both are similar to the current Route 68 Santiago–Valparaíso), considering the following three factors: the toll, the travel time en route and the number of fatal crashes on each route. The latter is defined as the number of crashes per year in which at least one person travelling by car dies.*

We now ask you to carefully consider the next nine choice situations; in each one of them you have to pick up one of the two possible routes for the trip to be taken. Please consider each choice situation independently of the other situations. With reference to the number of crashes, in 1997 there were 12 crashes in which one of the car occupants died on Route 68.

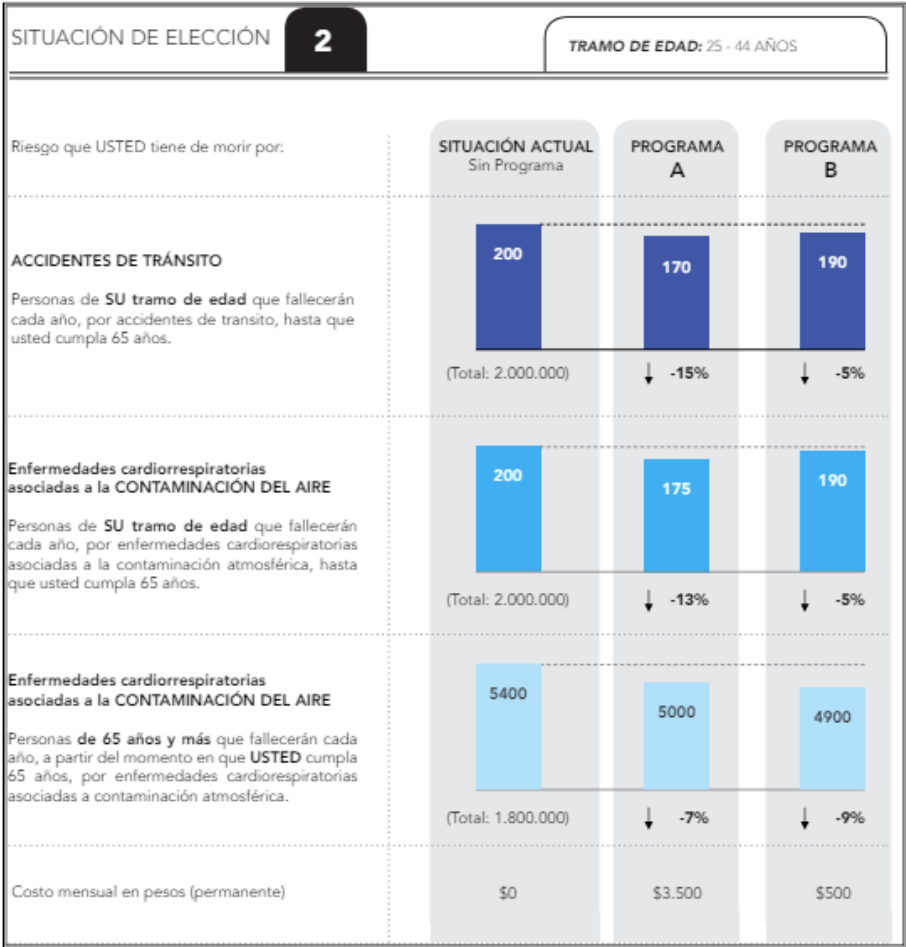
Choice situation N° __	Route 1	Route 2
Travel time	1 hour 30 min	2 hours
Fatal crashes	16	20
Toll (US\$)	8	5
	I choose Route 1	I choose Route 2

Fuente: Rizzi et al. (2006).

En este aspecto, las variables asociadas al riesgo se pueden presentar en una grilla de 1,000 espacios, se puede presentar el número de accidentes con lesionados fatales/graves al año (dejando fijo el nivel de flujo) o mostrar el cambio en la probabilidad de accidentes con lesionados fatales. Ante este escenario parece más razonable presentar el número de accidentes con lesionados fatales/graves al año con el nivel de flujo fijo, ya que al parecer de esta manera es más sencilla la comparación del riesgo para el individuo encuestado. De todos modos, esto está sujeto a lo que entreguen los resultados del análisis cognitivo.

En Soto Martínez (2024), correspondiente a un estudio nacional reciente, se han generado experimentos PD para estimar la DAP por evitar fatalidades por accidentes de tránsito y aquellas causadas por enfermedades cardiorrespiratorias. En este se utilizó un experimento de tres alternativas, donde la primera consiste en el status-quo y las otras dos presentan **planes del gobierno** que reducen el número de fatalidades anuales por accidentes de tránsito y fatalidades anuales por enfermedades cardiorrespiratorias. La siguiente figura presenta un ejemplo del cuestionario utilizado.

FIGURA 2-5: PRESENTACIÓN DEL EXPERIMENTO PD PARA ESTIMAR VVE – SOTO MARTINEZ 2024



Fuente: Soto Martínez, J. J. (2024). Modelos de elección discreta ante variaciones de la carga de información: Complejidad del experimento y simplificación de la elección (Tesis doctoral). Pontificia Universidad Católica de Chile.

La forma de presentar el beneficio de este estudio puede inducir ciertos sesgos, debido a que se está asociando la medida a un plan gubernamental. En este caso, aquellos individuos que desconfíen del gobierno podrían no responder de acuerdo a lo ofertado, sino más bien según el “rechazo” hacia el gobierno o autoridad. En efecto, en el estudio encontraron una mayor probabilidad de elección del status-quo por aquellas personas que no confían en el gobierno.

En dicho estudio abordan este asunto utilizando un modelo de clases latentes para identificar aquellas personas que no confían en las instituciones, pero evitar el involucrar a las instituciones públicas en el experimento podría simplificar la modelación de las elecciones.

2.2. Estudios de Análisis Cognitivo

El diseño y evaluación de cuestionarios es un proceso complejo que requiere comprender no solo la formulación de preguntas, sino también cómo los participantes interpretan y

responden a ellas. La literatura ha demostrado que los métodos cognitivos juegan un papel crucial en este proceso, permitiendo mejorar la comprensión, validez y aplicabilidad de los instrumentos de medición.

En esta revisión, se analizaron estudios clave que abordan el uso de técnicas cognitivas en la elaboración y evaluación de cuestionarios, con el fin de contribuir al objetivo específico:

- **OE.2.** Disponer de cuestionarios comprensibles cuyas respuestas permitan la calibración de modelos de elección para estimar los valores de VVE y CSL. Esto debe considerar la entrega de versiones preliminares del diseño de los aspectos cognitivos de la encuesta y de su diseño econométrico.

Los estudios seleccionados incluyen contribuciones fundamentales sobre entrevistas cognitivas, pre-test de cuestionarios y modelos de procesamiento de respuestas, proporcionando un marco teórico y metodológico para el ajuste y validación de instrumentos de medición.

2.2.1. Métodos Verbales y Entrevistas Cognitivas en el desarrollo de cuestionarios

Uno de los trabajos pioneros en la aplicación de métodos verbales para la evaluación de cuestionarios es el de Willis y otros (1991), quienes exploraron cómo los reportes verbales pueden ayudar en la formulación y prueba de encuestas. En su estudio, destacan que las entrevistas cognitivas, en las que los participantes verbalizan sus pensamientos mientras responden a preguntas, permiten identificar problemas de interpretación, ambigüedades y sesgos en los cuestionarios. Este procedimiento se utiliza hasta el día de hoy y ha mostrado su utilidad para identificar ambigüedades en las preguntas y corregirlas posteriormente (Eccles y Arsal, 2017). Heager y otros (2012) compara el método de *Think Aloud* (verbalización de los pensamientos mientras responden) con el método de *probing*, en el que un examinador hace preguntas específicas y aclaratorias en determinados momentos de la encuesta para apoyar la comprensión de los encuestados. Este último método tiene la desventaja de resultar artificial en el contexto de una encuesta, dado que estas se responden de manera autónoma. Adicionalmente, el uso de preguntas específicas puede generar otras confusiones o intencionar algunas respuestas. En contraste, el método de *Think Aloud* proporciona mayor información para entender el razonamiento e identificar, en consecuencia, los posibles errores en los que pueden incurrir los encuestados. Lo anterior permite corregir dichos errores para maximizar las posibilidades de comprensión.

Este enfoque es clave para **OE.2**, ya que proporciona una metodología estructurada para evaluar cómo los encuestados comprenden y procesan la información presentada.

2.2.2. Métodos de Pretesting y Evaluación de Cuestionarios

Un paso esencial en el diseño de encuestas es el pretest o pilotaje, un proceso que permite evaluar la claridad y efectividad de los cuestionarios antes de su implementación. Collins (2003) ofrece una visión integral sobre las metodologías de *pretesting* en encuestas,

destacando el papel de las técnicas cognitivas en la detección de errores y problemas en el diseño de preguntas.

Esta aproximación de pilotaje permite identificar de manera más clara cuáles son los problemas de comprensión de los cuestionarios que se explican por el vocabulario y/o la estructura oracional utilizada, con el objetivo de corregirlos y mejorarlos. Esta aproximación difiere del modelo tradicional en la que solo se consideraba que los ítems no podían ser comprendidos por los examinados.

En la misma línea de lo anterior, el Question Appraisal System (QAS-99) propone una lista de comprobación que incluye ocho pasos/criterios que permiten evaluar la comprensibilidad de una pregunta (legibilidad, instrucciones, claridad, supuestos, conocimiento/memoria, sensibilidad/sesgo, categorías de respuesta y otros). Algunos de estos criterios son, por ejemplo, que no las preguntas no requieran de cálculos complejos o que en su fraseo no induzcan respuestas deseables socialmente o tengan elementos particularmente sensibles. Cumplir con estos criterios permite que el proceso de respuesta de los encuestados sea válido.

La aproximación de Collins (2003) enfatiza la importancia de realizar un pilotaje (*pretesting*) de las preguntas y el modo en que quienes procesan la información para responderlas. El QAS-99 permite una aproximación paso a paso para realizar la revisión de la elaboración de las preguntas. Estos enfoques son particularmente útiles para el **OE.2** ya que permiten obtener datos sobre las dificultades de los encuestados en la comprensión de preguntas y generación de respuestas.

2.2.3. Procesos Cognitivos en la Respuesta a Encuestas

Schwarz (2007) y Tourangeau (2018) presentan el método CASM (Cognitive Aspects of Survey Methodology). Este método distingue entre cuatro etapas para contestar encuestas: 1) comprensión de la pregunta; 2) recuperación de información relevante; 3) juicio sobre la respuesta y; 4) formulación de la respuesta.

Este método permite identificar varios aspectos a considerar en la elaboración del instrumento. Por ejemplo, al momento de comprender la pregunta es importante asegurar que quien contesta entienda específicamente aquello que se la ha preguntado. En este sentido, resulta conveniente desde un punto de vista lingüístico elegir palabras de amplio uso que sean fácilmente reconocibles por la mayoría de las personas, así como también evitar el uso de aquellas que generan ambigüedades, por ejemplo, evitando el uso de gerundios (“lo vi bajando la escalera” es una oración que puede entenderse tanto como una persona que baja por una escalera y ve a otra, como también una persona que ve cómo otra persona baja una escalera).

Respecto del proceso de recuperación de la información existe evidencia de que la memoria de trabajo, que refiere a la habilidad de manipular información mentalmente (Diamond,

2013), impacta en el proceso de respuesta. En general, las personas pueden mantener 4 (+/-1) elementos en la mente al mismo tiempo (Cowan, 2010). Si se piden más elementos, es posible que las personas no contesten de acuerdo a lo esperado debido a una sobrecarga a nivel cognitivo. Este tipo de aproximaciones ayuda a evaluar el número de comparaciones y/o elementos que pueden presentarse en la encuesta.

En cuanto al juicio sobre la respuesta, Tourangeau describe que quienes completan encuestas utilizan distintas estrategias para integrar la información y generar una respuesta. En particular, en el caso de preguntas con respuesta cerrada, las personas tienden a homogeneizar sus respuestas en un proceso de asimilación, en el que las respuestas posteriores tienden a ser similares a las primeras. Esto, evidentemente, depende de la extensión del cuestionario y del cansancio del entrevistado. En la medida que una persona esté más cansada, más probable es que utilice estrategias de bajo nivel que tiendan a asimilar las respuestas entre sí.

Por último, en cuanto al reporte de respuestas, si estas son categóricas (como aquellas que se usan en las encuestas de VTV), las primeras opciones son las que reciben más atención en comparación con las siguientes. Este hallazgo permite, al igual que en el punto anterior, evaluar el número de opciones que se presentan a la persona de manera que todas ellas reciban el mismo nivel de atención.

El método CASM presenta elementos importantes a tener en cuenta para asegurar una adecuada comprensión de las preguntas y, en consecuencia, ambos son claves para **OE.2** ya que permite analizar en detalle cómo los participantes procesan la información antes de responder y qué factores pueden influir en su interpretación.

2.2.4. Accesibilidad Cognitiva

Para que la encuesta sea comprendida y respondida por un grupo amplio de personas es necesario que las preguntas sean fáciles de entender, claras y directas. En este caso, conviene considerar los conceptos de diseño universal (Carr et al., 2013; Cortés et al., 2021) y accesibilidad universal (Echeita y Sala-Bars, 2012; Persson et al., 2014), tanto en la redacción de las instrucciones como en la presentación de los ítems. Esto incrementa las posibilidades de que puedan ser comprendidos por la mayoría de las personas. Tanto el diseño y la accesibilidad universal, buscan avanzar hacia sociedades más inclusivas, donde pueda asegurarse la participación de todas las personas por igual. La Ley N°20.422 de Chile (2010) los define de la siguiente manera:

Diseño Universal	Accesibilidad Universal
Condición que deben cumplir los entornos, procesos, bienes, productos y servicios, así como los objetos o instrumentos, herramientas y dispositivos, para ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las	Actividad por la que se conciben o proyectan, desde el origen, entornos, procesos, bienes, productos, servicios, objetos, instrumentos, dispositivos o herramientas, de forma que

personas, en condiciones de seguridad y comodidad, de la forma más autónoma y natural posible	puedan ser utilizados por todas las personas o en su mayor extensión posible
---	--

Considerar el desarrollo de los experimentos utilizando criterios de diseño y accesibilidad incrementa las posibilidades de que un mayor grupo de personas comprenda las preguntas y pueda responderlas. Por ello, es importante realizar la evaluación de la comprensibilidad del instrumento, con al menos estos dos tipos de accesibilidad:

1. Accesibilidad cognitiva

Referido a las características que permitan que las cosas sean fáciles de entender, para todas las personas. Esto considera diferentes elementos, como texto, orientación en tiempo y espacio, apoyos visuales, estilo de presentación de información, entre otros.

Algunas recomendaciones para la accesibilidad cognitiva son:

- Utilizar un lenguaje de uso frecuente, evitando tecnicismos, o palabras complejas.
- Organizar el documento para que sea fácil de entender la lógica.
- Incluir apoyos visuales.
- Utilizar la multimodalidad de la tecnología.

2. Accesibilidad web

Considera cuatro grandes principios y sigue unas pautas para que la información en la web sea accesible para el mayor número de personas, tanto en su navegación y uso como en la información que se entrega.

Las pautas abordan diferentes elementos, desde tareas básicas como hacer una búsqueda como valorar la programación del elemento. Sin embargo, para esta revisión, se tomaron en consideración las siguientes pautas:

- Descripción de imágenes.
- Presentación de gráficos u otros elementos visuales.
- Tipografías que faciliten la fluidez de la lectura en cuanto a su estilo como su tamaño. Se considera que las tipografías sin serifas tienen mejor respuesta para facilitar la lectura.
- El uso correcto del contraste permite resaltar información y mejorar la comprensión por parte del usuario.

Esta aproximación es útil para el **OE.2** ya que permite obtener datos sobre las dificultades de los encuestados en la comprensión de preguntas y selección de respuestas.

2.2.5. Conclusiones de los Estudios de Análisis Cognitivo

En conclusión, los métodos verbales y las entrevistas cognitivas son herramientas esenciales para mejorar la calidad de los cuestionarios. Las entrevistas cognitivas, que usan el método

de *Think Aloud*, permiten identificar y corregir problemas de interpretación, ambigüedades y sesgos en las preguntas, proporcionando una metodología estructurada para evaluar cómo los encuestados comprenden y procesan la información (Willis, 1991; Haeger 2012).

El *pretesting* (pilotaje) y las técnicas cognitivas mencionadas por Collins (2003) son cruciales para detectar errores y problemas en el diseño de preguntas, mejorando la claridad y efectividad de los cuestionarios. Por último, el método CASM descrito por Schwarz (2007) y Tourangeau (2018) proporciona un marco detallado para entender los procesos cognitivos involucrados en la respuesta a encuestas, lo que maximiza una adecuada comprensión de las preguntas al tiempo que minimiza la carga cognitiva y los sesgos en las respuestas.

Los enfoques de los autores anteriores permiten elaborar un mapa de trabajo en el que se consideren entrevistas de pilotaje, que consideren en su elaboración el método CASM y que sean aplicadas a un número menor de personas, a quienes se les pida que verbalicen sus pensamientos para identificar aquellos puntos de mayor dificultad en la comprensión. A partir de este, se realizan modificaciones a las encuestas para maximizar la comprensión de los siguientes grupos.

La propuesta metodológica se detalla en minuta anexa al informe.

2.3. Metodologías Sectoriales de Evaluación Social

Dada la importancia de la aplicabilidad de los valores que se obtendrán de este y futuros estudios, es relevante revisar sistemáticamente las metodologías vigentes en materia de evaluación social de proyectos, las que corresponden a:

1. Análisis y Definición de una Metodología para la Evaluación Social de Impactos de Proyectos sobre la Seguridad Vial en Rutas Interurbanas (SECTRA, 2007)
2. Metodología para la Evaluación Social de la Reducción de Accidentes Urbanos (SECTRA, 2014)
3. Metodología para la Valoración de Beneficios de Obras Anexas en Proyectos de Vialidad Interurbana (MDSF, 2013)
4. Metodología Simplificada de Beneficios Sociales por Disminución de Accidentes en Proyectos de Vialidad Interurbana (MDSF, 2013)
5. Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Transporte Interurbano (MDSF, 2017)
6. Metodología de Evaluación de Proyectos de Caminos de Bajo Estándar (MIDEPLAN, 1996)
7. Manual de Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana (MESPIVU) (MDSF-SECTRA, 2013)

8. Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Intermedia (MDSF, 2017)
9. Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Local (MDSF, 2016)
10. Metodología para la Formulación y Evaluación de Planes Maestros de Ciclo-Rutas (MDSF, 2013)
11. Metodología para la Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Transporte Ferroviario (MDSF, 2016)
12. Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Aeroportuaria (MDSF, 2014)
13. Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Pequeños Aeródromos (MDSF, 2013)
14. Instructivo Metodológico para Implementar Puntos de Posada para Emergencias y Desastres (MDSF 2016)

Dentro de las metodologías anteriores, se destacan las siguientes:

1. Análisis y Definición de una Metodología para la Evaluación Social de Impactos de Proyectos sobre la Seguridad Vial en Rutas Interurbanas (SECTRA, 2007)

Definió una metodología para la estimación de impactos y de valorización social de accidentes de tránsito en proyectos viales interurbano. Para lo anterior, se plantea la estimación de tasas de accidentabilidad, como modelos econométricos accidentabilidad-flujo. El VVE se plantea usando el enfoque de capital humano.

2. Metodología para la Evaluación Social de la Reducción de Accidentes Urbanos (SECTRA, 2014)

Se desarrolla una metodología para la estimación de beneficios y costos producidos por la variación de accidentes como consecuencia de la implementación de proyectos viales o de seguridad de tránsito en el área urbana. Es muy similar metodológicamente al estudio anterior, pero con un enfoque urbano.

3. Metodología para la Valoración de Beneficios de Obras Anexas en Proyectos de Vialidad Interurbana (MDSF, 2013)

Las metodologías de valoración se enfocan en variadas obras, tales como aceras, pasarelas, ciclovías y paraderos, incorporando la reducción de accidentes como una fuente de beneficios. Se destaca que el consultor realizó la aplicación piloto de esta metodología para determinar la factibilidad de su implementación en condiciones reales, proponiendo ajustes que se incluyen en la versión en uso.

4. Metodología Simplificada de Beneficios Sociales por Disminución de Accidentes en Proyectos de Vialidad Interurbana (MDSF, 2013)

Corresponde a una simplificación de la metodología N°1 anterior (SECTRA, 2007).

En el documento “Precios Sociales” Reporte Anual 2025 del 31 de marzo de 2025, se incluye entre otros valores el Valor de una Vida Estadística, estimado en \$2.305.001.400, que se utiliza en la evaluación de las iniciativas de inversión del sector transporte para incorporar beneficios atribuibles a variaciones en el riesgo de fatalidad por siniestralidad vial producto de la operación del proyecto. En el documento se indica que se estimó mediante una función de transferencia, proveniente del metaanálisis publicado en el estudio “Value of a Statistical Life in Road Safety: A Benefit-transfer Function with Risk-analysis Guidance Based on Developing Country Data” (Milligan et al, 2014). El resultado obtenido para el caso chileno correspondió a 60.000 Unidades de Fomento (UF), cuya equivalencia en pesos se presenta considerando el valor al 31 de diciembre de 2024.

3. Tarea 3: Estrategia Preliminar de Diseño de Instrumentos

3.1. Requerimientos de Información

En base a la revisión de antecedentes presentada en la Tarea 2, se han identificado cuáles son, en términos operativos, los requerimientos de información indispensables para dar cumplimiento cabal de los objetivos específicos del estudio. En el siguiente cuadro se presenta un resumen.

CUADRO N° 3-1: INFORMACIÓN CLAVE PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Tipo de información	Ítem	Descripción
Cuantitativa	Caracterización socio-demográfica	La literatura identifica diferencias en la VVE de acuerdo a sexo, edad, ingreso, entre otros. Este ítem considera la recopilación de información individual y del hogar del encuestado.
	Caracterización de patrones de viaje	Levantamiento de información sobre el modo de viaje, horarios, propósito, orígenes y destinos, etapas del viaje, que son insumos para el diseño de la encuesta PD.
	Percepciones, actitudes y hábitos frente al riesgo de accidentes de tránsito	El VVE puede verse afectado por experiencias o percepciones asociadas al riesgo, particularmente si las personas han sufrido un accidente.
Cualitativa	Capacidad de las personas para analizar diferencias en probabilidades	Los experimentos PD para estimar la VVE pueden contener información de accidentabilidad en términos de probabilidades. No es claro si los encuestados comprenden cabalmente cifras presentadas en estos términos.
	Confianza en las instituciones públicas	Otro enfoque para diseñar PD se basa en el uso de impuestos para mejoras en seguridad. La literatura sugiere que cuando los individuos no confían en el Estado, se genera un sesgo que podría invalidar las respuestas.
	Emocionalidad frente a los accidentes de tránsito	El tema bajo estudio es, en la práctica, sobre el valor de la vida humana, lo cual puede conllevar una fuerte carga emocional. Esto, a su vez, puede resultar en una sobrestimación del VVE, dependiendo de las palabras usadas en la encuesta y cómo se presenta la información de accidentabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

Se propone obtener la información cualitativa mediante la aplicación de encuestas PD a nivel piloto, mientras que la información cuantitativa se recopilará mediante la metodología de análisis cognitivo que incluye una revisión por panel de expertos, focus groups, pre-pilotaje y pilotajes.

3.2. Diseño Preliminar de Instrumentos Cuantitativos

De acuerdo con la revisión realizada acerca de los experimentos de elección basados en PD, el experimento consistirá en uno de **elección de ruta** que debe estar contextualizado sobre un viaje actual (interceptación) o sobre el viaje realizado. Este contexto debe incluir un nivel de accidentes por sobre un total de usuarios de la vía. En cuanto a los atributos que se debieran considerar en los experimentos para estimar el VVE y CSL se cuentan los cuatro siguientes:

- Costo (tarifa)
- Tiempo de viaje
- Riesgo sufrir un accidente con resultado fatal. Presentado como número de conductores fallecidos anualmente sobre un total de vehículos que transitaron por la vía.
- Riesgo sufrir un accidente con lesionados graves. Presentado como número de conductores que sufren lesiones graves anualmente sobre un total de vehículos que transitaron por la vía.

La definición de lesionado grave que se plantea utilizar es la sugerida en la CONASET. De acuerdo esta, un **lesionado grave** es aquella persona que, a consecuencias de las lesiones sufridas en un siniestro de tránsito presenta secuelas como: demencia, inutilidad para el trabajo, impotencia, pérdida de algún miembro importante o deformidad notable (artículo 397 del Código Penal). También se considera grave si las lesiones provocan enfermedad o incapacidad para el trabajo por más de 30 días.

En cuanto a los lesionados fallecidos en accidentes de tránsito, se considera lo que menciona el registro de carabineros de Chile. En este se considera un fallecido por siniestro de tránsito a aquella persona que fallece antes de 48 horas posteriores al incidente vial.

Preliminarmente se está considerando realizar el experimento acerca de viajes en **rutas interurbanas** para **transporte privado**, las que presentan mayores velocidades de circulación y por ende mayor fatalidad en sus accidentes de tránsito.

Acerca de las características personales sociodemográficas que pudiesen afectar la estimación del VVE y CSL se considerarán en principio las siguientes:

- Nivel de ingreso al hogar. Se propone utilizar los rangos determinados en alguna fuente nacional como la encuesta CASEN de modo que sea posible ponderar los VVE y CSL según las distribuciones de dicha fuente.
- Nivel educacional máximo alcanzado. Se incluyen las opciones ninguno, educación básica, educación media, educación superior técnica, educación superior universitaria y postgrado.
- Edad. En principio preguntar por el número para luego categorizarla según el rango deseado.
- Género.

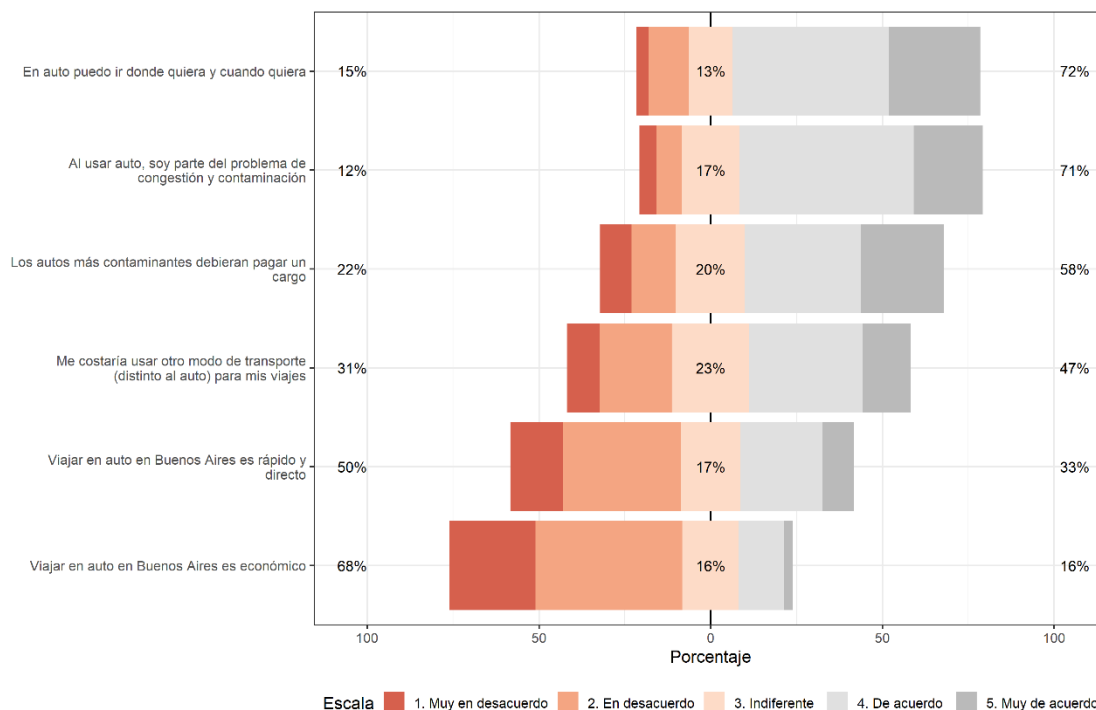
- Ocupación. Se considera a las clases empleado/a, estudiante, jubilado/a, desempleado/a, amo/a de casa y otros
- Si tiene personas a su cuidado.

Como se va a preguntar acerca del riesgo sobre un viaje que la persona realiza o ha realizado, existen variables asociadas al viaje de la persona que podrían afectar a la estimación del VVE y CSL. De entre estas se consideran:

- Frecuencia del viaje. En principio se pregunta por la cantidad de viajes al mes, para luego generar los rangos deseados.
- Experiencia con accidentes de tránsito. Esto puede preguntarse como número de accidentes de tránsito siendo conductor que ha experimentado en su vida. Si es muy intrusivo, puede ser suficiente saber si ha estado involucrado o no.
- Distancia del viaje recorrido.
- Numero de acompañantes en el viaje. En caso que se decida aislar este factor se podría enfocar la encuesta solo en aquellas personas que viajan solas.

Por otro lado, de modo de identificar la aversión de riesgo de los individuos se propone generar preguntas en escala tipo Likert asociadas a riesgos y que permitan clasificarlos según su nivel de aversión al riesgo. El resultado de estas podría presentarse como la siguiente figura:

FIGURA 3-1: PREGUNTAS EN ESCALA TIPO LIKERT – PERCEPCIÓN DEL AUTO



Fuente: Elaboración propia del consultor en otro estudio realizado.

4. Tarea 4: Desarrollo de Focus Group

4.1. Antecedentes Generales

Un grupo focal (focus group) consiste en juntar a un pequeño grupo de personas de características homogéneas (para propiciar la discusión) y conversar con ellas sobre el tema bajo análisis. La actividad es dirigida por un moderador y sigue una pauta previamente establecida, donde se presenta el tema en cuestión y se establecen los puntos específicos que se quiere abordar (Rabiee, 2004).

En este estudio, el objetivo general es estimar el valor de la vida estadística en proyectos de transporte, comprendiendo cómo las personas valoran la seguridad vial y los costos asociados, a partir de sus experiencias y percepciones del riesgo.

Para este efecto, se tomó contacto con una empresa especializada (Offerwise) a quien se le planteó la necesidad de establecer seis grupos focales, distinguiendo particularmente si habían sufrido o no un accidente vial. Esta primera distinción estaba basada en los antecedentes disponibles, que indican que la actitud hacia el riesgo podría estar condicionada por haber sufrido o no un accidente.

Un segundo requisito fue conformar los grupos con hombres o mujeres, mayores de 18 años, residentes en Chile entre las regiones de Coquimbo a Los Lagos, que realicen viajes interurbanos. El contexto interurbano se asocia a los experimentos más habituales de la literatura para estimar el valor de la vida estadística y la necesidad de que sean mayores de edad se refiere a la edad mínima para contar con licencia de conducir y a limitaciones legales para que participen menores de edad en estas actividades. El contexto geográfico se asoció a que los experimentos considerarían vías interurbanas con estándar de autorruta con dos pistas por sentido, las que existen en el área indicada del país¹.

Finalmente, se consideró que los grupos diferenciaron entre quienes realizan viajes interurbanos en auto y en bus, ya que se contempla generar experimentos diferenciados para estos potenciales entrevistados.

4.2. Definición de grupos focales

A partir de los elementos de selección indicados, se generó la siguiente definición de potenciales participantes en los grupos focales:

Perfil General: Personas que hagan viajes interurbanos en autos o bus (cualquier frecuencia de viaje).

¹ Estrictamente también existen dobles calzadas en un tramo de Ruta 5 entre Caldera y La Serena, la Ruta 1 entre Antofagasta y el aeropuerto, y la Ruta 25 entre Antofagasta y Calama.

Target 1: Personas que hayan tenido algún accidente en carretera (sin límite de tiempo, que haya tenido que acudir carabineros y/o haya habido lesiones, aunque sean leves).

Target 2: Personas que no hayan tenido algún accidente en carretera.

Demográficos: Hombres y mujeres, mayores de 18 años, residentes en Chile a nivel nacional, por la Zona entre Coquimbo por la Zona Norte y Puerto Montt Sur, de los NSE ABC1C2, C3D.

De este modo, se plantearon los siguientes grupos focales:

CUADRO Nº 4-1: DEFINICIÓN DE GRUPOS FOCALES

Grupo	Tipo de viaje	Experiencia con accidentes	Nivel Socioeconómico
1	Interurbano en auto	Han tenido	ABC1C2
2	Interurbano en auto	Han tenido	C3D
3	Interurbano en auto	No han tenido	Mixto
4	Interurbano en bus	Han tenido	Mixto
5	Interurbano en bus	No han tenido	ABC1C2
6	Interurbano en bus	No han tenido	C3D

En anexo se incluye el filtro de reclutamiento utilizado.

4.3. Pauta Guía

Se confeccionó una pauta para el desarrollo de la actividad, que incluye los siguientes elementos:

- Introducción
- Perfil de los participantes del focus group
- Percepción de los asistentes respecto a movilidad y seguridad vial
- Evaluación de escenarios
- Exploración de lenguaje y comprensión de conceptos

La fase de Introducción considera la presentación de moderador y participantes, así como la explicación de las reglas básicas de la sesión. Se consulta además por el nombre, edad y lugar desde el que participa cada entrevistado, como parte de la definición del perfil.

Luego se realizan algunas consultas relativas a la forma en que realizan viajes los entrevistados, así como su percepción del nivel de seguridad vial con varias consultas relativas al riesgo asociado.

La cuarta parte del proceso los enfrenta a escenarios de potenciales experimentos de elección y/o valoración que se podrían implementar en el presente estudio. Los experimentos, que se incluyen en anexo, se refieren a:

- Elección de ruta con diferente tiempo de viaje, número de fallecidos y costo asociado.
- Elección de ruta con diferente tiempo de viaje, número de lesionados graves y costo asociado.
- Disposición a pago por reducir un fallecido al año
- Disposición a pago por reducir un lesionado grave al año
- Aceptación de un impuesto anual para financiar un programa que reduzca los fallecidos por accidentes de tránsito.

Estos experimentos son adaptaciones de otros utilizados en la práctica nacional e internacional, sirviendo de referencia para analizar su factibilidad de uso en las tareas siguientes.

Para cada propuesta experimental se realizan consultas específicas relativas a su facilidad de comprensión y a entender la forma en que escogieron los entrevistados en cada caso.

Finalmente, en la parte final de la sesión se realizan consultas particulares sobre el lenguaje empleado, así como la mejor forma de expresar términos y datos relevantes en el análisis.

En anexo se incluye la pauta guía definida para el proceso.

4.4. Desarrollo de grupos focales

Los grupos focales se desarrollaron durante la primera semana del mes de julio, específicamente entre el 30 de junio y el 3 de julio.

CUADRO N° 4-2: REALIZACIÓN DE GRUPOS FOCALES

Grupo	Tipo de viaje	Experiencia con accidentes	Nivel Socioeconómico	Fecha	Participantes
FG1	Interurbano en auto	No han tenido	Mixto	30/06/2025 18:00	6
FG2	Interurbano en bus	Han tenido	Mixto	01/07/2025 19:00	5
FG3	Interurbano en auto	Han tenido	ABC1C2	02/07/2025 15:00	5
FG4	Interurbano en auto	Han tenido	C3D	02/07/2025 18:00	4
FG5	Interurbano en bus	No han tenido	ABC1C2	03/07/2025 16:00	6
FG6	Interurbano en bus	No han tenido	C3D	03/07/2025 19:00	5

Se contemplaron grupos con entre 4 y 6 integrantes previamente seleccionados, los que participaron de una reunión telemática que se extendió en cada caso por cerca de dos horas.

Las actividades se realizaron en la plataforma Zoom, que permite la generación de actividades de manera telemática, lo que facilita la participación de personas desde diversos puntos del país. Además, permite la incorporación de observadores del proceso, rol en el que participaron el equipo consultor y la directora del estudio.

Las actividades consideraron la participación de una moderadora, que condujo cada sesión siguiendo los lineamientos de la pauta guía. Las entrevistas fueron grabadas y se entrega en anexo el video de cada sesión como respaldo.

4.5. Reporte de las actividades

Se incluye como anexo el reporte generado por la empresa de estudios de mercado, que detalla los principales hallazgos y resultados de los focus group.

Como se indicó previamente, la pauta guía consideraba una primera parte con consultas relativas a la percepción de la situación de seguridad vial en Chile. En general, las carreteras son vistas como relativamente seguras y bien mantenidas, incluso mejor que en países vecinos. Se plantearon elementos de infraestructura vial que son mejorables, como:

- Mala iluminación
- Ausencia de berma
- Asfalto en mal estado en algunos tramos
- Señalización poco visible

También se identificaron factores externos que afectan la seguridad, aunque no son controlables como el clima, la geografía y otros asociados al tránsito de vehículos pesados. No obstante, el principal riesgo identificado es el comportamiento de los conductores y peatones ya que se percibe una falta de educación vial, así como escasa responsabilidad y empatía al conducir.

En general, los participantes no tienen la información necesaria como para determinar de manera realista sobre el riesgo durante sus viajes. No conocen la cantidad o promedio de personas fallecidas o lesionadas graves por año en Chile, observándose una muy amplia dispersión en las cifras que entregan de manera espontánea.

En la sección de aplicación, se realizaron tres experimentos de elección:

- Elección de ruta (fallecidos/lesionados graves)
- Valoración contingente (Fallecido/lesionado grave)

- Impuesto para programa vial (fallecidos)

Los resultados obtenidos se presentan en las secciones siguientes.

4.5.1. Elección de rutas: seguridad vs. rapidez

En el experimento de elección de rutas, se pidió que escogieran entre dos opciones: Ruta 1 mayor tiempo de viaje, con menos fallecidos/lesionados y más económica, y Ruta 2 menor tiempo de viaje, más fallecidos/lesionados y de mayor costo.

CUADRO Nº 4-3: ELECCIÓN DE RUTA SEGÚN EXPERIMENTO Y GRUPO FOCAL

Grupo	Modo	Accidente	NSE	Exp. Fallecidos		Exp. Lesionados graves	
				Ruta 1	Ruta 2	Ruta 1	Ruta 2
FG1	Auto	No	Mixto	2	4	2	4
FG3	Auto	Si	ABC1C2	5	0	5	0
FG4	Auto	Si	C3D	2	2	2	2
FG5	Bus	No	ABC1C2	6	0	6	0
FG6	Bus	No	C3D	3	2	3	2
FG2	Bus	Si	Mixto	5	0	4	1

Fuente: Elaboración propia

Salvo en el primer focus group (FG1), en todos los casos se prefirió la Ruta 1 (“más segura”) a la Ruta 2 (“más insegura”). En FG1 y FG4 hubo mayor preferencia por la Ruta 2, que sería de mayor riesgo pero más rápida.

El experimento de lesionados graves, incluyendo su definición, se presentó después del experimento de fallecidos. Como se observa, en la práctica se mantuvo la misma decisión para ambos experimentos, sugiriendo que no se genera una diferencia en la percepción de lesionados fatales y graves.

La mayoría prefiere rutas más lentas y económicas, asociadas a menor cantidad de accidentes graves o fatales. La percepción de seguridad, de acuerdo a lo declarado por los participantes, se relaciona con **menor velocidad de tránsito** y mejores estadísticas de accidentes. El precio es un factor secundario, mencionado por pocos como motivo principal.

La elección es principalmente emocional, priorizando la seguridad por sobre el tiempo: una hora más de viaje no se percibe como crítica si se reduce el riesgo.

Para viajes frecuentes o en solitario, algunos participantes optarían por rutas más rápidas, aunque sean más caras y menos seguras. Si bien se indicaba que el viaje se realizaba en solitario, algunos participantes igualmente mencionaron a la familia, especialmente hijos, en cuyo caso la seguridad resulta prioritaria.

4.5.2. Disposición a pagar por mayor seguridad en autopistas

Se presentó a los participantes un ejercicio de valoración contingente, donde se les solicitó que indicaran su disposición a pagar un valor adicional al peaje o al pasaje que pagaban, con el propósito de reducir un fallecido o un lesionado grave en la ruta que utilizaban. Los resultados de los valores indicados por los participantes, de manera individual, se presentan en el cuadro siguiente:

CUADRO Nº 4-4: DISPOSICIÓN A PAGAR POR REDUCIR UN FALLECIDO

Grupo	Modo	Accidente	NSE	Número de participantes que estarían dispuesto a pagar \$											
				0	25	50	75	100	150	200	350	500	750	1000	1000o +
FG1	Auto	No	Mixto	1	1	1			1			1			
FG3	Auto	Si	ABC1C2	1								1		1	2
FG4	Auto	Si	C3D	1		1		1		1					
FG5	Bus	No	ABC1C2	1								1		2	1
FG6	Bus	No	C3D	2	1									2	

Fuente: Elaboración propia

CUADRO Nº 4-5: DISPOSICIÓN A PAGAR POR REDUCIR UN LESIONADO GRAVE

Grupo	Modo	Accidente	NSE	Número de participantes que estarían dispuesto a pagar \$											
				0	25	50	75	100	150	200	350	500	750	1000	1000o +
FG1	Auto	No	Mixto	1	1	1		1			1				
FG3	Auto	Si	ABC1C2			2						1			2
FG4	Auto	Si	C3D	1		1		1		1					
FG5	Bus	No	ABC1C2	1								1		2	1
FG6	Bus	No	C3D	2	1									2	

Fuente: Elaboración propia

Un aspecto que llamó la atención fue que cerca del 25% de los participantes no está dispuesto a pagar más peaje, manifestando un fuerte rechazo a las concesionarias viales. En las opiniones se planteaba que el valor del peaje actual debería permitir la realización de las inversiones necesarias en seguridad vial.

Por otra parte, se entendió que si el beneficio era reducir una muerte o lesionado grave se trataba de una reducción menor dentro de la información de accidentabilidad que se les entregaba, por lo que se apreciaba como poco significativo. Por esta razón algunos aceptaban aportar, pero en cantidades bajas.

En general, los que estaban dispuestos a pagar algo mostraban empatía y conciencia ciudadana, pero normalmente no percibían el pago como algo que los fuera a beneficiar potencialmente.

Se destaca que, aunque existe una disposición a pagar un monto “razonable”, lo que se considera razonable varía según el nivel socioeconómico (NSE):

- ABC1C2: montos de \$1000 o más son aceptables y no representan una carga.
- Niveles bajos: prefieren montos de \$200 a \$500.

4.5.3. Barreras a la aceptación del programa gubernamental

Se presentó a los participantes un tercer ejercicio, consistente en su disposición a pagar \$42.000 en la forma de un impuesto adicional, para implementar un programa de seguridad vial que redujera en un 15% las fatalidades de la ruta (o pasar de 100 a 85 fallecidos). Hubo algunas dudas respecto a la forma de implementación de este cobro, por lo que en los últimos focus group se indicó que se iba a incluir como parte del impuesto a la renta. La aceptación de este impuesto en cada grupo se muestra en el cuadro siguiente:

CUADRO Nº 4-6: ACEPTACIÓN DE IMPUESTO PARA PROGRAMA DE SEGURIDAD VIAL

Grupo	Modo	Accidente	NSE	Pagaría impuesto	
				Si	NO
FG1	Auto	No	Mixto	4	2
FG3	Auto	Si	ABC1C2	5	0
FG4	Auto	Si	C3D	1	3
FG5	Bus	No	ABC1C2	4	2
FG6	Bus	No	C3D	3	2
FG2	Bus	Si	Mixto	2	4

Fuente: Elaboración propia

A diferencia del caso anterior, hubo mejor aceptación de este ejercicio ya que el programa era impulsado por el Gobierno, a diferencia de las concesionarias viales. Hubo alguna distinción entre Estado y Gobierno, con dudas respecto a la implementación efectiva del programa y respecto a lo que se paga actualmente como tributos.

Solo en dos grupos (Auto-accidente C3D y Bus-accidente mixto) hubo menor disposición, pero en general hubo una mayoría dispuesta a aceptar este impuesto adicional. Una de las razones fue que el impacto percibido era una reducción del 15% en fallecidos, lo que se consideraba significativo.

4.6. Principales resultados

Dentro de los principales aspectos a considerar para el desarrollo de las tareas siguientes del estudio se tiene:

- El experimento de elección de ruta presenta mejores condiciones para ser empleado en la estimación del valor de la vida estadística y costo social de

lesiones. El experimento de valoración contingente presentó un rechazo importante tanto por el destinatario del pago como por que se entendía como una reducción menor (1 fallecido menos o un lesionado menos), que además no se percibe como una reducción del riesgo personal. El experimento del programa de seguridad vial tuvo relativa aceptación, pero la forma de cobro resultó confusa, las características del programa requerían mayor detalle y los efectos no se asociaban de manera directa a una reducción del riesgo propio.

- El experimento de elección de ruta se entendía correctamente y las decisiones eran asociadas a disminuciones propias del riesgo. No obstante, se observó una correlación entre tiempo de viaje y seguridad vial, a partir de asumir que un viaje que requería más tiempo se realizaba a menor velocidad, lo que incidía positivamente en reducciones esperadas de fallecidos y lesionados. Esta situación debe ser revisada en el análisis cognitivo ya que la presencia de un parámetro de interacción, cuyo valor se desconoce, podría aumentar de manera significativa los tamaños muestrales requeridos para la estimación de modelos.
- La definición explícita de lesiones graves, obtenida de la Ley de Tránsito, fue entendida por los participantes en los focus group como invalidante o con secuelas físicas que requerían cuidados permanentes, por lo que se asimiló en impacto al fallecimiento y fue valorada de la misma forma en los experimentos de elección de ruta o valoración contingente. Esto sugiere revisar lo que se entenderá como lesionado en orden a obtener una valoración de lesiones que sea diferente de la del valor de la vida.
- Se observaron dificultades para comprender el nivel de riesgo asociado a las distintas elecciones presentadas, siendo en general preferido el uso de número de fallecidos o lesionados respecto de opciones como porcentajes o elementos gráficos. Dentro de los elementos gráficos propuestos, hubo una preferencia por usar cruces para representar fallecidos, respecto de usar personas o lápidas como alternativa.
- Se observó en general una apreciación positiva del estado de la infraestructura vial en relación a la seguridad, destacándose como factores de riesgo la conducción irresponsable y la ausencia de fiscalización. Hubo escasas referencias a elementos de infraestructura que requirieran mejoramientos específicos, mencionando aspectos como señalización, iluminación y dimensiones de las bermas.
- No se observaron diferencias significativas entre los grupos que habían tenido algún tipo de accidente vial y los que no. De las descripciones que

realizan los participantes respecto a sus accidentes, se observa que no son de consecuencias graves, lo que pudo haber incidido en las respuestas.

- En relación al nivel socioeconómico se observaron diferencias en el experimento de valoración contingente, donde la disposición a pagar se escaló por ingreso.
- Si bien no tienen relación con el estudio y con las tareas siguientes, es necesario mencionar la alta connotación negativa que indicaron los participantes respecto de las concesionarias viales. Destaca además la necesidad de reforzar la educación vial y la fiscalización en rutas.

5. Tarea 5: Diseño Econométrico de Instrumentos de Medición

5.1. Antecedentes Generales

Los Estudios de Preferencias Declaradas son particularmente atractivos cuando se estudia un producto o servicio que no se encuentra en el mercado. El conocimiento de las preferencias de los consumidores o usuarios de un producto o servicio permite estimar una función de utilidad para representar las preferencias de la población bajo estudio. Para ello lo normal es levantar una muestra de la población que se quiere estudiar con el propósito de estimar sus preferencias. El resultado que se busca es necesariamente probabilístico, dada la incapacidad del modelador para controlar todas las variables que influyen en las preferencias.

El propósito de levantar esta muestra es la estimación de la *Función de Utilidad Indirecta Condicional* (FUIC) de los individuos para un determinado bien. En particular la FUIC se expresa en términos de alternativas discretas. Bajo estas condiciones, modelos como el logit multinomial (MNL) se presentan particularmente atractivos al generar una expresión cerrada de las probabilidades de elección de cada alternativa, facilitando la aplicación del modelo.

Para la estimación de los modelos de elección discreta, como el MNL, reconocemos dos grandes enfoques según sea la naturaleza de los datos, estos son los procedimientos desagregados de estimación del modelo y los procedimientos agregados de estimación. Esta última estrategia considera variables promedios para describir cada alternativa, y la variable dependiente se define como la proporción de elección de cada alternativa. Por su parte, los modelos desagregados se especifican en variables percibidas por cada individuo, por lo que no se trabaja con variables promedios sino individuales, tanto para variables dependientes como independientes.

Cualquiera sea la naturaleza de los datos, los modelos pueden estimarse con variables ficticias o variables reales. Cuando se utilizan elecciones reales, el enfoque recibe el nombre de **Preferencias Reveladas (PR)**, y se caracteriza en que los datos de elección son observados en el mercado, como son: la alternativa o modo escogido, y sus atributos. Como en este estudio se busca estimar algo tan específico como el valor de la vida y dado que los individuos no son conscientes, en general, del riesgo de sus decisiones se considera no utilizar esta técnica.

El enfoque de variables ficticias se conoce bajo el nombre de **Preferencias Declaradas (PD)**. En este caso tanto las alternativas como sus atributos y niveles de servicios son definidos por el modelador, de modo de obtener la información específica que se busca valorar acerca de un atributo particular. Dado que se trabaja con variables ficticias, estas se definen de modo de facilitar la estimación de los coeficientes del modelo y el entendimiento de los individuos. Esta técnica parece más adecuada en este caso debido a que permite

internalizar en la persona atributos difíciles de comprender (por su baja magnitud) como el riesgo de sufrir un accidente de tránsito.

5.2. Planteamiento Metodológico

Las encuestas PD tienen por propósito, en general, levantar información que permita entender las elecciones que realizan los individuos en base a ciertos atributos y características propias de los individuos. Además, se busca estimar la disposición a pagar de los usuarios por un determinado bien o servicio.

Para este estudio se considera implementar un experimento de elección de ruta o servicio de bus, donde se deba elegir entre realizar el viaje según ciertas condiciones establecidas por el diseñador del experimento. Se definen estos experimentos para abarcar a la mayor parte de la población, debido a que considerar solo elección de ruta en automóvil puede sesgar los resultados del estudio hacia gente de mayor nivel socioeconómico.

Por tanto, los modos considerados para el diseño del experimento representan los modos disponibles que la persona tiene para realizar un viaje. Estos son los siguientes:

- Automóvil
- Bus interurbano

Se exige en este experimento que la estimación del modelo econométrico debe ser capaz de estimar el VVE y el CSL, por lo que el diseño incorpora el **riesgo de sufrir un accidente fatal y/o un accidente con lesiones graves**.

A modo de ejemplo, para comprender el tipo de experimento propuesto. Para una persona que realice viajes en automóvil se le pregunta lo siguiente.

- *“Considere su viaje realizado, donde usted viaja en su vehículo.”*
- *“Considere que el viaje lo realiza a la misma hora que el que nos reportó y viaja solo.”*
- *“Imagine que puede elegir dos rutas para su viaje, ambas con las mismas condiciones que la ruta actual que utiliza. Estas rutas se diferencian en los siguientes factores: El costo del viaje, el tiempo de viaje y el número de accidentes con resultado fatal / lesionados graves anuales en cada ruta.”*
- *“El número de accidentes con resultado fatal corresponde al promedio de accidentes por año donde al menos una persona que viaje en auto fallece por un accidente de tránsito.”*

“Considere que en la ruta de su viaje transitan 3,000,000 de vehículos al año y en promedio ocurren 20 accidentes de tránsito con al menos un fallecido. ²”

“A continuación, elija la alternativa que preferiría para realizar su viaje en los siguientes 6 escenarios, considerando que cada uno es independiente del anterior”

² Datos referenciales para presentar el ejemplo. Estos pueden variar en la implementación.

Figura 5-1: Ejemplo Experimento 1: Elección de Ruta Auto



Un elemento común en los diversos métodos en los que se ha aplicado esta técnica es el uso de diseño de experimentos para definir los estímulos que se presentan a los encuestados. Esta técnica presenta la ventaja que garantiza eficiencia en la recolección de la información, permitiendo la posterior estimación de los parámetros que explican las preferencias declaradas por los individuos. Un estímulo corresponde a atributos con perturbaciones que puedan interferir en las decisiones de los individuos. Por ejemplo, un viaje en auto de mayor o menor duración por el estado del tráfico o variaciones en los precios de los pasajes del bus.

Esta tarea se enfoca en el diseño de los estímulos que serán presentados a los individuos y que tienen por objeto estimar la disposición a pagar por un bien, en este caso la reducción de riesgo de sufrir un accidente fatal o el riesgo de sufrir un accidente con resultado lesiones graves.

5.3. Objetivo de la Investigación

El objetivo principal de la presente investigación consiste en generar un diseño experimental, implementado a través de un cuestionario, cuyas respuestas permitan estimar el VVE y CSL. Esto de acuerdo con lo especificado en el objetivo específico 2 (OE2).

Con este diseño se estima y validan modelos econométricos utilizando como fuente los datos recolectados en terreno. Esto permitirá obtener un diseño econométrico definitivo del instrumento, tal como se especifica en el objetivo específico 5 (OE5).

5.3.1. Mercado Objetivo

El mercado objetivo del estudio corresponde a aquellos usuarios de vías tarifadas que realicen viajes en auto o en buses interurbanos. Se recomienda que el viaje en auto sea en vías tarifadas para que los individuos tengan interiorizado un costo asociado al viaje.

5.3.2. Identificación de Atributos Relevantes

En cuanto a los atributos que se consideran en los experimentos para estimar el VVE y CSL se tienen los siguientes:

- Costo del peaje para automóviles, costo del pasaje para bus
- Tiempo de viaje
- Accidentes de tránsito con al menos un fallecido. Presentado como número de conductores / pasajeros fallecidos anualmente sobre un total de vehículos-km que transitaron por la vía.
- Accidentes de tránsito con al menos un lesionado grave. Presentado como número de conductores / pasajeros que sufren lesiones graves anualmente sobre un total de vehículos-km que transitaron por la vía.

La definición de lesionado grave que se plantea utilizar es la sugerida en la CONASET en su cota inferior. De acuerdo esta, un lesionado grave es aquella persona que, a consecuencias de las lesiones sufridas en un siniestro de tránsito presenta secuelas como: demencia, inutilidad para el trabajo, impotencia, pérdida de algún miembro importante o deformidad notable (artículo 397 del Código Penal). También se considera grave si las lesiones provocan enfermedad o incapacidad para el trabajo por más de 30 días.

Dado esto, se considera **lesionado grave** si las lesiones provocan enfermedad o incapacidad para el trabajo por más de 30 días.

En cuanto a los fallecidos en accidentes de tránsito, se considera lo que menciona el registro de carabineros de Chile. En este se considera un fallecido por siniestro de tránsito a aquella persona que fallece antes de 48 horas posteriores al incidente vial.

5.4. Diseño Experimental

El diseño experimental juega un papel fundamental para garantizar la validez y eficiencia de las preguntas realizadas. En estos términos, eficiencia se refiere a tratar de capturar la mayor información posible por pregunta. Para ello, es crucial definir adecuadamente los niveles base de cada atributo, ya que estos deben reflejar condiciones realistas y relevantes para el contexto estudiado, asegurando que las elecciones de los participantes sean representativas de su comportamiento real.

La variación de los atributos debe ser cuidadosamente diseñada para evitar sesgos y permitir una estimación robusta de los parámetros. Esto implica seleccionar un rango de niveles que sea lo suficientemente amplio para captar la sensibilidad de los usuarios, sin

caer en escenarios difíciles de evaluar. La cantidad de niveles por atributo influye directamente en la complejidad del experimento: demasiados niveles pueden saturar al encuestado, mientras que muy pocos pueden limitar la capacidad de discernir preferencias.

Otro aspecto clave es la definición de escenarios presentados por persona, que debe equilibrar la carga cognitiva del encuestado con la necesidad de obtener suficiente variabilidad en los datos levantados. Un número excesivo de juegos puede generar fatiga, mientras que uno insuficiente puede reducir la precisión de las estimaciones. Además, la generación de bloques permite distribuir los juegos entre distintos encuestados, facilitando un diseño más manejable sin perder diversidad en las combinaciones presentadas.

Antes de implementar el experimento, se realizan simulaciones numéricas que permitan evaluar la calidad del diseño en términos de eficiencia estadística. Estas simulaciones ayudan a verificar si los parámetros pueden ser recuperados adecuadamente según la muestra levantada y la confiabilidad de los resultados. Este paso previo es fundamental para evitar posibles inconsistencias y garantizar que el diseño experimental sea capaz de proporcionar estimaciones precisas y significativas para la modelación de elección discreta.

En resumen, un diseño experimental riguroso no solo mejora la validez de los resultados, sino que también optimiza los recursos disponibles, asegurando que los datos recopilados permitan una estimación robusta de los parámetros de interés en el análisis de preferencias en el transporte.

5.4.1. Definiciones Iniciales

5.4.1.1. Formulación y Obtención del VVE y CSL

Supongamos que una ruta es utilizada por N' individuos. Si una persona hace n viajes (más de una vez) por la ruta en un determinado horizonte temporal, digamos m_n , esto implica que la población total que utiliza la ruta se obtiene como $N = \sum_{n=1}^{N'} m_n$. Este valor representa la población de la ruta.

Para un viaje en determinada ruta se tiene una des-utilidad ocasionada por realizar el viaje, la que dependerá de la FUIC: $U = U(r, t, c)$ donde: r riesgo de incurrir en un accidente fatal u otro tipo de lesión, t : tiempo de viaje y c : costo asociado al viaje.

En este caso, el VVE se define como la disposición a pagar para reducir el riesgo de exposición a circunstancias que podrían conducir a la muerte. En el caso del CSL la definición es similar, salvo que la consecuencia es una lesión grave en vez de la muerte.

El VVE se obtiene promediando la disposición a pagar por reducir el riesgo más un término de covarianza que considera la posible correlación entre la disposición a pagar y la reducción del riesgo (δr_n).

$$TS_{r,c} = \frac{\partial U_j}{\partial r} / \frac{\partial U_j}{\partial c|_{U=\bar{U}}} \quad (1)$$

$$VVE = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N TS_{r,c_n} + N \cdot cov(TS_{r,c_n}, |\delta r_n|) \quad (2)$$

Típicamente, y por simplicidad, se ha asumido que el término de la covarianza es nulo, lo cual es cierto cuando la reducción del riesgo δr_n es igual para todos los individuos. En este caso, la tasa de sustitución entregaría el valor de la vida para cada individuo y realizando el promedio sobre la población se obtendría el VVE.

Si la valoración del experimento se calcula para la reducción de 1 víctima fatal en una ruta, el cambio de riesgo por experimentar una muerte menos resulta:

$$\delta r = \frac{f_0 + 1 - f_0}{TMDA \cdot 365} = \frac{1}{TMDA \cdot 365} \quad (3)$$

Luego el cálculo del VVE para una determinada ruta o viaje se obtiene como sigue:

$$VVE = \overline{TS_{r,c}} = \frac{DAP_v}{\delta r} = \frac{\frac{\partial U_j}{\partial f}}{\frac{\partial U_j}{\partial c_{|U=\bar{U}}}} \cdot \frac{1}{\delta r} \quad (4)$$

Donde:

DAP_v : Disposición a pagar por reducir 1 fatalidad en un viaje

δr : Cambio de riesgo por experimentar 1 fatalidad menos en un viaje

También es posible obtener el VVE utilizando como variables al número de accidentes con víctimas fatales (n_{af}) y/o número de accidentes con lesionados graves (n_{ag})³. Siguiendo las derivaciones de Rizzi & Ortuzar 2006, la ecuación obtenida para el cálculo del VVE en este caso es la presentada a continuación:

$$VVE = \frac{1}{vf} \sum_{j=1}^N SVCR_j = \frac{N}{vf} \cdot \overline{SVCR} \quad (5)$$

Donde:

N : Flujo anual promedio que circula por la vía

vf : Número de víctimas fatales por accidente de tránsito.

$SVCR_j$: Valor subjetivo de la reducción de accidentes con lesionados fatales para el individuo j. Este se obtiene del modelo ajustado de elección como sigue:

³ En este caso la FUIC cambia a: $U = \beta_{naf} \cdot n_{af} + \beta_{nag} \cdot n_{ag} + \beta_t \cdot t + \beta_c \cdot c + \varepsilon$

$$SVCR_j = \frac{\partial U_j}{\partial n_{af}} / \frac{\partial U_j}{\partial c_{|U=\bar{U}}} \quad (6)$$

Dado que estas dos formas de obtener el VVE son equivalentes, se tiene que:

$$VVE = \frac{1}{f} \sum_{j=1}^N SVCR_j = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N TS_{r,c_n} + N \cdot cov(TS_{r,c_n}, |\delta r_n|) \quad (7)$$

La forma de obtener el VVE utilizando el número de accidentes es más sencilla para el modelador, dado que no tiene el término de covarianza. Sin embargo, para los encuestados/as es más sencillo responder sobre fallecidos, debido a que el cálculo de fallecidos es directo y no tiene que hacer cálculos con la tasa de fallecidos por accidentes.

Con respecto al CSL, el cálculo para obtener el CSL es análogo al del VVE, salvo que se utilizan las variables asociadas a los accidentes con lesionados graves en vez de víctimas fatales. A continuación se presenta la ecuación que permite obtener el CSL.

$$CSL = \frac{1}{g} \sum_{j=1}^N SVGR_j = \frac{N}{g} \cdot \overline{SVGR} \quad (8)$$

Donde:

$SVGR_j$: Valor subjetivo de la reducción de accidentes con lesionados graves para el individuo j.

$$SVGR_j = \frac{\partial U_j}{\partial n_{ag}} / \frac{\partial U_j}{\partial c_{|U=\bar{U}}} \quad (9)$$

5.4.1.2. Obtención del VVE y CSL de la población

El desafío de generalizar la información presentada y extrapolarla a otros contextos del país para obtener un valor representativo del mismo no es trivial. Por una parte, la formulación anterior permite obtener el VVE para un cierto nivel de riesgo de una ruta o viaje particular, pero no permitiría agregar los resultados obtenidos. Esto para el caso en que se recopile información para distintos tipos de rutas con diferencias en: distancias de viaje, TMDA y niveles de riesgo diferentes.

Resolver el tema de agregación del VVE a la población es relevante, puesto que existe evidencia en la experiencia nacional que rutas más peligrosas presentan mayores VVE marginales. Es decir, existe mayor disposición a pagar más por reducir una fatalidad en un viaje cuando ese viaje presenta mayor riesgo.

Para resolver el problema de la agregación, y estimar el VVE-CSL de la población, se debe convertir la disposición a pagar individual a una medida de exposición al riesgo de la

población. Esta exposición se ve reflejada en el número de viajes (flujo anual) y los kilómetros asociados, es decir, el **riesgo-km**. La ecuación que determina el VVE de una ruta considerando exposición, derivada en Hensher et al. (2009)⁴, es la siguiente:

$$VVE_l = \frac{DAP_l}{d_l} \cdot \left(\frac{TMDA_l \cdot 365 \cdot d_l}{fallecidos_l} \right) \quad (10)$$

Donde:

l : Conjunto de rutas

DAP_l : Disposición a pagar por tener una muerte esperada menos en un viaje en la ruta l .

d_l : Distancia de los viajes en la ruta l .

$fallecidos_l$: Promedio anual de fallecidos por accidentes de tránsito en la ruta l .

$TMDA_l$: Tránsito medio diario anual de la ruta l .

En esta formulación, el primer término es la disposición a pagar por una muerte esperada menos por km de viaje. El segundo término es el inverso de la probabilidad de fallecer en un accidente de tránsito por km, es decir, el inverso del riesgo por km.

$$Riesgo.km_l = \frac{fallecidos_l}{TMDA_l \cdot 365 \cdot d_l} \left[\frac{1}{km} \right]^5 \quad (11)$$

Hensher propone calcular el VVE de la población como un promedio ponderado por riesgo de la población. Es decir, el valor medio de una vida para la comunidad considerando las rutas y su exposición. El cálculo para el VVE de la población es:

$$\overline{VVE}_{población} = \frac{\sum_l DAP_l \cdot TMDA_l \cdot 365 \cdot d_l}{\sum_l d_l \cdot fallecidos_l} \quad (12)^6$$

La formulación anterior requiere conocer para todas las rutas o viajes " l ": el tránsito medio diario anual, el número de fallecidos anuales promedio y la distancia de los viajes. Sin embargo, aprovechando el carácter hipotético de las PD, es posible en experimento PD presentar escenarios donde el riesgo-km sea uniforme para todo " l ". Un ejemplo de la elaboración de esto se presenta en Flugel et al (2019)⁷ para un estudio en Noruega.

Considerar esto en el diseño es relevante y logra ventajas en la estimación del VVE poblacional, puesto que este no queda contaminado por la heterogeneidad en el riesgo asignado a cada ruta del experimento. Es decir, las diferencias en las DAP se atribuyen a las

⁴ Estimating the willingness to pay and value of risk reduction for car occupants in the road environment, Hensher et al. (2009)

⁵ Suponiendo que hay 1 persona por vehículo

⁶ Notar que este valor es el VVE agregado, en cambio el de la ecuación (4) es marginal por ruta

⁷ A comparison of bus passengers and car drivers valuation of casualty risk reductions in their routes, Flugel et al (2019)

preferencias de los individuos y no a variaciones arbitrarias en la probabilidad de accidente por kilómetro.

A partir de este antecedente, el consultor propone que para abordar se generen experimentos donde el riesgo-km sea uniforme e independiente de la distancia del viaje y del flujo anual de la ruta de la persona. En otras palabras, el número de fallecidos o lesionados graves se define como directamente proporcional a la distancia del viaje y al TMDA. Para implementar este enfoque, sería necesario:

- Definir rangos de TMDA-km representativos de los viajes en una ciudad o región característica, a partir de estudios o estimaciones existentes. Se podría distinguir entre rutas urbanas y rurales u otras categorías relevantes.
- Estimar la distancia del viaje de los encuestados a partir del tiempo de viaje y modo que declaren⁸.
- A partir de un nivel fijo de riesgo/km, determinar el número de fallecidos a presentar en cada rango de distancia, y estructurar el experimento en función de estas combinaciones.

5.4.1.3. *Tamaño del experimento*

Para los experimentos planteados se está considerando exponer a los individuos a un total de **6 escenarios de elección**. Un escenario de elección corresponde a una tarjeta con dos rutas o servicios de buses con variaciones en los atributos los individuos eligen cómo hacer el viaje. Por ejemplo, para el experimento de auto los escenarios de elección serán 6 situaciones donde el individuo debe elegir entre dos rutas dado un set de atributos presentados.

Se define un total de 6 escenarios para evitar la fatiga en los individuos y puesto que con esta cantidad se recoge la información necesaria para los modelos, de acuerdo con la experiencia del consultor. Considerando que cada escenario de elección de este tipo dura generalmente entre 20 a 60 [s], siendo el primer experimento el que más tiempo consume, los individuos responden el experimento completo en aproximadamente 3 minutos.

Por otro lado, se considera generar 5 “bloques” de escenarios de elección los que se presentarán de modo aleatorio. Un bloque corresponde a 6 escenarios de elección con determinadas variaciones de atributos. La generación de estos bloques permite tener un mayor abanico de comparaciones presentadas a los individuos, generando mayor variabilidad en los escenarios de elección. Esto requiere que cada experimento contenga 30 escenarios de elección en total, 6 escenarios por individuo y 5 bloques. En el punto 5.4.6 se presentan los diseños experimentales con los 6 escenarios y 5 bloques para cada experimento.

⁸ En el estudio de referencia utilizaron: 45 km/h para autos y 35 km/h para buses

En otro esfuerzo por evitar sobre cargar a los individuos con cuatro atributos a considerar por elección, el experimento se dividirá en uno que presente costo, tiempo y lesionados fatales, mientras que el otro considera costo, tiempo y lesionados graves.

En la aplicación de este se elegirá al azar si aplicar el experimento con lesionados fatales o lesionados graves. Esto para evitar que los individuos tengan que evaluar el riesgo de fallecer o riesgo de quedar incapacitado, lo que puede ser muy fuerte emocionalmente. Cabe destacar que esto requerirá una mayor cantidad de encuestas para cubrir cuotas y la estimación de los parámetros, pero permitirá reducir la cantidad de atributos analizados por los individuos y también el impacto de enfrentarse a elecciones de gran impacto emocional.

5.4.1.4. Variables Sociodemográficas a capturar

Acerca de las características personales sociodemográficas que pudiesen afectar la estimación del VVE y CSL se consideran las siguientes:

- Nivel de ingreso el hogar. Se propone utilizar los rangos determinados en alguna fuente nacional como la encuesta CASEN de modo que sea posible ponderar los VVE y CSL según las distribuciones de dicha fuente.
- Nivel educacional máximo alcanzado. Se incluyen las opciones ninguno, educación básica, educación media, educación superior técnica, educación superior universitaria y postgrado.
- Edad. En principio preguntar por el número para luego categorizarla según el rango deseado.
- Género.
- Ocupación. Se considera a las clases empleado/a, estudiante, jubilado/a, desempleado/a, amo/a de casa y otros
- Si tiene personas a su cuidado. Se pregunta si el individuo tiene personas a su cuidado o dependientes de él/ella. Es decir, si tiene a su cuidado hijos, adultos mayores u otros.

Como se va a preguntar acerca del riesgo sobre un viaje que la persona realiza o ha realizado, existen variables asociadas al viaje de la persona que podrían afectar a la estimación del VVE y CSL. De entre estas se consideran:

- Frecuencia del viaje. En principio se pregunta por la cantidad de viajes al mes, para luego generar los rangos deseados.
- Experiencia con accidentes de tránsito. Esto puede preguntarse cómo número de accidentes de tránsito siendo conductor que ha experimentado en su vida. Si es muy intrusivo, puede ser suficiente saber si ha estado involucrado o no.
- Distancia del viaje recorrido.
- Numero de acompañantes en el viaje. Si bien se van a preguntar los escenarios sobre viajes que el individuo realiza solo/a, es conveniente tener esta consulta de modo

de filtrar personas que respondan de forma apresurada el formulario o sin leer el texto donde se especifica que el viaje debe hacerlo solo.

5.4.2. Niveles de Referencia

Como se ha revisado en el punto anterior, el cálculo del VVE y CSL depende del riesgo que presenta una ruta en particular. En específico se requieren antecedentes de:

- nivel de flujo vehicular anual
- accidentes de tránsito al año con al menos un fallecido
- accidentes de tránsito al año con al menos un lesionado grave
- Número de fallecidos por accidentes de tránsito
- Número de lesionados graves por accidentes de tránsito

Independiente de que se considere presentar número de fallecidos por ruta dependiente del TMDA y distancia del viaje (riesgo-km), se considera importante revisar los indicadores de riesgo-km que presentes en algunas rutas del país. Esto para presentar valores hipotéticos que sean cercanos a lo que experimentan los usuarios.

Es relevante por tanto tener una referencia de las magnitudes de estas variables para generar el diseño experimental, dado que el riesgo por kilómetro a priori de fallecer en un accidente de tránsito depende exclusivamente de las condiciones actuales de la vía. Bajo este objetivo, se estudian las condiciones de riesgo de siniestros viales en ciertas carreteras del país. Se busca indagar en magnitudes y en el análisis preciso normalizando los valores según largo de la ruta.

El riesgo por kilómetro para fallecer se calcula como (el cálculo para lesionados graves es análogo):

$$Riesgo.km_{ruta} = \frac{N^{\circ} Fallecidos_{ruta}}{TMDA_{ruta} \cdot 365 \cdot Longitud_{ruta}} \left(\frac{fallecidos}{veh - km} \right)$$

La información de asociada al número de accidentes, los lesionados fatales y lesionados graves puede ser obtenida de las bases de datos de Carabineros de Chile. En tanto, las magnitudes de flujo vehicular para rutas interurbanas se obtienen de la base de datos SECTO-2023 de MOP.

Antes hacer el análisis es conveniente describir algunos aspectos de la base de datos generada. En particular, hacer la mención que el TMDA obtenido es una aproximación realizada por MOP en base a conteos realizados en distintos días del año. En estricto rigor esto no equivale al promedio anual de los últimos cinco años como es sugerido en la literatura. Por otro lado, las estadísticas de fallecidos son obtenidas para los últimos cinco años y se asocian a las rutas de acuerdo con el nombre de estas y a región a la que pertenecen.

Se tienen 1,992 rutas con antecedentes de TMDA, longitud y estadísticas de accidentes. En esta, se tiene que 1,401 de estas rutas presentan cero fallecidos en los últimos cinco años. Con respecto a la distribución de las rutas según región y tipo (urbanas, no urbanas) se tiene la distribución presentada en el siguiente cuadro.

CUADRO Nº 5-1: RUTAS CON INFORMACIÓN Y ESTADÍSTICAS DE FALLECIDOS Y LESIONADOS GRAVES POR ADT

Región	Rutas Rurales	Rutas Urbanas	Tota Rutas
Antofagasta	36	0	36
Araucanía	287	0	287
Arica y Parinacota	28	0	28
Atacama	70	0	70
Aysén	35	3	38
Biobío	132	2	134
Coquimbo	108	3	111
Los Lagos	233	8	241
Los Ríos	156	2	158
Magallanes	39	0	39
Maule	265	0	265
Metropolitana	97	0	97
O'Higgins	174	46	220
Tarapacá	21	0	21
Valparaíso	138	0	138
Ñuble	109	0	109
Total	1,928	64	1,992

Fuente: Elaboración propia en base a los datos recolectados

Se tiene que las rutas con las que se cuenta información corresponden principalmente a rutas no urbanas. Esto se ve claramente en que cada región presenta información para al menos una ruta no urbana, pero existen diez en las que no hay registros completos para vías urbanas. En otras palabras, el 97% de la información de rutas corresponde a vialidad rural.

CUADRO Nº 5-2: RUTAS CON INFORMACIÓN Y ESTADÍSTICAS DE FALLECIDOS Y LESIONADOS GRAVES POR ADT

Región	Rutas con información	Fallecidos Promedio Anuales por adt (Región)	Lesionados Graves Promedio Anuales por adt (Región)
Antofagasta	36	40	54
Araucanía	287	88	289
Arica y Parinacota	28	18	30
Atacama	70	31	60
Aysén	38	5	31
Biobío	134	69	229
Coquimbo	111	51	136
Los Lagos	241	66	190
Los Ríos	158	28	74
Magallanes	39	8	32
Maule	265	98	243
Metropolitana	97	79	161
O'Higgins	220	89	247
Tarapacá	21	29	59

Región	Rutas con información	Fallecidos Promedio Anuales por adt (Región)	Lesionados Graves Promedio Anuales por adt (Región)
Valparaíso	138	60	177
Ñuble	109	41	143
Total	1,992	801	2,155

Fuente: Elaboración propia en base a los datos recolectados

Se tiene un promedio anual de 801 fallecidos en la base de datos. Al respecto, el año 2024 fallecieron 1,439 personas por accidentes de tránsito según cifras de la CONASET. En este aspecto, se tiene que, pese a que la mayoría de los accidentes ocurren en zonas urbanas, la mayoría de los fallecidos se encuentran en las zonas rurales. Esta relación entre fallecidos es cercana al 70% en zonas rurales y 30% en zonas urbanas. En zonas rurales fallecieron 973 personas, lo cual presenta magnitudes similares al promedio anual encontrado para las rutas analizadas. El siguiente cuadro presenta los accidentes de tránsito por zona de ocurrencia para el año 2024.

CUADRO Nº 5-3: SINIESTROS DE TRÁNSITO POR ZONA DE SINIESTRO 2024

Zona de siniestro	Siniestros	Fallecidos	Lesionados			Total lesionado
			Graves	Menos graves	Leves	
Rural	18,510	973	3,036	1,582	12,547	17,165
Urbana	57,143	466	3,987	1,801	19,447	25,235
Total	75,653	1,439	7,023	3,383	31,994	42,400

Fuente: Siniestros de tránsito por Zonas de ocurrencia 2024 CONASET

Esto muestra que la base con las rutas viales tiene gran cobertura de los accidentes de tránsito que ocurren en zonas rurales del país y puede brindar indicadores confiables del riesgo-km para fallecer o lesionarse gravemente en accidentes de tránsito.

Dado que el riesgo-km depende directamente de la longitud de la ruta y los niveles de TMDA en la misma. Corresponde que el análisis se realice segmentando sobre dichas variables. Esto puesto que rutas muy cortas o con poco TMDA pueden sobredimensionar el riesgo-km referencial que se busca obtener. Para esto se consideraron los siguientes rangos de TMDA y distancia de la ruta.

CUADRO Nº 5-4: RUTAS CON MAYOR NÚMERO DE FALLECIDOS ANUALES PROMEDIO

Rango TMDA [veh/día]	Rutas	Rango Longitud [km]	Rutas
0-1000	1,610	0-1 km	30
1001-4000	232	1.1-5 km	439
4001-8000	78	5.1-15 km	753
8000+	72	15.1-30 km	387
Total	1,992	30+ km	383
		Total	1,992

Fuente: Elaboración propia

Se tiene que el 80% de las rutas analizadas presentan TMDA menor o igual a 1,000 [veh/día], mientras que el 12% presenta TMDA entre 1,000 – 4,000 [veh/día]. El restante 8% se

concentra en rutas con TMDA sobre los 4,000 [veh/día]. En el caso de la longitud de la ruta, se tiene que el 61% de las rutas miden menos de 15 [km] y el 39% restante mide más de 15 [km].

En el siguiente cuadro se presentan los riesgos-km para las rutas analizadas. Esto se realiza según la segmentación por la longitud del viaje y el TMDA.

CUADRO N° 5-5: RIESGO-KM PARA LAS RUTAS ANALIZADAS SEGMENTADAS POR DISTANCIA Y TMDA

Rango TMDA [veh/día]	Rango Longitud [km]	Rutas	Riesgo-km fallecer 10 ⁸ [pers/veh-km]			Riesgo-km lesionarse gravemente 10 ⁸ [pers/veh-km]		
			Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
0-1000	0-1 km	28	172.21	0	2647.08	705.81	0	16607.76
	1.1-5 km	401	48.92	0	2371.03	203.92	0	16307.89
	5.1-15 km	675	25.81	0	4262.51	72.18	0	4335.35
	15.1-30 km	296	17.53	0	567.45	52.05	0	1907.00
	30+ km	210	8.37	0	233.31	32.15	0	922.64
1001-4000	0-1 km	2	18.27	0	36.53	18.27	0	36.53
	1.1-5 km	23	8.92	0	141.85	16.93	0	113.48
	5.1-15 km	45	1.68	0	9.37	5.17	0	25.26
	15.1-30 km	66	2.81	0	30.86	8.89	0	65.41
	30+ km	96	2.50	0	11.17	6.97	0	39.23
4001-8000	1.1-5 km	9	1.06	0	9.5	5.86	0	28.49
	5.1-15 km	18	1.31	0	7.26	4.71	0	18.52
	15.1-30 km	14	2.63	0	5.23	7.01	0.63	11.95
	30+ km	37	1.97	0	8.49	5.19	0	19.24
8000+	1.1-5 km	6	7.95	0	44.5	8.06	0	29.67
	5.1-15 km	15	1.02	0	6.58	4.77	0	27.72
	15.1-30 km	11	1.30	0	2.64	3.75	0	10.20
	30+ km	40	1.30	0	4.35	3.21	0	10.76

Fuente: Elaboración propia en base a los datos recolectados

El análisis del cuadro anterior revela una clara tendencia: el riesgo promedio de accidente (tanto para fallecer como para lesionarse gravemente) disminuye significativamente a medida que aumenta el volumen de tráfico (TMDA) y la longitud de la ruta.

- Rutas con muy bajo tráfico (TMDA 0-1000) y distancias menores a 1 [km]: Presentan los índices de riesgo promedio más altos con mucha diferencia. El riesgo es extremadamente elevado en tramos cortos (0-1 km), con promedios de 172.21 (fallecer) y 705.81 (lesionarse). El riesgo disminuye progresivamente en tramos más largos.
- Rutas con tráfico medio y alto (TMDA 1001-8000+) y longitud mayor a 1 [km]: Los índices de riesgo promedio son notablemente más bajos y se mantienen en órdenes de magnitud similares entre sí. Los valores promedio para fallecer oscilan entre 1.02 y 8.92, mientras que para lesionarse gravemente están entre 3.21 y 16.93.

De aquí se desprende que las vías de bajo volumen de tráfico y corta longitud son, en promedio, las más peligrosas considerando la exposición. El aumento en el número de

vehículos (TMDA) y la longitud del tramo están asociados a un riesgo promedio sustancialmente menor.

Dadas las diferencias de riesgo encontradas para los viajes de muy bajo tráfico y aquellos de baja longitud, para el experimento PD se hace necesario considerar viajes de al menos 1 [km] de distancia y más de 1,000 [veh/día]

CUADRO Nº 5-6: NIVELES DE RIESGO-KM PARA RUTAS SEGÚN SEGMENTOS DE INTERÉS

Rango TMDA [veh/día]	Rango Longitud	Rutas	Riesgo-km fallecer 10 ⁸ [pers/veh-km]			Riesgo-km lesionarse gravemente 10 ⁸ [pers/veh-km]		
			Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
1001-4000	1.1-5 km	23	8.92	0	141.85	16.93	0	113.48
	5.1-15 km	45	1.68	0	9.37	5.17	0	25.26
	15.1-30 km	66	2.81	0	30.86	8.89	0	65.41
	30+ km	96	2.50	0	11.17	6.97	0	39.23
4001-8000	1.1-5 km	9	1.06	0	9.5	5.86	0	28.49
	5.1-15 km	18	1.31	0	7.26	4.71	0	18.52
	15.1-30 km	14	2.63	0	5.23	7.01	0.63	11.95
	30+ km	37	1.97	0	8.49	5.19	0	19.24
8000+	1.1-5 km	6	7.95	0	44.5	8.06	0	29.67
	5.1-15 km	15	1.02	0	6.58	4.77	0	27.72
	15.1-30 km	11	1.30	0	2.64	3.75	0	10.20
	30+ km	40	1.30	0	4.35	3.21	0	10.76

Fuente: Elaboración propia en base a los datos recolectados

Considerando solo estos segmentos de clasificación, se tiene que el riesgo-km de fallecer promedio es de $2.60 \cdot 10^{-8}$ [pers/veh-km] y el riesgo-km de lesionarse gravemente es de $6.90 \cdot 10^{-8}$ [pers/veh-km]⁹.

La conclusión principal de este punto es que el nivel de riesgo-km para generar los experimentos debe ser del orden de 10^{-8} [pers/veh-km] para fallecidos y para lesionados graves puede ser desde el doble hasta tres veces más que el riesgo-km de fallecidos.

Finalmente, se han revisado los niveles de riesgo-km para las distintas rutas en la base de datos de modo general, por lo que se presentan en el siguiente cuadro aquellas rutas con los mayores niveles de riesgo-km de fallecer.

CUADRO Nº 5-7: RUTAS DE MAYOR RIESGO DE FALLECER-KM SEGÚN CLASIFICACIÓN POR DISTANCIA Y TMDA

Rango TMDA [veh/día]	Rango Longitud	Región	Ruta	Fallecidos Promedio Anuales	Lesionados Graves Promedio Anuales	Riesgo-km Fallecer 10 ⁸ [pers/veh-km]	Riesgo-km Lesionarse Gravemente 10 ⁸ [pers/veh-km]
1001-4000	1.1-5 km	Metropolitana	G-131	1.0	0.8	141.9	113.5
	5.1-15 km	O'Higgins	I-730	0.6	0.6	9.4	9.4
	15.1-30 km	Araucanía	R-76-S	3.4	5.8	30.9	52.7

⁹ Realizando el cálculo como la suma ponderada del riesgo-km promedio con la cantidad de rutas.

Rango TMDA [veh/día]	Rango Longitud	Región	Ruta	Fallecidos Promedio Anuales	Lesionados Graves Promedio Anuales	Riesgo-km Fallecer 10 ⁸ [pers/veh-km]	Riesgo-km Lesionarse Gravemente 10 ⁸ [pers/veh-km]
	30+ km	Araucanía	S-269	1.8	3.4	11.2	21.1
4001-8000	1.1-5 km	O'Higgins	H-774	0.6	1.8	9.5	28.5
	5.1-15 km	Maule	S/R	0.8	1.2	7.3	10.9
	15.1-30 km	O'Higgins	H-10	2.6	3.8	5.2	7.6
	30+ km	Maule	L-25	4.6	6.2	8.5	11.4
8000+	1.1-5 km	Metropolitana	G-150	1.8	1.2	44.5	29.7
	5.1-15 km	Los Lagos	V-505	2.8	11.8	6.6	27.7
	15.1-30 km	O'Higgins	H-27	1.6	4.8	2.6	7.9
	30+ km	O'Higgins	H-30	8.4	20.8	4.4	10.8

Fuente: Elaboración propia en base a los datos recolectados

5.4.3. Niveles Base de Atributos

Un paso inicial para el experimento PD es determinar los niveles “base” de los atributos a presentar o en lo posible obtener estimaciones de estos. Cabe recordar que los atributos del experimento son:

- Tiempo de viaje a bordo
- Costo total o por pasajero.
- Número de fallecidos por accidentes de tránsito al año
- Número de lesionados graves por accidentes de tránsito al año

5.4.3.1. Tiempo de viaje y Costo

Para el tiempo de viaje a bordo y el costo se va a considerar un diseño pivotado sobre el que experimentan los individuos encuestados. Para esto se consultará a los individuos acerca del tiempo de viaje y costo total de peajes o costo de pasajes incurridos en el viaje. Para ambas consultas pivotadas se considerará un valor mínimo de modo que los valores presentados sean no nulos.

5.4.3.2. Número de fallecidos y lesionados graves por accidente de tránsito

Sobre del número de fallecidos y el número de lesionados graves, los niveles presentados dependen de: TMDA en la ruta, distancia y el nivel de riesgo-km fijo que se establece para fallecer o lesionarse gravemente. Esto dado que en el caso de este experimento PD se necesita que el riesgo-km presentado sea el mismo para agregar los resultados y obtener un VVE de la población.

Como categoría de TMDA se van a utilizar las tres definidas en la sección 5.4.2 y el valor de referencia corresponde al promedio del intervalo, salvo para el nivel más alto donde el valor de TMDA se fija en 12.000 [veh/día]. De esta forma, las tres categorías de TMDA serán:

- Cat TMDA 1: 2.500 [veh/día]
- Cat TMDA 2: 6.000 [veh/día]
- Cat TMDA 3: 12.000 [veh/día]

Con respecto a la obtención de la distancia del viaje, esta se obtendrá mediante el supuesto de una velocidad promedio fija. Por ejemplo, pensando en viajes rurales en auto se utiliza 80 [km/h]. En el experimento de bus se considera 70 [km/h]. A partir de estas velocidades se determinan las distancias de viaje en el experimento de auto.

Con estos antecedentes, falta definir el riesgo-km a presentar en los experimentos para fallecidos y para lesionados graves. Los niveles de riesgo promedio encontrados resultaron en: $2.60 \cdot 10^{-8}$ [pers/veh-km] para fallecer y el riesgo-km de lesionarse gravemente es de $6.90 \cdot 10^{-8}$ [pers/veh-km]. En el siguiente cuadro se presentan los fallecidos anuales promedio¹⁰ para el experimento de auto de modo que el nivel de riesgo/km para los viajes sea igual.

CUADRO N° 5-8: EXP. AUTO - NIVEL BASE FALLECIDOS ANUALES CON RIESGO-KM $2.6 \cdot 10^{-8}$

Intervalo tiempo de viaje [min]		Tiempo medio [min]	Distancia [km]	Nivel base fallecidos anuales			Riesgo-km*10^8 [fallecidos/veh-km]		
				TMDA 12,000	TMDA 6,000	TMDA 2,500	TMDA 12000	TMDA 6000	TMDA 2500
10	19	15	20.0	2	1	0	2.3	2.3	0.0
20	29	25	33.3	4	2	1	2.7	2.7	3.3
30	44	37	49.3	6	3	1	2.8	2.8	2.2
45	74	60	80.0	9	5	2	2.6	2.9	2.7
75	89	82	109.3	12	6	3	2.5	2.5	3.0
90	119	105	140.0	16	8	3	2.6	2.6	2.3
120	149	135	180.0	20	10	4	2.5	2.5	2.4
150	239	195	260.0	30	15	6	2.6	2.6	2.5
240	359	300	400.0	46	23	9	2.6	2.6	2.5
360	539	450	600.0	68	34	14	2.6	2.6	2.6
540	1,439	990	1320.0	150	75	31	2.6	2.6	2.6
Más de 1.440		1550	2066.7	235	118	49	2.6	2.6	2.6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro anterior se han destacado los niveles base de fallecidos que son muy bajos para poder pivotear. Considerando niveles mejoras en seguridad vial que generen cambios en el número de fallecidos por ejemplo de: [-50%, -37.5%, -25%, -12.5%, 0%] se tiene que el mínimo número de fallecidos debe ser al menos de 8 para que todos los niveles sean diferentes. Por ejemplo, con 8 fallecidos anuales¹¹ base los niveles del experimento serían: 4, 5, 6, 7 y 8.

De esta forma, con un nivel de riesgo-km de $2.6 \cdot 10^{-8}$, valor empírico, los experimentos de auto con fallecidos anuales serían aplicables para:

- Viajes desde 45 [min] y TMDA de 12,000 [veh/día]
- Viajes desde 90 [min] y TMDA de 6,000 [veh/día]
- Viajes desde 240 [min] y TMDA de 2,500 [veh/día]

¹⁰ Aproximados a la unidad

¹¹ Con 7 fallecidos los niveles resultan: 4, 4, 5, 6, 7

En el caso de los buses, dado que las velocidades son menores los valores base del experimento cambian. Estos se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 5-9: EXP. BUS - NIVEL BASE FALLECIDOS ANUALES CON RIESGO-KM 2.6×10^{-8}

Intervalo tiempo de viaje [min]	Tiempo medio [min]	Distancia [km]	Nivel base fallecidos anuales			Riesgo-km* 10^8 [fallecidos/veh-km]		
			TMDA 12,000	TMDA 6,000	TMDA 2,500	TMDA 12000	TMDA 6000	TMDA 2500
10	19	15	2	1	0	2.6	2.6	0.0
20	29	25	3	2	1	2.3	3.1	3.8
30	44	37	5	2	1	2.6	2.1	2.5
45	74	60	8	4	2	2.6	2.6	3.1
75	89	82	11	5	2	2.6	2.4	2.3
90	119	105	14	7	3	2.6	2.6	2.7
120	149	135	18	9	4	2.6	2.6	2.8
150	239	195	26	13	5	2.6	2.6	2.4
240	359	300	40	20	8	2.6	2.6	2.5
360	539	450	60	30	12	2.6	2.6	2.5
540	1,439	990	132	66	27	2.6	2.6	2.6
Mas de 1,440	1550	1808.3	206	103	43	2.6	2.6	2.6

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, con un nivel de riesgo-km de 2.6×10^{-8} los experimentos de buses con fallecidos anuales serían aplicables para:

- Viajes desde 45 [min] y TMDA de 12,000 [veh/día]
- Viajes desde 120 [min] y TMDA de 6,000 [veh/día]
- Viajes desde 240 [min] y TMDA de 2,500 [veh/día]

En el caso de los experimentos relativos a lesionados graves, el riesgo-km a utilizar se define a partir del valor utilizado para fallecidos. En este caso también se utiliza el valor empírico obtenido, es decir 6.90×10^{-8} [pers/veh-km]. Con esto se obtienen los siguientes niveles base de lesionados grave según categoría de distancia y TMDA.

CUADRO N° 5-10: EXP. AUTO - NIVEL BASE LESIONADOS GRAVES ANUALES CON RIESGO-KM 24.0×10^{-8}

Intervalo tiempo de viaje [min]	Tiempo medio [min]	Distancia [km]	Nivel base Lesionados graves anuales			Riesgo-km* 10^8 [lesionados graves/veh-km]		
			TMDA 12,000	TMDA 6,000	TMDA 2,500	TMDA 12000	TMDA 6000	TMDA 2500
10	19	15	6	3	1	6.8	6.8	5.5
20	29	25	10	5	2	6.8	6.8	6.6
30	44	37	15	7	3	6.9	6.5	6.7
45	74	60	24	12	5	6.8	6.8	6.8
75	89	82	33	17	7	6.9	7.1	7.0
90	119	105	42	21	9	6.8	6.8	7.0

Intervalo tiempo de viaje [min]	Tiempo medio [min]	Distancia [km]	Nivel base Lesionados graves anuales			Riesgo-km*10^8 [lesionados graves/veh-km]			
			TMDA 12,000	TMDA 6,000	TMDA 2,500	TMDA 12000	TMDA 6000	TMDA 2500	
120	149	135	180.0	54	27	11	6.8	6.8	6.7
150	239	195	260.0	79	39	16	6.9	6.8	6.7
240	359	300	400.0	121	60	25	6.9	6.8	6.8
360	539	450	600.0	181	91	38	6.9	6.9	6.9
540	1,439	990	1320.0	399	199	83	6.9	6.9	6.9
Mas de 1,440	1550	2066.7		625	312	130	6.9	6.9	6.9

Fuente: Elaboración propia

Entonces, con un nivel de riesgo-km de 6.9×10^{-8} los experimentos de auto con lesionados graves anuales serían aplicables para:

- Viajes desde 20 [min] y TMDA de 12,000 [veh/día]
- Viajes desde 45 [min] y TMDA de 6,000 [veh/día]
- Viajes desde 90 [min] y TMDA de 2,500 [veh/día]

CUADRO Nº 5-11: EXP. AUTO - NIVEL BASE LESIONADOS GRAVES ANUALES CON RIESGO-KM 24.0×10^{-8}

Intervalo tiempo de viaje [min]		Tiempo medio [min]	Distancia [km]	Nivel base Lesionados graves anuales			Riesgo-km*10^8 [lesionados graves/veh-km]		
				TMDA 12,000	TMDA 6,000	TMDA 2,500	TMDA 12000	TMDA 6000	TMDA 2500
10	19	15	17.5	5	3	1	6.5	7.8	6.3
20	29	25	29.2	9	4	2	7.0	6.3	7.5
30	44	37	43.2	13	7	3	6.9	7.4	7.6
45	74	60	70.0	21	11	4	6.8	7.2	6.3
75	89	82	95.7	29	14	6	6.9	6.7	6.9
90	119	105	122.5	37	19	8	6.9	7.1	7.2
120	149	135	157.5	48	24	10	7.0	7.0	7.0
150	239	195	227.5	69	34	14	6.9	6.8	6.7
240	359	300	350.0	106	53	22	6.9	6.9	6.9
360	539	450	525.0	159	79	33	6.9	6.9	6.9
540	1,439	990	1155.0	349	175	73	6.9	6.9	6.9
Mas de 1,440		1550	1808.3	547	273	114	6.9	6.9	6.9

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, con un nivel de riesgo-km de 6.9×10^{-8} los experimentos de bus con lesionados graves anuales serían aplicables para:

- Viajes desde 20 [min] y TMDA de 12,000 [veh/día]
- Viajes desde 45 [min] y TMDA de 6,000 [veh/día]
- Viajes desde 90 [min] y TMDA de 2,500 [veh/día]

Entonces, para el diseño de los experimentos, los niveles de fallecidos y lesionados graves se definen en función del Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) de la ruta, la distancia del viaje y un nivel de riesgo-km fijo establecido. El consultor propone que el riesgo-km presentado sea uniforme para las rutas del modo en que se ha presentado en esta sección.

5.4.4. Niveles de Variación de Atributos

En la definición de los niveles de variación de los atributos se cuida que ellos permitan capturar las preferencias de los encuestados, lo que significa que se observen elecciones frente a los distintos estímulos que se les presentan al encuestado. Para esto, los niveles de variación de los atributos deben permitir representar un rango amplio de valoración para cada uno de los atributos, lo que se garantiza cuando se dispone de umbrales máximo/mínimo de su valoración, lo que no siempre está disponible en las situaciones reales. Afortunadamente, en las situaciones hipotéticas, como las PD, las variaciones de los atributos pueden exceder los límites conocidos por los individuos.

Sin embargo, se sugiere que la magnitud de los atributos se enmarque en una situación no significativamente distinta a la realidad que afronta el encuestado, por ejemplo, las tarifas de transporte y los tiempos de viaje en su modo de viaje habitual deben ser muy parecidos en magnitud a los valores que él o ella percibe. Es decir, se prefiere que las alternativas diseñadas se encuentren dentro de la frontera tecnológica percibida por los encuestados. Cuando esto no resulta posible se hace necesario contextualizar el marco experimental que se le presenta al encuestado, permitiendo presentar de manera natural las alternativas extremas.

CUADRO Nº 5-12: NIVELES DE VARIACIÓN DE LOS ATRIBUTOS

Modo	Variable	Niveles				
		0	1	2	3	4
AUTO	Tiempo de Viaje	-13%	0%	13%	25%	38%
AUTO	Fallecidos anuales promedio	-50%	-38%	-25%	-13%	0%
AUTO	Lesionados graves anuales promedio	-50%	-38%	-25%	-13%	0%
AUTO	Costo del Viaje	0%	20%	40%	60%	80%
BUS	Tiempo de Viaje	-13%	0%	13%	25%	38%
BUS	Fallecidos anuales promedio	-50%	-38%	-25%	-13%	0%
BUS	Lesionados graves anuales promedio	-50%	-38%	-25%	-13%	0%
BUS	Costo del Viaje	0%	20%	40%	60%	80%

Fuente: Elaboración propia

En el experimento además deben ser presentados: los niveles de tráfico vehicular anual, los lesionados graves anuales promedio (nivel base) y los fallecidos anuales promedio (nivel base).

Cabe destacar que los valores obtenidos de la variación de atributos son redondeados de acuerdo con lo presentado en el siguiente cuadro. Por ejemplo, para valores de costo entre \$1.000 – \$5.000 se los niveles se aproximan según 500, lo que hace que un valor de \$4.350 sea presentado como \$4.500.

CUADRO Nº 5-13: REDONDEO PARA VALORES DE ATRIBUTOS PRESENTADOS

Variable	Intervalo		Redondear a
	Mínimo	Máximo	
Costo del Viaje [\$]	0	1,000	100
Costo del Viaje [\$]	1.001	5.000	500
Costo del Viaje [\$]	5.001	inf	1000
Tiempo de Viaje [min]	0	30	1

Variable	Intervalo		Redondear a
	Mínimo	Máximo	
Tiempo de Viaje [min]	31	79	5
Tiempo de Viaje [min]	79	inf	10
Fallecidos anuales	0	inf	1
Lesionados graves anuales	0	inf	1

Fuente: Elaboración propia

5.4.5. Diseño y Presentación de Estímulos

Existen tres técnicas para presentar los estímulos a los encuestados: la técnica de jerarquización, la técnica de escalamiento y la técnica de elección.

En la técnica de Jerarquización al encuestado se le presenta una serie de alternativas representadas por estímulos que debe ordenar desde su primera preferencia hasta la última. En el método de Escalamiento, el encuestado entrega su preferencia de acuerdo con una escala numérica o semántica, expresando una elección del tipo “siempre lo usaría, con indiferencia o nunca lo usaría” En la práctica el método de Jerarquización resulta ser complejo de contestar y el método de Escalamiento no se independiza de la valoración que el analista le atribuya a la escala.

Por otro lado, en el método de elecciones o “choice”, el individuo simplemente escoge una opción entre todas las opciones presentadas, esta técnica en la práctica ha resultado ser un método muy efectivo, el diseño es bien entendido por los encuestados, presenta bajos porcentajes de eliminación de respuestas y tiene una formulación matemática definida que permite alcanzar resultados adecuados. De acuerdo con esto, la técnica a utilizar corresponde a la técnica de elección.

5.4.6. Diseños Eficientes

Con los atributos y niveles de variación determinados, se construye el diseño experimental. Este consiste en un número de juegos de elección entre dos a tres alternativas.

En la práctica un número de juegos de elección superior a 12 o 9 no es recomendable por la fatiga que produce responder la encuesta, por lo cual se utilizan 6 escenarios. Existe la posibilidad de fraccionar las tarjetas de un mismo experimento en “diseños en bloques” para distintos individuos, pero indudablemente estos individuos no son iguales por lo que se requiere un tamaño muestral mayor para que el encuestado promedio en ambos bloques sea similar.

Para este estudio, se utiliza una técnica diferente que es la usada actualmente en la academia y en los estudios especializados: un **diseño eficiente** (Rose y Bliemer, 2006; Hess

et al., 2017).¹² En el desarrollo de experimentos de elección discreta, la literatura en la materia es muy amplia y ha evolucionado drásticamente con la introducción de métodos de diseño eficientes. Si bien, por mucho tiempo, los diseños ortogonales fueron la norma (ya sean completos o fraccionales), actualmente la tendencia es preferir los denominados diseños eficientes. Estos diseños, por construcción, buscan minimizar el error asociado a la estimación de los parámetros de la función de utilidad. De esta manera, se optimiza la calidad de la información obtenida a partir del diseño, a diferencia de los diseños ortogonales que minimizan la correlación entre las variables. Como consecuencia, los tamaños muestrales requeridos para los diseños eficientes son bajos, usualmente menores a 30 encuestas.

En el proceso de diseño eficiente se hace necesario contar con información a priori de los valores medios de la población de cada atributo a considerar, así como valores a priori de los estimadores de los atributos (vector $\hat{\beta}$). En un diseño eficiente los valores iniciales de los parámetros son aproximados y cumplen con el fin de determinar la matriz de varianza-covarianza de los estimadores ($\text{var}(\hat{\beta})$). Con esta se determina la matriz de información de Fisher, correspondiente a la inversa de la matriz de varianza-covarianza ($F = \text{var}(\hat{\beta})^{-1}$). En la mayoría de los casos estos valores no son exactos por lo tanto a través de diseños bayesianos eficientes se pretende reemplazar esos valores fijos por una distribución con una media y una desviación estándar.

Los diseños eficientes, por otra parte, producen parámetros estables y confiables a partir de diseños ortogonales, al minimizar el determinante de la traza de la matriz de varianza-covarianza asociada a la función de log-verosimilitud del modelo de elección seleccionado. Específicamente, se proponen **diseños Bayesianos D-Eficientes**. Estos se obtienen mediante el uso del software NGENE¹³.

Los valores referenciales de los parámetros a priori se obtienen del estudio del “Valor Social del Tiempo de Viaje en el Contexto del Sistema Nacional de Inversiones, Etapa 2” (MDSF, 2023). En específico los parámetros asociados al tiempo de viaje y el parámetro asociado a al costo.

Acerca del parámetro asociado a los accidentes con fallecidos se obtiene el parámetro suponiendo un VVE de 2,400 [MM\$]¹⁴. En el caso del parámetro asociado a los accidentes con lesionados graves, se estima el parámetro suponiendo que este es 1/5 del parámetro

¹² Rose, J.M. and Bliemer, M.C. (2006) Designing Efficient Data for Stated Choice Experiments, presented at 11th International Conference on Travel Behaviour Research, Kyoto, August 16-20, 2006, Japan.
Hess, S., Daly, A., Dekker, T., Cabral, M. O., & Batley, R. (2017). A framework for capturing heterogeneity, heteroskedasticity, non-linearity, reference dependence and design artefacts in value of time research. *Transportation Research Part B: Methodological*, 96, 126-149.

¹³ <http://www.choice-metrics.com/>

¹⁴ Valor de una vida estadística. Precios Sociales 2025 (MDSF) aproximando la UF a 40,000 [\$]

de accidentes con fallecidos (Svensson 2009)¹⁵. Estos valores deben ser ajustados posterior a la realización de un levantamiento piloto para ajustar los parámetros a priori, en especial de los estimadores asociados accidentes fatales y graves.

El siguiente cuadro presenta los valores a priori utilizados para la creación de los experimentos D-eficientes. Se considera que cada parámetro sigue una distribución normal $N(\mu, \sigma)$ donde la desviación estándar (σ) corresponde a la mitad de la media (μ).

Cuadro 5-1: Parámetros a priori para el diseño eficiente

Atributos	Parámetros A priori	
	μ	σ
Costo [u/\$]	-0.00004	-0.00002
Tiempo de viaje [u/min]	-0.00350	-0.00175
Fallecidos anuales [u/veh-viaje]	-0.01152	-0.00576
Lesionados graves anuales [u/veh-viaje]	-0.00461	-0.00230

De las relaciones entre las medias de los parámetros se tiene que el valor del tiempo promedio considerado es de aproximadamente \$5,250 [\$h] o 88 [\$min].

5.4.7. Resultados Diseño Experimental

Los diseños obtenidos para cada experimento se presentan a continuación de acuerdo con los niveles para cada atributo por escenario de elección. Estos se adjuntan también como parte del anexo digital.

Cuadro 5-2 Diseño Experimental – Experimento 1 Auto - Accidentes Fatales

Escenario de Elección	Bloque	Ruta 1			Ruta 2		
		Tiempo de viaje	Fallecidos Anuales por adt	Costo	Tiempo de viaje	Fallecidos Anuales por adt	Costo
1	1	3	4	0	0	1	4
2	1	1	0	2	2	4	1
3	1	2	0	4	4	2	1
4	1	2	4	0	1	1	4
5	1	4	0	1	1	1	1
6	1	2	1	4	1	4	1
7	2	0	2	0	0	1	4
8	2	4	3	4	0	4	0
9	2	1	2	4	0	4	1
10	2	3	4	0	1	0	1
11	2	0	2	1	3	1	4
12	2	4	0	1	3	1	1
13	3	1	0	3	1	3	2
14	3	3	0	4	4	1	1
15	3	3	0	3	3	4	1
16	3	3	3	0	1	1	4
17	3	1	1	4	4	4	1

¹⁵ The value of a statistical life in Sweden: Estimates from two studies using the “Certainty Approach” calibration, Svensson (2009)

Escenario de Elección	Bloque	Ruta 1			Ruta 2		
		Tiempo de viaje	Fallecidos Anuales por adt	Costo	Tiempo de viaje	Fallecidos Anuales por adt	Costo
18	3	2	2	0	3	1	0
19	4	1	0	2	4	1	0
20	4	0	0	3	0	4	2
21	4	2	3	0	0	0	1
22	4	2	1	3	2	2	1
23	4	4	0	3	2	3	1
24	4	4	0	3	3	1	1
25	5	1	0	4	2	4	3
26	5	1	2	1	0	0	4
27	5	2	4	0	1	1	1
28	5	3	3	2	0	4	2
29	5	1	2	0	1	1	3
30	5	4	2	2	3	3	2

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5-3 Diseño Experimental – Experimento 2 Bus - Accidentes Fatales

Escenario de Elección	Bloque	Servicio de buses 1			Servicio de buses 2		
		Tiempo de viaje	Fallecidos Anuales por adt	Costo	Tiempo de viaje	Fallecidos Anuales por adt	Costo
1	1	0	2	4	0	3	0
2	1	4	4	0	1	3	4
3	1	2	4	0	1	0	3
4	1	0	2	0	2	1	2
5	1	1	1	2	0	3	2
6	1	2	0	4	4	1	0
7	2	0	1	0	3	0	3
8	2	3	3	0	1	2	4
9	2	4	1	0	0	0	4
10	2	4	1	4	1	4	2
11	2	4	2	4	2	4	2
12	2	0	1	2	2	4	1
13	3	0	4	0	4	3	3
14	3	2	4	0	1	1	2
15	3	0	4	1	2	1	1
16	3	2	0	4	2	1	0
17	3	4	1	3	3	3	3
18	3	4	2	2	0	3	1
19	4	0	2	1	2	1	4
20	4	1	1	3	3	4	2
21	4	2	2	4	3	3	0
22	4	0	4	0	1	0	0
23	4	1	1	2	0	4	1
24	4	3	0	4	2	4	3
25	5	2	0	1	0	4	1
26	5	1	4	3	3	0	3
27	5	2	4	0	0	3	4
28	5	4	2	1	2	0	2
29	5	4	2	0	1	0	4

Escenario de Elección	Bloque	Servicio de buses 1			Servicio de buses 2		
		Tiempo de viaje	Fallecidos Anuales por adt	Costo	Tiempo de viaje	Fallecidos Anuales por adt	Costo
30	5	0	0	4	1	3	0

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5-4 Diseño Experimental – Experimento 3 Auto- Accidentes Graves

Escenario de Elección	Bloque	Ruta 1			Ruta 2		
		Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo	Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo
1	1	0	1	1	4	0	3
2	1	4	0	4	0	3	3
3	1	3	4	2	1	3	4
4	1	2	4	2	0	1	3
5	1	4	1	3	2	3	0
6	1	0	3	1	1	0	2
7	2	2	3	0	1	1	4
8	2	3	4	2	4	2	4
9	2	3	1	3	3	3	1
10	2	3	4	2	4	0	2
11	2	2	4	1	2	0	4
12	2	3	4	0	0	0	3
13	3	2	2	2	1	3	0
14	3	2	2	1	1	0	3
15	3	1	4	0	3	0	2
16	3	0	4	4	2	3	4
17	3	4	3	1	2	4	1
18	3	2	1	3	1	3	1
19	4	0	3	3	1	4	0
20	4	4	3	1	1	1	3
21	4	3	4	0	3	0	3
22	4	4	3	2	0	1	3
23	4	2	4	2	3	3	2
24	4	0	3	0	3	0	3
25	5	1	4	2	0	0	3
26	5	4	0	4	3	4	3
27	5	4	3	3	2	0	4
28	5	2	0	1	1	2	1
29	5	4	4	1	1	1	4
30	5	0	2	2	2	1	2

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5-5 Diseño Experimental – Experimento 4 Bus - Accidentes Graves

Escenario de Elección	Bloque	Servicio de buses 1			Servicio de buses 2		
		Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo	Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo
1	1	4	1	3	4	4	2
2	1	0	4	2	0	3	4
3	1	3	0	2	0	1	2
4	1	0	1	4	0	2	1
5	1	2	1	4	1	3	0

Escenario de Elección	Bloque	Servicio de buses 1			Servicio de buses 2		
		Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo	Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo
6	1	4	1	4	2	4	0
7	2	1	4	0	4	3	4
8	2	4	1	2	1	3	2
9	2	2	3	4	4	2	4
10	2	1	3	0	3	0	1
11	2	2	4	3	1	0	4
12	2	2	1	3	4	3	1
13	3	4	1	3	1	4	3
14	3	3	0	2	1	4	1
15	3	3	0	1	1	4	0
16	3	1	2	1	2	1	4
17	3	3	3	0	3	0	4
18	3	2	0	3	4	4	2
19	4	0	4	4	1	2	4
20	4	0	3	3	3	2	3
21	4	2	1	0	3	0	4
22	4	4	1	4	1	3	0
23	4	2	2	2	1	0	4
24	4	1	2	3	3	4	1
25	5	2	1	4	3	4	1
26	5	3	0	3	4	4	1
27	5	3	4	1	0	2	3
28	5	0	0	4	0	3	1
29	5	3	1	4	2	4	1
30	5	3	4	1	1	0	2

Fuente: Elaboración propia

5.4.8. Simulación del Experimento

Una vez definido el diseño experimental se simulan las elecciones de la población objetivo bajo diferentes valores de los coeficientes de los atributos experimentales. Estas elecciones son utilizadas para estimar un modelo, el que debería tener los mismos coeficientes o muy similares a los del modelo simulado. Este procedimiento se realiza para diferentes valores de los coeficientes de la función de utilidad indirecta. También se consideran diferentes valores para el parámetro de escala del modelo, o lo que es lo mismo para diferentes varianzas de las preferencias de la población. El diseño experimental es adecuado si al estimar el modelo con las elecciones simuladas se recuperan los coeficientes utilizados para generar dichas elecciones.

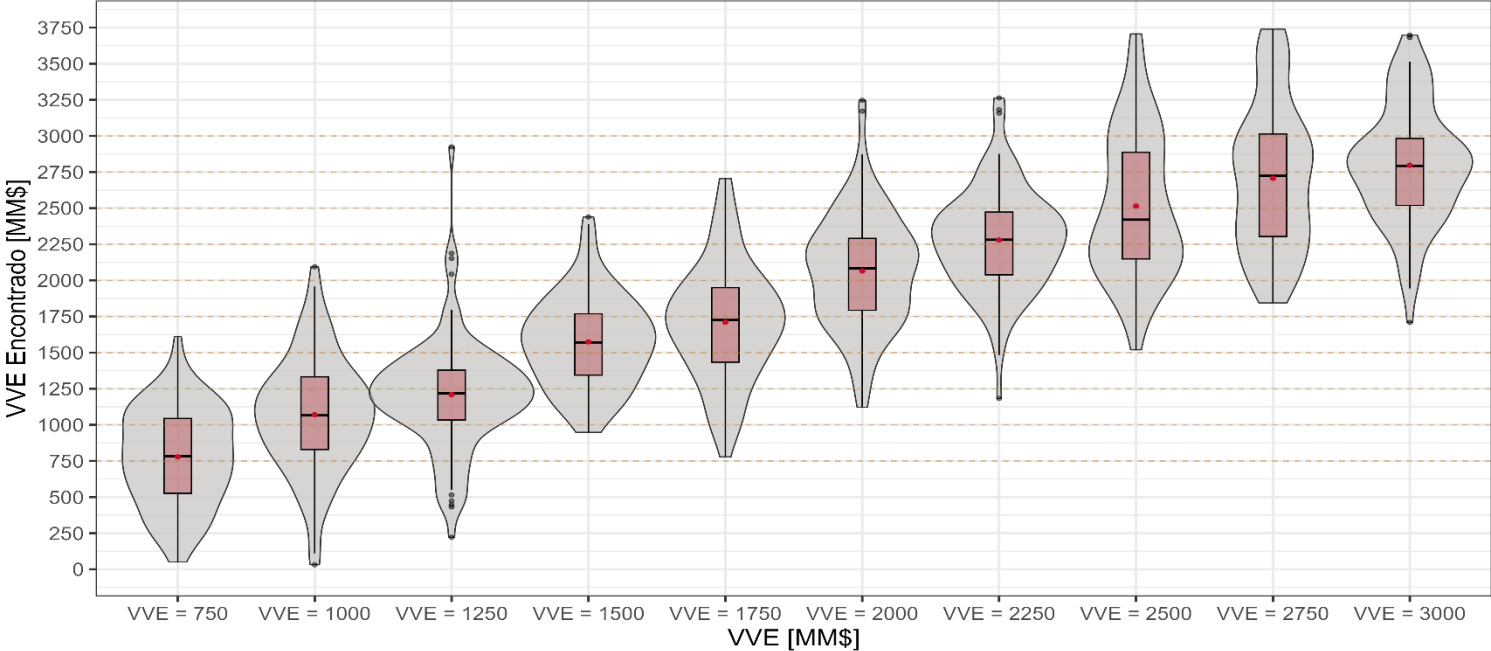
En resumen, el proceso de simulación consiste en:

- Definir la variable que se busca replicar con la simulación. En este caso se define un vector de VVE [MM\$] = (750, 1000, 1250,..., 3000). Cabe definir también el número de encuestas esperado, correspondiente a 20, 40 y 60.
- Definir el vector de parámetros a priori ($\hat{\beta}$) acorde a la variable definida.

- Calcular las funciones de utilidad y las probabilidades de elección para cada escenario e individuo con los parámetros anteriores.
- Asignar la alternativa elegida de manera aleatoria, considerando las probabilidades obtenidas para cada alternativa. Por ejemplo, en un escenario con tres alternativas, se definen tres rangos para cada elección $[0, P_1]$, $[P_1, P_1 + P_2]$ y $[P_1 + P_2, 1]$ para determinar la elección de acuerdo con una variable aleatoria "x" uniforme entre 0 y 1 dependiendo del rango en que se encuentre "x". Si este corresponde al rango 1, la alternativa elegida es 1, si entra en el rango 2, la alternativa elegida es 2 y en caso contrario la elección corresponde a la alternativa 3. Esto le entrega la aleatoriedad necesaria al proceso de elección, manteniendo las preferencias calculadas, dado que la probabilidad de elección de ciertas alternativas crece con su probabilidad predicha.
- Ajustar un modelo logit multinomial en base a las elecciones y atributos del experimento. Se guardan los indicadores y valores relevante, como por ejemplo el VST encontrado vs el replicado.
- Repetir para un total de 100 iteraciones.

A continuación, se muestra gráficamente el resultado de las 100 simulaciones realizadas para un viaje de 60 minutos, considerando que se obtienen 20 encuestas para cierto grupo de individuos. En este ejercicio se considera el experimento de **auto con accidentes fatales (Exp 1)**.

Figura 5-2: Simulación experimental Exp 1: Auto y accidentes con fallecidos – Retorno Valor Subjetivo de Accidente Fatal (SVC)



La figura anterior muestra que el valor subjetivo de los accidentes fatales obtenido del modelo se concentra en general en la vecindad del valor tomado como supuesto. Esto quiere decir que el diseño con 20 encuestas muestra un buen nivel de recuperación de los parámetros costo y accidentes fatales. Como es común en la aplicación de encuestas PD, los escenarios son aleatorizados para evitar sesgos.

A continuación, se presenta un análisis sobre la recuperación de parámetros que presenta el diseño cuando se reciben 20, 40 y 60 encuestas. Este se centra en presentar el VVE estimado y la frecuencia en que se encuentra significancia en los parámetros del costo y del número de accidentes en el modelo de elección.

Cuadro 5-6 Resumen simulación experimental – Exp1 Auto - fallecidos

VVE supuesto [MM\$]	Promedio VVE encontrado [\$MM]			Significancia de costo y número de accidentes [de 100]		
	20 encuestas	40 encuestas	60 encuestas	20 encuestas	40 encuestas	60 encuestas
750	1099	1037	978	29	36	38
1000	1253	1238	1141	59	63	73
1250	1318	1380	1313	72	67	88
1500	1592	1580	1549	89	80	92
1750	1749	1754	1799	90	91	99
2000	2069	2049	2043	93	92	99
2250	2273	2246	2283	93	93	100
2500	2540	2550	2619	93	96	97
2750	2739	2808	2894	89	93	95
3000	2878	2970	2988	90	90	100

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro anterior se observa que el promedio del VVE encontrado se acerca más al valor supuesto cuantas más encuestas se reciben. Por otro lado, se tiene que el diseño desempeña de mejor manera a medida que el VVE supuesto es mayor, lo cual guarda relación con que a mayor VVE supuesto mayor es la influencia del parámetro del número de accidentes por lo cual es más fácil encontrar significancia en dicho valor. Por otro lado, se observa que en general a mayor número de encuestas se tiene mayor frecuencia en la significancia de los parámetros de tiempo y costo.

Para terminar el diseño de las encuestas, se realizan **pre-tests**, los cuales permiten identificar errores en la estructura de la encuesta, errores de formulación de preguntas y de aplicación propia del instrumento en su versión computacional. Asimismo, los pre-test sirven para identificar potenciales sesgos en las respuestas y evitar respuestas lexicográficas.

Los pre-test, dado que son actividades de tipo exploratorio, no requieren representatividad en cuanto a los segmentos bajo análisis, sino que un número de respuestas adecuados para analizar la pertinencia de los instrumentos. Para esto, se socializaron los diseños dentro del propio equipo para efectos de validación.

6. Tarea 6: Diseño Cualitativo de Instrumentos de Medición

6.1. Consideraciones Cognitivas

El desarrollo de los instrumentos consideró criterios de accesibilidad universal para la elaboración de las preguntas. Un grupo de expertos con experiencia en el diseño de instrumentos de medición, accesibilidad y diseño participó en el proceso de construcción y adaptación de los ítems y los evaluó considerando criterios de accesibilidad y diseño universales. Los criterios de diseño y accesibilidad universal son aquellos que deben cumplir los instrumentos (además entornos, herramientas y servicios) que permiten que sean *comprensibles* y *utilizables* por todas las personas (Carr et al., 2013; Cortés et al., 2021 Echeita y Sala-Bars, 2012; Persson et al., 2014). En este sentido, resulta relevante el modo en que se presentan las preguntas en función de:

- 1- *Lenguaje utilizado*: resulta conveniente utilizar un léxico comprensible para la mayoría de las personas, lo que se traduce en evitar usar un lenguaje técnico o especializado que solo pueda ser comprendido por personas con alto nivel educativo o con especialización en alguna área del conocimiento.
- 2- *Uso de recursos gráficos*: conviene que la tipografía utilizada sea una comprensible para la mayoría de las personas (por ejemplo, evitar el uso de serifas) además de utilizar una paleta de colores de alto contraste que facilite la visualización de todos los elementos de las preguntas. También se sugiere una presentación equilibrada de todos los elementos que incorporen información relevante para conocer las preferencias de los encuestados.
- 3- *Número de variables*: se sugiere incluir preguntas que incluyan un número de variables menor a 4. Existe evidencia de que las personas, en promedio, pueden manipular 4 (+/- 1) elementos mentalmente, aunque esto depende de las trayectorias educativas y de desarrollo (Cowan, 2010). Incluir más variables de comparación puede afectar la comprensión de las preguntas y, en consecuencia, la fiabilidad de las respuestas.
- 4- *Extensión del cuestionario*: se sugieren cuestionarios breves, que no se extiendan más allá de 5 a 10 minutos para que las capacidades atencionales se mantengan constantes durante todo el proceso de respuesta para la mayoría de la población.

Considerando lo anterior, se revisaron los experimentos de PD utilizados y seleccionados en los grupos focales a los cuales se les implementaron cambios para mejorar la comprensión. Estas mejoras consideraron los criterios de accesibilidad mencionados previamente y una prueba a baja escala con 2 personas de bajo nivel educativo. A partir de estas tres fuentes de información (grupos focales, prueba a baja escala y criterios de accesibilidad) se generaron dos versiones de los experimentos: 1) versiones que incluyen la variable de tiempo de viaje y 2) versiones que no incluyen la variable de tiempo. Aquellos elementos compartidos entre ambas versiones incluyen los mismos cambios; la única diferencia es la inclusión o exclusión de la variable de tiempo. Los cambios sugeridos son los siguientes:

6.1.1. Cambios en instrucciones

Una de las dificultades observadas en los grupos focales fue la asociación entre el tiempo de viaje y el número de accidentes fatales y de accidentes con lesionados graves. Para evitar esta posible confusión, en las instrucciones se agregó una breve definición de cada uno de los atributos presentados en los experimentos. Específicamente, en el atributo de tiempo de viaje se agregó una referencia que limita sus implicancias a lo que demora una determinada opción de respuesta. Adicionalmente, se reorganizó la presentación de los atributos para que aparecieran el mismo orden que en los experimentos.

Experimento de autos y buses por número de fallecidos

En las pruebas de baja escala se observó que el fraseo original de las instrucciones hacía referencia a dos conceptos distintos: el número de accidentes de tránsito y al número de personas fallecidas. En los ítems, ambos conceptos se mezclaban en un solo atributo, pues en ellos se hacía referencia al número de accidentes, pero se presentaba en el número de fallecidos. Esto generó confusión en las pruebas a baja escala pues algunos encuestados no sabían si les preguntaban por el número de accidentes o por el número de fallecidos y que no contaban con información -en los ítems- con el número de fallecidos pues solo se reportaba el número de accidentes. Para evitar esta confusión, se estandarizó el fraseo para que se hiciera referencia al número de fallecidos, tanto en las instrucciones como en los ítems.

Por último, se quitó el valor de referencia del número de vehículos que transitan en una ruta específica y el número de fallecidos como referencia dado que no se observó que las personas utilizaran esta información.

Figura 6-1: Instrucciones utilizadas en grupos focales

Considere el contexto de un viaje en auto entre Santiago y Chillán que realiza solo. Imagine que para este viaje tiene como opciones dos rutas, las cuales presentan las mismas condiciones que su viaje actual.

Estas rutas se diferencian en los siguientes factores:

- Tiempo de viaje total
- Costo total del viaje, considerando peajes y bencina
- Número de accidentes de tránsito con resultados fatales promedio en un año en ruta

Considere que actualmente en la ruta de su viaje transitan 3,000,000 vehículos promedio en un año y que fallecen 14 personas anuales por accidentes de tránsito.

A continuación, elija la alternativa que preferiría para realizar su viaje en el siguiente escenario.

Figura 4-2: Instrucciones revisadas para experimentos con fallecidos

Pregunta 1 de 4

Piense en un viaje que va a realizar en auto desde Santiago a Chillán. Este viaje lo realizará usted solo/a manejando en automóvil.

Considere que para este viaje existen 2 rutas, que se diferencian en lo siguiente:

- Tiempo total de viaje:** el tiempo de viaje puede variar porque una ruta es más larga que la otra desde un lugar específico a otro lugar específico.
El tiempo de viaje no hace que una ruta sea más o menos riesgosa que otra. En ambas rutas se respetará la velocidad máxima permitida.
- Número de fallecidos en accidentes de tránsito:** el número de fallecidos varía de acuerdo a la ruta.
- Costo total del viaje:** el costo de viaje puede variar por el costo en bencina y peaje.

Elija la ruta que usted prefiera considerando el tiempo total de viaje, el número de fallecidos en accidentes de tránsito y el costo total del viaje.

No existe una respuesta correcta, considere la ruta que usted piensa que es la mejor.

Pregunta 3 de 4

Piense en un viaje que va a realizar en bus desde Santiago a Chillán. Este viaje lo realizará usted solo/a.

Considere que para este viaje existen 2 servicios de buses que tienen las mismas condiciones (tipo de asiento, espacio y capacidad de equipaje), pero que utilizan rutas distintas. Las rutas se diferencian en lo siguiente:

- Tiempo total de viaje:** el tiempo de viaje puede variar porque una ruta es más larga que la otra desde un lugar específico a otro lugar específico.
El tiempo de viaje no hace que una ruta sea más o menos riesgosa que otra. En ambas rutas se respetará la velocidad máxima permitida.
- Número de fallecidos en accidentes de tránsito:** el número de fallecidos varía de acuerdo a la ruta.
- Costo total del viaje:** el costo varía de acuerdo al pasaje de cada servicio.

Elija el servicio que usted prefiera considerando el tiempo total de viaje, el número de fallecidos en accidentes de tránsito y el costo del pasaje.

No existe una respuesta correcta, considere el servicio que usted piensa que es el mejor.

Atrás

Experimento Auto

Siguiente

Atrás

Experimento Bus

Siguiente

Experimento de auto y buses por número de lesionados graves

Las instrucciones en este tipo de experimento fueron similares a los experimentos por número de fallecidos (definición de cada atributo, reorganización de atributos para coherencia de orden entre instrucciones e ítems y referencia al número de lesionados en lugar del número de accidente), pero se agregó una acotación a la definición de lesionado grave. Dado que en los grupos focales la definición de un lesionado grave que hacía referencia a quedar con secuelas de por vida hacía que las personas le dieran el mismo valor a morir que sufrir un accidente es que se limitó el impacto del lesionado grave a que la persona quedara hospitalizada por 30 días o más. Esto es coherente con la definición de lesionado grave, pero solo presenta las consecuencias inferiores de ella.

Figura 4-3: Instrucciones revisadas para experimentos con lesionados graves

Pregunta 2 de 4

Piense en un viaje que va a realizar en auto desde Santiago a Chillán. Este viaje lo realizará usted solo/a manejando en automóvil.

Considere que para este viaje existen 2 rutas, que se diferencian en lo siguiente:

- Tiempo total de viaje:** el tiempo de viaje puede variar porque una ruta es más larga que la otra desde un lugar específico a otro lugar específico.
El tiempo de viaje no hace que una ruta sea más o menos riesgosa que otra. En ambas rutas se respetará la velocidad máxima permitida.
- Número de lesionados graves en accidentes de tránsito:** el número de lesionados graves varía de acuerdo a la ruta.
Lesionado grave: es una persona que queda hospitalizada por 30 días o más.
- Costo total del viaje:** el costo de viaje puede variar por el costo en bencina y peaje.

Elija la ruta que usted prefiera considerando el tiempo total de viaje, el número de lesionados graves en accidentes de tránsito y el costo total del viaje.

No existe una respuesta correcta, considere la ruta que usted piensa que es la mejor.

Pregunta 4 de 4

Piense en un viaje que va a realizar en bus desde Santiago a Chillán. Este viaje lo realizará usted solo/a.

Considere que para este viaje existen 2 servicios de buses que tienen las mismas condiciones (tipo de asiento, espacio y capacidad de equipaje), pero que utilizan rutas distintas. Las rutas se diferencian en lo siguiente:

- Tiempo total de viaje:** el tiempo de viaje puede variar porque una ruta es más larga que la otra desde un lugar específico a otro lugar específico.
El tiempo de viaje no hace que una ruta sea más o menos riesgosa que otra. En ambas rutas se respetará la velocidad máxima permitida.
- Número de lesionados graves en accidentes de tránsito:** el número de lesionados graves varía de acuerdo a la ruta.
Lesionado grave: es una persona que queda hospitalizada por 30 días o más.
- Costo total del viaje:** el costo varía de acuerdo al pasaje de cada servicio.

Elija la ruta que usted prefiera considerando el tiempo total de viaje, el número de lesionados graves en accidentes de tránsito y el costo total del viaje.

No existe una respuesta correcta, considere la ruta que usted piensa que es la mejor.

Atrás

Experimento Auto

Siguiente

Atrás

Experimento Bus

Siguiente

6.1.2. Cambios en los ítems

Experimento de autos y buses por número de fallecidos

Considerando la asociación entre el tiempo de viaje y el riesgo que se identificó en los grupos focales, en los ítems se implementó un sistema de etiquetas para dar cuenta de las características de cada atributo. Estas etiquetas se agregaron solo para los atributos de tiempo de viaje y número de fallecidos.

Figura 4-4: ítems revisados para experimentos con fallecidos

Experimento Auto

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?

Ruta 1

- Tiempo total de viaje: 5 horas, 10 minutos
- Número de fallecidos en accidentes de tránsito: 6 por año (Menos fallecidos al año)
- Costo total del viaje: \$56.000

Ruta 2

- Tiempo total de viaje: 4 horas, 0 minutos (Viaje más rápido)
- Número de fallecidos en accidentes de tránsito: 14 por año
- Costo total del viaje: \$63.000

Experimento Bus

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?

Servicio de buses 1

- Tiempo total de viaje: 6 horas, 10 minutos
- Número de fallecidos en accidentes de tránsito: 6 por año (Menos fallecidos al año)
- Costo total del viaje: \$17.000 por persona

Servicio de buses 2

- Tiempo total de viaje: 4 horas, 50 minutos (Viaje más rápido)
- Número de fallecidos en accidentes de tránsito: 14 por año
- Costo total del viaje: \$19.000 por persona

Experimento de autos y buses por número de lesionados graves

En estos experimentos se implementó el mismo sistema de etiquetas descrito previamente, con el objetivo de evitar la asociación entre tiempo de viaje y número de lesionados.

Figura 4-5: ítems revisados para experimentos con lesionados graves

Experimento Bus

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?

Servicio de buses 1

- Tiempo total de viaje: 6 horas, 10 minutos
- Número de lesionados graves en accidentes de tránsito: 10 por año (Menos lesionados graves al año)
- Costo total del viaje: \$17.000 por persona

Servicio de buses 2

- Tiempo total de viaje: 4 horas, 50 minutos (Viaje más rápido)
- Número de lesionados graves en accidentes de tránsito: 25 por año
- Costo total del viaje: \$19.000 por persona

Experimento Auto

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?

Ruta 1

- Tiempo total de viaje: 5 horas, 10 minutos
- Número de lesionados graves en accidentes de tránsito: 10 por año (Menos lesionados graves al año)
- Costo total del viaje: \$56.000

Ruta 2

- Tiempo total de viaje: 4 horas, 0 minutos (Viaje más rápido)
- Número de lesionados graves en accidentes de tránsito: 25 por año
- Costo total del viaje: \$63.000

Cabe señalar que se contempla evaluar como variaciones de este experimento el caso en que se tienen menos fallecidos/lesionados en la ruta más lenta, menos fallecidos/lesionados en la ruta más rápida y el caso en que ambas rutas tienen el mismo tiempo de viaje (informado explícitamente) y se presentan variaciones de costo y fallecidos/lesionados.

6.1.3. Versiones sin la variable de tiempo

Estas versiones incorporan exactamente los mismos cambios a las instrucciones e ítems descritos previamente. La única diferencia es que en estas versiones se excluye el tiempo total de viaje tanto en las instrucciones como en los ítems.

Figura 4-6: Instrucciones revisadas sin variable de tiempo para experimentos de fallecidos y lesionados graves

Pregunta 1 de 4

Piense en un viaje que va a realizar en auto desde Santiago a Chillán. Este viaje lo realizará usted solo/a manejando en automóvil.

Considere que para este viaje existen 2 rutas, que se diferencian en lo siguiente:

- ✚ **Número de fallecidos en accidentes de tránsito:** el número de fallecidos varía de acuerdo a la ruta.
- 💰 **Costo total del viaje:** el costo de viaje puede variar por el costo en bencina y peaje.

Elija la ruta que usted prefiera considerando el tiempo total de viaje, el número de fallecidos en accidentes de tránsito y el costo total del viaje.

No existe una respuesta correcta, considere la ruta que usted piensa que es la mejor.

Atrás Siguiente

Pregunta 2 de 4

Piense en un viaje que va a realizar en auto desde Santiago a Chillán. Este viaje lo realizará usted solo/a manejando en automóvil.

Considere que para este viaje existen 2 rutas, que se diferencian en lo siguiente:

- ✚ **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito:** el número de lesionados graves varía de acuerdo a la ruta.
Lesionado grave: es una persona que queda hospitalizada por 30 días o más.
- 💰 **Costo total del viaje:** el costo de viaje puede variar por el costo en bencina y peaje.

Elija la ruta que usted prefiera considerando el tiempo total de viaje, el número de lesionados graves en accidentes de tránsito y el costo total del viaje.

No existe una respuesta correcta, considere la ruta que usted piensa que es la mejor.

Atrás Siguiente

Experimento Auto

Pregunta 3 de 4

Piense en un viaje que va a realizar en bus desde Santiago a Chillán. Este viaje lo realizará usted solo/a.

Considere que para este viaje existen 2 servicios de buses que tienen las mismas condiciones (tipo de asiento, espacio y capacidad de equipaje), pero que utilizan rutas distintas. Las rutas se diferencian en lo siguiente:

- ✚ **Número de fallecidos en accidentes de tránsito:** el número de fallecidos varía de acuerdo a la ruta.
- 💰 **Costo total del viaje:** el costo varía de acuerdo al pasaje de cada servicio.

Elija el servicio que usted prefiera considerando el tiempo total de viaje, el número de fallecidos en accidentes de tránsito y el costo del pasaje.

No existe una respuesta correcta, considere el servicio que usted piensa que es el mejor.

Atrás Siguiente

Experimento Bus

Pregunta 4 de 4

Piense en un viaje que va a realizar en bus desde Santiago a Chillán. Este viaje lo realizará usted solo/a.

Considere que para este viaje existen 2 servicios de buses que tienen las mismas condiciones (tipo de asiento, espacio y capacidad de equipaje), pero que utilizan rutas distintas. Las rutas se diferencian en lo siguiente:

- ✚ **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito:** el número de lesionados graves varía de acuerdo a la ruta.
Lesionado grave: es una persona que queda hospitalizada por 30 días o más.
- 💰 **Costo total del viaje:** el costo varía de acuerdo al pasaje de cada servicio.

Elija la ruta que usted prefiera considerando el tiempo total de viaje, el número de lesionados graves en accidentes de tránsito y el costo total del viaje.

No existe una respuesta correcta, considere la ruta que usted piensa que es la mejor.

Atrás Siguiente

Experimento Bus

Figura 4-7: Ítems revisados sin variable de tiempo para experimentos de fallecidos y lesionados graves

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?

☐ Ruta 1

✚ Número de fallecidos en accidentes de tránsito 6 por año
Menos fallecidos al año
Costo total del viaje \$56.000

☐ Ruta 2

✚ Número de fallecidos en accidentes de tránsito 14 por año
Costo total del viaje \$63.000

Atrás Siguiente

Experimento Auto

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?

☐ Ruta 1

✚ Número de lesionados graves en accidentes de tránsito 10 por año
Menos lesionados graves al año
Costo total del viaje \$56.000

☐ Ruta 2

✚ Número de lesionados graves en accidentes de tránsito 25 por año
Costo total del viaje \$63.000

Atrás Siguiente

Experimento Auto

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?

☐ Servicio de buses 1

✚ Número de fallecidos en accidentes de tránsito 6 por año
Menos fallecidos al año
Costo total del viaje \$17.000 por persona

☐ Servicio de buses 2

✚ Número de fallecidos en accidentes de tránsito 14 por año
Costo total del viaje \$19.000 por persona

Atrás Siguiente

Experimento Bus

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?

☐ Servicio de buses 1

✚ Número de lesionados graves en accidentes de tránsito 10 por año
Menos lesionados graves al año
Costo total del viaje \$17.000 por persona

☐ Servicio de buses 2

✚ Número de lesionados graves en accidentes de tránsito 25 por año
Costo total del viaje \$19.000 por persona

Atrás Finalizar

Experimento Bus

6.2. Incorporación de Actitudes y Percepciones

Incluir preguntas sobre las actitudes respecto a la variable bajo estudio y examinar la relación entre estas actitudes y los VVE/CSL puede aportar ampliamente para comprender el fenómeno (Walker, 2001). Para cada atributo del experimento, se asume que algunas actitudes y/o opiniones ocultas, denominadas **variables latentes**, específicas de cada individuo, podrían explicar las diferencias observadas en los datos y por ende, en el VVE.

La inclusión de estas variables se sostiene en la revisión bibliográfica (Tarea 2) y los Focus Groups (Tarea 4), donde se busca la forma más didáctica de incluirlas en los instrumentos. Dado que el objetivo principal es estimar el VVE se tiene especial foco en la percepción, actitud y comportamiento hacia el riesgo asociado a la seguridad vial.

Para medir variables latentes y añadirlas al modelo de elección discreta, los psicólogos aconsejan utilizar escalas que estén validadas a nivel internacional, tales como Domain Specific Risk Taking (DOSPERT). En esta escala los participantes califican su disposición a

realizar cada actividad en una escala del 1 (muy improbable/muy en desacuerdo) al 7 (muy probable/muy de acuerdo).

A continuación se presentan las categorías propuestas para analizar dentro del formulario. Cabe destacar que no se utilizarán todas las preguntas, sino que se realizará una selección por categoría. Las referencias donde principalmente se han obtenido afirmaciones corresponden a Iversen & Rundmo (2004)¹⁶ y Coogan et al., (2014)¹⁷.

- Actitud hacia la velocidad. Actitud del participante percibido por el límite de velocidad. La hipótesis es que personas que justifican exceder el límite de velocidad como medio para algún fin tienen menor valoración/percepción del riesgo.

Cuadro 6-1 Afirmaciones de Actitud hacia la velocidad

Afirmación	Fuente
Conducir a más de 60 km/h en la ciudad me permite llegar antes a mi destino	1
Exceder el límite de velocidad me ayuda a aprovechar el tiempo	
Ganar tiempo al exceder el límite de velocidad justifica el riesgo	
Acelerar en carreteras vacías no aumenta el riesgo de sufrir accidentes	
Muchas normas de tránsito deben ser ignoradas para asegurar la fluidez del tránsito	2
Es razonable exceder la velocidad para adelantar a los conductores lentos	2
Los límites de velocidad se exceden porque son muy restrictivos	2
Es aceptable cruzar el semáforo cuando las luces están cambiando de amarillo a rojo	2
Cuando las condiciones del camino son buenas y no hay nadie alrededor está bien exceder la velocidad	2

Fuente: Elaboración propia o [1] Coogan et al (2014). [2] Iversen & Rundmo (2004)

- Influencia social. Tienen que ver con la presión social o percepciones sobre lo que el círculo del participante aprueba o desaprueba. La hipótesis es que aquellos participantes que se desenvuelven en círculos de gente que más arriesgada, pueden tener valoración del riesgo diferente.

¹⁶ Attitudes towards traffic safety, driving behaviour and accident involvement among the Norwegian public

¹⁷ Coogan, M. A., et al. Examining behavioral and attitudinal differences among groups in their traffic safety culture. Transportation Research Part F (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.trf.2014.03.005>

Cuadro 6-2 Afirmaciones de Influencia social

Afirmación	Fuente
Mis amigos suelen exceder los límites de velocidad	1
Las personas que me agradan no obedecen las leyes de tránsito	1
Mis padres aprobarían que exceda el límite para llegar rápido	1
Mis cercanos critican a sus amig@s que manejan lento	
Mis amigos aprobarían que adelante en forma agresiva	1
Mis cercanos aprobarían que acelere si voy atrasado	1
Viajaría con alguien que excede el límite de velocidad si otros también lo hacen	2

Fuente: Elaboración propia o [1] Coogan et al (2014). [2] Iversen & Rundmo (2004)

- Emociones y frustración al conducir. Componente afectivo relacionado a impaciencia, adrenalina o irritación. La hipótesis es que aquellos conductores más emocionales al volante pueden ser menos conscientes del riesgo y, por ende, valorarlo menos.

Cuadro 6-3 Afirmaciones de Emociones y frustración al conducir

Afirmación	Fuente
Me siento irritado cuando voy detrás de un vehículo lento	
Sería más fácil para mí seguir cumplir la velocidad máxima si no fuera tan impaciente	1
Siento adrenalina cuando conduzco cerca del límite de velocidad que permite mi vehículo	
Me frustra seguir a conductores lentos en pistas rápidas	
Disfruto haciendo cosas peligrosas por diversión	1
Disfruto probar la aceleración máxima de mi vehículo en tramos rectos	
Disfruto probar la velocidad máxima de mi vehículo en tramos rectos	
Me gustan las experiencias nuevas, aunque rompan las reglas	

Fuente: Elaboración propia o [1] Coogan et al (2014). [2] Iversen & Rundmo (2004)

- Comportamiento asociado a la conducción responsable y comportamiento al volante. Este aspecto está relacionado con la preocupación por otros o el autocontrol. Se espera que aquellos participantes más responsables tengan valoración diferente del riesgo sobre aquellos menos responsables.

Cuadro 6-4 Afirmaciones de Comportamiento

Afirmación	Fuente
Reduzco la velocidad cerca de escuelas aunque no haya vigilancia	
Nunca uso el celular al conducir para proteger a otros	
Soy capaz de resistir la tentación de conducir de manera agresiva	
No quiero arriesgar mi vida y mi salud yendo con un conductor irresponsable	2
Nunca conduciría después de beber alcohol	2
Nunca viajaría con un conductor que sé que ha bebido alcohol	2
Con frecuencia excedo los 100 km/h en autopistas	1
Con frecuencia ignoro los límites de velocidad en zonas residenciales	1
Con frecuencia ignoro los límites de velocidad en autopistas	1
Acelero en semáforos con luz amarilla para cruzar a tiempo	
Adelanto por la izquierda a conductores lentos	

Fuente: Elaboración propia o [1] Coogan et al (2014). [2] Iversen & Rundmo (2004)

- Percepción de las normas de tránsito, negación de consecuencias, sesgo optimista. Este grupo corresponde a percepciones del participante sobre la falta de preocupación por resultados negativos, la relevancia sobre las normas de tránsito y la sobrestimación de habilidades propias (o subestimación del peligro).

Cuadro 6-5: Afirmaciones de Percepción

Tipo	Afirmación	Fuente
Negación de Consecuencias	No me sentiría avergonzado si me multan por exceso de velocidad	1
	Conducir cerca de otros vehículos no me pone tenso	1
	Conducir cansado no afecta mi capacidad de reacción	
Percepción de las Normas de Tránsito	Las normas de tránsito deben respetarse sin importar las condiciones del camino y el estado del tiempo	2
	Las normas de tránsito son con frecuencia muy complicadas para cumplirlas en la práctica	2
	Las multas por exceso de velocidad deberían ser más severas	2
Sesgo Optimista y Minimización del Riesgo	El riesgo de morir en un accidente es insignificante	1
	Tengo mejores reflejos que otros conductores al manejar	
	Solo yo estoy en peligro al superar el límite de velocidad	1
	Los límites de velocidad de circulación no salvan vidas	1
	Mi experiencia al volante reduce mi riesgo de choque a casi cero	

Fuente: Elaboración propia o [1] Coogan et al (2014). [2] Iversen & Rundmo (2004)

Esta incorporación de preguntas de actitudes, percepciones y comportamiento se han revisado únicamente para el modo auto. Una vez se desarrollen los Focus Group se actualizarán estas afirmaciones y se buscará la forma de incluir las preguntas para aquellos que utilizan el modo bus.

6.3. Desarrollo de Pre-Tests

6.3.1. Introducción

En la etapa de pretest se probaron los diseños sugeridos por el equipo de expertos en accesibilidad, medición y psicología. En particular, se probó la incorporación de etiquetas para dar cuenta de la ruta más corta y de aquella con el menor número de fallecidos, además de cambios en las instrucciones que permitieran reducir o eliminar la asociación entre un menor tiempo de viaje con la noción de un viaje que se realiza a mayor velocidad y, en consecuencia, es más peligroso.

Objetivos:

- Evaluar funcionamiento y legibilidad de los cambios en la presentación de las tarjetas
- Evaluar estrategias gráficas para evitar confusión entre tiempo de viaje y riesgo
- Evaluar nueva definición de lesionados graves

Participantes

Se evaluaron 8 personas entre 18 a 80 años (Media = 48, 12; $DE = 21,18$), todas ellas residentes en la Región Metropolitana de Santiago. De los 8 participantes, 4 fueron hombres y 4 fueron mujeres. Los niveles educativos consideraron desde personas que tuvieran educación media completa hasta universitaria completa.

6.3.2. Metodología

Al inicio de cada sesión de evaluación se le aplicó la subprueba de Matrices de Razonamiento de la escala Wechsler de Inteligencia para Adultos -cuarta edición. Para ello se siguieron las instrucciones de administración y corrección indicadas en el manual de la prueba. Si los participantes obtenían un puntaje de al menos 7 puntos escalares, entonces se les administraban los experimentos con las preguntas sobre Valor de la Vida Estadística.

Posteriormente, se pidió a todos los participantes que verbalizaran sus pensamientos en voz alta para poder comprender el modo en que están respondiendo a cada uno de los experimentos. Luego de que el encuestado indicara su respuesta, se le preguntó sobre la ruta o servicio de buses que consideraba más peligroso. Esto con el objetivo de identificar el atributo específico que las personas utilizaban para categorizar una ruta como más peligrosa.

Para minimizar el tiempo de aplicación de la encuesta, se dividió la encuesta en 4 versiones, en la se incluyeron dos sets de los cuatro sets de experimentos. Cada versión de la prueba fue aplicada a 4 participantes. Las versiones 1 y 2 de las encuestas contenían los experimentos de autos y buses con accidentes con fallecidos (versión 1) o lesionados (versión 2). Las versiones 3 y 4 alternaban entre experimentos con accidentes con fallecidos y lesionados, además de alternar los modos de transporte (auto y bus). La tabla siguiente presenta los experimentos incluidos en cada versión.

Cuadro 6-6: Experimentos considerados por prueba

Versión de la prueba	Autos fallecidos	Autos lesionados	Buses fallecidos	Buses lesionados
1	Sí		Sí	
2		Sí		Sí
3	Sí			Sí
4		Sí	Sí	

Todos los experimentos se realizaron en un espacio de evaluación estándar, que se caracteriza por tener pocas distracciones y que permite que el encuestado pueda focalizar su atención en la tarea requerida. Las encuestas fueron realizadas por 1 psicólogos con experiencia en evaluación, que utilizó el Manual para Análisis Cognitivo – pre-pilotaje para lograr una aplicación estandarizada para todas las personas.

6.3.3. Resultados

Subprueba de Matrices de Razonamiento

Todas las personas encuestadas obtuvieron puntajes sobre los 7 puntos escalares. El rango de puntajes fue de entre 10 a 14 puntos (media = 12,5; $DE = 1,8$). En general, todas las personas se encuentran dentro del promedio esperado.

Experimentos de medios de transporte

En todos los casos se observó una coherencia entre el razonamiento utilizado y la opción de respuesta seleccionada. Se observó además que todos los participantes identificaron correctamente cuál era la ruta más peligrosa utilizando el atributo de *número de fallecidos en accidentes de tránsito* o *número de lesionados en accidentes de tránsito*.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de respuesta para cada uno de los experimentos presentados.

Experimentos de automóvil con accidentes fatales

En este tipo de experimentos se presentaron 4 tarjetas, 3 de las cuales contenían 3 atributos (tiempo de viaje, número de fallecidos en accidentes de tránsito y costo total del viaje) y 1 tarjeta contenía solo 2 atributos (número de fallecidos en accidentes de tránsito).

Pregunta 1

Pregunta 1

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Ruta 1**

 **Tiempo total de viaje**
5 horas, 10 minutos

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
6 por año
Menos fallecidos al año

 **Costo total del viaje**
\$56.000

☐ **Ruta 2**

 **Tiempo total de viaje**
4 horas, 0 minutos
Ruta más corta

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
14 por año

 **Costo total del viaje**
\$63.000

En esta pregunta, 4 encuestados seleccionaron la opción 1 y 0 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación, se presentan algunos ejemplos de lo que respondieron los encuestados en esta tarjeta:

“La ruta uno, aunque es más larga en tiempo, es más barata y tiene menos accidentes”.

“5 horas 10 minutos... 1 hora más (respecto de la 1) No me importa esa hora más. Me encanta manejar, por lo que nunca voy por apuro. Los números de fallecidos en la 1 son 6, en la otra son 14, así que es más segura y además es más barata.”

En estas respuestas, se observa que el tiempo de viaje no es un elemento que impacte sobre la decisión de tomar una ruta más peligrosa.

Todos los encuestados seleccionaron correctamente la Ruta 2 como la más peligrosa y para ello utilizaron el atributo de *número de fallecidos en accidentes de tránsito*.

Pregunta 2

Pregunta 2

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Ruta 1**

 **Tiempo total de viaje**
4 horas, 10 minutos

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
6 por año
Menos fallecidos al año

 **Costo total del viaje**
\$56.000

☐ **Ruta 2**

 **Tiempo total de viaje**
4 horas, 0 minutos
Ruta más corta

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
14 por año

 **Costo total del viaje**
\$63.000

En esta pregunta, 4 encuestados seleccionaron la opción 1 y 0 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación, se presentan algunos ejemplos de lo que respondieron los encuestados en esta tarjeta:

“Por 10 minutos no voy a arriesgar, me sale \$7.000 más caro y más del doble de accidentes por año”.

“Acá. Ya el tiempo de viaje son 10 minutos de diferencia. Escojo la 1. Son 10 minutos más de viaje, pero menos de la mitad de los fallecidos y más barato. El otro es más peligroso”.

En estas respuestas, se observa un patrón de respuesta similar al experimento anterior. En todos los casos, los encuestados escogieron la opción más segura y económica. La diferencia de tiempo entre una ruta y otra no fue significativa para la toma de decisiones de ningún encuestado.

Todos los encuestados seleccionaron correctamente la Ruta 2 como la más peligrosa y para ello utilizaron el atributo de *número de fallecidos en accidentes de tránsito*.

Pregunta 3

Pregunta 3

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Ruta 1**

 **Tiempo total de viaje**
4 horas, 0 minutos
Ruta más corta

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
6 por año
Menos fallecidos al año

 **Costo total del viaje**
\$56.000

☐ **Ruta 2**

 **Tiempo total de viaje**
5 horas, 10 minutos

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
14 por año

 **Costo total del viaje**
\$63.000

En esta pregunta, 4 encuestados seleccionaron la opción 1 y 0 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación, se presentan algunos ejemplos de lo que respondieron los encuestados en esta tarjeta:

“La uno es más corta, tiene menos accidentes y es más barata, todas las variables son positivas.”.

“Después... eh mm Ya, este también tiene una hora de diferencia. Es parecido... obviamente la 1. Es menos tiempo, menos fallecidos y más barato. No hay por dónde perderse.”.

En estas respuestas, se observó que todos los encuestados identificaron correctamente la opción con los atributos más favorables (menor tiempo de viaje, menor número de fallecidos y más económica) y seleccionaron la opción 1 haciendo referencia a estas cualidades.

Todos los encuestados seleccionaron correctamente la Ruta 2 como la más peligrosa y para ello utilizaron el atributo de *número de fallecidos en accidentes de tránsito*.

Pregunta 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Ruta 1**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
6 por año
Menos fallecidos al año

 **Costo total del viaje**
\$56.000

☐ **Ruta 2**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
14 por año

 **Costo total del viaje**
\$63.000

En esta pregunta, 4 encuestados seleccionaron la opción 1 y 0 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación, se presentan algunos ejemplos de lo que respondieron los encuestados en esta tarjeta:

“Por costo, la 1. El tema de los fallecidos no es relevante para mí.”.

“La 1 de nuevo. Es más segura y por el costo, que es menor. Parece que no me quiero morir en accidentes de tránsito.”.

En estas respuestas, se observa que el patrón de argumentación es consistente con las anteriores. En este caso, también los encuestados selecciona una opción enfatizando ya sea el costo del viaje (como en el ejemplo 1) o la seguridad y el costo (como en el ejemplo 2).

Todos los encuestados seleccionaron correctamente la Ruta 2 como la más peligrosa y para ello utilizaron el atributo de *número de fallecidos en accidentes de tránsito*.

Experimentos de automóvil con accidentes con lesionados

Pregunta 1

Pregunta 1

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?

☐ **Ruta 1**

 **Tiempo total de viaje**
4 horas, 10 minutos

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
10 por año
Menos lesionados graves al año

 **Costo total del viaje**
\$56.000

☐ **Ruta 2**

 **Tiempo total de viaje**
4 horas, 0 minutos
Ruta más corta

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
25 por año

 **Costo total del viaje**
\$63.000

En esta pregunta, 4 encuestados seleccionaron la opción 1 y 0 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación, se presentan algunos ejemplos de lo que respondieron los encuestados en esta tarjeta:

“Aunque se demora más, en los otros dos criterios el beneficio es mayor. El ahorro de tiempo no se justifica con respecto al costo ni al número de lesionados”.

“La ruta más corta es la 2... En la 1 me demoro más. El número de lesionados es más pequeño acá (la 1). Me voy por la 1. Los 10 minutos no me compensan la cantidad de lesionados y además me sale más barato”.

En estas respuestas, se observa que la diferencia de tiempo no compensa el número de lesionados y costo. Por ello, todos los encuestados mencionan como preferente la opción 1.

Todos los encuestados seleccionaron correctamente la Ruta 2 como la más peligrosa y para ello utilizaron el atributo de *número de lesionados en accidentes de tránsito*.

Pregunta 2

Pregunta 2

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Ruta 1**

 **Tiempo total de viaje**
5 horas, 10 minutos

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
10 por año
Menos lesionados graves al año

 **Costo total del viaje**
\$56.000

☐ **Ruta 2**

 **Tiempo total de viaje**
4 horas, 0 minutos
Ruta más corta

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
25 por año

 **Costo total del viaje**
\$63.000

En esta pregunta, 2 encuestados seleccionaron la opción 1 y 2 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación, se presentan algunos ejemplos de lo que respondieron los encuestados en esta tarjeta:

Opción 1

“Me quedo con la 1. Tengo menos accidentes de viajes y es más barato y no quiero correr el riesgo de quedar lesionado grave”.

“Acá escojo la ruta 1. Es 1 hora más, pero sigue siendo más económica y tiene menos accidentes”.

Opción 2

“Creo que se justifica esa hora de ahorro en tiempo. La diferencia en costo es de un 12% y, aunque haya más lesionados, privilegio el tiempo”.

“La diferencia de tiempo es muy grande, así que priorizo menos tiempo, aunque sea más cara”.

En estas respuestas, se observa que quienes seleccionaron la opción 1 dieron un mayor valor al número de lesionados graves y costo que al tiempo de viaje. En contraste, quienes escogieron la opción 2, fueron conscientes de que estaban escogiendo una ruta más peligrosa (en el primer caso) o que la diferencia de tiempo era suficiente para escoger una alternativa por sobre la otra.

Todos los encuestados seleccionaron correctamente la Ruta 2 como la más peligrosa y para ello utilizaron el atributo de *número de lesionados en accidentes de tránsito*.

Pregunta 3

Pregunta 3

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Ruta 1**

 **Tiempo total de viaje**
4 horas, 0 minutos
Ruta más corta

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
10 por año
Menos lesionados graves al año

 **Costo total del viaje**
\$56.000

☐ **Ruta 2**

 **Tiempo total de viaje**
5 horas, 10 minutos

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
25 por año

 **Costo total del viaje**
\$63.000

En esta pregunta, 4 encuestados seleccionaron la opción 1 y 0 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación, se presentan algunos ejemplos de lo que respondieron los encuestados en esta tarjeta:

“Tiene menos tiempo, menos accidentes y menor costo. Gana por todos lados”.

“Acá no hay donde equivocarse. Menos tiempo, menos accidentados y más barato”.

En estas respuestas, se observa que todos los encuestados identificaron correctamente la ruta más favorable en términos de un menor de tiempo de viaje, menor número de lesionados y un costo más económico. Las verbalizaciones de los encuestados hicieron referencia a una correcta identificación de la alternativa dominada.

Todos los encuestados seleccionaron correctamente la Ruta 2 como la más peligrosa y para ello utilizaron el atributo de *número de lesionados en accidentes de tránsito*.

Pregunta 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Ruta 1**

+ **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
10 por año

Menos lesionados graves al año

\$ **Costo total del viaje**
\$56.000

☐ **Ruta 2**

+ **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
25 por año

\$ **Costo total del viaje**
\$63.000

En esta pregunta, 4 encuestados seleccionaron la opción 1 y 0 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación, se presentan algunos ejemplos de lo que respondieron los encuestados en esta tarjeta:

“Acá.... (Lee) La ruta 1. Porque sigue teniendo menos accidentes de tránsito y el costo es más bajo”.

“Escojo la 1. El número de lesionados es menor y además es más barata”.

En estas respuestas, se observa que todos los encuestados identificaron correctamente la ruta más favorable en términos de un menor número de lesionados y un costo más económico.

Todos los encuestados seleccionaron correctamente la Ruta 2 como la más peligrosa y para ello utilizaron el atributo de *número de lesionados en accidentes de tránsito*.

Experimentos de buses con accidentes fatales

Pregunta 1

Pregunta 1

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio de buses 1**

 **Tiempo total de viaje**
6 horas, 10 minutos

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
6 por año
Menos fallecidos al año

 **Costo total del viaje**
\$17.000 por persona

☐ **Servicio de buses 2**

 **Tiempo total de viaje**
4 horas, 50 minutos
Ruta más corta

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
14 por año

 **Costo total del viaje**
\$19.000 por persona

En esta pregunta, 2 encuestados seleccionaron la opción 1 y 2 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación, se presentan algunos ejemplos de lo que respondieron los encuestados en esta tarjeta:

Opción 1

“Elijo la opción uno porque es más barata y tiene menos fallecidos, aunque sea más larga”.

“Porque es más barato. Los fallecidos coinciden en que es más seguro, pero eso es como un plus”.

Opción 2

“Privilegio el tiempo. La verdad es que 6 o 14 fallecidos no me dice mucho. Al año transitan muchos vehículos por cualquier calle”.

“En esta... en esta opción la diferencia de tiempo es harta. La otra tiene menos fallecidos. Son 2.000 de diferencia. Aquí escojo la 2, aunque es más arriesgado. Llega más rápido”.

En estas respuestas, se observa que quienes seleccionaron la opción 1 utilizaron un razonamiento coherente. Es importante notar, sin embargo, que la decisión de escoger la opción 1 se justifica más por el precio que por el número de fallecidos, pues uno de los encuestados menciona esto como una característica positiva de la ruta, pero no una que lo motive a escogerla.

En estas respuestas, se observa que quienes seleccionaron la opción 2 dieron un mayor valor al tiempo de viaje, reconociendo que la opción escogida es más arriesgada por el número total de fallecidos en accidentes de tránsito. En esta respuesta, uno de los encuestados hace referencia a la necesidad de contar con el número total de vehículos que transitan por la vía para poder tomar una decisión informada sobre el nivel de riesgo entre una alternativa y otra.

Todos los encuestados seleccionaron correctamente la Ruta 2 como la más peligrosa y para ello utilizaron el atributo de *número de fallecidos en accidentes de tránsito*.

Pregunta 2

Pregunta 2

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio de buses 1**

 **Tiempo total de viaje**
6 horas, 10 minutos

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
6 por año
Menos fallecidos al año

 **Costo total del viaje**
\$17.000 por persona

☐ **Servicio de buses 2**

 **Tiempo total de viaje**
6 horas, 0 minutos
Ruta más corta

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
14 por año

 **Costo total del viaje**
\$19.000 por persona

En esta pregunta, 4 encuestados seleccionaron la opción 1 y 0 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación, se presentan algunos ejemplos de lo que respondieron los encuestados en esta tarjeta:

“Son solo 10 minutos de diferencia, por lo que elijo mayor seguridad y menor costo”.

“Los tiempos son más o menos los mismos, le número de fallecidos es más en la 2. Me quedo con la 1. Por 10 minutos tengo menos del 50% de tener un accidente que en la opción 1”.

En estas respuestas, se observa que todos los encuestados consideraron que la diferencia de tiempo entre ambas alternativas era poco significativa para tomar el servicio de buses cuya ruta tenía un número mayor de fallecidos en accidentes de tránsito.

Todos los encuestados seleccionaron correctamente la Ruta 2 como la más peligrosa y para ello utilizaron el atributo de *número de fallecidos en accidentes de tránsito*.

Pregunta 3

Pregunta 3

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio de buses 1**

 **Tiempo total de viaje**
4 horas, 50 minutos
Ruta más corta

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
6 por año
Menos fallecidos al año

 **Costo total del viaje**
\$17.000 por persona

☐ **Servicio de buses 2**

 **Tiempo total de viaje**
6 horas, 10 minutos

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
14 por año

 **Costo total del viaje**
\$19.000 por persona

En esta pregunta, 4 encuestados seleccionaron la opción 1 y 0 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación, se presentan algunos ejemplos de lo que respondieron los encuestados en esta tarjeta:

“Es más corta, más segura y más barata; siempre elijo por lo segura que es”.

“El 1 tiene menos accidentes, es más corto y 2.000 pesos más barato. Lo escojo por la reducción de horas”.

En estas respuestas, se observa que los encuestados tomaron su decisión considerando el número de fallecidos en accidentes de tránsito o por el menor tiempo en el servicio.

Todos los encuestados seleccionaron correctamente la Ruta 2 como la más peligrosa y para ello utilizaron el atributo de *número de fallecidos en accidentes de tránsito*.

Pregunta 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio de buses 1**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
6 por año

Menos fallecidos al año

 **Costo total del viaje**
\$17.000 por persona

☐ **Servicio de buses 2**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
14 por año

 **Costo total del viaje**
\$19.000 por persona

En esta pregunta, 4 encuestados seleccionaron la opción 1 y 0 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación, se presentan algunos ejemplos de lo que respondieron los encuestados en esta tarjeta:

“Por \$2.000 de diferencia no me voy a arriesgar; seguridad y menor costo son lo más importante”.

Acá escojo el servicio 1. Porque sigue manteniendo menos accidentes al año y es más barato que el 2.

En estas respuestas, se observa que todos los encuestados identificaron correctamente la ruta más favorable en términos de un menor número de fallecidos en accidentes de tránsito y un costo más económico.

Todos los encuestados seleccionaron correctamente la Ruta 2 como la más peligrosa y para ello utilizaron el atributo de *número de fallecidos en accidentes de tránsito*.

Experimentos de buses con accidentes con lesionados

Pregunta 1

Pregunta 1

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?

☐ **Servicio de buses 1**

Tiempo total de viaje
6 horas, 10 minutos

+ **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
10 por año
Menos lesionados graves al año

Costo total del viaje
\$17.000 por persona

☐ **Servicio de buses 2**

Tiempo total de viaje
4 horas, 50 minutos
Ruta más corta

+ **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
25 por año

Costo total del viaje
\$19.000 por persona

En esta pregunta, 1 encuestado seleccionó la opción 1 y 3 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación, se presentan algunos ejemplos de lo que respondieron los encuestados en esta tarjeta:

Opción 1

“El precio no hay que tomarlo en cuenta, es muy poca la diferencia. Los lesionados son 10 y el otro 25... y el viaje es más corto en el que tiene más accidentes y el más caro. Prefiero que sea el más barato, pero menos accidentes”.

Opción 2

“Valoro más el ahorro de tiempo. La diferencia en costo es mínima y, aunque haya más lesionados, tiendo a pensar que no me pasará nada”.

“Es significativamente más corto y la diferencia de precio es mínima. La probabilidad de un accidente grave es excepcionalmente baja”.

“Acá prefiero el servicio de buses 2. Por dos razones: es distinto yo ir manejando que ir en bus. Aunque sea muy cómodo, prefiero mi auto. La ruta es más corta el 2 a pesar de que los lesionados son más, pese a que el valor del pasaje es un poquito más caro. Priorizo la ruta más corta”.

En estas respuestas se observa que la diferencia de tiempo tiene un efecto en la toma de decisiones de la mayoría de los encuestados. En estos casos, se percibe que la probabilidad de accidente es baja y que la diferencia de tiempo, de 1 hora y 20 minutos, es suficiente para optar por una ruta menos segura.

Todos los encuestados seleccionaron correctamente la Ruta 2 como la más peligrosa y para ello utilizaron el atributo de *número de lesionados en accidentes de tránsito*.

Pregunta 2

Pregunta 2

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio de buses 1**

 **Tiempo total de viaje**
6 horas, 10 minutos

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
10 por año
Menos lesionados graves al año

 **Costo total del viaje**
\$17.000 por persona

☐ **Servicio de buses 2**

 **Tiempo total de viaje**
6 horas, 0 minutos
Ruta más corta

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
25 por año

 **Costo total del viaje**
\$19.000 por persona

En esta pregunta, 4 encuestados seleccionaron la opción 1 y 0 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación, se presentan algunos ejemplos de lo que respondieron los encuestados en esta tarjeta:

“Con tan poca diferencia de tiempo, prefiero la más segura y más barata”.

“Acá me quedo con la 1. El tiempo es total es muy similar. Son 10 minutos más no más. Tiene menos accidentes y es más barato”.

Las respuestas en estos experimentos hacían referencia a que la diferencia de tiempo era muy poca como para que impactara en la toma de decisiones, por lo que los encuestados utilizaban otros atributos para escoger la alternativa de su preferencia.

Todos los encuestados seleccionaron correctamente la Ruta 2 como la más peligrosa y para ello utilizaron el atributo de *número de lesionados en accidentes de tránsito*

Pregunta 3

Pregunta 3

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio de buses 1**

 **Tiempo total de viaje**
4 horas, 50 minutos
Ruta más corta

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
10 por año
Menos lesionados graves al año

 **Costo total del viaje**
\$17.000 por persona

☐ **Servicio de buses 2**

 **Tiempo total de viaje**
6 horas, 10 minutos

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
25 por año

 **Costo total del viaje**
\$19.000 por persona

En esta pregunta, 4 encuestados seleccionaron la opción 1 y 0 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación, se presentan algunos ejemplos de lo que respondieron los encuestados en esta tarjeta:

“Ahorra tiempo, es más segura y cuesta menos. Mejor en todo”.

“Es superior en todos los aspectos. El tiempo pesa más para mí”.

En estas respuestas, se observa que todos los encuestados identificaron correctamente la ruta más favorable en términos de un menor número de lesionados en accidentes de tránsito y un costo más económico. Es importante notar el tiempo de viaje es mencionado como uno de los elementos decisores en la toma de decisión por algunos encuestados.

Todos los encuestados seleccionaron correctamente la Ruta 2 como la más peligrosa y para ello utilizaron el atributo de *número de lesionados en accidentes de tránsito*

Pregunta 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio de buses 1**

+ **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
10 por año
Menos lesionados graves al año

\$ **Costo total del viaje**
\$17.000 por persona

☐ **Servicio de buses 2**

+ **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
25 por año

\$ **Costo total del viaje**
\$19.000 por persona

En esta pregunta, 4 encuestados seleccionaron la opción 1 y 0 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación, se presentan algunos ejemplos de lo que respondieron los encuestados en esta tarjeta:

“Es más seguro y el precio es marginalmente diferente. Prefiero seguridad”.

“Aquí... solo me dice accidentes y precio. Menos accidentes, o sea, el menos accidentado es el más barato. Escojo el 1”.

Las respuestas en estas experimentas se caracterizaron por el hecho de que los encuestados relevaban el número de lesionados en accidentes de tránsito como el elemento que los inclinaba por una alternativa. Encuestados que previamente utilizan el tiempo como un criterio relevante escogían ahora una opción más segura.

Todos los encuestados seleccionaron correctamente la Ruta 2 como la más peligrosa y para ello utilizaron el atributo de *número de lesionados en accidentes de tránsito*

6.3.4. Resumen de resultados

Se observó que todos los encuestados razonaron coherentemente para escoger una opción de respuesta. En la misma línea, en todos los casos los encuestados identificaron correctamente la ruta más peligrosa como aquella que tenía el mayor número de lesionados/fallecidos en accidentes de tránsito. En ninguna de las respuestas se observó la asociación entre un menor tiempo de viaje con una mayor probabilidad de accidente debido a exceso de velocidad.

Es importante notar que hubo 4 preguntas en las que un tiempo significativo menor de viaje – de alrededor de 1 hora y 30 minutos- estaba asociado a una ruta más peligrosa (pregunta 1 en los experimentos de autos con accidentes con fallecidos; pregunta 2 en los experimentos de autos con accidentes con lesionados; pregunta 1 de buses con fallecidos; y pregunta 1 de experimentos con buses con accidentes con lesionados). Del total de 16 posibles respuestas, en 7 se observó que los encuestados tomaban la ruta más peligrosa haciendo referencia a una mayor valoración del menor tiempo de viaje. De estos 7 casos, 2 correspondieron a personas que prefirieron la ruta más rápida en los experimentos de autos con lesionados; 2 correspondieron a personas que prefirieron la ruta más rápida en los experimentos de buses con fallecidos; los 3 restantes se observaron en el experimento de buses con lesionados.

6.3.5. Conclusiones

Los cambios en diseño e instrucciones permitieron una comprensión adecuada de todos los encuestados. Se observó en todos los casos un razonamiento coherente con la opción de respuesta seleccionada y, en la misma línea, siempre se asoció el atributo de número de fallecidos/lesionados en accidente de tránsito como aquel que daba cuenta de la ruta más peligrosa.

Es importante notar que en los experimentos presentados se observó que el tiempo de viaje impacta en la toma de decisiones sobre escoger una ruta, con independencia de su nivel de riesgo. Algunos encuestados mostraron una preferencia de una ruta sobre otra considerando el tiempo de viaje como el elemento más importante. Posiblemente, el tiempo es visto como un elemento sobre el cual las personas tienen un mayor control, mientras que el número de accidentes es algo posible, aunque su probabilidad es baja. Existe evidencia de que las intuiciones que tienen las personas sobre las probabilidades y azar no siempre son correctas (Lecoutre; Rovira, Lecoutre, Poitevineu, 2006), y que esto puede afectar la toma de decisiones. En esta línea, conviene evaluar en la siguiente etapa el modo en que los encuestados piensan acerca de las probabilidades de tener accidentes dadas distintas condiciones, como el flujo vehicular.

Por último, conviene probar en el siguiente pilotaje si las etiquetas utilizadas para dar cuenta de la ruta más corta y la más segura pueden quitarse, considerando que en las instrucciones se menciona explícitamente que tiempo de viaje y accidentes no están asociados. Esto permitiría reducir la cantidad de información presentada en cada tarjeta.

6.3.6. Sugerencias

- Evaluar nociones de probabilidad y proporciones en accidentes de tránsito considerando el flujo vehicular.
- Quitar etiquetas de ruta más corta y ruta más segura.

7. Tarea 7: Pruebas Cognitivas a los Instrumentos de Medición

7.1. Metodología

El análisis cognitivo para la evaluación de la encuesta VVE está dividido en 2 etapas: pilotaje 1 y pilotaje 2. Este componente recoge las sugerencias elaboradas en la etapa de pre-test y, luego de cada etapa, elabora una serie de objetivos que busca evaluar en el funcionamiento de la encuesta.

7.2. Pilotaje 1

7.2.1. Introducción

En el pilotaje 1 se recalibraron los atributos de los experimentos para forzar a los participantes a hacer un trade-off entre ellos. También se incorporaron algunas preguntas sobre proporciones y probabilidades para evaluar la posibilidad de variar el flujo vehicular entre las alternativas. Por último, en este pilotaje se quitaron las etiquetas de los atributos para evaluar si es que la instrucción en cada experimento es suficiente para eliminar la asociación entre tiempo de viaje y nivel de accidentabilidad.

Objetivos

- Evaluar la coherencia entre opción seleccionada y razonamiento verbalizado
- Evaluar el uso de instrucciones para evitar la asociación entre tiempo de viaje y nivel de accidentabilidad
- Evaluar nociones de proporción y probabilidad

Participantes

En esta etapa participaron 14 personas (7 mujeres y 7 hombres) con edades desde los 22 hasta los 58 (Media = 38,71; DE = 11,09). Los niveles educativos fueron desde básica completa (1), media completa (3), técnica superior (3) y universitaria (7). Todas las personas entrevistadas son residentes de la Región Metropolitana de Santiago.

7.2.2. Metodología

Se pidió a todos los participantes que verbalizaran sus pensamientos en voz alta para poder comprender el modo en que están respondiendo a cada uno de los experimentos. En cada caso, se evaluó la coherencia entre el pensamiento verbalizado y la opción respuesta seleccionada.

Para minimizar el tiempo de aplicación, se preguntó a los participantes si manejaban vehículo particular. Si el participante respondía que sí, entonces se aplicaban únicamente los experimentos de autos; si el participante no manejaba, entonces se aplicaban los experimentos de buses interurbanos. De los 14 participantes, solo 4 conducían, por lo que se aplicaron 4 experimentos de autos y 10 de buses interurbanos.

Las encuestas fueron realizadas por 1 psicólogo con experiencia en evaluación, que utilizó el Manual para Análisis Cognitivo – Pilotaje 1 para lograr una aplicación estandarizada para todas las personas. Todos los experimentos se realizaron en un espacio de evaluación estándar, que se caracteriza por tener pocas distracciones y que permite que el encuestado pueda focalizar su atención en la tarea requerida.

7.2.3. Resultados

En la más amplia mayoría de los experimentos se observó una coherencia total entre el pensamiento verbalizado y la opción de respuesta escogida. Solo en una pregunta se observó un razonamiento que no fue coherente, en el que la encuestada verbalizó escoger la opción más económica, pero seleccionó la más costosa. Esto se explica debido a que este caso es una persona que tenía problemas de visión. Al utilizar sus anteojos, esta persona no volvió a seleccionar una opción que no fuera coherente con su pensamiento verbalizado.

A continuación, se describen los resultados para cada experimento. Primero se presentan los experimentos de autos, luego los de buses y al final los experimentos para evaluar nociones de proporción y probabilidad.

Experimentos de autos con fallecidos

Pregunta 1

The screenshot shows a survey interface with a progress bar at the top indicating 'Pregunta 1 de 6'. The main question is '¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?' (Which option do you prefer to make your trip?). Below the question is a dashed line with a car icon on the left and a location pin icon on the right. There are two main options, 'Ruta 1' and 'Ruta 2', each with a radio button. Under 'Ruta 1', there are three details: 'Tiempo total de viaje' (Total travel time) of 1 hour and 15 minutes, 'Número de fallecidos en accidentes de tránsito' (Number of deaths in traffic accidents) of 5 per year, and 'Costo total del viaje' (Total cost of the trip) of \$15,000. Under 'Ruta 2', there are three details: 'Tiempo total de viaje' (Total travel time) of 1 hour and 35 minutes, 'Número de fallecidos en accidentes de tránsito' (Number of deaths in traffic accidents) of 20 per year, and 'Costo total del viaje' (Total cost of the trip) of \$10,000.

En esta pregunta, 3 de los cuatro participantes seleccionaron la opción 1; solo 1 participante seleccionó la opción 2.

A continuación, se presentan algunos ejemplos para cada opción de respuesta:

Opción 1

“La ruta uno. Fundamentalmente por el tiempo, la variable de los costos no es relevante. Lo asumo en función del tiempo que me hace ahorrar”.

“Lo primero consideraría el costo del viaje, pero al final elegiría la ruta uno. La diferencia de fallecidos (5 contra 20) es mucha. Eso gatillaría mi elección final”.

Opción 2

“Elegiría la ruta dos. Me demoro un poquito más, pero el costo del viaje sale mucho menos. Los fallecidos son por año, así que la probabilidad de que justo el día que viaje ocurra un accidente es muy baja. Prefiero ahorrar”.

En esta pregunta, se observa el número de fallecidos impacta sobre la decisión de escoger una ruta u otra. Pese a lo anterior, el tiempo de viaje también es un elemento que se considera y tiene un peso relevante en la toma de decisiones.

Pregunta 2

Pregunta 2 de 6

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Ruta 1**

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 45 minutos

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
5 por año

 **Costo total del viaje**
\$15.000

☐ **Ruta 2**

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 15 minutos

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Costo total del viaje**
\$10.000

En esta pregunta, 2 de los cuatro participantes seleccionaron la opción 1; 2 participantes seleccionaron la opción 2.

A continuación, se presentan algunos ejemplos para cada opción de respuesta:

Opción 1

“Nuevamente tomaría la ruta uno. Priorizaría los accidentes de tránsito, aunque el costo sea mayor. Media hora más no es relevante comparado con la diferencia en fallecidos”.

“Nuevamente elijo la ruta uno por la cantidad de fallecidos. No me molesta que el viaje dure media hora más ni que el costo sea mayor. Pesa más que haya menos muertos”.

Opción 2

“La ruta dos también. Me ahorro tiempo, el costo es mucho menor y el número de fallecidos es re poco al año, así que no es tanto riesgo”.

“La ruta dos, porque me hace ahorrar tiempo. Priorizo llegar más rápido al destino”.

En esta respuesta se observa que los atributos utilizados para la toma de decisión son el tiempo y el número de fallecidos. Quienes escogieron la opción 2, que es la más rápida, lo hacen debido a que les ahorra tiempo de viaje; quienes escogieron la opción 1 lo hicieron debido a que esta tiene un menor número de fallecidos al año.

Pregunta 3



Pregunta 3 de 6

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Ruta 1**

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 30 minutos

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
5 por año

 **Costo total del viaje**
\$15.000

☐ **Ruta 2**

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 30 minutos

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Costo total del viaje**
\$10.000

En esta pregunta, 3 de los cuatro participantes seleccionaron la opción 1; solo 1 participante seleccionó la opción 2.

A continuación, se presentan algunos ejemplos para cada opción de respuesta:

Opción 1

“Si es por costo debería ser la dos, pero asegura 20 muertos... Me voy por la uno, porque asegura a igual tiempo menos muertos”.

“Iría por la ruta uno. El número de fallecidos para mí es determinante: cuatro veces más en la otra ruta”.

Opción 2

“Sigo con la ruta dos. Aunque haya más fallecidos, como la tasa es baja no creo que haya accidentes todos los días. Haciendo el cálculo, debe ser como uno al mes. Prefiero ahorrar plata”.

En estas respuestas se observa que el número de fallecidos es aquello que resulta relevante para seleccionar una opción u otra. Quienes escogieron la opción 1 perciben la ruta como mucho más segura puesto que tiene un cuarto de los accidentes de la alternativa. Quien escogió la ruta 2 lo hizo considerando que la probabilidad de un accidente es baja y por tanto prefiere la ruta más económica.

Pregunta 4

Pregunta 4 de 6

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?

☐ **Ruta 1**

† Número de fallecidos en accidentes de tránsito
5 por año

💰 Costo total del viaje
\$15.000

☐ **Ruta 2**

† Número de fallecidos en accidentes de tránsito
20 por año

💰 Costo total del viaje
\$10.000

En esta pregunta, 3 de los cuatro participantes seleccionaron la opción 1; solo 1 participante seleccionó la opción 2. La distribución de estas respuestas fue la misma que en la pregunta anterior, es decir, los participantes escogieron exactamente la misma opción que en la pregunta anterior.

A continuación, se presentan algunos ejemplos para cada opción de respuesta:

Opción 1

“La ruta uno, porque hay menos fallecidos. Me imagino que hay más certidumbre respecto de cómo se conduce”.

“De nuevo la ruta uno, porque la diferencia en fallecidos es muy radical. Eso es lo que me hace elegirla”.

Opción 2

“La ruta dos de nuevo, por lo mismo: prefiero lo más barato, aunque haya más riesgo”.

En esta respuesta, los encuestados razonaron exactamente igual que en la pregunta anterior. Dado que ningún encuestado cambió su respuesta entre la pregunta 3 y la pregunta 4, los razonamientos fueron los mismos: quienes escogieron la opción 1 lo hicieron dando un mayor peso a los datos sobre el total de accidentes con fallecidos; quien escogió la opción lo hizo considerando el ahorro económico de una opción por sobre la otra.

Experimentos de autos con lesionados graves

Pregunta 1

Pregunta 1 de 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?

☐ **Ruta 1**

☐ **Ruta 2**

Tiempo total de viaje
1 hora, 15 minutos

Tiempo total de viaje
1 hora, 35 minutos

+ Número de lesionados graves en accidentes de tránsito
20 por año

+ Número de lesionados graves en accidentes de tránsito
80 por año

\$ Costo total del viaje
\$15.000

\$ Costo total del viaje
\$10.000

En esta pregunta, todos los participantes seleccionaron la opción 1. A continuación, se presentan algunas respuestas de ejemplo.

“La ruta uno. Me demoro menos, gasto un poco más de plata, pero hay muchos menos accidentes graves. Prefiero gastar más y tener menos probabilidad de accidente”.

“Ruta uno. Es más rápida, tiene menos riesgo de lesionados y aunque sea más costosa, el costo es irrelevante comparado con la seguridad”.

En general, se observa que todos los participantes seleccionaron la opción más segura y en su argumentación hicieron mención explícita a la diferencia entre el número de lesionados graves como el elemento que los hacía tomar esa decisión. Las otras variables, si bien fueron mencionadas, se les dio un menor peso.

Pregunta 2

Pregunta 2 de 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Ruta 1**

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 45 minutos

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Costo total del viaje**
\$15.000

☐ **Ruta 2**

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 15 minutos

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
80 por año

 **Costo total del viaje**
\$10.000

En esta pregunta, todos los participantes seleccionaron la opción 1. A continuación, se presentan algunas respuestas de ejemplo.

“La uno. Aunque demore 30 minutos más, si voy solo manejando, la ruta me aseguraría menos probabilidades de accidentarme. Priorizo la cantidad de lesionados graves, aunque me demore más”.

“Ruta uno. Aunque dure más y sea más cara, privilegio que haya menos lesionados graves. Esa es la variable que para mí más pesa”.

Al igual que en la pregunta anterior, en esta se observa que los encuestados toman su decisión dando mayor relevancia al número de lesionados graves. Las otras variables, si bien son mencionadas, no tienen el mismo peso para los encuestados.

Pregunta 3

Pregunta 3 de 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?

.....

☐ **Ruta 1**

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 30 minutos

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Costo total del viaje**
\$15.000

☐ **Ruta 2**

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 30 minutos

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
80 por año

 **Costo total del viaje**
\$10.000

En esta pregunta, todos los participantes seleccionaron la opción 1. A continuación, se presentan algunas respuestas de ejemplo.

“La uno. Igual tiempo, pero menos probabilidad de accidente. Eso fortalece la elección”.

“Ruta uno. Mismo tiempo y casi mismo costo, pero cuatro veces más peligrosa la otra. Elijo la uno por la seguridad”.

Al igual que en la pregunta anterior, en esta se observa que los encuestados toman su decisión en función del número de lesionados graves. Las otras variables no tienen el mismo peso para los encuestados.

Pregunta 4

Pregunta 4 de 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?

☐ Ruta 1	☐ Ruta 2
+ Número de lesionados graves en accidentes de tránsito 20 por año	+ Número de lesionados graves en accidentes de tránsito 80 por año
\$ Costo total del viaje \$15.000	\$ Costo total del viaje \$10.000

En esta pregunta, todos los participantes seleccionaron la opción 1. A continuación, se presentan algunas respuestas de ejemplo.

“La uno otra vez. Iría por gastar un poco más, pero con menos riesgo. El precio no es tan relevante, me importa más que haya menos accidentes graves”.

“Ruta uno. La diferencia es gravitante: 20 lesionados contra 80. Por 5.000 pesos prefiero la opción más segura”.

En estas respuestas se observa de forma clara que los encuestados hacen el balance entre el número de lesionados y el costo. La diferencia de 5.000 pesos entre una opción y otra hace que prefieran pagar más por una opción que se percibe como bastante más segura.

Experimentos de buses con fallecidos

Pregunta 1

Pregunta 1 de 6

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio de buses 1**

 **Tiempo total de viaje**
5 horas, 0 minutos

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
5 por año

 **Costo total del viaje**
\$20.000 por persona

☐ **Servicio de buses 2**

 **Tiempo total de viaje**
5 horas, 30 minutos

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Costo total del viaje**
\$16.000 por persona

En esta pregunta, todos los participantes seleccionaron la opción 1. A continuación, se presentan algunas respuestas de ejemplo.

“Yo elegiría la uno... como soy ansiosa, me quiero ir lo más rápido posible independiente de los costos. Igual me da miedo que pueda pasarme algo, pero prefiero la uno porque me quiero ir rápido. El costo lo veo como normal, así que no influye tanto”.

“Netamente elegiría la opción uno, porque tiene menos números de fallecidos que el otro. Me da lo mismo el precio, prefiero pagar un poquito más y que sea más seguro. Quizás los choferes son más expertos o tienen más descanso. Igual me quedo con la uno”.

“La uno. Cuando uno quiere viajar quiere llegar lo posible a su destino. Aquí lo que primaria sería el tiempo, independiente de que sea más caro. Da lo mismo el precio, solo llegar rápido... y llegar seguro, porque tiene menos fallecidos”.

En las respuestas se observa que los encuestados consideran los atributos de tiempo y de número de fallecidos en accidentes de tránsito como elementos relevantes en la toma de decisiones. El costo de cada alternativa y la diferencia de costo entre ellas se perciben como razonables y, en general, no impactan en la toma de decisión.

Pregunta 2

Pregunta 2 de 6

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio de buses 1**

 **Tiempo total de viaje**
5 horas, 45 minutos

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
5 por año

 **Costo total del viaje**
\$20.000 por persona

☐ **Servicio de buses 2**

 **Tiempo total de viaje**
5 horas, 15 minutos

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Costo total del viaje**
\$16.000 por persona

En esta pregunta, 7 de los 10 encuestados seleccionaron la opción 1; 3 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo.

Opción 1

“La primera también. Es el mismo análisis que hice antes. No me importa tanto cuánto me demoro porque escuchando música me da igual. Lo que priorizo es la seguridad, porque tiene menos fallecidos al año. El precio es el mismo, así que no cambia”.

Sigo pensando lo mismo. Aunque el trayecto sea un poco más largo, prefiero pagar 4.000 pesos más y sentirme segura, que voy a tomar una ruta mejor”.

Opción 2

“Aquí me iría por la dos, porque es más corto y el costo del pasaje es mucho más barato. Hay más accidentes, pero yo lo veo por el tiempo: que sea lo más rápido posible”.

“El dos. Para mí me importa más el tiempo. Además, es más barato. El tema de los fallecidos no me es relevante”.

En estas respuestas se observa que la variable de tiempo incide en la toma de decisiones. Todos quienes escogieron la opción 2 argumentaron su decisión en función de un ahorro en el tiempo de viaje. Al contrario, quienes eligieron la opción 1 argumentaron en función de la seguridad de la ruta. El precio no fue mencionado como un elemento relevante en la toma de decisión.

Pregunta 3

Pregunta 3 de 6

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio de buses 1**

 **Tiempo total de viaje**
5 horas, 30 minutos

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
5 por año

 **Costo total del viaje**
\$20.000 por persona

☐ **Servicio de buses 2**

 **Tiempo total de viaje**
5 horas, 30 minutos

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Costo total del viaje**
\$16.000 por persona

En esta pregunta, 8 de los 10 encuestados seleccionaron la opción 1; 2 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo.

Opción 1

“El servicio de bus uno en este caso... porque tiene menos número de fallecidos y el mismo tiempo. La variable del costo no fue relevante. Quizás si estuviera haciéndolo real me fijaría más en el precio”.

“Sigo con la uno por la seguridad. Aunque el tiempo sea el mismo y cueste un poco más, acá son cinco personas por año y allá son veinte. Me sigo por la que es más segura”.

Opción 2

“Aquí me pesa más el costo del viaje. Me iría por la dos, el más barato. Tienen el mismo tiempo, y el número de fallecidos no influye tanto”.

“Elijo lo más barato. Le doy menos importancia al número de fallecidos. O sea, la opción dos”.

Al quitar el tiempo de viaje como una variable distintiva entre ambos servicios, el costo fue un elemento que algunas personas consideraron para seleccionar la ruta 2. Es importante notar que esto ocurrió en dos de los tres casos que en la pregunta anterior escogieron la opción más económica. Es decir, de los tres encuestados que en la pregunta anterior seleccionaron la opción más rápida, dos ahora escogieron la opción más económica. Para ellos, el número de fallecidos no fue un elemento relevante para seleccionar una ruta.

Pregunta 4

Pregunta 4 de 6

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio de buses 1**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
5 por año

 **Costo total del viaje**
\$20.000 por persona

☐ **Servicio de buses 2**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Costo total del viaje**
\$16.000 por persona

En esta pregunta, 9 de los 10 encuestados seleccionaron la opción 1; 1 encuestado seleccionó la opción 2. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo.

Opción 1

“La uno, porque tiene menos fallecidos. Uno tiene que andar en algo cómodo y seguro, aunque sea un poquito más caro”.

“El servicio de bus es uno porque tiene menos número de fallecidos por año, aunque el costo total del viaje es mayor”.

Opción 2

“En esta pensaría en el costo y también en los fallecidos. Me voy por la dos porque es más barato, pero igual son más fallecidos. Prefiero pagar menos. Creo que hay pocos accidentes en general. Tendría que tener muy mala suerte de que me pasara algo así”.

En esta pregunta se observa claramente el balance que los encuestados realizan entre el costo de viaje y optar por un servicio más peligroso. La mayoría de los encuestados consideraron que la diferencia de precio entre un servicio de buses y otro no es suficiente como para escoger una ruta más peligrosa, pero más económica.

Experimentos de buses con lesionados graves

Pregunta 1

Pregunta 1 de 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio de buses 1**

 **Tiempo total de viaje**
5 horas, 0 minutos

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
5 por año

 **Costo total del viaje**
\$20.000 por persona

☐ **Servicio de buses 2**

 **Tiempo total de viaje**
5 horas, 30 minutos

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Costo total del viaje**
\$16.000 por persona

En esta pregunta, 9 de los 10 encuestados seleccionaron la opción 1; 1 encuestado seleccionó la opción 2. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo.

Opción 1

“Elegiría la uno, porque son menos personas en accidentes, menos lesionados. La diferencia de plata es poca y por seguridad prefiero la uno”.

“El servicio de buses uno, porque es menor el tiempo y el número de lesionados graves es menor también. Aunque el costo total del viaje sea mayor que en el servicio dos”.

Opción 2

“Al principio me iría por la uno, pero es más cara y hay más lesionados... entonces me iría por la dos solamente por el costo del viaje, aunque haya más lesionados”.

Se observa que la preferencia por la opción 1 se fundamenta tanto en el tiempo como en el número de lesionados graves en accidentes de tránsito. El costo solo fue relevante para una persona, que escogió la opción 2.

Pregunta 2

Pregunta 2 de 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio de buses 1**

 **Tiempo total de viaje**
5 horas, 45 minutos

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
5 por año

 **Costo total del viaje**
\$20.000 por persona

☐ **Servicio de buses 2**

 **Tiempo total de viaje**
5 horas, 15 minutos

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Costo total del viaje**
\$16.000 por persona

En esta pregunta, 8 de los 10 encuestados seleccionaron la opción 1; 2 encuestados seleccionaron la opción 2. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo.

Opción 1

“También la uno, por menos lesionados graves. Priorizo la seguridad, aunque sea más caro y demore más”.

“La uno, porque son cinco lesionados por año en vez de veinte. Es mucho menos y no importa que sea más caro. La seguridad siempre primero”.

Opción 2

“Aquí igual me iría por la dos. Cambia el tiempo, pero siguen los mismos números de lesionados. Considero que es más rápido y más barato, así que me voy por el costo. Prima que sea más barato”.

“El dos. También le di prioridad al tiempo y al costo. Los lesionados son más, pero pienso que justo no me va a tocar a mí”.

En estas respuestas se observa que todos los atributos son considerados para la toma de decisiones. Quienes escogieron la opción 1 argumentaron su decisión en función de la seguridad, mientras que quienes escogieron la opción 2 lo hicieron ya sea por el costo o porque el tiempo total de viaje es menor, lo que es coherente con lo presentado en la tarjeta.

Pregunta 3

Pregunta 3 de 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio de buses 1**

 **Tiempo total de viaje**
5 horas, 30 minutos

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
5 por año

 **Costo total del viaje**
\$20.000 por persona

☐ **Servicio de buses 2**

 **Tiempo total de viaje**
5 horas, 30 minutos

 **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Costo total del viaje**
\$16.000 por persona

En esta pregunta, 9 de los 10 encuestados seleccionaron la opción 1; 1 encuestado seleccionó la opción 2. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo.

Opción 1

“La primera también. El mismo tiempo, eso no varía. No me importa mucho demorarme más, me da igual. Y por pagar cuatro lucas no lo encuentro relevante. Elijo la primera por seguridad”.

“El servicio de buses uno... tiene el mismo tiempo de viaje, pero el número de lesionados en accidentes es menor en ese caso. No tomé en consideración el costo”.

Opción 2

“Seguiría igual, por el dos, independiente de que cambie un poco el tiempo. Lo importante es que sea el más barato”.

Al igual que en la pregunta anterior, en esta se observa que los encuestados optan por el servicio 1 argumentando por la seguridad, mientras que el encuestado que prefiere el servicio 2 lo hace por el precio. Dado que el tiempo es el mismo en ambos servicios, ninguno de los encuestados lo tomó como un elemento diferenciador entre una alternativa y otra.

Pregunta 4

Pregunta 4 de 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio de buses 1**

+ **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
5 por año

\$ **Costo total del viaje**
\$20.000 por persona

☐ **Servicio de buses 2**

+ **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
20 por año

\$ **Costo total del viaje**
\$16.000 por persona

En esta pregunta, todos los participantes seleccionaron la opción 1. A continuación, se presentan algunas respuestas de ejemplo.

Opción 1

“La primera. Aunque le quiten la variable del tiempo, sigo manteniendo lo mismo: priorizo la seguridad. Es una especie de falsa sensación de seguridad, pero igual prefiero esa opción”.

“La uno también. Me baso en los accidentes, porque ahora como soy mamá tengo que cuidarme más”.

En esta pregunta se observa que todas las personas priorizan la seguridad cuando la diferencia de precio es menor.

Experimentos de probabilidad y proporciones

A todos los encuestados se le realizaron 2 preguntas sobre probabilidad y proporciones. Estas preguntas fueron exactamente las mismas para quienes respondieron los experimentos de buses o de autos; la única diferencia fue la iconografía que presentaba un auto o un bus dependiendo del medio de transporte por el cual estaban respondiendo.

Experimento de probabilidades

The image shows a digital survey interface for a probability experiment. It consists of two identical panels side-by-side, each labeled 'Pregunta 5 de 6'. Each panel presents a choice between two scenarios:

- Servicio de buses 1 / Ruta 1:** 10 deaths per year, 2 million vehicles.
- Servicio de buses 2 / Ruta 2:** 20 deaths per year, 4 million vehicles.

Below each scenario, the question asks: '¿En cuál ruta tienes mayor riesgo individual de morir?' (In which route do you have a higher individual risk of dying?). The response options are radio buttons for 'Ruta 1', 'Ruta 2', 'Igual' (Equal), and 'No sé' (I don't know).

En este experimento, 7 encuestados consideraron que el riesgo de morir era igual en ambas opciones. Los 7 restantes consideraron que había un mayor riesgo de morir en la ruta 2. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo:

Opción Igual

“La puedo pensar un ratito... En el primer caso son 10 por año con 2 millones de autos, en el otro son 20 por año con 4 millones. Probabilísticamente me parece que es lo mismo. No soy buena con las matemáticas, pero diría que es igual, porque se duplican los autos y también los fallecidos. Supongo que es lo mismo”.

“Para mí lo veo igual... porque en la ruta uno dice 2 millones de vehículos y en la otra 4 millones. Hay más posibilidades de accidente, pero yo lo veo igual, no vi tanto cambio”.

Opción Ruta 2

“Sería el servicio número dos. Hay mayor probabilidad por más vehículos circulando en la calle, entonces da más probabilidades de que pueda haber personas en estado de alcohol o cualquier tipo de situación. Y también hay más personas que mueren al año. Estadísticamente, el número dos”.

“En la dos, porque tienen más fallecidos y circulan más autos, cuatro millones. Entonces es más riesgoso”.

En estas respuestas, se observa que quienes seleccionaron la opción de la ruta 2 solo se fijaron en los valores absolutos de cada alternativa, sin considerar el total de vehículos circulando en ruta. Quienes escogieron la opción igual, consideraron la probabilidad de tener accidentes en función del número de vehículos en circulación al año.

Experimento de proporciones

The image shows a digital survey interface with two identical panels side-by-side. Each panel is titled 'Pregunta 6 de 6' and 'Ruta 1'. It contains the following information: 'Número de fallecidos en accidentes de tránsito 20 por año' (Number of deaths in traffic accidents 20 per year) and 'Vehículos circulando por año 3 millones' (Vehicles circulating per year 3 million). Below this, a question asks: '¿Cuántos fallecidos esperarías si circulara la mitad de vehículos?' (How many deaths would you expect if half the vehicles circulated?). The response options are radio buttons for 5, 10, 20, 40, and NSNR.

En este experimento, 5 encuestados seleccionaron que esperarían 5 fallecidos si el número de vehículos se redujera a la mitad. Los 9 restantes escogieron 10 fallecidos si el número de vehículos se redujera a la mitad. A continuación, se presentan algunas respuestas de ejemplo:

Opción de 5 fallecidos

“Cinco. Si son 3 millones de vehículos y después la mitad, esperaría cinco fallecidos”.

“Si con 3 millones de vehículos hay 20 fallecidos, con la mitad debería haber menos... entre 5 y 10. Yo diría 5, porque con menos flujo de vehículos se producirían menos accidentes”.

Opción de 10 fallecidos

“Tiene que ser 10... porque si es la mitad de vehículos debes dividir por dos el número de fallecidos. Si son un millón y medio de vehículos circulando, serían 10”.

“Diez. Si fuese la mitad de vehículos, serían 10 fallecidos por año. Lo pensé dividiendo los vehículos que circulan: si son 3 millones, la mitad es 1,5 millones, y la mitad de 20 es 10”.

En estas respuestas se observa que quienes escogieron la opción de 10 fallecidos mantuvieron la proporción respecto de la tarjeta original. Quienes escogieron la opción de 5, pensaron que un menor número de vehículos se traduce en una reducción aún mayor del número de fallecidos.

7.2.4. Conclusiones

Se observó una alta coherencia entre los razonamientos verbalizados y las opciones de respuesta seleccionadas. La única excepción a lo anterior fue una evaluada de 58 años que tuvo dificultades para identificar correctamente los números en la primera pregunta. Luego de usar sus anteojos, esto no volvió a ocurrir.

Se observó también que la instrucción adicional, en la que se menciona explícitamente que los tiempos de viaje no están asociados a exceso de velocidad, fue convincente para los encuestados. Ninguno hizo referencia a un nivel de riesgo mayor en la ruta más rápida.

Los resultados de los experimentos de proporciones son interesantes, pues dan cuenta de que un porcentaje importante de las personas encuestadas tiene dificultades para entenderlos correctamente. Existe evidencia de que las matemáticas son una de las asignaturas que tiene más dificultades en su enseñanza (Saha, Islam, Akter, Saga, 2024) y Chile, en particular, tiene bajos desempeños respecto de otros países de la región (Merino y Maldonado, 2014; PISA, 2024). Si bien conviene explorar con datos adicionales, es posible indicar que incluir variaciones en los flujos vehiculares de cada alternativa puede introducir errores importantes en la medición, puesto que los encuestados parecen guiarse más por los valores absolutos que por las proporciones presentadas.

Por último, es importante notar el valor que asignan los encuestados al tiempo de viaje. Algunos de ellos consideraban este atributo como aquel que los hacía tomar una decisión final entre una alternativa y otra, obviando otros como el número de lesionados graves o fallecidos. Posiblemente, esto responda a que tanto el tiempo de viaje como el costo son atributos más cercanos a la mayoría de las personas. En contraste, el número de fallecidos o lesionados en una ruta es un valor que no se presenta habitualmente y, por tanto, no hay como evaluarlo en relación a un estándar. Lo anterior se complementa con lo observado en los grupos focales, en los que la mayoría de los participantes no tenía noción sobre el número de fallecidos en accidentes de tránsito en un año.

Considerando lo anterior, conviene probar un cambio en el orden de los atributos, para darle una mayor relevancia al número de lesionados graves/fallecidos de manera que los encuestados le den una mayor consideración. En la misma línea, se sugiere incrementar los valores de lesionados graves para evaluar el impacto que tiene sobre la percepción de riesgo.

7.2.5. Sugerencias

- Modificar el orden de los atributos para dar menor relevancia al tiempo de viaje
- Incrementar los valores de lesionados graves para mantener una proporción adecuada respecto de los accidentes fatales

7.3. Pilotaje 2

7.3.1. Introducción

En este pilotaje se incluyeron cambios menores en la encuesta: se modificó el orden de los atributos y se incrementó el número de lesionados graves. El cambio de orden de los atributos se realizó para intentar reducir el impacto que tiene el tiempo de viaje sobre la toma de decisiones, puesto que en el pilotaje 1 se observó que varios encuestados tomaban su decisión dando mayor relevancia a este atributo que a los demás. El incremento en el número de lesionados graves se realizó para tener una medida del impacto que tiene en la toma de decisiones un aumento de 5 veces en este tipo de accidentes.

Participantes

En esta etapa participaron 22 personas (11 mujeres y 11 hombres) con edades desde los 20 hasta los 70 (Media = 41,22; $DE = 13,33$). Los niveles educativos fueron desde básica completa (1), media completa (10) y universitaria (11). Todas las personas entrevistadas fueron residentes de la Región Metropolitana de Santiago.

Objetivos

- Evaluar la coherencia entre razonamiento verbalizado y opción de respuesta seleccionada
- Evaluar uso del tiempo en la toma de decisiones
- Evaluar uso de valores altos en experimentos de lesionados graves
- Evaluar identificación de la ruta más peligrosa
- Evaluar nociones de probabilidad y proporciones

7.3.2. Metodología

Se pidió a todos los participantes que verbalizaran sus pensamientos en voz alta para poder comprender el modo en que están respondiendo a cada uno de los experimentos. Luego de que el encuestado indicara su respuesta, se le preguntó sobre la ruta o servicio de buses que consideraba más peligroso. Esto con el objetivo de identificar el atributo específico que las personas utilizaban para categorizar una ruta como más peligrosa.

Para minimizar el tiempo de aplicación, se preguntó a los participantes si manejaban vehículo particular. Si el participante respondía que sí, entonces se aplicaban únicamente los experimentos de autos; si el participante no manejaba, entonces se aplicaban los experimentos de buses interurbanos. De los 22 participantes, 16 conducían, por lo que se aplicaron 16 experimentos de autos y 6 de buses interurbanos.

Todas las aplicaciones se realizaron en un espacio de evaluación estándar, que se caracterizar por uno en el que hay pocos elementos distractores, lo que permite que el encuestado pueda razonar tranquilamente sobre su respuesta. Las encuestas fueron realizadas por 1 psicólogos con experiencia en evaluación, que utilizó el Manual para Análisis Cognitivo – Pilotaje 2 para lograr una aplicación estandarizada para todas las personas.

7.3.3. Resultados

Se observó una coherencia total entre el pensamiento verbalizado de los encuestados y la opción de respuesta seleccionada.

A continuación, se presentan los resultados para los experimentos de autos, luego los de buses y finalmente los experimentos de probabilidad y proporciones.

Experimentos de autos con fallecidos

Pregunta 1

Pregunta 1 de 6

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Ruta 1**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
5 por año

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 15 minutos

 **Costo total del viaje**
\$15.000

☐ **Ruta 2**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 45 minutos

 **Costo total del viaje**
\$10.000

En esta pregunta, 15 de los 16 encuestados seleccionaron la opción 1; solo 1 encuestado seleccionó la opción 2. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo a esta pregunta:

Opción 1

“Porque tiene menos fallecidos y menos tiempo. Aunque cuesta un poco más, es más segura”.

“Me fijo en el tiempo, es lo más valioso para mí. No pienso mucho en la muerte; si me toca, me toca. Pero como prefiero que sea más rápido, elegiría la ruta uno”.

Opción 2

“Me inclino por la dos porque es más barata. Si no tengo prisa, prefiero ahorrar en costo antes que en tiempo o seguridad, ya que manejo de forma prudente y atenta”.

En las respuestas anteriores se observa que la decisión de los encuestados se fundamenta en diversas razones. En general, se hace referencia a todos los atributos, pero aquellos que impactan en la decisión son el tiempo y el número de fallecidos. La diferencia en costo solo es mencionada por quien escogió la opción número 2. Quienes escogieron la opción 1 argumentan principalmente en función del número de fallecidos o del tiempo.

Todos los encuestados indicaron que la opción 2 era una ruta más peligrosa y todos lo hicieron utilizando el atributo de número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Pregunta 2


 Pregunta 2 de 6

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?





☐ **Ruta 1**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
5 por año

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 45 minutos

 **Costo total del viaje**
\$15.000

☐ **Ruta 2**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 15 minutos

 **Costo total del viaje**
\$10.000

En esta pregunta, 12 encuestados seleccionaron la opción 1 y 4 encuestados seleccionaron la opción 2.

Opción 1

“En base a la seguridad. No es relevante el tiempo ni el precio, lo importante es que haya menos muertes”.

“La escojo porque tiene menos fallecidos y eso me da más seguridad, aunque sea un poco más cara y más lenta”.

Opción 2

“Aunque sea más peligrosa, es más económica y más rápida. Yo no suelo pensar en la muerte, entonces creo que no me va a tocar ser una de esas 20 personas”.

“Aunque cambien algunos elementos, mantengo la opción de la ruta dos, otra vez por el tema económico”.

En las respuestas anteriores se observa que los principales argumentos para decidir la opción 1 fue el número de fallecidos. Quienes seleccionaron la opción 2 lo hicieron referenciando el costo o la velocidad.

Todos los encuestados indicaron que la opción 2 era una ruta más peligrosa y todos lo hicieron utilizando el atributo de número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Pregunta 3



Pregunta 3 de 6

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?




☐ **Ruta 1**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
5 por año

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 30 minutos

 **Costo total del viaje**
\$15.000

☐ **Ruta 2**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 30 minutos

 **Costo total del viaje**
\$10.000

En esta pregunta, 13 encuestados seleccionaron la opción 1 y 3 encuestados seleccionaron la opción 2.

Opción 1

“El tiempo es el mismo, el costo no es tan diferente y la ruta uno es más segura. Por eso la elijo”.

“Me fijo en el número de fallecidos, me hace pensar que esa ruta es menos peligrosa. La otra puede tener más curvas”.

Opción 2

“Ruta dos también... por el costo del viaje. Me imagino una ruta montañosa, iría lento”.

“Porque me estoy ahorrando 5.000 pesos de viaje... me sigue gustando la dos”.

En esta pregunta, el atributo de tiempo es el mismo para ambas alternativas, por lo que aquellos que se usan para la toma de decisión es el número de fallecidos en accidentes de tránsito o el costo total. Todos los encuestados que seleccionaron la opción 2 argumentaron en función del costo y todos quienes lo hicieron por la opción 1 lo hicieron por el número de fallecidos.

Todos los encuestados indicaron que la opción 2 era una ruta más peligrosa y todos lo hicieron utilizando el atributo de número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Pregunta 4



Pregunta 4 de 6

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Ruta 1**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
5 por año

 **Costo total del viaje**
\$15.000

☐ **Ruta 2**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Costo total del viaje**
\$10.000

En esta pregunta, 14 encuestados seleccionaron la opción 1 y 2 encuestados seleccionaron la opción 2.

Opción 1

“Porque hay menos fallecidos por año. Prefiero la seguridad”.

“Me sigo inclinando por la uno, porque el número de fallecidos es menor y esa diferencia pesa más que el costo o el tiempo”.

Opción 2

“Sigo ahorrando en costo, entonces digo la dos”.

“De nuevo la ruta dos, porque es la más económica”.

Al igual que en las respuestas anteriores, se observa que el atributo utilizado para seleccionar la alternativa 1 es la seguridad, mientras que el costo es que se utiliza para la alternativa 2.

Todos los encuestados indicaron que la opción 2 era una ruta más peligrosa y todos lo hicieron utilizando el atributo de número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Experimentos de autos con lesionados

Pregunta 1



Pregunta 1 de 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?

☐ **Ruta 1**

+ **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
25 por año

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 40 minutos

 **Costo total del viaje**
\$15.000

☐ **Ruta 2**

+ **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
100 por año

 **Tiempo total de viaje**
2 horas, 0 minutos

 **Costo total del viaje**
\$10.000

En estas preguntas, todos los encuestados seleccionaron la opción 1. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo:

“La diferencia en lesionados entre las rutas es muy alta. Tiempo y costo no son tan distintos, así que priorizo que haya menos lesionados”.

“Aquí prefiero la ruta uno, porque es más corta y con menos lesionados graves, aunque salga más cara”.

En estas respuestas se observa que los encuestados priorizan generalmente la ruta más segura. Si bien algunos mencionan el tiempo como un elemento relevante en la toma de decisión, en la mayoría de los casos se hace referencia en primer lugar al número de lesionados graves.

Todos los encuestados indicaron que la opción 2 era una ruta más peligrosa y todos lo hicieron utilizando el atributo de número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Pregunta 2

Pregunta 2 de 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Ruta 1**

+ Número de lesionados graves en accidentes de tránsito
25 por año

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 45 minutos

 **Costo total del viaje**
\$15.000

☐ **Ruta 2**

+ Número de lesionados graves en accidentes de tránsito
100 por año

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 15 minutos

 **Costo total del viaje**
\$10.000

En esta pregunta, 15 de los 16 encuestados seleccionaron la opción 1. Solo 1 encuestado seleccionó la opción 2.

Opción 1

“Otra vez la ruta uno, porque tiene menos lesionados graves. La diferencia en tiempo no es avasalladora y el costo tampoco tanto. Prefiero la seguridad”.

“Solo porque hay menos lesionados graves, las otras variables no son tan relevantes”.

Opción 2

“Primero, el tiempo de viaje es más corto y también el costo es menor, aunque es la más peligrosa”.

En estas respuestas, se observa que el atributo de lesionados graves es el primero que aparece mencionado como elemento diferenciador entre ambas alternativas. El relato de los encuestados en general atribuye a este indicador la toma de decisión. El único encuestado que prefiere la alternativa 2 refiere al tiempo de viaje y al costo, pero reconoce que esta es la más peligrosa.

Todos los encuestados indicaron que la opción 2 era una ruta más peligrosa y todos lo hicieron utilizando el atributo de número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Pregunta 3



Pregunta 3 de 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?


.....


☐ **Ruta 1**

+ **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
25 por año

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 30 minutos

 **Costo total del viaje**
\$15.000

☐ **Ruta 2**

+ **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
100 por año

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 30 minutos

 **Costo total del viaje**
\$10.000

En esta pregunta, 15 de los 16 encuestados seleccionaron la opción 1. Solo 1 encuestado seleccionó la opción 2.

Opción 1

“Elijo la ruta uno otra vez. Ahora ambas tienen el mismo tiempo, así que la diferencia está en que hay menos lesionados en la uno. Por eso la prefiero”.

“Ruta uno. Mismo tiempo, pago 5 lucas más, pero muchos menos lesionados. Prefiero pagar eso a salir lesionado”.

Opción 2

“Porque el costo del viaje es menor”.

Los razonamientos verbalizados en esta pregunta son similares a la anterior. Todos los encuestados mantuvieron las mismas respuestas por los mismos argumentos. Quien seleccionó la opción 2 argumentó esta vez en un menor costo de viaje. Todos quienes seleccionaron la opción 1 lo hicieron en función del número de lesionados graves.

Todos los encuestados indicaron que la opción 2 era una ruta más peligrosa y todos lo hicieron utilizando el atributo de número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Pregunta 4

Pregunta 4 de 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Ruta 1**

+ **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
25 por año

\$ **Costo total del viaje**
\$15.000

☐ **Ruta 2**

+ **Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
100 por año

\$ **Costo total del viaje**
\$10.000

En estas preguntas, todos los encuestados seleccionaron la opción 1. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo:

“Elijo la ruta uno fijándome en la cantidad de lesionados graves. Para mí es primordial que haya menos lesionados, porque eso demuestra que la ruta está bien controlada y señalizada”.

“Por la menor cantidad de lesionados graves, el costo no es tan relevante. Si hay tanto accidente en la otra ruta es porque anda más gente y eso lo hace peor”.

En estas respuestas, se observa que el atributo de número de lesionados graves es aquel que tiene el mayor peso en la toma de decisiones. La diferencia de precio entre una alternativa y otra no compensa el número de lesionados graves entre una ruta y otra.

Todos los encuestados indicaron que la opción 2 era una ruta más peligrosa y todos lo hicieron utilizando el atributo de número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Experimentos de buses con fallecidos

Pregunta 1



Pregunta 1 de 6

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio 1**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
5 por año

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 40 minutos

 **Costo total del viaje**
\$10.000 por persona

☐ **Servicio 2**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Tiempo total de viaje**
2 horas, 0 minutos

 **Costo total del viaje**
\$7.000 por persona

En estas preguntas, todos los encuestados seleccionaron la opción 1. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo:

“Porque hay menos accidentes y además el viaje es más corto. El costo me da lo mismo, lo importante es que sea más seguro”.

“Lo prefiero porque tiene menos fallecidos y además el viaje es más corto. Aunque sea más caro, me da más seguridad”.

En estas respuestas se observa que todos los encuestados mencionan el número de fallecidos en accidentes de tránsito como el elemento más relevante para tomar una decisión entre un servicio y otro. Generalmente, los encuestados mencionan este atributo como el principal para optar por el servicio 1. El tiempo aparece mencionado como un segundo atributo.

Todos los encuestados indicaron que la opción 2 era una ruta más peligrosa y todos lo hicieron utilizando el atributo de número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Pregunta 2



Pregunta 2 de 6

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio 1**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
5 por año

 **Tiempo total de viaje**
2 horas, 0 minutos

 **Costo total del viaje**
\$10.000 por persona

☐ **Servicio 2**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 30 minutos

 **Costo total del viaje**
\$7.000 por persona

En estas preguntas, todos los encuestados seleccionaron la opción 1. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo:

“Aunque se demore más y sea más caro, me transmite más seguridad porque hay menos fallecidos”.

“Es más segura porque tiene menos fallecidos, aunque se demore media hora más”.

Al igual que en la pregunta anterior, en esta pregunta todos los encuestados seleccionaron la opción 1. Todos los encuestados seleccionaron esa opción considerando el atributo de número de fallecidos en accidentes de tránsito como aquel que tenía el mayor peso en la toma de decisión.

Todos los encuestados indicaron que la opción 2 era una ruta más peligrosa y todos lo hicieron utilizando el atributo de número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Pregunta 3



Pregunta 3 de 6

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio 1**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
5 por año

 **Tiempo total de viaje**
2 horas, 0 minutos

 **Costo total del viaje**
\$10.000 por persona

☐ **Servicio 2**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Tiempo total de viaje**
2 horas, 0 minutos

 **Costo total del viaje**
\$7.000 por persona

En estas preguntas, todos los encuestados seleccionaron la opción 1. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo:

“Me quedo con el uno por el número de fallecidos. Eso es lo que marca la diferencia”.

“Con el mismo tiempo, elijo donde hay menos fallecidos; el costo me da igual”.

En las respuestas a esta pregunta se observa el mismo patrón que en las anteriores. En todos los casos, se privilegió la seguridad en la ruta por sobre la variable de costo. El tiempo, al ser el mismo en ambas alternativas, no fue un elemento que marcara una diferencia para los encuestados.

Todos los encuestados indicaron que la opción 2 era una ruta más peligrosa y todos lo hicieron utilizando el atributo de número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Pregunta 4

Pregunta 4 de 6

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio 1**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
5 por año

 **Costo total del viaje**
\$10.000 por persona

☐ **Servicio 2**

 **Número de fallecidos en accidentes de tránsito**
20 por año

 **Costo total del viaje**
\$7.000 por persona

En estas preguntas, todos los encuestados seleccionaron la opción 1. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo:

“Prefiero la ruta con 5 fallecidos al año, porque me parece más segura”.

“No me importaría gastar más plata, seguiría priorizando mi integridad”.

En las respuestas a esta pregunta se observa que todos los encuestados asignan un valor relevante para escoger la ruta más segura. La diferencia de precio entre una y otra alternativa no es suficiente para que las personas escojan la opción más económica considerando la diferencia en número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Todos los encuestados indicaron que la opción 2 era una ruta más peligrosa y todos lo hicieron utilizando el atributo de número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Experimentos de buses con lesionados

Pregunta 1

Pregunta 1 de 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio 1**

**Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
25 por año

**Tiempo total de viaje**
1 hora, 40 minutos

**Costo total del viaje**
\$10.000 por persona

☐ **Servicio 2**

**Número de lesionados graves en accidentes de tránsito**
100 por año

**Tiempo total de viaje**
2 horas, 0 minutos

**Costo total del viaje**
\$7.000 por persona

En estas preguntas, todos los encuestados seleccionaron la opción 1. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo:

“Porque hay menos lesionados graves y además demora menos tiempo, aunque cueste un poco más”.

“Porque tiene menos lesionados y además es más rápido, aunque sea más caro”.

En las respuestas a estas preguntas se observa que el número de lesionados graves es el elemento que primero aparece mencionado en la argumentación de los encuestados. El tiempo es mencionado como una variable positiva, pero como un adicional en la selección del servicio 1.

Todos los encuestados indicaron que la opción 2 era una ruta más peligrosa y todos lo hicieron utilizando el atributo de número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Pregunta 2



Pregunta 2 de 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio 1**

+ Número de lesionados graves en accidentes de tránsito
25 por año

 **Tiempo total de viaje**
2 horas, 0 minutos

 **Costo total del viaje**
\$10.000 por persona

☐ **Servicio 2**

+ Número de lesionados graves en accidentes de tránsito
100 por año

 **Tiempo total de viaje**
1 hora, 30 minutos

 **Costo total del viaje**
\$7.000 por persona

En estas preguntas, todos los encuestados seleccionaron la opción 1. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo:

“Porque tiene menos lesionados, y para mí eso pesa más que el tiempo o el costo. Prefiero el lado seguro”.

“Porque hay menos probabilidad de tener una lesión grave... no me importaría pasar más tiempo y pagar más caro”.

Al igual que en las respuestas anteriores, se observa que los encuestados dan un peso relevante al número de lesionados como un elemento diferenciador entre una alternativa y otra. La diferencia de precio entre estas alternativas no es un elemento que para los encuestados sea relevante al compararla con la diferencia en el número de lesionados graves en accidentes de tránsito.

Todos los encuestados indicaron que la opción 2 era una ruta más peligrosa y todos lo hicieron utilizando el atributo de número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Pregunta 3

Pregunta 3 de 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio 1**

+ Número de lesionados graves en accidentes de tránsito
25 por año

 **Tiempo total de viaje**
2 horas, 0 minutos

 **Costo total del viaje**
\$10.000 por persona

☐ **Servicio 2**

+ Número de lesionados graves en accidentes de tránsito
100 por año

 **Tiempo total de viaje**
2 horas, 0 minutos

 **Costo total del viaje**
\$7.000 por persona

En estas preguntas, todos los encuestados seleccionaron la opción 1. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo:

“Desconfío de la dos... aunque cueste 3.000 pesos más, al tiro la descarto porque son 100 por año”.

“Con el mismo tiempo, prefiero pagar más por asegurar llegar sin lesiones”.

Al igual que en las preguntas anterior, la diferencia de precio entre una alternativa y la otra es insuficiente para contrarrestar la diferencia en el número de lesionados en accidentes de tránsito. Todos los encuestados prefieren la opción 1 debido a que es más segura.

Todos los encuestados indicaron que la opción 2 era una ruta más peligrosa y todos lo hicieron utilizando el atributo de número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Pregunta 4

Pregunta 4 de 4

¿Qué opción prefiere para realizar su viaje?



☐ **Servicio 1**

+ Número de lesionados graves en accidentes de tránsito
25 por año

Costo total del viaje
\$10.000 por persona

☐ **Servicio 2**

+ Número de lesionados graves en accidentes de tránsito
100 por año

Costo total del viaje
\$7.000 por persona

En estas preguntas, todos los encuestados seleccionaron la opción 1. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo:

“Menos probabilidad de tener una lesión grave, me importaría más eso que pagar algo más caro”.

“Misma razón: 25 lesionados vs. 100; el 1 es el menos riesgoso”.

Las respuestas a esta pregunta son consistentes con todas las anteriores: todos los encuestados tienen una buena disposición a pagar un poco más por abordar un servicio que se percibe como más seguro.

Todos los encuestados indicaron que la opción 2 era una ruta más peligrosa y todos lo hicieron utilizando el atributo de número de fallecidos en accidentes de tránsito.

Experimentos de probabilidad y proporciones

A todos los encuestados se le realizaron 2 preguntas sobre probabilidad y proporciones. Estas preguntas fueron exactamente las mismas para quienes respondieron los experimentos de buses o de autos; la única diferencia fue la iconografía que presentaba un auto o un bus dependiendo del medio de transporte por el cual estaban respondiendo. Estas preguntas fueron las mismas que se utilizaron en el pilotaje 1.

Experimento de probabilidades

The screenshot shows a survey interface with two identical sections, each labeled 'Pregunta 5 de 6'. Each section contains two scenarios for comparison:

- Servicio de buses 1:**
 - Número de fallecidos en accidentes de tránsito: 10 por año
 - Vehículos circulando por año: 2 millones
- Servicio de buses 2:**
 - Número de fallecidos en accidentes de tránsito: 20 por año
 - Vehículos circulando por año: 4 millones

Below the scenarios, the question asks: '¿En cuál ruta tienes mayor riesgo individual de morir?' with four radio button options: Ruta 1, Ruta 2, Igual, and No sé.

En este experimento, 6 encuestados consideraron que el riesgo de morir era igual en ambas opciones. Los 16 restantes consideraron que había un mayor riesgo de morir en la ruta 2. A continuación se presentan algunas respuestas de ejemplo:

Opción Igual

“En realidad siento que en ambas hay riesgo, puedo morir en cualquiera de las dos”.

“Igual... en la ruta dos circulan 4 millones y en la uno 2 millones; duplica en ambos, así que es igual”.

Opción Ruta 2

“Creo que tengo más riesgo en la ruta 2, porque ahí circulan más autos y además ocurren más accidentes con fallecidos al año”.

“Creo que tendría más riesgo de morir en la ruta dos, porque además de tener más fallecidos circula el doble de autos. Eso significa más exposición al peligro y también a cómo conducen los demás”.

Al igual que en el pilotaje anterior, se observa un porcentaje importante de los encuestados solo consideran los valores absolutos para indicar que una ruta tiene un mayor riesgo que la otra. Quienes escogieron la opción “igual” mantuvieron la proporción entre número de fallecidos y autos circulando por la ruta.

Experimento de proporciones

Experimento de proporciones

Pregunta 6 de 6

Ruta 1

Número de fallecidos en accidentes de tránsito
20 por año

Vehículos circulando por año
3 millones

¿Cuántos fallecidos esperarías si circulara la mitad de vehículos?

☐ 5 ☐ 10 ☐ 20 ☐ 40 ☐ NSNR

Ruta 1

Número de fallecidos en accidentes de tránsito
20 por año

Autos circulando por año
3 millones

¿Cuántos fallecidos esperarías si circulara la mitad de vehículos?

☐ 5 ☐ 10 ☐ 20 ☐ 40 ☐ NSNR

En este experimento, 8 encuestados seleccionaron que esperarían 5 fallecidos si el número de vehículos se redujera a la mitad. Los 14 restantes escogieron 10 fallecidos si el número de vehículos se redujera a la mitad. A continuación, se presentan algunas respuestas de ejemplo:

Opción de 5 fallecidos

“Si circulara la mitad de vehículos... ojalá bajara a cinco, que respetaran las leyes del tránsito”.

“Esperaría unos cinco fallecidos. Menos autos en la ruta significan menos posibilidad de choques. He viajado harto y la mayoría de los choques son por adelantarse, entonces con menos tráfico habría menos”.

Opción de 10 fallecidos

“Esperaría que fueran 10 fallecidos por año. Lo calculo porque si hay la mitad de vehículos, debería haber la mitad de accidentes”.

“Primero pensé 5, pero entendí que debía ser la mitad de 20, entonces serían 10 fallecidos”.

En estas respuestas se observa que quienes escogieron la opción de 10 fallecidos mantuvieron la proporción respecto de la tarjeta original. Quienes escogieron la opción de 5, pensaron que un menor número de vehículos se traduce en una reducción no-lineal en el número de accidentes.

7.3.4. Conclusiones

Se observa que todos los encuestados razonaron de forma coherente con la opción de respuesta seleccionada. En todos los casos, se hizo un balance entre los tres atributos y la selección de la opción escogida reflejó los verbalizado por los encuestados.

Respecto del uso del tiempo, se observó que, si bien sigue siendo una variable que tiene un peso en la toma de decisiones, fue mencionado con menos frecuencia que en el pilotaje anterior como el atributo que marcaba una diferencia entre una alternativa y otra. Posiblemente, agregarlo en segundo lugar, luego del atributo del número de lesionados graves/fallecidos, fue una forma más efectiva de comunicar el riesgo.

Se observó que el uso de valores más alto en el número de lesionados graves tuvo un impacto en la toma de decisiones. En este segundo pilotaje, el porcentaje de personas que seleccionó la opción de la ruta más rápida fue menor que en el pilotaje anterior. Si bien esto puede ser un efecto de utilizar una muestra distinta, y que los valores finales se estimen con la salida a campo a nivel nacional, es posible que valores cercanos a 100 tengan un impacto diferenciador en la población.

En este segundo pilotaje se preguntó específicamente por la alternativa que, de acuerdo a los encuestados, tenía la ruta o servicio más peligroso. En todos los casos, se utilizó el atributo de número de lesionados graves/fallecidos para indicar esto. En este sentido, la asociación entre tiempo de viaje y ruta más peligrosa, que se observó en los primeros grupos focales, ya no se encuentra en los experimentos finales.

Por último, y en coherencia con el pilotaje 1, se observa que la mayoría de los encuestados tiene dificultades para comprender las nociones de probabilidad y proporciones. Esto impacta en que los experimentos deben mantener siempre la misma proporción entre el flujo vehicular y el número de accidentes pues, en general, los encuestados se guían por los valores absolutos.

7.3.5. Sugerencias

- Mantener el mismo número de vehículos en circulación en cada ruta
- Ordenar los atributos considerando primero el número de accidentes, luego el tiempo y finalmente el costo del viaje

7.4. Conclusiones generales del análisis cognitivo

Las pruebas realizadas en todas las etapas de pilotaje presentan evidencia de que las preguntas son adecuadamente comprendidas por los encuestados. En su estado actual, los encuestados verbalizan razonamientos que son coherentes con la opción de respuesta, y que se caracterizan por hacer un balance entre los distintos atributos de cada alternativa.

En línea con lo anterior, se observó que los cambios en las instrucciones, en las que se indica explícitamente que no existe una asociación entre riesgo y tiempo de viaje, fue efectiva en todos los casos para que los encuestados operaran con los atributos de forma independiente.

Es importante notar que en el desarrollo de esta encuesta se han tomado en consideración algunos resultados del trabajo realizado en el proyecto VST, como por ejemplo, la realización de encuestas en un espacio de aplicación estándar como también el uso de valores simples de calcular (por ejemplo, evitando el uso de decimales y el uso de valores

redondeados). Estas consideraciones mostraron ser efectivas en otros contextos y se tomaron como punto de partida para el desarrollo del análisis cognitivo de este proyecto.

7.5. Sugerencias generales de análisis cognitivo

- Utilizar los diseños e instrucciones probadas en las distintas etapas de pilotaje
- Considerar espacios de aplicación estándar para la toma de datos
- Utilizar valores simples de calcular

8. Tarea 8: Análisis de Software para Levantamiento de Encuestas

8.1. Presentación

El equipo consultor utiliza regularmente el software Survey Engine, el que ha sido probado en diversas aplicaciones, incluyendo la Etapa 2 del estudio Valor Social del Tiempo de Viaje en el contexto del SNI. Es un software específicamente aplicado al desarrollo de experimentos de preferencias declaradas y recientemente ha incorporado una integración con NGENE (herramienta para la generación de diseños experimentales de PD) y Apollo (software para la estimación de modelos de elección discreta), con lo que se constituye en el paquete más completo disponible para estudios de preferencias declaradas (PD).

Dentro de las limitaciones observadas, se trata de una plataforma basada en web, que podría presentar dificultades en sectores con cobertura deficiente de internet, y es un software de pago.

En este contexto, y siguiendo los requerimientos del estudio, se ha realizado una comparación con el software recomendado en los términos de referencia (Survey Solutions), lo que se presenta en el punto siguiente.

8.2. Comparación Softwares Comerciales: Caso Survey Solutions

8.2.1. Antecedentes generales

Se evaluó la plataforma **Survey Solutions** como alternativa principal. Esta herramienta, desarrollada por el Grupo de Datos del Banco Mundial, ha sido utilizada en numerosos estudios internacionales, destacando por su robustez técnica, gratuidad y su orientación a la implementación de encuestas complejas, tanto en terreno como en modalidad web.

Survey Solutions se compone de dos componentes diferenciados pero complementarios:

a) Survey Solutions Designer: **Survey Solutions Designer** es un entorno web que permite **diseñar y programar los cuestionarios**. Es accesible a través del sitio oficial (<https://designer.mysurvey.solutions/>) y no requiere instalación local; basta con registrarse para tener acceso al sistema.

Principales características: Permite la creación de cuestionarios con una amplia variedad de tipos de preguntas: selección única, selección múltiple, numérica, de texto, fecha, GPS, listas, código de barras, imágenes, audio y datos geográficos.

Facilita la incorporación de validaciones en tiempo real y la configuración de condiciones habilitantes para preguntas y secciones, lo que permite construir encuestas con lógica avanzada.

Permite cargar tablas de datos preprocesados que pueden utilizarse como variables dinámicas, lo que resulta especialmente útil en encuestas de **Preferencias Declaradas (PD)** donde los escenarios de elección deben personalizarse según las características de cada encuestado.

Ofrece la posibilidad de utilizar **macros**, lo que facilita la implementación de validaciones anidadas y cálculos complejos dentro del cuestionario.

Sin embargo, es importante señalar una limitante relevante: el Designer no permite la personalización visual avanzada de los cuestionarios, tales como modificaciones mediante **HTML o CSS**. El aspecto gráfico de las encuestas es estandarizado y funcional, pero básico, sin posibilidad de modificar colores, estilos ni diagramaciones complejas. Esto debe ser especialmente considerado en encuestas donde el diseño visual tiene un rol crítico en la comprensión o en la percepción del encuestado, como es el caso de los experimentos de preferencias declaradas.

Además, es importante destacar que **Survey Solutions Designer** permite exclusivamente la creación y validación de los cuestionarios, pero no gestiona el levantamiento de datos ni el almacenamiento de la información recolectada, tareas que corresponden al componente Headquarters.

b) Survey Solutions Headquarters (Servidor)

Para la ejecución operativa del estudio y el levantamiento de datos es necesario contar con el componente **Survey Solutions Headquarters**, que corresponde a la plataforma central de gestión de encuestas.

Este sistema debe ser instalado y configurado en un **servidor** o en una infraestructura controlada por el equipo técnico del estudio, permitiendo:

- Asignar y distribuir encuestas vía web o a los dispositivos de los encuestadores.
- Monitorear en tiempo real el progreso del levantamiento de datos.
- Gestionar la sincronización de los dispositivos móviles y la recopilación segura de las encuestas completadas.
- Garantizar la **seguridad y confidencialidad de la información**, ya que los datos se almacenan en un servidor propio, sin depender de servicios externos.

El servidor Headquarters puede instalarse en sistemas operativos **Windows o Linux**, y su correcta implementación requiere soporte técnico especializado, tanto para su puesta en marcha como para su mantenimiento y administración durante el desarrollo del estudio.

8.2.2. Compatibilidad y Consideraciones para el Estudio

Survey Solutions, en su conjunto (Designer + Headquarters), es técnicamente compatible con los requerimientos metodológicos del estudio, siempre que se consideren las siguientes condiciones:

- Se debe disponer de un servidor Headquarters debidamente configurado, que garantice la seguridad, integridad y trazabilidad de los datos recolectados.
- El equipo técnico debe contar con las competencias necesarias para administrar el servidor, gestionar los dispositivos de recolección y resolver posibles incidentes técnicos durante la operación del estudio.
- Los diseños experimentales eficientes, particularmente los diseños **Bayesianos D-eficientes** requeridos para las encuestas de Preferencias Declaradas, deben generarse previamente en software especializado (por ejemplo, NGENE) y ser cargados correctamente en el Designer. De acuerdo a las pruebas realizadas por el equipo consultor, es posible cargar los experimentos previamente diseñados como imágenes a mostrar al encuestado o bien generarlos internamente a través de procesos intermedios (experimentos pivoteados a partir de las respuestas del encuestado) pero son visualmente muy limitados.

Figura 6-1: Ejemplo Experimento 1: Elección de Ruta Auto – Imagen prediseñada

Elección 1

RUTA 1	RUTA 2
Tiempo de viaje 1h 30m	Tiempo de viaje 2h 20m
Accidentes de Tránsito con Fallecidos 2 por año	Accidentes de Tránsito con Fallecidos 14 por año
Costo \$12,800	Costo \$9,600

En las condiciones anteriores, ¿qué opción prefiere para realizar su viaje?

☐ RUTAA

☐ RUTA B

Fuente: Elaboración propia sobre Designer de Survey Solutions

Figura 6-2: Ejemplo Experimento 2: Elección de Ruta Auto – Generado en Survey Solutions
En las condiciones siguientes, ¿qué opción prefiere para realizar su viaje?

The image shows a screenshot of a survey experiment interface. At the top, there is a question: "En las condiciones siguientes, ¿qué opción prefiere para realizar su viaje?". Below the question, there are two radio button options. The first option is "RUTA A: Tiempo 1h 30m Accidentes de tránsito con fallecidos: 2 por año, Costo: \$12.800". The second option is "RUTA B: Tiempo 2h 20m Accidentes de tránsito con fallecidos: 14 por año, Costo: \$9.600". Both options are preceded by a radio button icon.

Fuente: Elaboración propia sobre Designer de Survey Solutions

El primer caso, como imágenes de experimentos previamente diseñados, es una solución factible pero que limita las posibilidades de ajustar el experimento a las características del encuestado. Permitiría generar un conjunto acotado de opciones genéricas de experimento, entre las cuales habría que escoger aquella que mejor se ajuste a las características del entrevistado. A modo de ejemplo, se requeriría contar con una combinatoria de experimentos según el modo de viaje y su extensión (e.g. viajes largo/cortos en bus, viajes largos/cortos en auto).

El segundo caso, de generar experimentos pivoteados a partir de lo indicado por el entrevistado genera experimentos técnicamente correctos pero inadecuados a la luz de los antecedentes del análisis cognitivo. Se estima que las limitaciones visuales del Designer afectarían la comprensión de los escenarios de elección, aspecto que debería ser evaluado mediante pretests y pruebas cognitivas.

Cabe hacer notar que Survey Solutions parece asumir que las encuestas serán realizadas por un encuestador al entrevistado y no contemplan la opción de autoaplicación de la encuesta, lo que explicaría sus limitaciones gráficas. A modo de referencia, en la imagen siguiente se muestra el funcionamiento de Designer, incluyendo una opción de "Adicionar Instrucciones al Entrevistador".

Figura 6-3: Pantalla de Designer en Survey Solutions



Fuente: Designer de Survey Solutions

De este modo, **Survey Solutions** si bien es una herramienta técnicamente robusta, costo-efectiva y alineada con los estándares de seguridad y control exigidos en este estudio presenta importantes limitaciones para la presentación de los experimentos de preferencias declaradas.

8.3. Análisis de Softwares

A partir del análisis específico de Survey Solutions y de la experiencia del consultor con Survey Engine, es posible apreciar las principales ventajas y desventajas de cada uno. En el caso de Survey Engine, la principal desventaja es que se trata de un software de pago, con una suscripción anual y que está concebido para uso en plataformas digitales en ambiente web, por lo que puede verse afectado en su utilización debido a problemas de conectividad. En el caso de Survey Solutions, su principal limitación es su capacidad gráfica, lo que afecta la posibilidad de autoaplicación de entrevistas y la forma de presentación de las tarjetas de elección en un experimento de preferencias declaradas.

Dado que ninguna de las opciones cumple a cabalidad con el requerimiento de “proponer un software para el levantamiento de encuestas capaz de entregar el despliegue necesario para realizar las preguntas del cuestionario propuesto, esto es en términos de disponibilidad gráfica, audiovisual, de conexión a internet” y que “sea flexible, escalable y personalizable, que ya haya sido utilizado para encuestas a escala nacional”, surgen las siguientes opciones para el presente estudio:

- Utilizar Survey Engine como software para el levantamiento de encuestas, asumiendo el costo de suscripción y las eventuales limitaciones de disponibilidad de internet en su aplicación.
- Utilizar Survey Solutions considerando diseños previamente formulados y genéricos, aceptando que no es factible presentar experimentos pivoteados en relación a las condiciones de viaje del entrevistado.
- Considerar un desarrollo informático propio¹⁸, que cuente con las facilidades para la recopilación de información, generación de experimentos pivoteados y presentación gráfica, con requerimientos de seguridad informática y capacidad de operar en modo local (sin internet).

En el cuadro siguiente se resumen los principales elementos de la comparación realizada.

Cuadro 8-1 Comparativa de Softwares

Ítem	Survey Engine*	Survey Solutions	Desarrollo Informático
Costos asociados	Pago mensual/anual	Mantenimiento de servidor, sin costos directos	Inversión inicial en desarrollo, costos de mantenimiento y operación de servidores.
Seguridad y anonimidad de datos	Si	Si	A desarrollar
Número de encuestas	Sin limitaciones	Sin limitaciones	Por determinar
Posibilidad de desarrollar experimentos pivoteados	Si	Si (limitaciones en presentación de tarjetas)	A desarrollar
Integración con NGENE	Integrado en software	No integrado	No integrado
Uso en modo local	No disponible	Disponible	A desarrollar
Capacidad gráfica	Permite HTML	Limitada	A desarrollar
Uso en encuestas de escala nacional	Si	Si (en Chile)	No

* Plataforma Global Compliance

8.4. Análisis de alternativas

Para estudiar opciones, se plantearon como alternativas de solución al problema lo siguiente:

- Mejorar de manera exógena la capacidad gráfica de Survey Solutions, a través de una interfaz a desarrollar. Esto permitiría aprovechar las fortalezas de este software, mejorando su mayor debilidad observada.
- Incorporar la opción de modo local (off line) en Survey Engine. Esta opción resuelve una de las dificultades observadas en el software, si bien mantendría el costo asociado.

¹⁸ Se hace notar que esta opción escapa a los alcances y posibilidades de la presente consultoría.

- Generar un desarrollo informático específico para las necesidades del estudio.

8.4.1. Interfaz de encuesta en Survey Solutions

Survey Solutions Designer es una herramienta sólida para el diseño de cuestionarios con lógica compleja, validaciones en tiempo real, macros y uso de tablas precargadas. Esto la hace adecuada para encuestas metodológicamente exigentes, como aquellas que incluyen experimentos de Preferencias Declaradas (DCE)

Sin embargo, presenta una limitante estructural: el entorno de entrevista es fijo y no permite personalización visual avanzada. Las encuestas se despliegan con un diseño estandarizado, sin posibilidad de alterar estilos mediante HTML o CSS. Esto significa que la apariencia de botones, colores, tipografías, diagramación y elementos gráficos no puede adaptarse a la identidad visual del proyecto.

Adicionalmente, aunque la plataforma cuenta con una API, esta está orientada a:

- Gestión de entrevistas (descarga de resultados, metadatos, estados de asignación).
- Administración de usuarios, cuestionarios y supervisores.

La API no permite renderizar ni enviar respuestas desde una interfaz externa lo que descarta la posibilidad de construir un front-end propio conectado directamente al sistema.

Conclusión: en Survey Solutions no es factible “externalizar” la interfaz. Si se requiere una experiencia visualmente atractiva o muy personalizada para el encuestado, se debe aceptar la interfaz básica que ofrece la plataforma o considerar otra vía.

8.4.2. Modo offline en SurveyEngine

SurveyEngine se ha consolidado como una solución muy flexible en términos de diseño, permitiendo cuestionarios que incorporan estilos gráficos avanzados, integraciones externas y lógica experimental compleja. A diferencia de Survey Solutions, la plataforma no restringe la apariencia: es posible utilizar plantillas, personalizar con CSS y JavaScript, y adaptar la interfaz a un alto nivel de detalle.

No obstante, la herramienta está concebida para funcionar únicamente en línea. SurveyEngine ofrece encuestas en modalidad CAWI (Computer Assisted Web Interviewing), es decir, a través de navegadores con conexión a internet, y en modalidades controladas para entrevistas telefónicas (CATI). Actualmente no dispone de aplicaciones móviles dedicadas ni de un sistema de offline sincronización, como sí ocurre en Survey Solutions con su aplicación de campo. Esto significa que cada respuesta requiere conexión activa para ser registrada en el servidor.

Se consultó al proveedor del software, quien indicó que se podría levantar la plataforma de forma local en cada uno de los dispositivos de aplicación, siempre que existan los recursos necesarios para dicha implementación. La empresa está basada en Berlín, por lo que sería necesario enviar los dispositivos a Alemania.

Esto implicaría tener la información dispersa en múltiples dispositivos, sin un mecanismo de sincronización centralizada. Esto generaría importantes limitaciones:

- **Gestión de respaldos:** no habría un sistema confiable para garantizar la integridad y seguridad de los datos.
- **Unificación de respuestas:** sería difícil reunir de manera ordenada la información proveniente de varios dispositivos, lo que pondría en riesgo la integridad y consistencia de los resultados.
- **Mantenimiento y control:** cada dispositivo debería ser gestionado de forma independiente, aumentando riesgos de fallos o inconsistencias.

En contextos donde los entrevistados o encuestadores trabajan con conectividad limitada o nula (zonas rurales, estaciones subterráneas), SurveyEngine presenta un riesgo operativo, ya que no asegura la captura de datos offline. Su fortaleza está en el diseño y flexibilidad online, pero carece de una capa robusta para operación desconectada.

No obstante, los análisis cognitivos realizados han ido orientando la recopilación de encuestas a contextos donde es menos probable tener mala conectividad, lo que reduciría el impacto de esta restricción.

8.4.3. Desarrollo informático

Dada la tensión entre los dos sistemas analizados —Survey Solutions (robusto y offline, pero rígido en interfaz) y SurveyEngine (atractivo y flexible, pero sin offline)—, una alternativa viable es el de desarrollar una herramienta específica.

Dentro de las ventajas del desarrollo propio, un sistema a medida permitiría:

- Control total de la interfaz de encuestas desarrollo (web y móvil), aplicando estilos, diagramación y elementos visuales acordes al proyecto.
- Modo offline real mediante una aplicación móvil con almacenamiento local y sincronización diferida.
- Flexibilidad metodológica, replicando la lógica de saltos, validaciones y escenarios de elección (DCEs) con la exactitud que el estudio requiera.
- Dashboard de control adaptado a los indicadores del proyecto (progreso de campo, estados de entrevistas, tiempos, exportaciones en formatos predefinidos).

- Propiedad del sistema, sin depender de proveedores externos ni sus limitaciones técnicas.

Para realizar una estimación preliminar de los recursos requeridos, se consideraron los siguientes supuestos

- El desarrollo no contempla diseño gráfico ni visual, ya que el cliente debe proveerlo.
- Se debe proveer la estructura de los cuestionarios (preguntas, secciones, opciones de respuesta).
- Se debe entregar el set de variables de validación (reglas de consistencia, condiciones habilitantes, restricciones de entrada, etc.).
- El dashboard no permitirá ninguna modificación de los cuestionarios; estará limitado a monitoreo, visualización de estados y exportación de datos.
- El equipo de desarrollo implementará la lógica y la infraestructura en base a esta información.

En base al alcance definido (encuesta web, aplicación móvil offline, dashboard y API), la estimación es la siguiente:

Cuadro 8-2 Estimación de horas de desarrollo por partidas

Tarea/Actividad	Estimación horas desarrollador
Levantamiento de requisitos y diseño funcional	10–16 h
Diseño UI/UX básico (estructuración de vistas sin diseño gráfico avanzado)	24–36 h
Backend/API (Laravel + base de datos)	44–64 h
Parser de cuestionario (desde Excel/JSON a esquema de preguntas)	24–36 h
Encuesta web (CAWI con interfaz personalizada)	44–60 h
Módulo DCE y lógica compleja	48–68 h
Aplicación móvil offline (iOS/Android con sincronización)	96–132 h
Dashboard (gestión y exportación de datos, sin edición de cuestionarios)	28–40 h
QA y piloto en terreno	32–44 h
DevOps y despliegue	20–30 h
Documentación y traspaso	12–18 h

El total estimado es de entre 382 y 544 horas de desarrollo. Considerando un equipo de 2 desarrolladores a tiempo completo, esto equivale a un rango de 8 a 10 semanas de trabajo intensivo.

El desarrollo propio ofrece la combinación de virtudes de los softwares existentes (diseño a medida + offline), pero requiere una inversión considerable en horas y recursos (382–544 horas de desarrollo más soporte y mantenimiento). Este desarrollo no incluye diseño

gráfico, requiere que se provea la estructura de los cuestionarios y variables de validación, y el dashboard no permitirá modificaciones de cuestionarios, limitándose a monitoreo y exportación.

Es importante tener en cuenta que esto considera el desarrollo de un experimento, que quedaría sin posibilidad de modificación. Cualquier ajuste debería implicar un ajuste del desarrollo informático. Incluir nuevos experimentos corresponderán a desarrollos informáticos adicionales, con evidentes economías de escala, pero que implicarán igualmente mayores recursos.

Finalmente, es necesario tener en consideración los riesgos y demoras asociados a todo desarrollo informático.

8.5. Recomendación

Dado que la metodología exige un despliegue gráfico asociado al uso de un viaje previo del encuestado como referencia y considerando que la estrategia de levantamiento migró hacia paneles de usuarios online (donde el acceso a internet está garantizado), Survey Engine es la alternativa óptima para el levantamiento de datos, asumiendo su costo de suscripción frente a las limitantes gráficas de Survey Solutions.

Se exploró además la opción de generar un desarrollo propio, el cual presenta mayores riesgos y costos de desarrollo que no se justificarían para el desarrollo de una aplicación a escala nacional.

9. Tarea 9: Planificación del Levantamiento Piloto

9.1. Presentación

Se consideró inicialmente la realización de encuestas a viajeros en terminales de buses o durante el viaje, considerando detención a automovilistas en ruta con el apoyo de personal policial. Para esto, se evaluaron algunas opciones de rutas y pares origen destino que permitieran contar con la variabilidad suficiente en los parámetros de interés del estudio, como se muestra en la sección siguiente.

No obstante, a partir de antecedentes levantados en el estudio Valor Social de Tiempo de Viaje, Etapa 2.5 y que se resumen en la tercera sección, se optó por desarrollar encuestas a paneles con el fin de asegurar un análisis más racional de las opciones del experimento.

En la cuarta sección se presenta el diseño experimental y en la quinta sección se presentan las consideraciones iniciales del levantamiento. La planificación de las actividades se muestra en la última sección.

9.2. Consideraciones sobre Número de Fallecidos y Lesionados Graves por Accidente de Tránsito

9.2.1. Riesgo medio

El cálculo del VVE y CSL depende del riesgo que presenta una ruta en particular. En específico se requieren antecedentes de:

- nivel de flujo vehicular anual
- accidentes de tránsito al año con al menos un fallecido
- accidentes de tránsito al año con al menos un lesionado grave
- Número de fallecidos por accidentes de tránsito
- Número de lesionados graves por accidentes de tránsito

Independiente de que se considere presentar número de fallecidos por ruta dependiente del TMDA y distancia del viaje (riesgo-km), se considera importante revisar los indicadores de riesgo-km que presentan algunas rutas del país. Esto para presentar valores hipotéticos que sean cercanos a lo que experimentan los usuarios.

Es relevante por tanto tener una referencia de las magnitudes de estas variables para generar el diseño experimental, dado que el riesgo por kilómetro a priori de fallecer en un accidente de tránsito depende exclusivamente de las condiciones actuales de la vía. Bajo este objetivo, se estudian las condiciones de riesgo de siniestros viales en ciertas carreteras del país. Se busca indagar en magnitudes y en el análisis preciso normalizando los valores según el largo de la ruta.

El riesgo por kilómetro para fallecer se calcula como (el cálculo para lesionados graves es análogo):

$$Riesgo.km_{ruta} = \frac{N^{\circ} Fallecidos_{ruta}}{TMDA_{ruta} \cdot 365 \cdot Longitud_{ruta}} \left(\frac{fallecidos}{veh - km} \right)$$

La información asociada al número de accidentes, los lesionados fatales y lesionados graves puede ser obtenida de las bases de datos de Carabineros de Chile. En tanto, las magnitudes de flujo vehicular para rutas interurbanas se obtienen de la base de datos SECTO-2023 de MOP. Las estimaciones realizadas se presentan en el punto 5.4.2.

El análisis realizado sugiere que el riesgo promedio de accidente (tanto para fallecer como para lesionarse gravemente) disminuye significativamente a medida que aumenta el volumen de tráfico (TMDA) y la longitud de la ruta.

- Rutas con muy bajo tráfico (TMDA 0-1000) y distancias menores a 1 [km]: Presentan los índices de riesgo promedio más altos con mucha diferencia. El riesgo es extremadamente elevado en tramos cortos (0-1 km), con promedios de 172.21 (fallecer) y 705.81 (lesionarse). El riesgo disminuye progresivamente en tramos más largos.
- Rutas con tráfico medio y alto (TMDA 1001-8000+) y longitud mayor a 1 [km]: Los índices de riesgo promedio son notablemente más bajos y se mantienen en órdenes de magnitud similares entre sí. Los valores promedio para fallecer oscilan entre 1.02 y 8.92, mientras que para lesionarse gravemente están entre 3.21 y 16.93.

De aquí se desprende que las vías de bajo volumen de tráfico y corta longitud son, en promedio, las más peligrosas considerando la exposición. El aumento en el número de vehículos (TMDA) y la longitud del tramo están asociados a un riesgo promedio sustancialmente menor.

Dadas las diferencias de riesgo encontradas para los viajes de muy bajo tráfico y aquellos de baja longitud, para el experimento PD se hace necesario considerar viajes de al menos 1 [km] de distancia y más de 1,000 [veh/día]

CUADRO Nº 9-1: NIVELES DE RIESGO-KM PARA RUTAS SEGÚN SEGMENTOS DE INTERÉS

Rango TMDA [veh/día]	Rango Longitud	Rutas	Riesgo-km fallecer 10 ⁸ [pers/veh-km]			Riesgo-km lesionarse gravemente 10 ⁸ [pers/veh-km]		
			Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
1001-4000	1.1-5 km	23	8.92	0	141.85	16.93	0	113.48
	5.1-15 km	45	1.68	0	9.37	5.17	0	25.26
	15.1-30 km	66	2.81	0	30.86	8.89	0	65.41
	30+ km	96	2.50	0	11.17	6.97	0	39.23
4001-8000	1.1-5 km	9	1.06	0	9.5	5.86	0	28.49
	5.1-15 km	18	1.31	0	7.26	4.71	0	18.52
	15.1-30 km	14	2.63	0	5.23	7.01	0.63	11.95

Rango TMDA [veh/día]	Rango Longitud	Rutas	Riesgo-km fallecer 10^8 [pers/veh-km]			Riesgo-km lesionarse gravemente 10^8 [pers/veh-km]		
			Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
	30+ km	37	1.97	0	8.49	5.19	0	19.24
8000+	1.1-5 km	6	7.95	0	44.5	8.06	0	29.67
	5.1-15 km	15	1.02	0	6.58	4.77	0	27.72
	15.1-30 km	11	1.30	0	2.64	3.75	0	10.20
	30+ km	40	1.30	0	4.35	3.21	0	10.76

Fuente: Elaboración propia en base a los datos recolectados

Considerando solo estos segmentos de clasificación, se tiene que **el riesgo-km de fallecer promedio es de $2.60 \cdot 10^{-8}$ [pers/veh-km] y el riesgo-km de lesionarse gravemente es de $6.90 \cdot 10^{-8}$ [pers/veh-km]¹⁹.**

9.2.2. Niveles de Referencia

Como categoría de TMDA se van a utilizar las tres definidas y el valor de referencia corresponde al promedio del intervalo, salvo para el nivel más alto donde el valor de TMDA se fijó en 12.000 [veh/día]. De esta forma, las tres categorías de TMDA serán:

- Cat TMDA 1: 2.500 [veh/día]
- Cat TMDA 2: 6.000 [veh/día]
- Cat TMDA 3: 12.000 [veh/día]

Con respecto a la obtención de la distancia del viaje, esta se determina mediante el supuesto de una velocidad promedio fija. Por ejemplo, pensando en viajes rurales en auto se utilizó 80 [km/h]. En el experimento de bus se consideró 70 [km/h]. A partir de estas velocidades se determinan las distancias de viaje en el experimento de auto.

Con estos antecedentes, falta definir el riesgo-km a presentar en los experimentos para fallecidos y para lesionados graves. Los niveles de riesgo promedio encontrados resultaron en: $2,60 \cdot 10^{-8}$ [pers/veh-km] para fallecer y el riesgo-km de lesionarse gravemente es de $6,90 \cdot 10^{-8}$ [pers/veh-km]. En el siguiente cuadro se presentan los fallecidos anuales promedio²⁰ para el experimento de auto de modo que el nivel de riesgo/km para los viajes sea igual.

CUADRO Nº 9-2: EXP. AUTO - NIVEL BASE FALLECIDOS ANUALES CON RIESGO-KM $2.6 \cdot 10^{-8}$

Intervalo tiempo de viaje [min]	Tiempo medio [min]	Distancia [km]	Nivel base fallecidos anuales			Riesgo-km $\cdot 10^8$ [fallecidos/veh-km]		
			TMDA 12.000	TMDA 6.000	TMDA 2.500	TMDA 12.000	TMDA 6.000	TMDA 2.500
10	19	15	2	1	0	2,3	2,3	0,0
20	29	25	4	2	1	2,7	2,7	3,3
30	44	37	6	3	1	2,8	2,8	2,2
45	74	60	9	5	2	2,6	2,9	2,7

¹⁹ Realizando el cálculo como la suma ponderada del riesgo-km promedio con la cantidad de rutas.

²⁰ Aproximados a la unidad

Intervalo tiempo de viaje [min]	Tiempo medio [min]	Distancia [km]	Nivel base fallecidos anuales			Riesgo-km*10^8 [fallecidos/veh-km]			
			TMDA 12.000	TMDA 6.000	TMDA 2.500	TMDA 12.000	TMDA 6.000	TMDA 2.500	
75	89	82	109,3	12	6	3	2,5	2,5	3,0
90	119	105	140,0	16	8	3	2,6	2,6	2,3
120	149	135	180,0	20	10	4	2,5	2,5	2,4
150	239	195	260,0	30	15	6	2,6	2,6	2,5
240	359	300	400,0	46	23	9	2,6	2,6	2,5
360	539	450	600,0	68	34	14	2,6	2,6	2,6
540	1.439	990	1.320,0	150	75	31	2,6	2,6	2,6
Más de 1.440	1550	2.066,7	235	118	49	2,6	2,6	2,6	2,6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro anterior se han destacado los niveles base de fallecidos que son muy bajos para poder pivotear. Considerando niveles mejoras en seguridad vial que generen cambios en el número de fallecidos por ejemplo de: [-50%, -37,5%, -25%, -12,5%, 0%] se tiene que el mínimo número de fallecidos debe ser al menos de 8 para que todos los niveles sean diferentes. Por ejemplo, con 8 fallecidos anuales²¹ como base los niveles del experimento serían: 4, 5, 6, 7 y 8.

De esta forma, con un nivel de riesgo-km de $2,6 \cdot 10^{-8}$, valor empírico, los experimentos de auto con fallecidos anuales serían aplicables para:

- Viajes desde 45 [min] y TMDA de 12.000 [veh/día]
- Viajes desde 90 [min] y TMDA de 6.000 [veh/día]
- Viajes desde 240 [min] y TMDA de 2.500 [veh/día]

En el caso de los buses, dado que las velocidades son menores los valores base del experimento cambian. Estos se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO Nº 9-3: EXP. BUS - NIVEL BASE FALLECIDOS ANUALES CON RIESGO-KM $2,6 \cdot 10^{-8}$

Intervalo tiempo de viaje [min]		Tiempo medio [min]	Distancia [km]	Nivel base fallecidos anuales			Riesgo-km*10^8 [fallecidos/veh-km]		
				TMDA 12.000	TMDA 6.000	TMDA 2.500	TMDA 12.000	TMDA 6.000	TMDA 2.500
10	19	15	17,5	2	1	0	2,6	2,6	0,0
20	29	25	29,2	3	2	1	2,3	3,1	3,8
30	44	37	43,2	5	2	1	2,6	2,1	2,5
45	74	60	70,0	8	4	2	2,6	2,6	3,1
75	89	82	95,7	11	5	2	2,6	2,4	2,3
90	119	105	122,5	14	7	3	2,6	2,6	2,7
120	149	135	157,5	18	9	4	2,6	2,6	2,8
150	239	195	227,5	26	13	5	2,6	2,6	2,4
240	359	300	350,0	40	20	8	2,6	2,6	2,5
360	539	450	525,0	60	30	12	2,6	2,6	2,5
540	1.439	990	1.155,0	132	66	27	2,6	2,6	2,6
Mas de 1.440	1.550	1.808,3	206	103	43	2,6	2,6	2,6	2,6

²¹ Con 7 fallecidos los niveles resultan: 4, 4, 5, 6, 7

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, con un nivel de riesgo-km de $2,6 \cdot 10^{-8}$ los experimentos de buses con fallecidos anuales serían aplicables para:

- Viajes desde 45 [min] y TMDA de 12.000 [veh/día]
- Viajes desde 120 [min] y TMDA de 6.000 [veh/día]
- Viajes desde 240 [min] y TMDA de 2.500 [veh/día]

En el caso de los experimentos relativos a lesionados graves, el riesgo-km a utilizar se define a partir del valor utilizado para fallecidos. En este caso también se utiliza el valor empírico obtenido, es decir $6,90 \cdot 10^{-8}$ [pers/veh-km]. Con esto se obtienen los siguientes niveles base de lesionados graves según categoría de distancia y TMDA.

CUADRO Nº 9-4: EXP. AUTO - NIVEL BASE LESIONADOS GRAVES ANUALES CON RIESGO-KM $6,9 \cdot 10^{-8}$

Intervalo tiempo de viaje [min]	Tiempo medio [min]	Distancia [km]	Nivel base Lesionados graves anuales			Riesgo-km* 10^8 [lesionados graves/veh-km]		
			TMDA 12.000	TMDA 6.000	TMDA 2.500	TMDA 12.000	TMDA 6.000	TMDA 2.500
10	19	15	6	3	1	6,8	6,8	5,5
20	29	25	10	5	2	6,8	6,8	6,6
30	44	37	15	7	3	6,9	6,5	6,7
45	74	60	24	12	5	6,8	6,8	6,8
75	89	82	33	17	7	6,9	7,1	7,0
90	119	105	42	21	9	6,8	6,8	7,0
120	149	135	54	27	11	6,8	6,8	6,7
150	239	195	79	39	16	6,9	6,8	6,7
240	359	300	121	60	25	6,9	6,8	6,8
360	539	450	181	91	38	6,9	6,9	6,9
540	1.439	990	399	199	83	6,9	6,9	6,9
Mas de 1.440	1.550	2.066,7	625	312	130	6,9	6,9	6,9

Fuente: Elaboración propia

Entonces, con un nivel de riesgo-km de $6,9 \cdot 10^{-8}$ los experimentos de auto con lesionados graves anuales serían aplicables para:

- Viajes desde 20 [min] y TMDA de 12.000 [veh/día]
- Viajes desde 45 [min] y TMDA de 6.000 [veh/día]
- Viajes desde 90 [min] y TMDA de 2.500 [veh/día]

CUADRO Nº 9-5: EXP. AUTO - NIVEL BASE LESIONADOS GRAVES ANUALES CON RIESGO-KM $6,9 \cdot 10^{-8}$

Intervalo tiempo de viaje [min]	Tiempo medio [min]	Distancia [km]	Nivel base Lesionados graves anuales			Riesgo-km* 10^8 [lesionados graves/veh-km]		
			TMDA 12.000	TMDA 6.000	TMDA 2.500	TMDA 12.000	TMDA 6.000	TMDA 2.500
10	19	15	5	3	1	6,5	7,8	6,3
20	29	25	9	4	2	7,0	6,3	7,5
30	44	37	13	7	3	6,9	7,4	7,6
45	74	60	21	11	4	6,8	7,2	6,3
75	89	82	29	14	6	6,9	6,7	6,9
90	119	105	37	19	8	6,9	7,1	7,2

Intervalo tiempo de viaje [min]	Tiempo medio [min]	Distancia [km]	Nivel base Lesionados graves anuales			Riesgo-km*10^8 [lesionados graves/veh-km]			
			TMDA 12.000	TMDA 6.000	TMDA 2.500	TMDA 12.000	TMDA 6.000	TMDA 2.500	
120	149	135	157,5	48	24	10	7,0	7,0	7,0
150	239	195	227,5	69	34	14	6,9	6,8	6,7
240	359	300	350,0	106	53	22	6,9	6,9	6,9
360	539	450	525,0	159	79	33	6,9	6,9	6,9
540	1.439	990	1.155,0	349	175	73	6,9	6,9	6,9
Mas de 1.440	1.550	1.808,3	547	273	114	6,9	6,9	6,9	6,9

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, con un nivel de riesgo-km de $6,9 \times 10^{-8}$ los experimentos de bus con lesionados graves anuales serían aplicables para:

- Viajes desde 20 [min] y TMDA de 12.000 [veh/día]
- Viajes desde 45 [min] y TMDA de 6.000 [veh/día]
- Viajes desde 90 [min] y TMDA de 2.500 [veh/día]

Entonces, para el diseño de los experimentos, los niveles de fallecidos y lesionados graves se definen en función del Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) de la ruta, la distancia del viaje y un nivel de riesgo-km fijo establecido.

9.3. Consideraciones de Análisis Cognitivo para el Lugar de Encuesta

En los experimentos de preferencia declarada, en particular en aquellos que requieren que el encuestado realice una valoración entre dos o más opciones, es necesario que el ambiente de evaluación sea propicio en términos cognitivos para que dicha valoración se realice correctamente. Esto en contraste con aquellos tipos de pregunta en que se requiere de información declarativa, como la preferencia o rechazo frente a algún candidato o la estación de destino. En estos últimos tipos de preguntas no hay un impacto significativo del lugar de aplicación puesto que la respuesta es algo que el encuestado conoce de antemano, por lo que no tiene hacer una valoración, lo que requiere de un procesamiento cognitivo más sofisticado.

En el caso de los experimentos de VVE, los encuestados deben realizar una valoración que considera tanto el tiempo de viaje, el costo y el nivel de riesgo que están dispuestos a asumir en un determinado viaje. Este tipo de valoración requiere que el encuestado comprenda la información que se le presenta, para lo cual no solo resulta necesario la incorporación de las modificaciones realizadas durante la etapa de análisis cognitivo, sino también de un espacio apropiado para que puedan tomarse decisiones adecuadas. Para ello, resulta recomendable realizar estas encuestas en espacios de baja estimulación (p.ej.: una oficina o evaluaciones en paneles) puesto que existe evidencia que las distracciones impactan negativamente en el desempeño en varios contextos (Sevdalis et al 2014; Murji et al 2016; Zureick, Burk-Rafel, Purkiss y Hortsch, 2018; Pérez-Juárez, González-Ortega, Aguiar-Pérez, 2023) lo que puede afectar el proceso de respuesta del encuestado y que, en consecuencia,

responda utilizando un solo atributo y no el conjunto de ellos (por ejemplo, seleccionando una ruta porque es más económica sin considerar el riesgo de su elección).

9.4. Diseño Experimental

Los diseños obtenidos para cada experimento se presentan a continuación de acuerdo con los niveles para cada atributo por escenario de elección. Estos se adjuntan también como parte del anexo digital.

CUADRO Nº 9-6: DISEÑO EXPERIMENTAL – EXPERIMENTO 1 AUTO - ACCIDENTES FATALES

Escenario de Elección	Bloque	Ruta 1			Ruta 2		
		Tiempo de viaje	Fallecidos Anuales por adt	Costo	Tiempo de viaje	Fallecidos Anuales por adt	Costo
1	1	3	4	0	0	1	4
2	1	1	0	2	2	4	1
3	1	2	0	4	4	2	1
4	1	2	4	0	1	1	4
5	1	4	0	1	1	1	1
6	1	2	1	4	1	4	1
7	2	0	2	0	0	1	4
8	2	4	3	4	0	4	0
9	2	1	2	4	0	4	1
10	2	3	4	0	1	0	1
11	2	0	2	1	3	1	4
12	2	4	0	1	3	1	1
13	3	1	0	3	1	3	2
14	3	3	0	4	4	1	1
15	3	3	0	3	3	4	1
16	3	3	3	0	1	1	4
17	3	1	1	4	4	4	1
18	3	2	2	0	3	1	0
19	4	1	0	2	4	1	0
20	4	0	0	3	0	4	2
21	4	2	3	0	0	0	1
22	4	2	1	3	2	2	1
23	4	4	0	3	2	3	1
24	4	4	0	3	3	1	1
25	5	1	0	4	2	4	3
26	5	1	2	1	0	0	4
27	5	2	4	0	1	1	1
28	5	3	3	2	0	4	2
29	5	1	2	0	1	1	3
30	5	4	2	2	3	3	2

Fuente: Elaboración propia

CUADRO Nº 9-7: DISEÑO EXPERIMENTAL – EXPERIMENTO 2 BUS - ACCIDENTES FATALES

Escenario de Elección	Bloque	Servicio de buses 1			Servicio de buses 2		
		Tiempo de viaje	Fallecidos Anuales por adt	Costo	Tiempo de viaje	Fallecidos Anuales por adt	Costo
1	1	0	2	4	0	3	0
2	1	4	4	0	1	3	4
3	1	2	4	0	1	0	3
4	1	0	2	0	2	1	2
5	1	1	1	2	0	3	2
6	1	2	0	4	4	1	0
7	2	0	1	0	3	0	3
8	2	3	3	0	1	2	4
9	2	4	1	0	0	0	4
10	2	4	1	4	1	4	2
11	2	4	2	4	2	4	2
12	2	0	1	2	2	4	1
13	3	0	4	0	4	3	3
14	3	2	4	0	1	1	2
15	3	0	4	1	2	1	1
16	3	2	0	4	2	1	0
17	3	4	1	3	3	3	3
18	3	4	2	2	0	3	1
19	4	0	2	1	2	1	4
20	4	1	1	3	3	4	2
21	4	2	2	4	3	3	0
22	4	0	4	0	1	0	0
23	4	1	1	2	0	4	1
24	4	3	0	4	2	4	3
25	5	2	0	1	0	4	1
26	5	1	4	3	3	0	3
27	5	2	4	0	0	3	4
28	5	4	2	1	2	0	2
29	5	4	2	0	1	0	4
30	5	0	0	4	1	3	0

Fuente: Elaboración propia

CUADRO Nº 9-8: DISEÑO EXPERIMENTAL – EXPERIMENTO 3 AUTO- ACCIDENTES GRAVES

Escenario de Elección	Bloque	Ruta 1			Ruta 2		
		Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo	Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo
1	1	0	1	1	4	0	3
2	1	4	0	4	0	3	3
3	1	3	4	2	1	3	4
4	1	2	4	2	0	1	3
5	1	4	1	3	2	3	0
6	1	0	3	1	1	0	2
7	2	2	3	0	1	1	4
8	2	3	4	2	4	2	4
9	2	3	1	3	3	3	1
10	2	3	4	2	4	0	2
11	2	2	4	1	2	0	4

Escenario de Elección	Bloque	Ruta 1			Ruta 2		
		Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo	Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo
12	2	3	4	0	0	0	3
13	3	2	2	2	1	3	0
14	3	2	2	1	1	0	3
15	3	1	4	0	3	0	2
16	3	0	4	4	2	3	4
17	3	4	3	1	2	4	1
18	3	2	1	3	1	3	1
19	4	0	3	3	1	4	0
20	4	4	3	1	1	1	3
21	4	3	4	0	3	0	3
22	4	4	3	2	0	1	3
23	4	2	4	2	3	3	2
24	4	0	3	0	3	0	3
25	5	1	4	2	0	0	3
26	5	4	0	4	3	4	3
27	5	4	3	3	2	0	4
28	5	2	0	1	1	2	1
29	5	4	4	1	1	1	4
30	5	0	2	2	2	1	2

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 9-9: DISEÑO EXPERIMENTAL – EXPERIMENTO 4 BUS - ACCIDENTES GRAVES

Escenario de Elección	Bloque	Servicio de buses 1			Servicio de buses 2		
		Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo	Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo
1	1	4	1	3	4	4	2
2	1	0	4	2	0	3	4
3	1	3	0	2	0	1	2
4	1	0	1	4	0	2	1
5	1	2	1	4	1	3	0
6	1	4	1	4	2	4	0
7	2	1	4	0	4	3	4
8	2	4	1	2	1	3	2
9	2	2	3	4	4	2	4
10	2	1	3	0	3	0	1
11	2	2	4	3	1	0	4
12	2	2	1	3	4	3	1
13	3	4	1	3	1	4	3
14	3	3	0	2	1	4	1
15	3	3	0	1	1	4	0
16	3	1	2	1	2	1	4
17	3	3	3	0	3	0	4
18	3	2	0	3	4	4	2
19	4	0	4	4	1	2	4
20	4	0	3	3	3	2	3
21	4	2	1	0	3	0	4
22	4	4	1	4	1	3	0
23	4	2	2	2	1	0	4

Escenario de Elección	Bloque	Servicio de buses 1			Servicio de buses 2		
		Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo	Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo
24	4	1	2	3	3	4	1
25	5	2	1	4	3	4	1
26	5	3	0	3	4	4	1
27	5	3	4	1	0	2	3
28	5	0	0	4	0	3	1
29	5	3	1	4	2	4	1
30	5	3	4	1	1	0	2

Fuente: Elaboración propia

En la definición de los niveles de variación de los atributos se considera que estos permitan capturar las preferencias de los encuestados. La magnitud de los atributos se debe enmarcar en una situación no significativamente distinta a la realidad que afronta el encuestado, por ejemplo, las tarifas de transporte y los tiempos de viaje en su modo de viaje habitual deben ser muy parecidos en magnitud a los valores que él o ella percibe. Para este caso, los niveles de variación considerados son los siguientes:

CUADRO Nº 9-10: NIVELES DE VARIACIÓN DE LOS ATRIBUTOS

Modo	Variable	Niveles				
		0	1	2	3	4
AUTO	Tiempo de Viaje	-13%	0%	13%	25%	38%
AUTO	Fallecidos anuales promedio	-50%	-38%	-25%	-13%	0%
AUTO	Lesionados graves anuales promedio	-50%	-38%	-25%	-13%	0%
AUTO	Costo del Viaje	0%	20%	40%	60%	80%
BUS	Tiempo de Viaje	-13%	0%	13%	25%	38%
BUS	Fallecidos anuales promedio	-50%	-38%	-25%	-13%	0%
BUS	Lesionados graves anuales promedio	-50%	-38%	-25%	-13%	0%
BUS	Costo del Viaje	0%	20%	40%	60%	80%

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los fallecidos y lesionados, se asumió un nivel de TMDA de 12.000 veh/día que corresponde al mayor del rango disponible y que es consistente con las vías que conectan la Región de Valparaíso con la Región Metropolitana. El nivel base de lesionados y fallecidos se calcula en función de la distancia declarada del viaje, estableciendo así el rango de tiempo de viaje y aplicando los valores estimados en el punto 9.2 anterior.

Cabe destacar que los valores obtenidos de la variación de atributos se redondean de acuerdo con lo presentado en el siguiente cuadro. Por ejemplo, para valores de costo entre \$1.000 – \$5.000 los niveles se aproximan según 500, lo que hace que un valor de \$4.350 sea presentado como \$4.500.

CUADRO Nº 9-11: REDONDEO PARA VALORES DE ATRIBUTOS PRESENTADOS

Variable	Intervalo		Redondear a
	Mínimo	Máximo	
Costo del Viaje [\$]	0	1.000	100
Costo del Viaje [\$]	1.001	5.000	500

Variable	Intervalo		Redondear a
	Mínimo	Máximo	
Costo del Viaje [\$]	5.001	inf	1000
Tiempo de Viaje [min]	0	30	1
Tiempo de Viaje [min]	31	79	5
Tiempo de Viaje [min]	79	inf	10
Fallecidos anuales	0	inf	1
Lesionados graves anuales	0	inf	1

Fuente: Elaboración propia

9.5. Requerimientos de Panel

Se solicitó a una empresa de panel que desarrolle la encuesta piloto considerando a residentes de comunas de la Región de Valparaíso y de la Región Metropolitana, que realicen viajes entre ambas regiones con una periodicidad mínima de una vez al mes.

Se solicitó además que los integrantes del panel fueran mayores de edad y de ambos géneros. En principio, no se realizó un requerimiento específico sobre cuotas por nivel de ingreso, género o nivel educacional, ya que esto permite determinar las características del panel y a partir de sus resultados, la eventual necesidad de fijar cuotas específicas para un levantamiento masivo.

9.6. Planificación de actividades

La planificación del levantamiento consideró una primera tarea de definiciones iniciales respecto al ámbito de aplicación de la encuesta. Se acordó con el mandante la realización de encuestas en un ambiente controlado, para lo cual se reclutaría una empresa que permitiera la realización de encuestas a paneles de individuos.

A partir de las características del diseño experimental, se determinó la necesidad de realizar encuestas a viajeros entre las regiones de Valparaíso y Metropolitana, ya que definían un contexto adecuado en términos de duración de viaje y de TMDA en las rutas que permitían dichos viajes.

Con las definiciones iniciales, se tomó contacto con una empresa para que realizara un reclutamiento basado en la localización de los encuestados (residencia en las regiones de Valparaíso y Metropolitana) y que hubieran realizado recientemente viajes entre ambas regiones.

En paralelo se llevó adelante el diseño del cuestionario, incluyendo las adecuaciones derivadas de los focus group y análisis cognitivo, estableciendo las componentes de un diseño experimental eficiente al contexto de los viajes interurbanos indicados previamente.

Finalmente, se llevó a cabo el proceso de levantamiento de encuestas cuya duración se estimó en una semana para lograr una muestra mínima de 200 encuestas válidas.

Una vez realizado el levantamiento se debe obtener del software una base de datos con las respuestas obtenidas. Esta base de datos permite por una parte la caracterización muestral y la modelación econométrica de las respuestas obtenidas.

Lo anterior se resumen en la siguiente carta Gantt:

Figura 9-1: Planificación del levantamiento

Etapas	Tarea	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Preparación	Definiciones iniciales						
	Reclutamiento						
Implementación	Diseño Cuestionario						
	Levantamiento						
Análisis	Elaboración BBDD						
	Análisis muestra						
	Estimación econométrica						

10. Tarea 10: Levantamiento de Encuesta Piloto

10.1. Diseño del Cuestionario

El cuestionario está dirigido a personas que han realizado viajes entre el Gran Santiago y el Gran Valparaíso, a los que se les consulta acerca del último viaje que han realizado entre dichas localidades. La estructura general del formulario es la siguiente:

1. Caracterización del último viaje. En esta se consulta al encuestado/a por las condiciones de su último viaje, como por ejemplo, tiempo de viaje, costo incurrido, modo utilizado, origen-destino, ruta utilizada, entre otras consultas. Se identifica el modo de viaje de la persona y en base a este se elige el experimento PD a presentar.
2. Experimento de Elección de Preferencias Declaradas. Se presenta el experimento de elección PD pivoteado sobre el viaje declarado, añadiendo el número esperado de fallecidos o lesionados graves según sea el experimento. Los escenarios con menores fallecidos/lesionados son en general más caros y ese cobro extra se asocia con mejoras en seguridad vial.
3. Caracterización del usuario. En esta sección se recopilan los antecedentes asociados a las características del individuo. Entre estas se encuentra una caracterización por: ingreso, género, rango etario, ocupación, tamaño y ubicación del hogar, entre otras. Se incorporan además las preguntas de clases latentes.

10.2. Formulario Encuesta Piloto

La estructura de la encuesta en el programa se divide en páginas, en las que son incluidas las diversas preguntas de interés realizadas hacia los encuestados. En total son **13 páginas**, donde en la mayoría se presentan preguntas, pero existen algunas en las que solo se realizan cálculos internos. Es relevante detallar el contenido de cada página puesto que permite comprender la lógica de la misma y posteriormente analizar los tiempos de respuesta esperados por ítem. Por ejemplo, de acuerdo con la experiencia del equipo consultor, el primer escenario del experimento de preferencias declaradas siempre toma más tiempo que el resto.

Las páginas de la encuesta y su contenido se presentan a continuación:

- Página 1: Se da la bienvenida a quien responde y se presenta el objetivo del estudio. Se pide considerar el último viaje en auto/bus que la persona haya realizado un pago y que el traslado haya sido entre el Gran Valparaíso y Gran Santiago. Se realizan las siguientes preguntas:
 - *P1. ¿En qué modo de transporte viajó? (auto/bus)*. Se identifica el modo actual de viaje de las personas.
 - *P2. ¿Cuánto pagó en total por el viaje (solo de ida)?* Se obtiene un rango del costo

del viaje que luego será utilizado para el experimento PD.

- *P3. ¿Cuánto tiempo se demoró en llegar a su destino?* Se estima el tiempo de viaje a bordo en base a esta respuesta.
- *P4. ¿Cuál es la ruta principal que utiliza en su viaje?*
- *P5. ¿Cómo describiría la cantidad de tráfico vehicular en un día típico en dicha ruta?* Esta pregunta apunta a ver si las personas conocen los niveles de tráfico diario de las rutas que utilizan.
- *P6. ¿Cuál es la comuna de origen de su viaje?*
- *P7. ¿Cuál es la comuna de destino de su viaje?* En base a P6 y P7 se filtran los viajes que no ocurran entre la Región de Valparaíso y la Región Metropolitana (en cualquier sentido de viaje).

➤ Página 2: Se realizan preguntas asociadas al viaje declarado por la persona.

- *P8. ¿Cuál fue el motivo del viaje?*
- *P9. ¿Con qué frecuencia realiza el viaje?*
- *P10. ¿En qué horario comenzó su viaje?*
- *P11. ¿Cuántos acompañantes (familiares, amigos, etc) viajaron con usted?*

➤ Página 3: En esta página se realizan cálculos internos para los niveles de los atributos que serán presentados en el experimento PD, se elige al azar si presentar el experimento con número de fallecidos o lesionados graves. Se calcula el número de fallecidos por adt y lesionados graves de modo de mantener el riesgo-km definido.

➤ Página 4: Se presenta el experimento PD asignado a la persona encuestada según sus respuestas anteriores. El enunciado para el caso del experimento de viaje en auto con atributo número de fallecidos es el siguiente:

Piense en un viaje que va a realizar en auto desde “\$origen” a “\$destino”. Este viaje lo realizará usted solo/a manejando en automóvil.

Considere que para este viaje existen 2 rutas, que se diferencian en lo siguiente:

- *Número de fallecidos en accidentes de tránsito. Estadística anual de personas fallecidas al año por accidentes de tránsito.*
- *Tiempo de viaje total*
- *Costo total del viaje. Considera gasto en bencina y peajes con contribución a seguridad, en \$.*

Contexto de la ruta actual

- *Circulan en promedio “\$TMDA” vehículos por día (“\$TMDAaño” millones/año)*
 - *En promedio fallecen “\$fallecidos_base” personas por accidentes de tránsito*
-

- *P12. ¿Percibe usted que existe riesgo de “lesionarse gravemente/fallecer” por accidente de tránsito al realizar este viaje?* Se busca saber si las personas se sienten expuestas al riesgo de sufrir las consecuencias de un accidente de tránsito o no.
 - *P13. ¿Cómo calificaría el riesgo de la ruta?* Esta pregunta explora la clasificación del riesgo que las personas le atribuyen a los valores presentados.
 - *PD1. Escenario PD número 1*
- Páginas 5 a la 9: Se presentan los escenarios PD desde el 2 al 6 (uno por página). Luego del último escenario de elección se consulta sobre la consideración de atributos.
- *P14. ¿Qué atributos consideró para sus elecciones anteriores?* Esto será utilizado en la modelación econométrica para estimar el coeficiente solo con las respuestas de las personas que declaren considerar dicho atributo en sus elecciones.
- Página 10: Página de cálculos internos.
- Página 11: En esta se realizan preguntas de caracterización del individuo
- *P15. En relación a accidentes de tránsito, ¿ha vivido usted alguna experiencia de este tipo?* En teoría alguien que haya experimentado accidentes de tránsito podría valorar más la reducción de fallecidos o lesionados graves en ruta.
 - *P16. Seleccione su rango etario*
 - *P17. ¿Cuál es su máximo nivel educacional alcanzado?*
 - *P18. ¿Cuál es su situación laboral actual?*
 - *P19. ¿Cuántas personas viven en su hogar?*
 - *P20. ¿Tiene personas a su cuidado?*
 - *P21. ¿Tiene usted redes de apoyo?*
 - *P22. ¿En qué comuna vive?*
- Página 12: En esta página se hacen las consultas para ser utilizadas en eventuales modelos de clases latentes. Además, se consulta por el nivel de ingreso total del hogar de modo de determinar el ingreso per cápita (los niveles presentados dependen de la cantidad de miembros del hogar).
- *P23. Responda qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones.* Preguntas para ser utilizadas en clases latentes.
 - *P24. ¿En qué rango se encuentra el ingreso total de su hogar? (\$/mes)*

- *Fin de una encuesta completada.*

➤ Página 13: Página donde se van las personas filtradas en la encuesta.

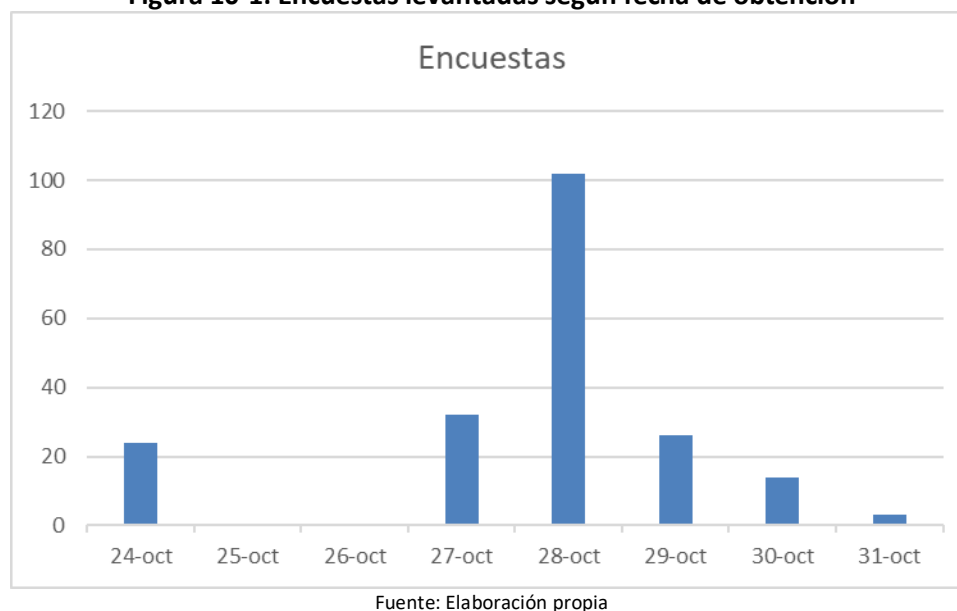
- *Fin de una encuesta filtrada.*

10.3. Desarrollo del Levantamiento

La encuesta piloto se desarrolló a través del panel OW desde el 24 de octubre y se completó el día 31 del mismo mes. Se requirió una muestra total de 200 encuestas completas y se lograron 202 encuestas en total.

En la figura siguiente se muestra la evolución de las encuestas de PD levantadas, que estaban asociadas a que el viaje descrito por el encuestado estuviera dentro de los orígenes y destinos requeridos. El levantamiento se inició el 24 de octubre con una muestra acotada del panel y luego entre el lunes 27 y martes 28 se realizó un requerimiento masivo.

Figura 10-1: Encuestas levantadas según fecha de obtención



Como se observa del gráfico, después del llamado inicial se tuvo un rendimiento decreciente de respuestas, aspecto a considerar en levantamientos de mayor escala.

10.4. Caracterización de la Muestra

En esta sección se presenta una descripción de la muestra recolectada. Esta se realiza con un enfoque en caracterización sociodemográfica de los individuos, los viajes declarados por estos/as, una caracterización según las percepciones del riesgo y actitudes/percepciones.

10.4.1. Caracterización Sociodemográfica

Se completó la muestra requerida con 202 encuestas completas de las cuales 114 corresponden a usuarios de ingreso bajo (menos de \$600.000/mes por persona), 63 de ingreso medio y 24 de ingreso alto (más de \$1.300.000/mes-persona). Esto da cuenta de cierta dificultad de alcanzar mediante panel a determinados estratos de ingreso.

CUADRO Nº 10-1: CARACTERIZACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA DE LA MUESTRA SEGÚN INGRESO PER CÁPITA

Rango de ingreso per cápita	Modo de viaje		Total Rango ingreso
	Auto	Bus	
Menos de 200.000	2	12	14
Entre 200.001 y 470.000	24	47	71
Entre 470.001 y 600.000	11	18	29
Entre 600.001 y 750.000	20	8	28
Entre 750.001 y 900.000	5	11	16
Entre 900.001 y 1.100.000	2	9	11
Entre 1.100.001 y 1.300.000	2	6	8
Entre 1.300.001 y 1.750.000	10	6	16
Entre 1.750.001 y 3.000.000	2	4	6
Más de 3.000.000	2	0	2
Total encuestas	81	121	202

Fuente: Elaboración propia.

Según género, se observa una mayoría relativa de respuestas de género femenino:

CUADRO Nº 10-2: CARACTERIZACIÓN POR GÉNERO DE LA MUESTRA

Género	Encuestas
Femenino	126
Masculino	76
Total	202

Fuente: Elaboración propia.

En relación a la edad de los encuestados, la muestra presenta una amplia distribución de edades. Todos son mayores de 18 años porque fue uno de los criterios de selección dentro del panel.

CUADRO Nº 10-3: CARACTERIZACIÓN POR RANGO DE EDAD DE LA MUESTRA

Rango de edad	Encuestas
18 a 29 años	26
30 a 34 años	17
35 a 39 años	28
40 a 44 años	28
45 a 49 años	27
50 a 54 años	28
55 a 59 años	21
Mayor a 60 años	27
Total	202

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a nivel educacional, se tiene que la mayoría (61%) tiene estudios universitarios o postgrado (completos o incompletos).

CUADRO Nº 10-4: CARACTERIZACIÓN POR NIVEL DE ESTUDIOS DE LA MUESTRA

Nivel educacional	Encuestas
Básica completa	1
Media incompleta	1
Media completa	23
Técnica completa	47
Técnica incompleta	6
Universitaria incompleta	18
Universitaria completa	81
Postgrado incompleta	3
Postgrado completa	22
Total	202

Fuente: Elaboración propia

Respecto a situación laboral, dos tercios de la muestra se encuentra con empleo dependiente (67%):

CUADRO Nº 10-5: CARACTERIZACIÓN POR SITUACIÓN LABORAL DE LA MUESTRA

Nivel educacional	Encuestas
Empleado/a	135
Independiente	26
Estudiante	6
Jubilado/a	11
Amo/a de casa	11
Desempleado/a	13
Total	202

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, el panel cuenta con suficiente dispersión de la muestra en términos de género y rango etario, si bien probablemente el perfil de usuarios muestra un nivel de educación superior al promedio nacional. También se observó una mayor proporción de encuestados de género femenino y de usuarios de bus. Todos los aspectos anteriores corresponden a características específicas de la muestra de panel y debieran ser corregidas en un levantamiento de escala nacional con cuotas por género, ingreso y modo de transporte

10.4.2. Caracterización de los Viajes Recolectados

De la información disponible, se tiene que 121 encuestas corresponden a viajes realizados en bus y 81 a viajes en automóvil. Si bien la distribución resulta bastante pareja, da cuenta de eventuales dificultades para lograr muestras en el caso de usuarios de automóvil.

Dentro de la información disponible, 46 encuestados realizaron el viaje interurbano sin acompañante, en cambio el resto lo realizó con al menos una persona más.

CUADRO Nº 10-6: CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA POR NÚMERO DE VIAJEROS

Modo de viaje	Número de viajeros					Total
	1	2	3	4	5	
Auto	9	24	22	10	16	81
Bus	38	37	33	6	7	121
Total	47	61	55	16	23	202

Fuente: Elaboración propia

Respecto al origen y destino del viaje, si bien se aceptaban distintas comunas de las regiones de Valparaíso y Metropolitana, la mayor parte de las respuestas correspondió a viajes entre comunas del Gran Santiago (provincia de Santiago) y la provincia de Valparaíso, donde destacan las comunas de Valparaíso y Viña del Mar.

CUADRO Nº 10-7: CARACTERIZACIÓN ORIGEN/DESTINO DE LA MUESTRA

O/D		Metropolitana			de Valparaíso							Total
Región	Provincia	Chacabuco	Maipo	Santiago	Los Andes	Marga Marga	Petorca	Quillota	San Antonio	San Felipe	Valparaíso	
Metropolitana	Cordillera										1	1
	Maipo										1	1
	Melipilla										1	1
	Santiago				2	8	4	3	22	1	123	163
de Valparaíso	Marga Marga	1		4								5
	San Antonio		1									1
	San Felipe			1								1
	Valparaíso			29								29
Total		1	1	34	2	8	4	3	22	1	126	202

Fuente: Elaboración propia

Como resulta esperable, la mayor parte de los encuestados declaró como comuna de residencia alguna del Gran Santiago o del Gran Valparaíso:

CUADRO Nº 10-8: CARACTERIZACIÓN COMUNA DE RESIDENCIA

Región	Provincia	Residencia
Metropolitana	Santiago	159
	Cordillera	3
	Melipilla	1
de Valparaíso	Valparaíso	33
	Marga Marga	5
	San Antonio	1
Total		202

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al propósito y frecuencia relativos al viaje que describen las personas encuestadas, se ha encontrado que los viajes principalmente corresponden a viajes infrecuentes con propósito "turismo". El siguiente cuadro presenta la caracterización de la muestra, según propósito del viaje.

CUADRO Nº 10-9: CARACTERIZACIÓN SEGÚN PROPÓSITO DEL VIAJE

Propósito	Frecuencia	Participación [%]
Trabajo	19	9%
Por mi trabajo	19	9%
Salud	6	3%
Otro	9	4%
Trámites	18	9%
Turismo	131	65%
Total	202	100%

Fuente: Elaboración propia

Los viajes con baja frecuencia, considerando menos de 5 veces a año, representan el 59% de la muestra del modo auto y el 66% de la muestra del modo bus. Los viajes con frecuencia media, es decir semanalmente y mensualmente, representan el 41% para auto y 30% para bus. En cuanto a viajes de alta frecuencia en ruta no se encontraron viajes en auto y solo un 4% para el modo bus.

CUADRO Nº 10-10: CARACTERIZACIÓN SEGÚN FRECUENCIA DEL VIAJE

Frecuencia	Modo		Participación	
	Auto	Bus	Auto	Bus
Diariamente	0	2	0 (0%)	5 (4%)
Varias veces por semana	0	3		
Semanalmente	8	7	33 (41%)	36 (30%)
Mensualmente	25	29		
Entre 2 y 5 veces al año	33	49	48 (59%)	80 (66%)
Una vez al año	15	31		
Total	81	121	81 (100%)	121 (100%)

Fuente: Elaboración propia

10.4.3. Caracterización según Percepción del Riesgo

Se consultó a los encuestados primero respecto a si percibían riesgo por accidente de tránsito al realizar el viaje que declararon y luego se les pidió que calificaran el riesgo de la ruta utilizada.

CUADRO Nº 10-11: CARACTERIZACIÓN RIESGO PERCIBIDO EN VIAJE

Riesgo de la ruta	¿Percibe riesgo en el viaje?		Total
	Si	No	
Inexistente		4	4
Muy Bajo	5	31	36
Bajo	19	48	66
Medio	39	40	79
Alto	15	-	15
Muy Alto	1	-	1
Total	79	123	202

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los encuestados (61%) no percibe riesgo en el viaje que realiza y lo ubica en el rango entre inexistente y medio, en tanto los que perciben riesgo en el viaje lo estiman entre muy bajo y muy alto. La mayoría de las respuestas (72%) estima el riesgo entre bajo y medio.

10.4.4. Caracterización según Actitudes y Percepciones

Las preguntas asociadas a actitudes y percepciones eran diferentes dependiendo del tipo de viaje declarado, auto o bus. En los siguientes cuadros se presenta la distribución de cada consulta en valores porcentuales.

En el caso del auto, se observa que, en términos generales, las personas declaran ser adversas al peligro. Esto se puede ver, por ejemplo, en las respuestas a “Disfruto haciendo cosas peligrosas por diversión”, “Viajaría con alguien que excede el límite de velocidad si otros también lo hacen” y “No quiero arriesgar mi vida y mi salud yendo con un conductor irresponsable”. A su vez, las respuestas demuestran conciencia sobre las consecuencias de accidentes de tránsito (“Herir a alguien con mi auto me marcaría de por vida”, “Solo yo estoy en peligro al superar el límite de velocidad”). El respeto por la velocidad máxima es, sin embargo, más discutible de acuerdo a las respuestas: más del 25% de los encuestados están de acuerdo con las siguientes afirmaciones: “Adelanto por la izquierda a conductores lentos” y “Con frecuencia excedo los 100 km/h en autopistas”. Por último, se destaca que los encuestados consideran que sus habilidades de conducción son altas (ver “Tengo mejores reflejos que otros conductores al manejar” y “Mi experiencia al volante reduce mi riesgo de choque a casi cero”); destacamos que este último resultado también fue observado durante el análisis cognitivo.

En el caso de las encuestas a usuarios de bus, destaca la creencia que los buses antiguos son más peligrosos y que no se justifica un aumento de velocidad cuando el bus va atrasado. En general, se muestra una preferencia por bajas velocidades.

Para terminar, destacamos que las preguntas de percepción y actitudes para auto es bastante larga (42 consultas). Para el diseño definitivo de la encuesta se recomienda reducir el número de preguntas.

Figura 10-2: Respuestas auto - Emociones y frustración al conducir

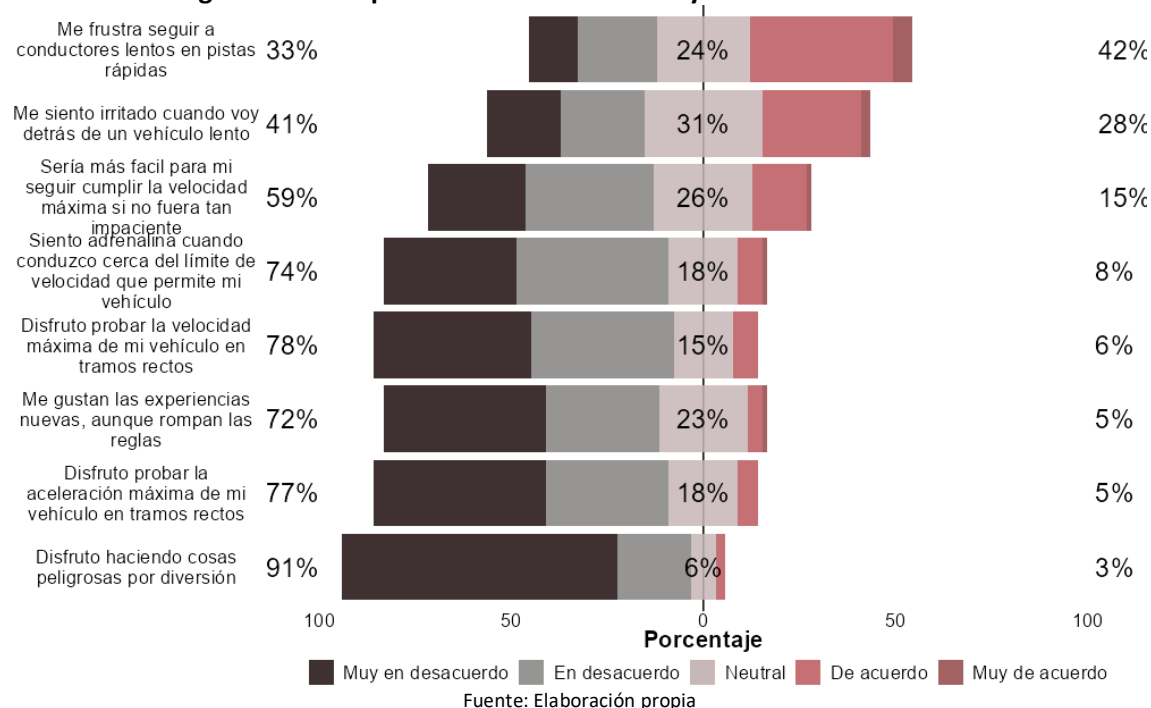


Figura 10-3: Respuestas auto – Influencia social y normas subjetivas

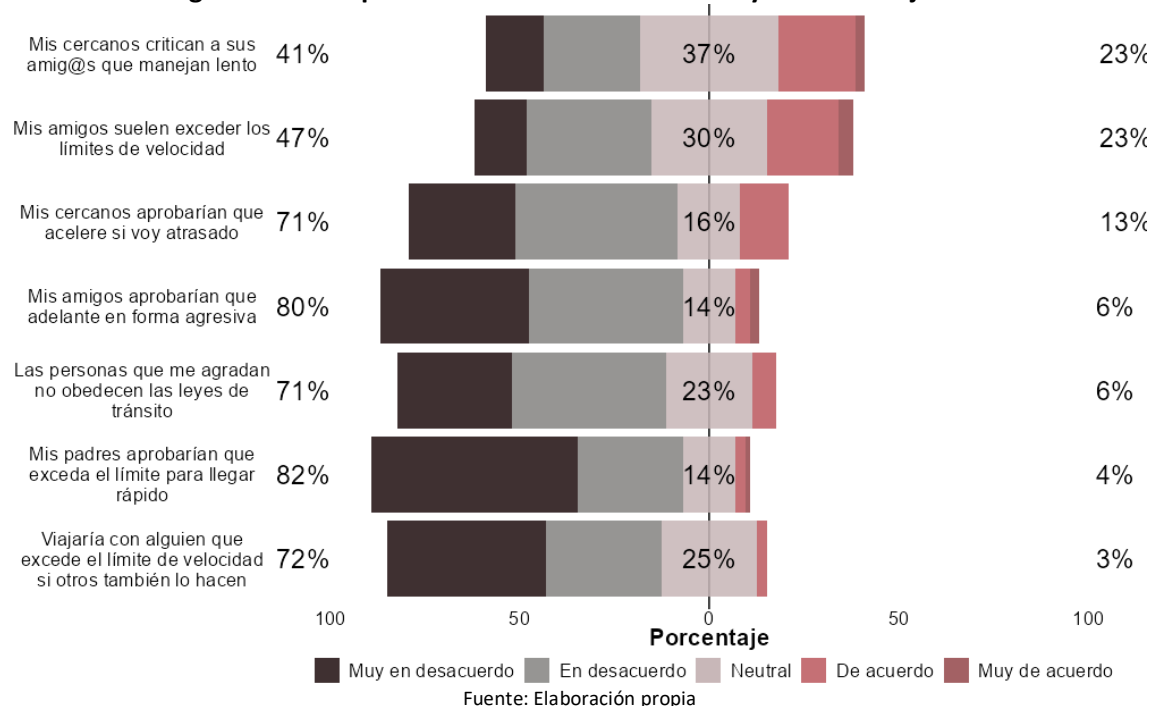


Figura 10-4: Respuestas auto – Influencia social y normas subjetivas

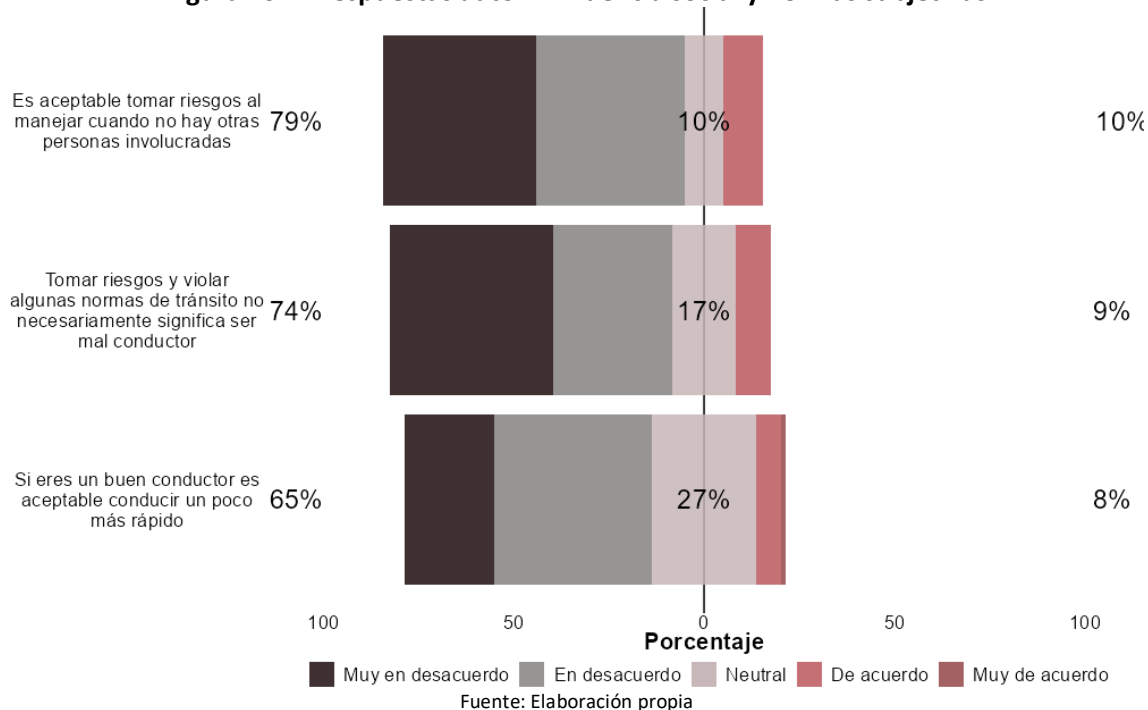


Figura 10-5: Respuestas auto – Altruismo

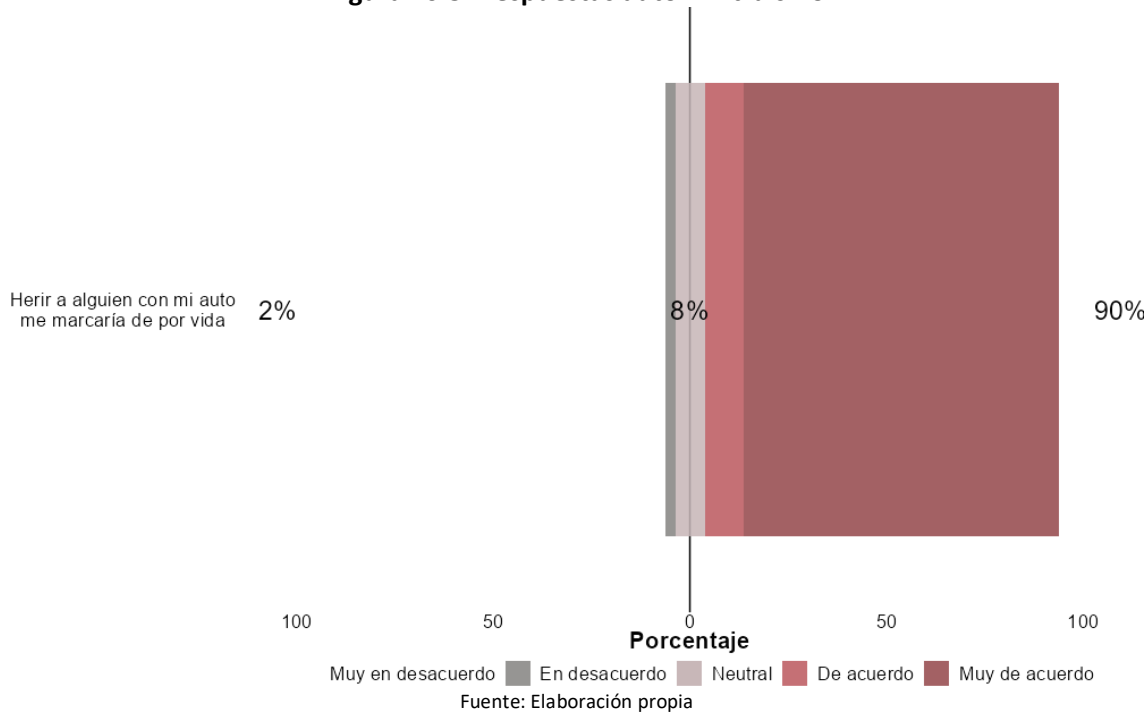


Figura 10-6: Respuestas auto – Conducción Responsable

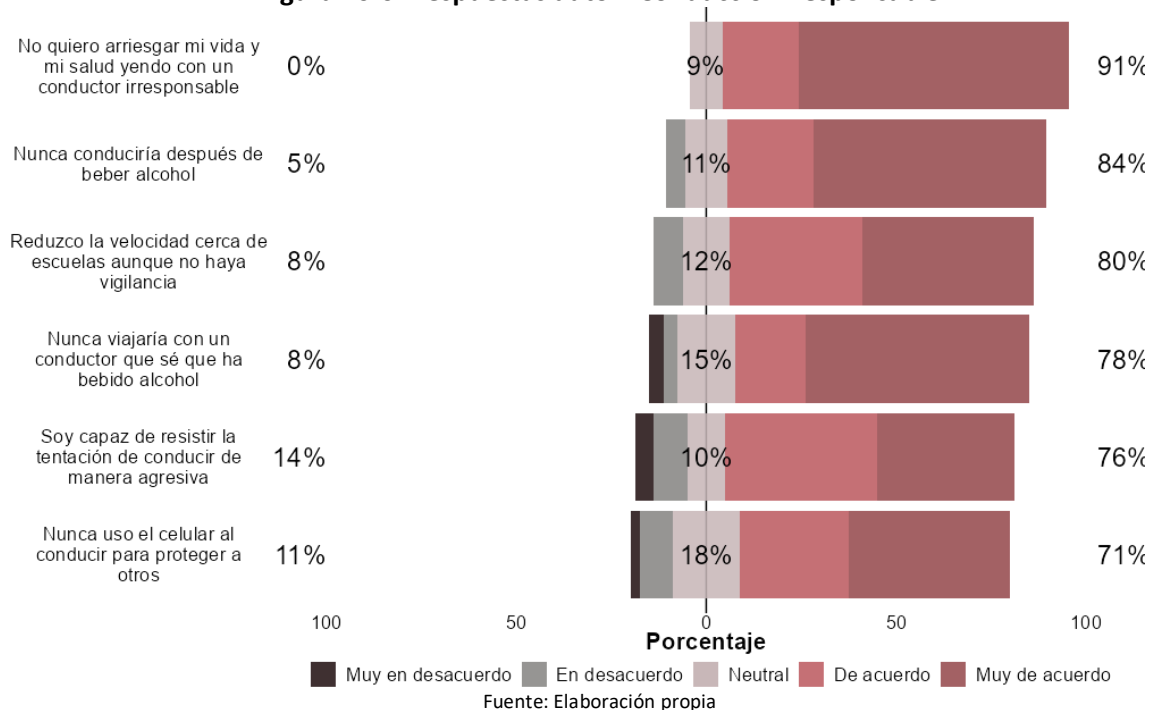


Figura 10-7: Respuestas auto – Comportamiento de riesgo auto reportados

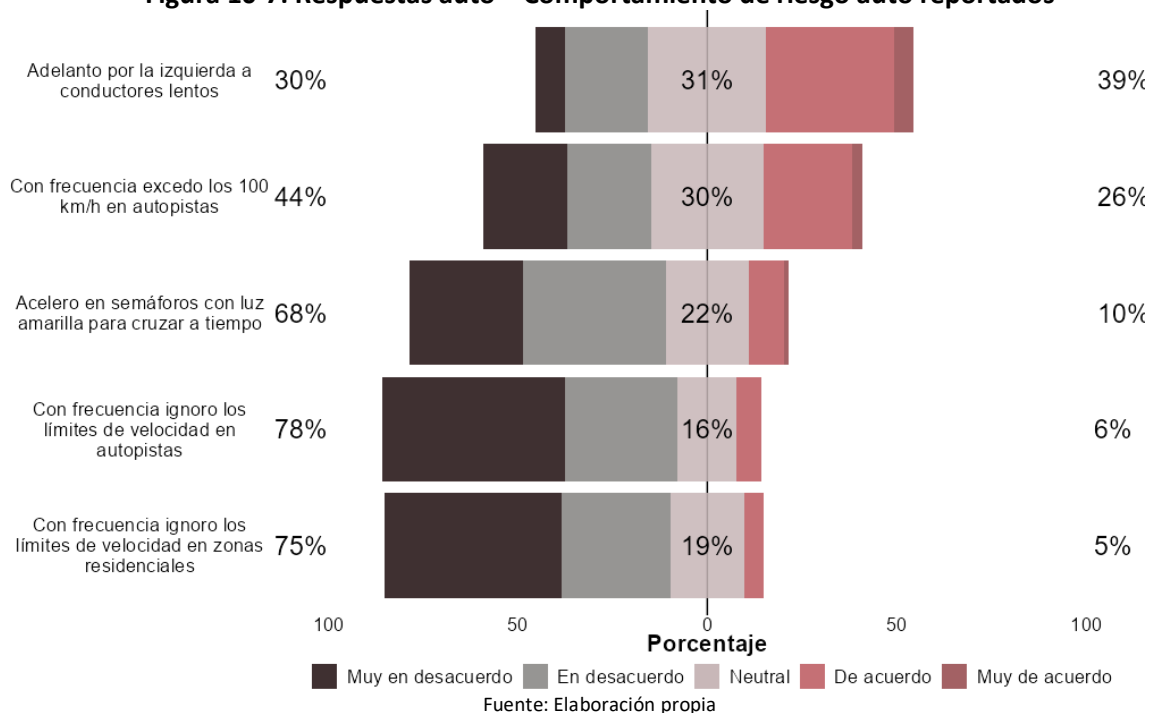


Figura 10-8: Respuestas auto – Negación de Consecuencias

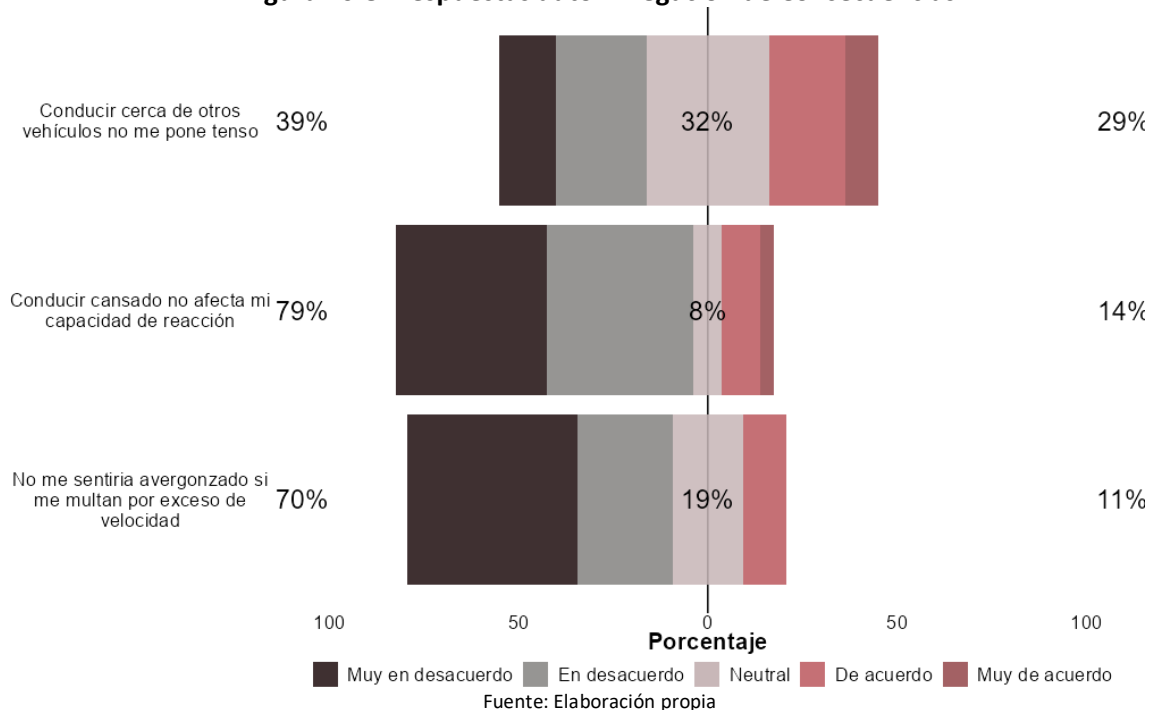


Figura 10-9: Respuestas auto – Percepción de las normas de tránsito

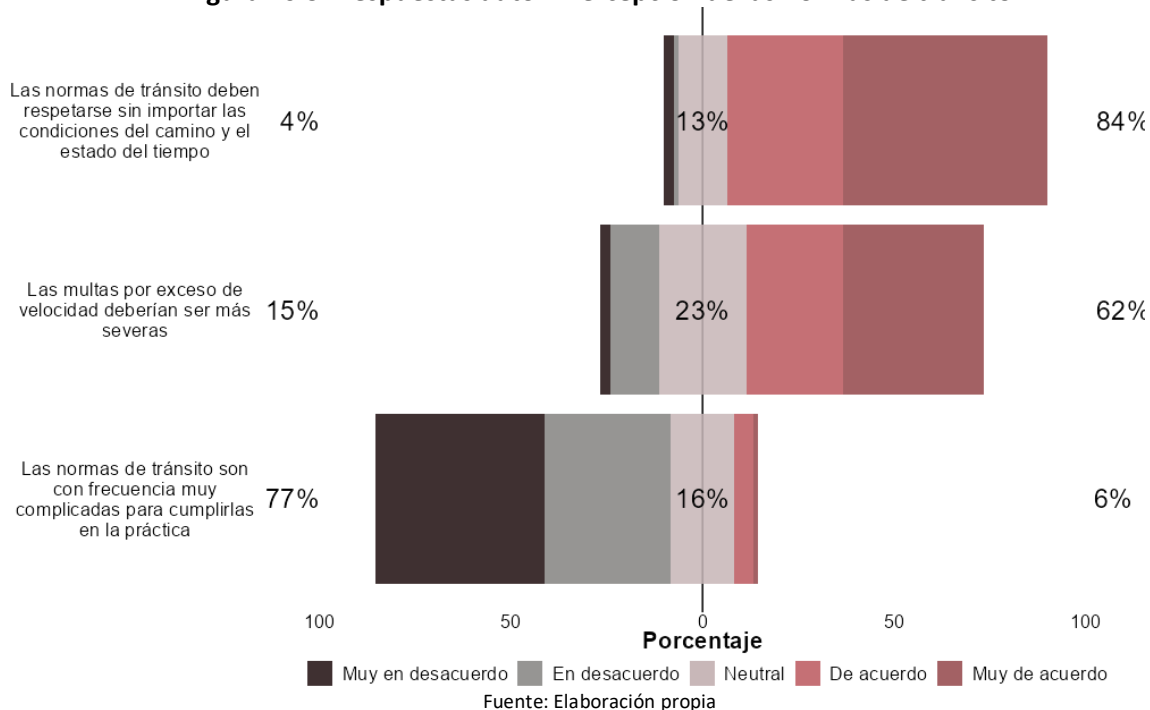


Figura 10-10: Respuestas auto– Sesgo optimista y minimización del riesgo

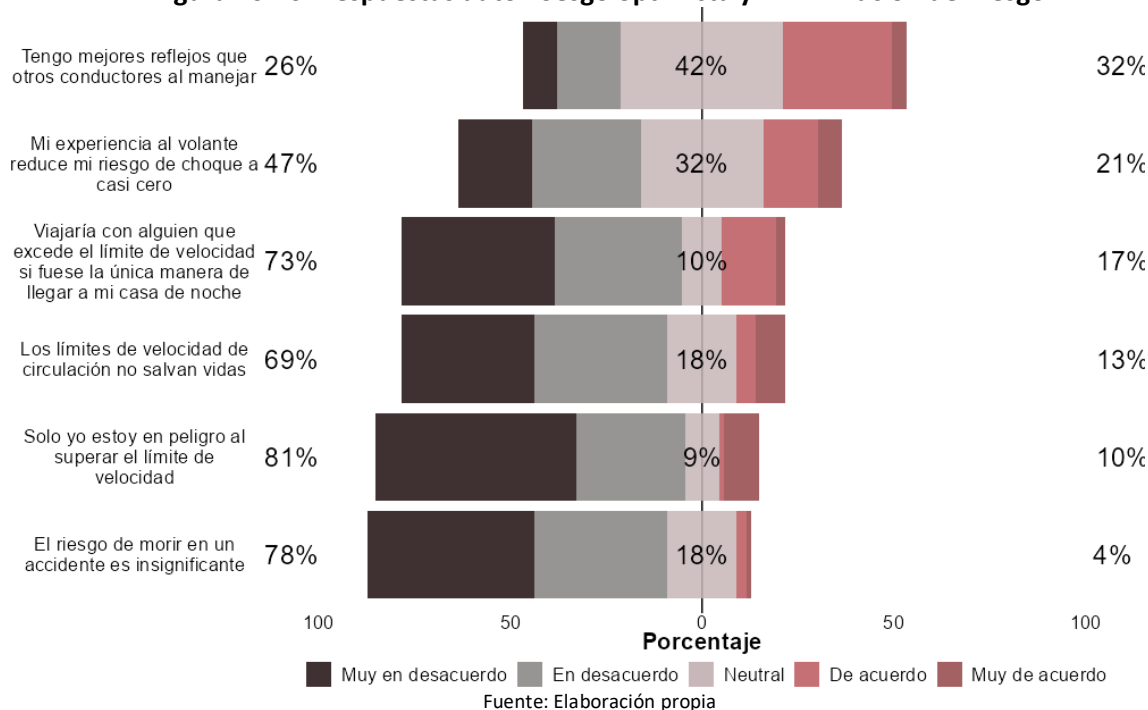


Figura 10-11: Respuestas bus – Seguridad del servicio

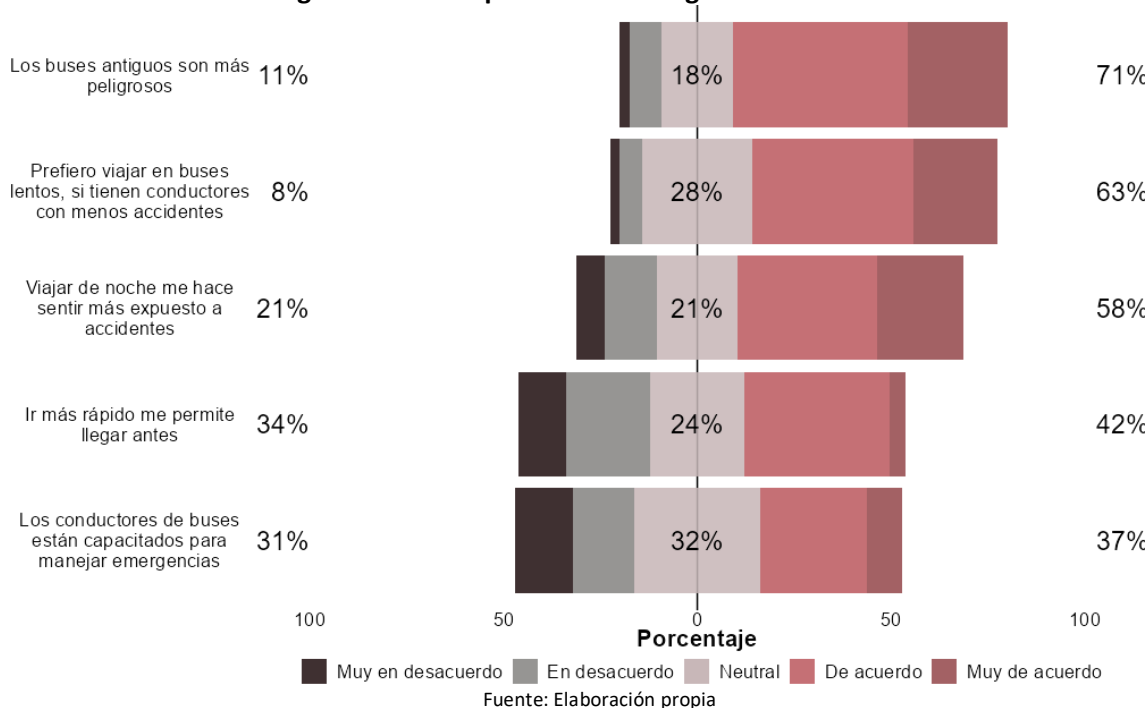


Figura 10-12: Respuestas bus – Normas sociales

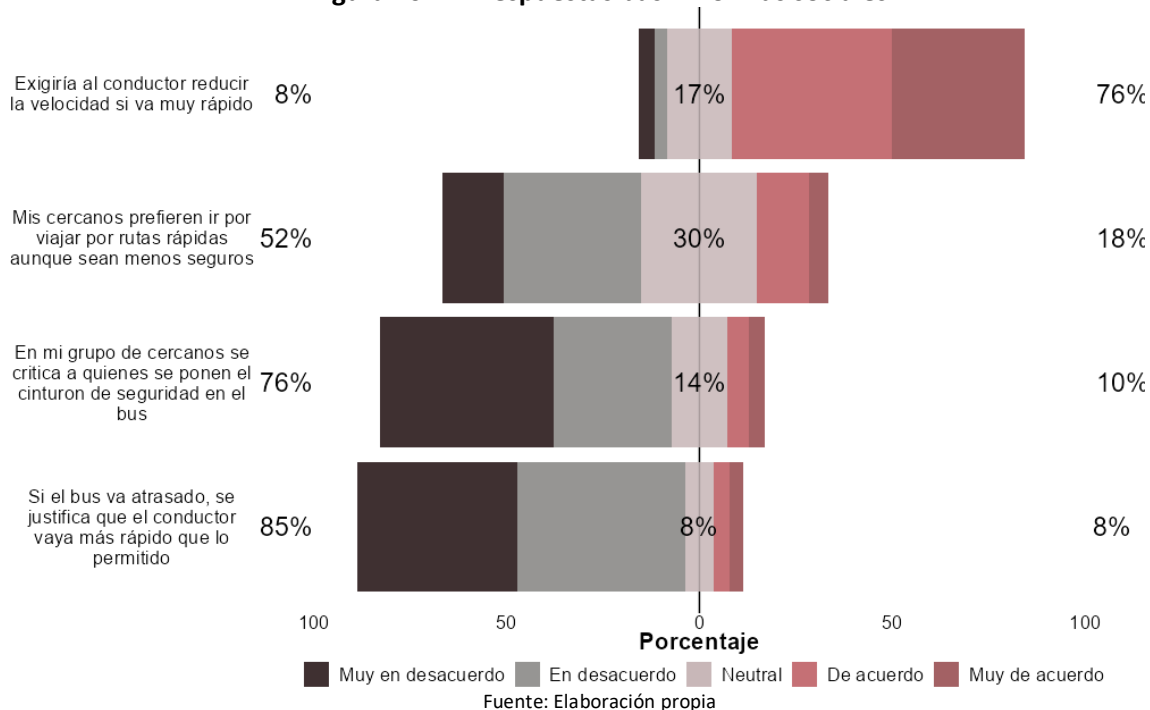
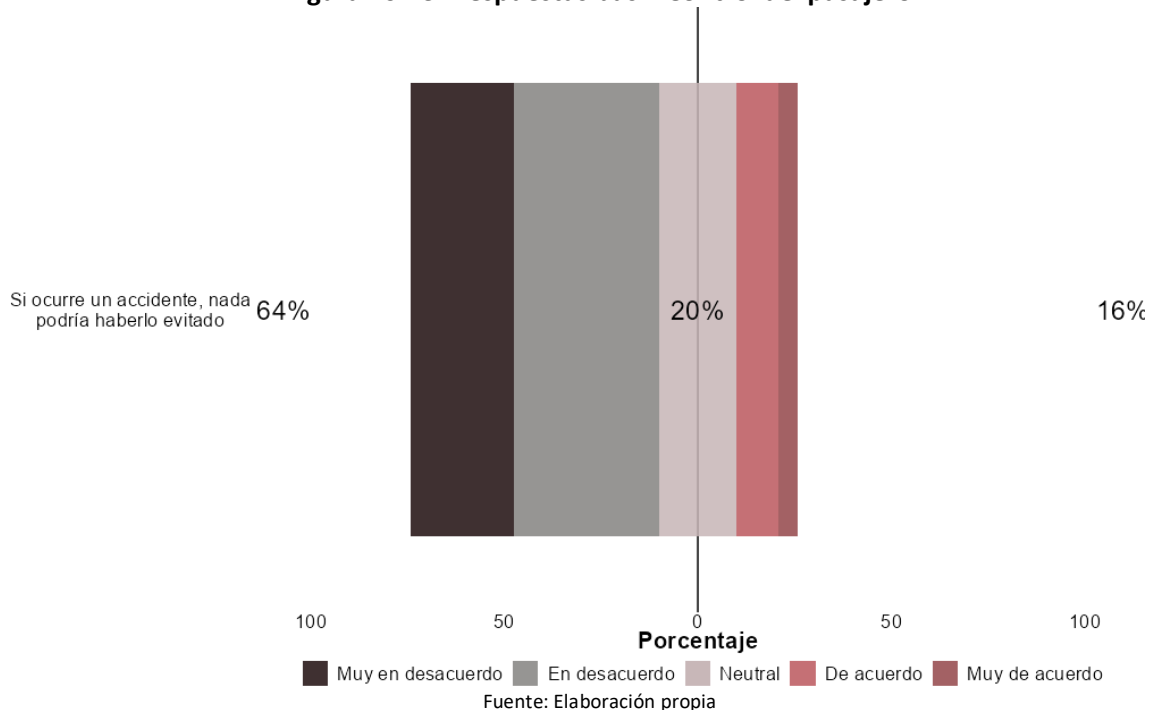


Figura 10-13: Respuestas bus – Control del pasajero



CUADRO Nº 10-12: RESPUESTAS DE ACTITUDES Y PERCEPCIONES - AUTO

Pregunta	Muy en desacuerdo	Desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo
Me siento irritado cuando voy detrás de un vehículo lento	19%	23%	30%	26%	3%
Sería más fácil para mi seguir cumplir la velocidad máxima si no fuera tan impaciente	26%	33%	26%	14%	1%
Siento adrenalina cuando conduzco cerca del límite de velocidad que permite mi vehículo	35%	41%	17%	6%	1%
Me frustra seguir a conductores lentos en pistas rápidas	12%	23%	24%	35%	5%
Disfruto haciendo cosas peligrosas por diversión	73%	19%	6%	2%	0%
Disfruto probar la aceleración máxima de mi vehículo en tramos rectos	44%	34%	17%	5%	0%
Disfruto probar la velocidad máxima de mi vehículo en tramos rectos	41%	37%	15%	6%	1%
Me gustan las experiencias nuevas, aunque rompan las reglas	40%	32%	23%	4%	1%
Mis amigos suelen exceder los límites de velocidad	15%	33%	30%	19%	4%
Las personas que me agradan no obedecen las leyes de tránsito	30%	41%	22%	7%	0%
Mis padres aprobarían que exceda el límite para llegar rápido	54%	27%	15%	2%	1%
Mis cercanos critican a sus amig@s que manejan lento	15%	25%	37%	21%	2%
Mis amigos aprobarían que adelante en forma agresiva	38%	41%	15%	4%	2%
Mis cercanos aprobarían que acelere si voy atrasado	28%	43%	16%	12%	0%
Viajaría con alguien que excede el límite de velocidad si otros también lo hacen	41%	32%	25%	2%	0%
Tomar riesgos y violar algunas normas de tránsito no necesariamente significa ser mal conductor	43%	29%	16%	12%	0%
Es aceptable tomar riesgos al manejar cuando no hay otras personas involucradas	40%	39%	10%	11%	0%
Si eres un buen conductor es aceptable conducir un poco más rápido	22%	44%	26%	6%	1%
Herir a alguien con mi auto me marcaría de por vida	0%	2%	7%	10%	80%
Reduzco la velocidad cerca de escuelas aunque no haya vigilancia	0%	7%	12%	36%	44%
Nunca uso el celular al conducir para proteger a otros	2%	9%	17%	29%	43%
Soy capaz de resistir la tentación de conducir de manera agresiva	5%	10%	10%	40%	36%
No quiero arriesgar mi vida y mi salud yendo con un conductor irresponsable	0%	0%	9%	20%	72%
Nunca conduciría después de beber alcohol	0%	5%	11%	22%	62%
Nunca viajaría con un conductor que sé que ha bebido alcohol	4%	4%	15%	18%	60%
Con frecuencia excedo los 100 km/h en autopistas	21%	23%	30%	23%	2%
Con frecuencia ignoro los límites de velocidad en zonas residenciales	44%	31%	19%	6%	0%
Con frecuencia ignoro los límites de velocidad en autopistas	49%	29%	15%	6%	0%
Acelero en semáforos con luz amarilla para cruzar a tiempo	29%	39%	21%	9%	3%

Pregunta	Muy en desacuerdo	Desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo
Adelanto por la izquierda a conductores lentos	7%	24%	30%	33%	5%
No me sentiría avergonzado si me multan por exceso de velocidad	45%	26%	18%	11%	0%
Conducir cerca de otros vehículos no me pone tenso	15%	26%	32%	20%	9%
Conducir cansado no afecta mi capacidad de reacción	41%	38%	7%	10%	4%
Las normas de tránsito deben respetarse sin importar las condiciones del camino y el estado del tiempo	2%	1%	12%	32%	52%
Las normas de tránsito son con frecuencia muy complicadas para cumplirlas en la práctica	43%	33%	17%	5%	1%
Las multas por exceso de velocidad deberían ser más severas	2%	12%	22%	27%	37%
El riesgo de morir en un accidente es insignificante	44%	35%	17%	2%	1%
Tengo mejores reflejos que otros conductores al manejar	9%	17%	43%	27%	4%
Solo yo estoy en peligro al superar el límite de velocidad	53%	28%	9%	1%	9%
Los límites de velocidad de circulación no salvan vidas	35%	33%	17%	6%	9%
Mi experiencia al volante reduce mi riesgo de choque a casi cero	18%	29%	31%	16%	6%
Viajaría con alguien que excede el límite de velocidad si fuese la única manera de llegar a mi casa de noche	38%	35%	11%	13%	2%

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 10-13: RESPUESTAS DE ACTITUDES Y PERCEPCIONES - BUS

Pregunta	Muy en desacuerdo	Desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo
Ir más rápido me permite llegar antes	12%	22%	24%	38%	4%
Los conductores de buses están capacitados para manejar emergencias	15%	16%	33%	28%	9%
Viajar de noche me hace sentir más expuesto a accidentes	8%	13%	20%	38%	22%
Los buses antiguos son más peligrosos	2%	8%	18%	45%	26%
Mis cercanos prefieren ir por viajar por rutas rápidas aunque sean menos seguras	16%	37%	30%	13%	5%
En mi grupo de cercanos se critica a quienes se ponen el cinturón de seguridad en el bus	45%	31%	14%	6%	4%
Exigiría al conductor reducir la velocidad si va muy rápido	4%	3%	16%	42%	34%
Si el bus va atrasado, se justifica que el conductor vaya más rápido que lo permitido	43%	42%	7%	4%	3%
Si ocurre un accidente, nada podría haberlo evitado	27%	37%	20%	11%	5%
Prefiero viajar en buses lentos, si tienen conductores con menos accidentes	2%	6%	28%	43%	21%

Fuente: Elaboración propia

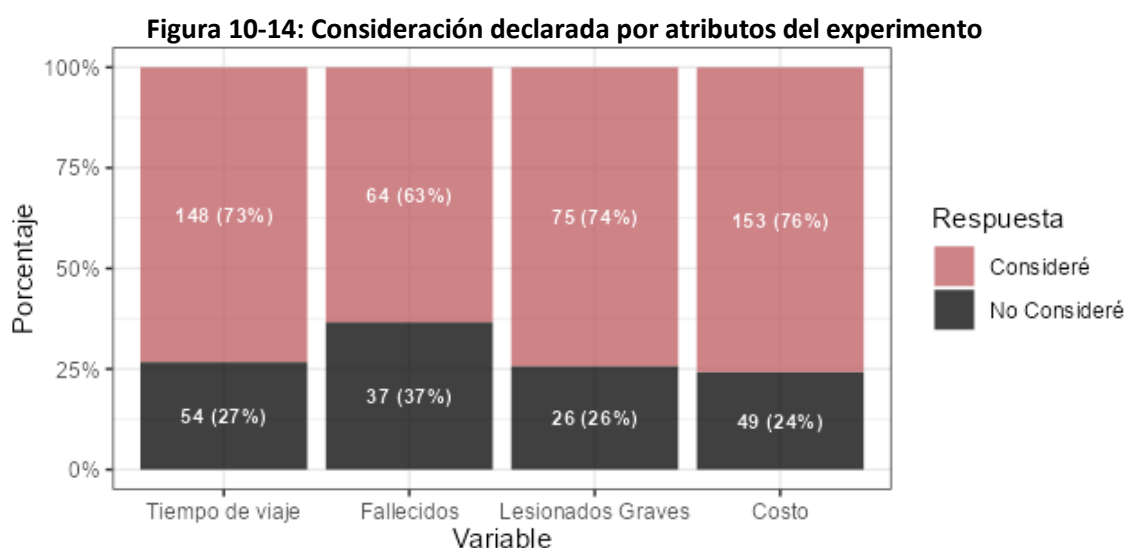
10.5. Distribución de Respuestas Experimento PD

En este punto se expone un análisis sobre las respuestas obtenidas en los experimentos de preferencias declaradas. Cabe destacar que en este reporte se considera el total de la muestra obtenida (202 respuestas). Esta información será útil para la modelación econométrica. Interesa conocer al menos lo siguiente:

- Identificar y cuantificar a las personas que declaran considerar los atributos presentados en los experimentos presentados.
- Identificar a aquellas personas que respondan siempre la opción de la izquierda o derecha presentada en el experimento. Aquellas personas que solo respondan la alternativa de un lado podrían no estar mirando el experimento. Cabe destacar que otra forma de evitar esto se realiza filtrando aquellas respuestas de menos de 10 segundos en el escenario PD.
- Clasificar a las personas según sus respuestas en el experimento PD según la forma en que eligen alternativas. Se considerarán las siguientes: “elige siempre alternativa más cara/barata”, “elige siempre alternativa más rápida”, “elige siempre alternativa con mejor seguridad” y “traders”. Estos últimos son aquellos que cambian su elección realizando trade off entre los atributos que les son presentados.

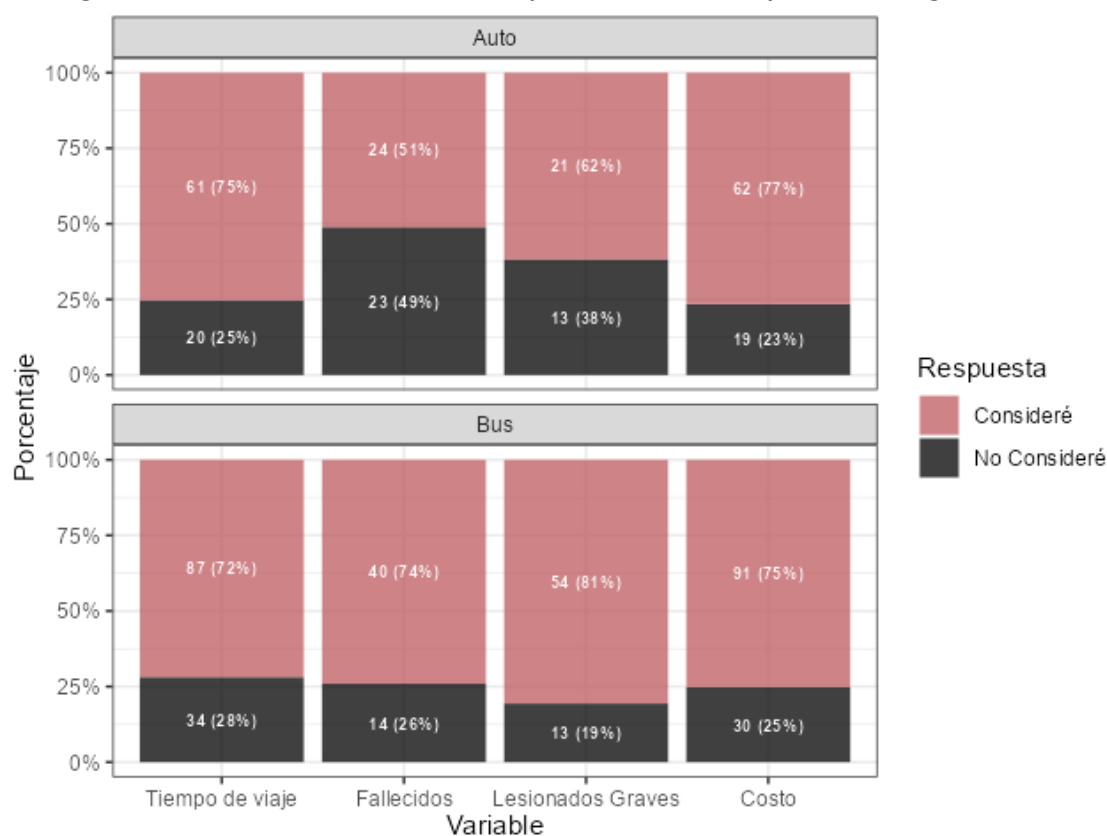
10.5.1. Consideración de atributos en el experimento PD

La siguiente figura presenta el porcentaje de consideración para cada atributo declarado por las personas que respondieron la encuesta. En esta se puede observar que la consideración, en términos porcentuales, es semejante entre los atributos tiempo de viaje, costo y lesionados graves anuales con entre 73-76% del universo. Para el atributo de fallecidos se tiene un porcentaje menor de consideración con un 63%.



Respecto a las diferencias según el modo del viaje, se tiene lo presentado en la siguiente figura. En esta se observa que la consideración de atributos no varía significativamente para los atributos del costo y tiempo de viaje. Sin embargo, en el caso de los atributos asociados a seguridad, hay mayor consideración para los usuarios de bus respecto a los de auto. Esto puede deberse a que los usuarios de transporte privado se sienten en mayor control del riesgo que los usuarios del transporte público.

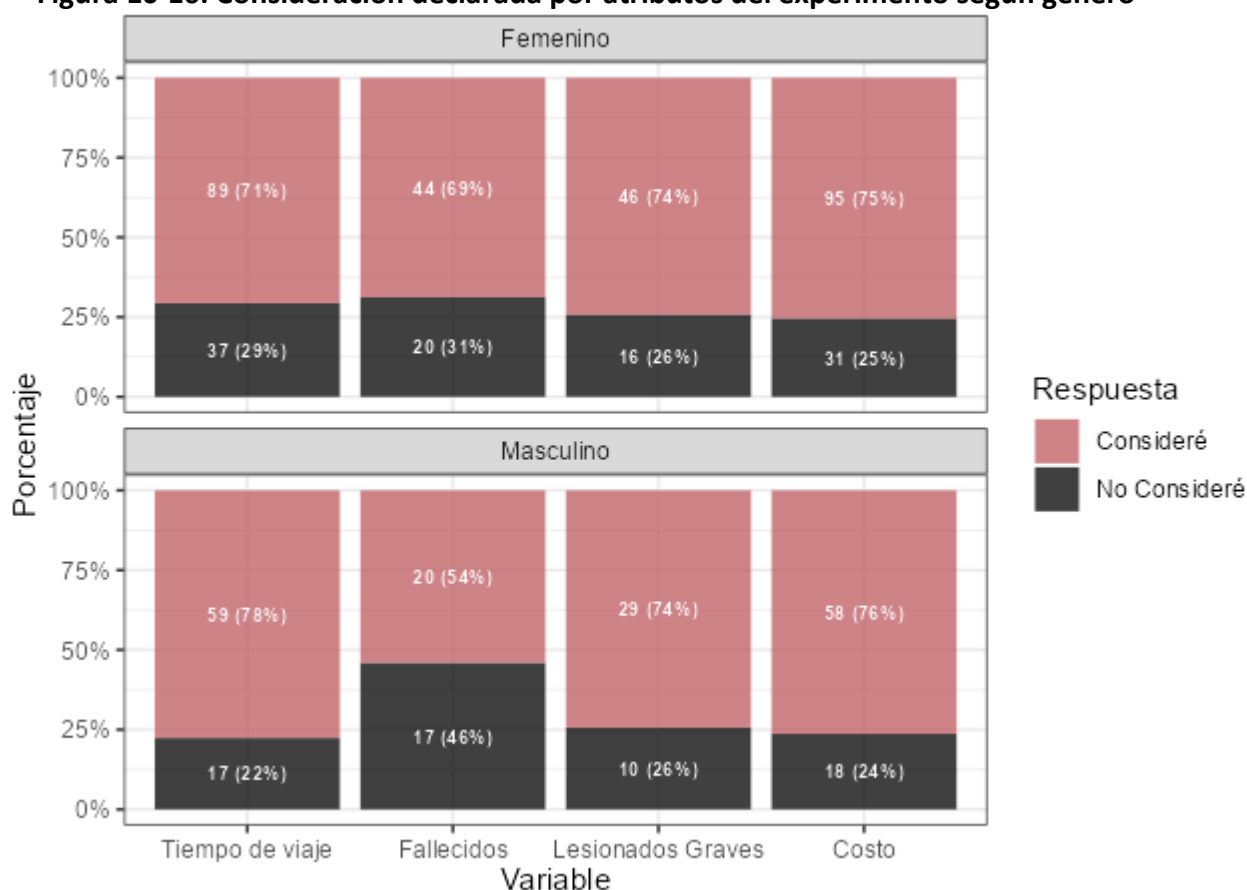
Figura 10-15: Consideración declarada por atributos del experimento según modo



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la consideración según el género de los encuestados, se ha encontrado que la consideración de los atributos tiempo de viaje, costo y lesionados graves son similares en términos porcentuales entre el género masculino y femenino. Donde se encontraron diferencias ha sido en la consideración del número de fallecidos, donde la consideración del género masculino es del 54%, mientras que el femenino es de 69% mostrando una mayor preocupación por dicho atributo en el experimento. La siguiente figura muestra la consideración por atributo según el género del encuestado.

Figura 10-16: Consideración declarada por atributos del experimento según género



Fuente: Elaboración propia

10.5.2. Identificación de patrón de elección según alternativa

El objetivo de este punto es cuantificar a los individuos que eligieron la opción de la izquierda o derecha en el experimento. Al respecto se ha encontrado que de las 202 encuestas recibidas, solo 10 personas han elegido únicamente la opción de la izquierda o la derecha. Es decir, el 95% de la muestra ha realizado cambios entre las alternativas elegidas, lo cual es un buen indicio de que el experimento generó cambios en las elecciones de las personas y que no optaron por elegir forzosamente el servicio/ruta de la izquierda o la derecha.

CUADRO Nº 10-14: IDENTIFICACIÓN DE PATRÓN DE ELECCIÓN SEGÚN CAMBIO DE ALTERNATIVA SELECCIONADA

Clasificación	Total	Porcentaje
"no-traders" de opción (izq o der)	10	5
traders de opción	192	95
Total	202	100

Fuente: Elaboración propia

Este resultado debiese implicar que no exista significancia en las constantes de las alternativas ubicadas a la izquierda o la derecha en el experimento PD.

10.5.3. Identificación de patrón de elección según atributos

En cuanto a la clasificación de individuos según sus respuestas en el experimento PD, interesa conocer la forma en la que eligen las alternativas. Esto puede servir como antecedente complementario a la consideración de atributos declarada por los individuos.

Al respecto se han obtenido los resultados presentados en el siguiente cuadro. En este se observa que más de la mitad de la muestra realiza elecciones comparando opciones según más de un atributo presentado en el experimento PD, lo cual es positivo para propósitos del análisis, dado que se busca que el diseño tenga variación en las respuestas con los atributos y niveles diseñados.

CUADRO Nº 10-15: IDENTIFICACIÓN DE PATRONES DE ELECCIÓN SEGÚN TIPO DE ELECCIÓN

Patrón de elección	Descripción patrón	Individuos	Porcentaje
Basado en 1 atributo	Siempre más barata	24	12
	Siempre más rápida	14	7
	Siempre más segura (fallecidos)	27	13
	Siempre más segura (lesionados graves)	30	15
Basado en 2 o más atributos	-	107	53
Total		202	100

Fuente: Elaboración propia

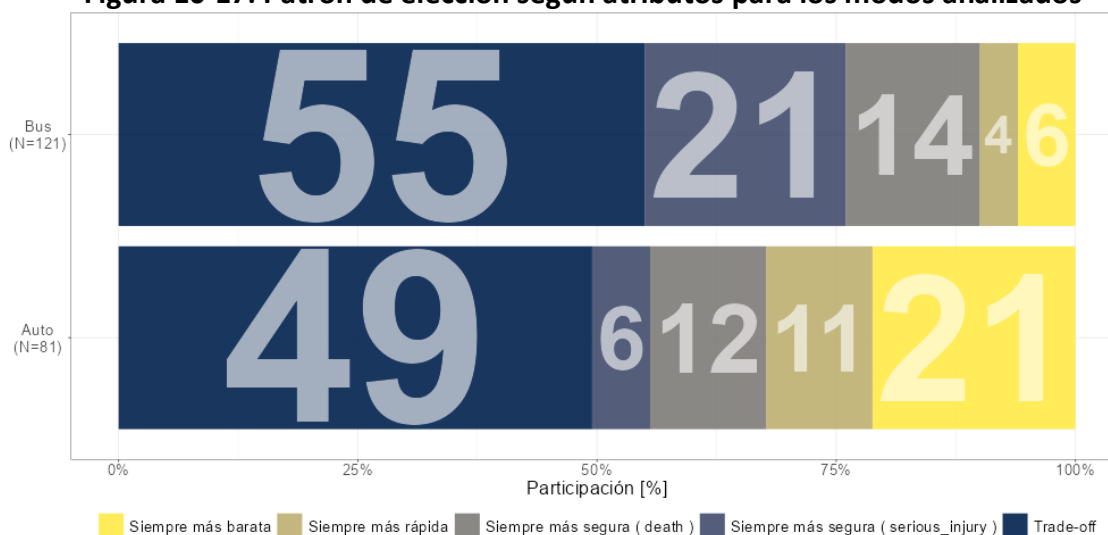
Por otro lado, cada atributo cuenta con personas que solo eligieron la opción más conveniente según dicho atributo. Esto se ve reflejado en que hay individuos que eligieron siempre la opción más barata, la más rápida o la más segura según tipo de consecuencia.

En cuanto a la distribución del patrón de elección según variables de los individuos, se ha encontrado que los usuarios del modo auto presentan mayor porcentaje de elección con el patrón de elección “siempre más barata”. Esto no necesariamente implica que estos individuos tienen mayor sensibilidad al costo, sino más probablemente porque estos encuestados enfrentaron mayores costos de viaje en sus elecciones.

Relacionado con el hallazgo en el punto de consideración de atributos, se tiene que la elección según criterios de mayor seguridad (considerando fallecidos y lesionados graves) es de un 35% para usuarios de bus y 18% para usuarios de auto. Esto sigue sosteniendo lo encontrado, donde los individuos que utilizan bus presentan no solo una mayor consideración de la seguridad, sino que también presentan una mayor frecuencia del patrón de elección “mayor seguridad” en los escenarios presentados que los usuarios de auto.

La siguiente figura presenta el patrón de elección según atributos distinguiendo entre modos.

Figura 10-17: Patrón de elección según atributos para los modos analizados



Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que respecto al patrón de elección en el experimento PD, no se han encontrado diferencias significativas según el género de los encuestados.

En anexo, se presenta un análisis considerando una estimación de modelo de elección considerando solamente los encuestados que consideran dos o más atributos (traders).

11. Tarea 11: Aprendizajes de Terreno

Dentro de los principales aprendizajes en terreno que se pueden obtener del piloto se consideran los siguientes:

- Uso del software SurveyEngine en la recolección de datos.
- Funcionamiento de la lógica de la encuesta y la presentación.
- Análisis de tiempos de respuesta por página. Se hace la distinción para los tiempos de respuesta en los escenarios de PD.
- Análisis de las elecciones de las personas según las variables sociodemográficas u otras
- Efecto del sitio de toma de datos

11.1. Funcionamiento de la lógica de la encuesta y presentación

Es importante destacar que el experimento aplicado funcionó de manera correcta, fue comprendido adecuadamente por los encuestados y estos pudieron escoger entre las opciones presentadas. Lo anterior se confirma, en la tarea siguiente, con la obtención de parámetros robustos que permiten determinar el valor estadístico de la vida y el costo de lesiones.

Esta primera conclusión permite generar, en las siguientes etapas del estudio, una metodología para realizar un levantamiento de escala nacional que permita determinar los valores de interés. No debe omitirse que los resultados de los focus group generaban dudas respecto de la posibilidad de que los usuarios pudieran escoger entre opciones de mayor o menor número de accidentes, por lo que es destacable que la generación de la encuesta haya sido correctamente entendida y permita determinar los parámetros de interés.

Se debe destacar también las adecuaciones generadas a partir del análisis cognitivo realizado a las primeras aproximaciones al tema.

11.2. Levantamiento mediante paneles

La realización del levantamiento mediante paneles de encuestados resultó una experiencia exitosa, ya que se pudo lograr una muestra satisfactoria y con una correcta distribución a nivel de edad del encuestado, ingreso y género. El nivel educacional de los encuestados pudo además favorecer la comprensión de la encuesta, aspecto que podría considerarse como una condición cercana al ideal y no necesariamente replicable en una encuesta de escala nacional. De la descripción muestral es posible indicar la necesidad de efectuar algunos ajustes con miras a disponer de una encuesta representativa a nivel nacional, pero el uso de paneles como herramienta de levantamiento debería considerarse positivamente. Se debe destacar además que un levantamiento a un panel de encuestados favorece la condición de contar con un ambiente con menos distractores, lo que sigue las recomendaciones del análisis cognitivo.

Se destaca además la facilidad en el empleo del software seleccionado, que puede integrarse de manera simple con las aplicaciones que usan las empresas de paneles. Esto permite tener un control del avance del levantamiento y disponer de manera rápida de la información obtenida.

En anexo, se incluye un breve manual para el desarrollo de un levantamiento de encuestas mediante paneles, para explicar la forma de operar en futuras aplicaciones.

Es importante tener en cuenta, por otra parte, las posibles limitaciones en el uso de paneles y que en este caso se refieren a la necesidad de contar con personas que realicen viajes en contextos específicos de duración y nivel de flujo en la ruta. En este caso se generó una condición favorable, asociada a la realización de viajes entre las dos principales concentraciones de población del país, pero eso puede ser una limitante al tratar de encontrar viajes entre pares origen destino menos poblados.

Por esta razón, no se descarta el considerar otras opciones de levantamiento de encuestas incluyendo el levantamiento directo en terreno o en puntos de concentración de viajeros, siempre que se disponga de un espacio apropiado para que puedan tomarse decisiones adecuadas, siguiendo las recomendaciones del análisis cognitivo.

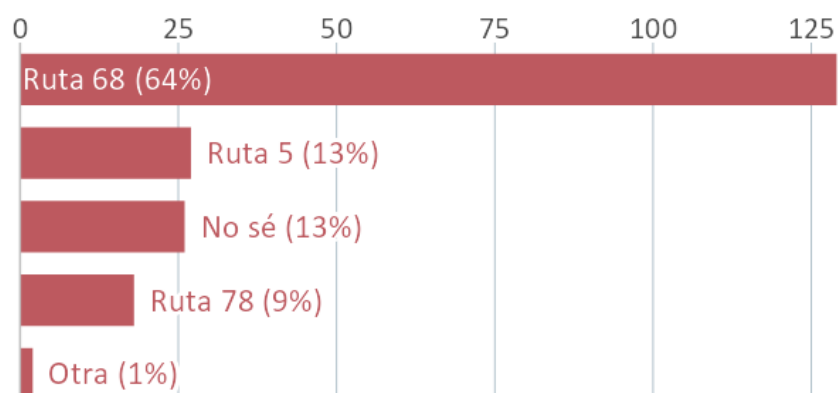
11.3. Selección de rutas a aplicar el experimento a escala nacional

En el cuestionario elaborado se obtienen los tiempos de viaje y costos incurridos a partir de la información declarada por parte de los individuos para luego pivotear en el experimento PD. El número de fallecidos y lesionados graves base se calculó a partir de los datos previamente imputados por el equipo consultor y la distancia estimada según lo presentado en la sección 2.2.

Se intentó obtener un proxy de TMDA a partir de una pregunta cualitativa de modo de poder generalizar el experimento independiente de la ruta utilizada por los individuos. En esta se consultaba la ruta principal utilizada en el viaje y la intensidad del tráfico diario que presentaba dicha ruta.

Al respecto, se ha obtenido que el 26% de la muestra no es capaz de reconocer la ruta principal por la que transita para realizar un viaje entre la Región Metropolitana y la Región de Valparaíso. La siguiente figura muestra la ruta principal declarada por los individuos. Cabe destacar que no es posible, para estos viajes, que la ruta principal sea la ruta 5.

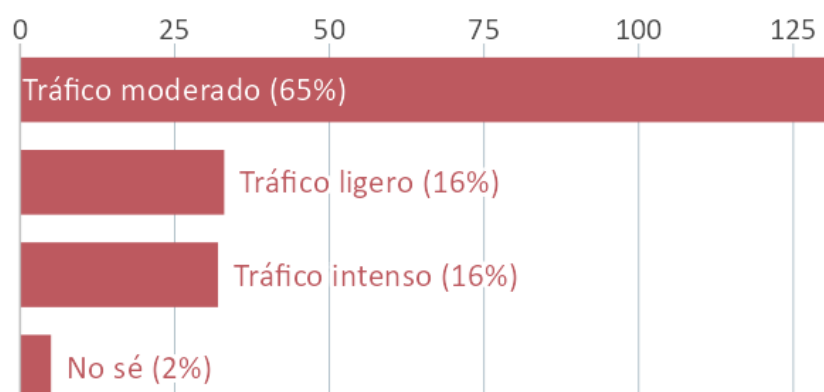
Figura 11-1: Ruta principal para un viaje entre RM y V Región



Fuente: Elaboración propia

En cuanto al nivel de tráfico de la ruta principal, se obtuvo que el 65% de los individuos identifica a su ruta principal de tráfico moderado. Se esperaba que la principal respuesta en esta pregunta fuese tráfico intenso, lo cual permitiría identificar esta ruta como de tráfico alto y asignarle el nivel de TMDA de 12.000. Sin embargo las respuestas no fueron las esperadas.

Figura 11-2: Nivel de tráfico por la ruta principal



Fuente: Elaboración propia

Se realizó el análisis entre ruta principal y nivel de tráfico para verificar si las personas que reconocen su ruta (R68 o R78) presentan una mejor respuesta ante el nivel de tráfico esperado. En este caso, se encontró que la proporción de gente que reconoce la ruta como de nivel intenso corresponde al 16% para la ruta 68 y un 11% para la ruta 78, con lo cual el resultado general se mantiene para las rutas de interés.

CUADRO Nº 11-1: ANÁLISIS CRUZADO RUTA PRINCIPAL / NIVEL DE TRÁFICO

Ruta Principal / Nivel de tráfico	Tráfico intenso	Tráfico moderado	Tráfico ligero	No sé	Total
Ruta 68	16.3% (21)	69.0% (89)	13.2% (17)	1.6% (2)	100.0% (129)
Ruta 5	29.6% (8)	55.6% (15)	11.1% (3)	3.7% (1)	100.0% (27)
No sé	3.8% (1)	65.4% (17)	26.9% (7)	3.8% (1)	100.0% (26)
Ruta 78	11.1% (2)	55.6% (10)	33.3% (6)	0.0% (0)	100.0% (18)
Otra	0.0% (0)	50.0% (1)	0.0% (0)	50.0% (1)	100.0% (2)
Total	15.8% (32)	65.3% (132)	16.3% (33)	2.5% (5)	100.0% (202)

Fuente: Elaboración propia

Una hipótesis que se plantea en este punto es que los individuos no son capaces de abstraerse de la situación que experimenta en el horario que realizan el viaje para tener una estimación o claridad respecto al comportamiento de la ruta en un día. Para esto conviene analizar la relación entre nivel de tráfico y el horario de inicio del viaje.

Se tiene que el principal horario de inicio del viaje de quienes identifican a su ruta principal como tráfico intenso, corresponde a la punta mañana (entre 06-08h) con un 44%. Luego, quienes identifican a la ruta como de tráfico moderado tienen su horario de inicio principalmente a en el fuera de punta 1 (09-11h) con 47% al igual que quienes identificaron el tráfico como ligero. Este resultado da un indicio de que el nivel tráfico diario percibido parece estar correlacionado con el horario del inicio del viaje. Cabe destacar que no se está considerando el sentido del viaje en el análisis, el que se espera sustente aún más el punto señalado.

CUADRO Nº 11-2: ANÁLISIS CRUZADO HORARIO DE INICIO DEL VIAJE/ NIVEL DE TRÁFICO

Nivel de tráfico/ Inicio del viaje	Madrugada (00-05h)	Punta Mañana (06-08h)	Fuera de Punta 1 (09-11h)	Punta Mediodía (12-13h)	Fuera de Punta 2 (14-17h)	Tarde (18-23h)	Total
Tráfico intenso	0.0% (0)	43.8% (14)	31.2% (10)	6.2% (2)	12.5% (4)	6.2% (2)	100.0% (32)
Tráfico moderado	1.5% (2)	21.2% (28)	47.0% (62)	13.6% (18)	9.8% (13)	6.8% (9)	100.0% (132)
Tráfico ligero	0.0% (0)	36.4% (12)	42.4% (14)	9.1% (3)	6.1% (2)	6.1% (2)	100.0% (33)
No sé	0.0% (0)	40.0% (2)	40.0% (2)	20.0% (1)	0.0% (0)	0.0% (0)	100.0% (5)
Total	1.0% (2)	27.7% (56)	43.6% (88)	11.9% (24)	9.4% (19)	6.4% (13)	100.0% (202)

Fuente: Elaboración propia

Las conclusiones de esto es que con las preguntas propuestas no se puede esperar obtener un estimativo del nivel del TMDA de la ruta principal de las personas encuestadas, primero porque un cuarto de los individuos no sabe por dónde transita y luego por que el nivel de intensidad del tráfico parece estar sesgado por el horario en que realizan el viaje las personas.

Esto tiene como consecuencia que el experimento a escala nacional debe ser aplicado en rutas donde se tenga información del TMDA montadas en el cuestionario de forma previa. Otra opción, es definir pares orígenes-destino predefinidos.

11.4. Impacto del nivel base de fallecidos y lesionados graves

Un aspecto relevante en la construcción del experimento fue la definición de los niveles base de fallecidos anuales y lesionados graves a presentar por ruta. El consultor ha propuesto, considerar un riesgo-km fijo para cada categoría y la definición de tres categorías de TMDA.

Con esto se han generado niveles base para el número de fallecidos y lesionados graves a presentar en el diseño. Dados los pivotes asignados a estas variables se ha logrado identificar rangos donde el experimento tiene cinco niveles diferentes, que pueden ser aplicados a los individuos seleccionados. Dicho de otra manera, existen tipos de viajes para los cuales el experimento no es aplicable dado que no se alcanzan a tener los niveles base de accidentes suficientes. Por ejemplo, para el modo auto el experimento con número de fallecidos es aplicable para:

- TMDA 2.500 y para viajes que duren más de 4 horas.
- TMDA 6.000 y para viajes que duren más de 1.5 horas.
- TMDA 12.000 y para viajes que duren más de 1 hora.

Esto quiere decir que, para viajes en rutas de tiempos de viajes menores a una hora, el experimento resulta aplicable solo para viajes de flujos desde 12.000 veh/día. Es decir, para los viajes dentro de una ciudad se tienen condiciones muy particulares de aplicación, las que no se cumplen necesariamente en todas las ciudades. Es por esto que **el experimento se debe enfocar en viajes de larga distancia y alto flujo vehicular.**

CUADRO N° 11-3: EXP. AUTO - NIVEL BASE FALLECIDOS ANUALES CON RIESGO-KM $2.6 \cdot 10^{-8}$

Intervalo tiempo de viaje [min]		Tiempo medio [min]	Distancia [km]	Nivel base fallecidos anuales			Riesgo-km* 10^8 [fallecidos/veh-km]		
				TMDA 12,000	TMDA 6,000	TMDA 2,500	TMDA 12000	TMDA 6000	TMDA 2500
10	19	15	20,0	2	1	0	2,3	2,3	0.0
20	29	25	33,3	4	2	1	2,7	2,7	3.3
30	44	37	49,3	6	3	1	2,8	2,8	2.2
45	74	60	80,0	9	5	2	2,6	2,9	2.7
75	89	82	109,3	12	6	3	2,5	2,5	3.0
90	119	105	140,0	16	8	3	2,6	2,6	2.3
120	149	135	180,0	20	10	4	2,5	2,5	2.4
150	239	195	260,0	30	15	6	2,6	2,6	2.5
240	359	300	400,0	46	23	9	2,6	2,6	2.5
360	539	450	600,0	68	34	14	2,6	2,6	2.6
540	1.439	990	1.320,0	150	75	31	2,6	2,6	2.6
Más de 1,440		1550	2.066,7	235	118	49	2,6	2,6	2,6

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 11-4: EXP. AUTO - NIVEL BASE LESIONADOS GRAVES ANUALES CON RIESGO-KM 6.9 *10⁸

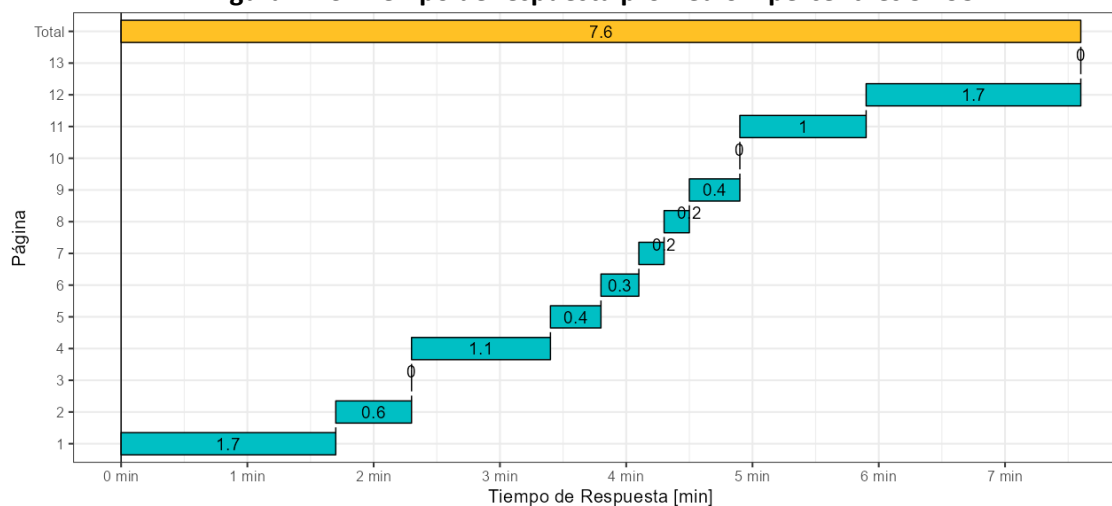
Intervalo tiempo de viaje [min]	Tiempo medio [min]	Distancia [km]	Nivel base Lesionados graves anuales			Riesgo-km*10 ⁸ [lesionados graves/veh-km]		
			TMDA 12,000	TMDA 6,000	TMDA 2,500	TMDA 12000	TMDA 6000	TMDA 2500
10 19	15	20,0	6	3	1	6,8	6,8	5.5
20 29	25	33,3	10	5	2	6,8	6,8	6.6
30 44	37	49,3	15	7	3	6,9	6,5	6.7
45 74	60	80,0	24	12	5	6,8	6,8	6.8
75 89	82	109,3	33	17	7	6,9	7,1	7.0
90 119	105	140,0	42	21	9	6,8	6,8	7.0
120 149	135	180,0	54	27	11	6,8	6,8	6.7
150 239	195	260,0	79	39	16	6,9	6,8	6.7
240 359	300	400,0	121	60	25	6,9	6,8	6.8
360 539	450	600,0	181	91	38	6,9	6,9	6.9
540 1.439	990	1.320,0	399	199	83	6,9	6,9	6.9
Mas de 1.440	1.550	2.066,7	625	312	130	6,9	6,9	6,9

Fuente: Elaboración propia

11.5. Tiempo de respuesta del cuestionario

Acerca del tiempo de respuesta del cuestionario, se tiene que el tiempo promedio para la muestra entre los percentiles 5-95 corresponde a 7.6 minutos. Se considera este intervalo de modo de eliminar los potenciales outliers de la muestra. La siguiente figura presenta el tiempo promedio desglosado para cada página de la encuesta.

Figura 11-3: Tiempo de respuesta promedio – percentiles 5 - 95



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la distribución de preguntas realizadas se puede observar que las páginas con mayores tiempos de dedicación promedio corresponden a las páginas 1 y 12. Es esperable que el tiempo dedicado en la primera página sea elevado, dado que se presenta a la persona

el experimento y se le realizan varias preguntas con el objeto de describir su viaje y ver si la persona califica para ser encuestada. En el caso de la página 12, en esta se presentaron las preguntas de clases latentes, las que son cuarenta y dos para los usuarios del modo auto. En esta sección podrían reducirse la cantidad de preguntas de modo de tener un experimento más expedito.

En cuanto al experimento PD, se tiene que en promedio las personas le dedicaron más de 1 minuto en promedio a la presentación del experimento PD (página 4). Luego, la dedicación promedio al experimento completo de PD resulta de 2.6 minutos (páginas 4 a 9). Esto es, en promedio, en el experimento PD se utilizó un 34% del tiempo total de respuesta.

11.6. Muestra obtenida

Como se indicó previamente, no hubo requerimientos específicos de cuotas por algún elemento sociodemográfico y solo se planteó la restricción de que los encuestados fueran mayores de 18 años. La muestra obtenida presentó una sobre representación de encuestadas (de género femenino), de usuarios de bus y con nivel educacional alto (con estudios universitarios), aspectos que debieran ser controlados en un levantamiento de escala nacional.

Cabe señalar que el mayor nivel educacional de la muestra no incidió particularmente sobre la distribución de ingresos o edad de los encuestados, aspectos que también deberían ser controlados en un levantamiento masivo. No obstante, es probable que al contar con un nivel educacional superior a la media nacional, se haya logrado una mayor comprensión y velocidad de respuesta, por lo que los tiempos de encuesta determinados en la sección previa serían un escenario optimista y se debería considerar un mayor tiempo de respuesta para el levantamiento a escala nacional.

Cabe destacar que los usuarios de automóvil, solo 9 de los 81 encuestados realizaron el viaje sin acompañantes (11%), a diferencia del modo bus, donde 38 de los 121 realizaron el viaje solos (31%). Si bien uno de los supuestos relevantes para la aplicación del experimento es que consideren que el viaje hipotético del experimento se realiza sin acompañantes, para reducir un eventual sesgo de comportamiento altruista, no parece factible imponerlo como un requisito para la selección de los encuestados. Esto dado que en viajes de larga distancia, la mayor parte de los viajes en auto se realiza con acompañantes, probablemente con el fin de compartir gastos o aprovechar economías de escala en el traslado.

12. Tarea 12: Modelación Econométrica de Resultados

12.1. Estimación de Modelos de Elección Discreta

12.1.1. Introducción

El enfoque metodológico para la estimación de modelos de elección discreta se basa en el análisis caso a caso del modelo que mejor represente el fenómeno bajo análisis. En una primera instancia no se puede asegurar cuál modelo generará los mejores resultados (congruencia con comportamiento, ajuste estadístico, significancia de parámetros, VVE), sino que es un resultado del estudio mismo la exploración de diferentes modelos.

De todas maneras, el objetivo de la modelación es representar correctamente los fenómenos conductuales que resultan en cada elección, lo que requiere del uso de modelos híbridos flexibles (Ben-Akiva et al., 2002) que puedan controlar por heterocedasticidad, endogeneidad y correlación, junto con proveer la oportunidad de incorporar heterogeneidad al análisis, ya sea mediante la estimación misma de parámetros, de las matrices de varianza y covarianza, o de efectos latentes.

El objetivo general es estimar VVE a partir de datos PD. Algunas consideraciones específicas de modelación a tener en cuenta al momento de formular son las siguientes:

- **Estructura del error**

La teoría clásica de modelos de elección discreta considera un término de error que es independiente de la componente determinística de la función de utilidad. Si bien este supuesto es válido en muchos casos, no es necesariamente cierto en algunas circunstancias. Una alternativa es considerar, en vez de una estructura aditiva del error, una estructura multiplicativa. La ventaja de este enfoque es que permite manejar, de manera más sencilla, el supuesto de una varianza constante del error (Fosgerau and Bierlaire, 2009), representando el estado del arte en esta materia.

Al estimar un modelo logit multinomial (MNL) bajo esta premisa, el término de error no solo captura la componente aleatoria del modelo (ruido) sino que también la potencial heterogeneidad en los parámetros.

- **Efecto Panel**

El estudio considera la aplicación de diversos escenarios de elección PD a cada usuario, lo cual permite reducir los costos de recolección de datos, pero implica necesariamente que exista algún tipo de correlación entre las diferentes respuestas dadas por un mismo individuo. Dar cuenta de esta estructura de pseudo-panel ofrece la oportunidad de mejorar la eficiencia de los estimadores, y la vez dar cuenta de heterogeneidad entre individuos y variaciones sistemáticas de gustos. Este problema se aborda utilizando el enfoque propuesto por Hess and Train (2011).

- **Asimetrías y no-linealidad**

Es común en la literatura encontrar que los VTV dependen de potenciales asimetrías y no-linealidades entre el tiempo y el costo, con respecto a un valor referencial. Para incorporar estos efectos, se incorporan los conceptos de ganancias y pérdidas (similar a De Borger y Fosgerau, 2008).

- **Heterogeneidad**

Los modelos a estimar consideran tanto heterogeneidad determinística como heterogeneidad aleatoria. El primer caso corresponde a la estimación de parámetros diferenciados por alguna variable conocida (por ejemplo, estimar el parámetro asociado al costo de manera diferenciada para mujeres, usando el nivel “hombre” como base para la comparación), mientras que el segundo corresponde a la incorporación de parámetros aleatorios.

- **Comportamiento lexicográfico**

Cuando el encuestado evalúa siempre las alternativas en función del mismo atributo (o subconjunto de atributos), está mostrando un comportamiento lexicográfico. Esto genera un problema para la modelación, ya que estos encuestados solo proporcionan información sobre el límite inferior o superior de su valor de reducción de riesgo o tiempo, mientras que los modelos que utilizamos suponen encuestados que maximizan la utilidad (que realizan un intercambio, es decir, tienen un comportamiento compensatorio).

- **Diferencias sociodemográficas**

La modelación econométrica permite estimar VVE y CSL diferenciados por variables sociodemográficas, tales como edad, ingreso, género, y ocupación principal, entre otras. Considerando que el objetivo de este estudio es generar los lineamientos que permiten la estimación de un valor social el SNI, en la modelación solo se consideran diferencias con respecto al ingreso.

Este criterio se basa en la teoría económica que sustenta los modelos de elección, en los cuales el ingreso es una restricción, potencialmente activa, al proceso de elección y por lo tanto tiene una incidencia directa en la disposición al pago (DP) por la reducción de riesgo.

El resto de las variables sociodemográficas no se incluyen directamente en la modelación, no porque no puedan tener un efecto significativo en los resultados, sino porque incorporarlas puede sesgar las decisiones de inversión pública. Creemos importante destacar que la DP refleja desigualdades, no solo preferencias. De esta manera, grupos más vulnerables tienden a presentar DP menores no necesariamente

porque sean menos sensibles al riesgo o valoren menos la vida, sino porque tienen menor capacidad de pago. Luego, estimar VVE diferenciados, por ejemplo, por género podría, reproducir o amplificar las brechas que se busca reducir.

En este contexto, destacamos que las encuestas PD son útiles para describir las percepciones e incluso para evidenciar brechas, pero las DP obtenidas de los modelos no son una herramienta de política pública.

La estimación de modelos se realizó con software de código libre, en este caso el paquete “Apollo” de R, de tal forma de proveer herramientas para la revisión de los resultados y la escalabilidad del análisis a nivel nacional.

La estrategia de estimación consideró probar distintas especificaciones lineales y no lineales, siendo el mejor modelo elegido en base a indicadores de ajuste, test estadísticos y la interpretabilidad de los resultados. En particular, se usaron los siguientes test de hipótesis y/o parámetros.

- Criterios de Información (AIC y BIC): Se emplearon el Criterio de Información de Akaike (AIC) y el Criterio de Información Bayesiano (BIC) para comparar modelos no anidados. Estos indicadores penalizan la verosimilitud logarítmica por el número de parámetros, favoreciendo modelos más parsimoniosos y evitando el sobreajuste. Un valor menor de AIC y BIC indica un mejor equilibrio entre bondad de ajuste y complejidad del modelo.
- Pseudo R-Cuadrado (ρ^2): Se calcula el estadístico ρ^2 (rho-cuadrado) y su versión ajustada (ρ^2 ajustado) para evaluar la capacidad explicativa del modelo en comparación con un modelo de referencia (normalmente solo con constantes). Mientras que el ρ^2 aumenta con la adición de cualquier variable, el ρ^2 ajustado incorpora una penalización por el número de grados de libertad, proporcionando una medida más robusta de la mejora en el ajuste.
- Test t: Se utilizó para evaluar la significancia estadística individual de cada parámetro. Bajo la hipótesis nula de que un parámetro es igual a cero, un valor absoluto del estadístico t superior al umbral crítico (generalmente 1.96 para un 95% de confianza) permite rechazar dicha hipótesis, validando la inclusión del atributo asociado en la especificación final del modelo.
- Test de Razón de Verosimilitud (Likelihood Ratio - LR): Esta prueba permite comparar estadísticamente modelos anidados. Bajo la hipótesis nula de que el modelo con restricciones (menos parámetros) es el verdadero, el estadístico LR sigue una distribución Chi-cuadrado. Un valor del estadístico significativo indica que el modelo más complejo proporciona un ajuste significativamente mejor a los datos.

12.1.2. Modelos Iniciales

Como modelos iniciales se consideró estimar un logit multinomial de manera directa con los datos obtenidos de la encuesta PD. Esta estimación busca como objetivo identificar si

los experimentos presentados a los individuos permiten encontrar coeficientes significativos asociados a cada atributo. De esta forma se busca validar preliminarmente al experimento PD y su aplicación con las consideraciones cognitivas desarrolladas a lo largo del estudio.

12.1.2.1. Modelo inicial (MNL_v0)

En este modelo simple se utilizan todas las observaciones para estimar los coeficientes presentados sin discriminar por modo, es decir, las observaciones del modo auto y bus son incluidas en el modelo para la estimación de los coeficientes. Las formas funcionales de la utilidad observable de se presentan a continuación.

$$U_{opt1} = \$_{opt1} \cdot \beta_{\$} + tt_{opt1} \cdot \beta_{tt} + vf_{opt1} \cdot \beta_{vf} + lg_{opt1} \cdot \beta_{lg} + asc_{opt1}$$

$$U_{opt2} = \$_{opt2} \cdot \beta_{\$} + tt_{opt2} \cdot \beta_{tt} + vf_{opt2} \cdot \beta_{vf} + lg_{opt2} \cdot \beta_{lg} + asc_{opt2}$$

Donde:

$\$_{x}$: Precio de la opción o alternativa “x” [\$]. La alternativa puede ser ruta para modo auto o servicio de bus para el modo bus.

tt_{x} : Tiempo de viaje de la opción o modo “x” [h]

vf_{x} : Número de víctimas fatales al año a causa de siniestros de tránsito [pers].

lg_{x} : Número de lesionados graves al año a causa de siniestros de tránsito [pers].

asc_{x} : Constante que indica que la alternativa corresponde a la ubicada en la izquierda (opt1) o la derecha (opt2) del tarjetero.

Los indicadores generales del modelo inicial se presenta a continuación. En este se puede ver que la mejora del modelo respecto al modelo de constantes iguales (eq) mejora en un 7%, mientras que respecto del modelo de constantes observadas (obs) mejora en la misma magnitud. El resto de los indicadores servirán para comparar el modelo respecto a otros utilizados más adelante.

CUADRO Nº 12-1: RESUMEN INDICADORES GLOBALES MODELO MNL_V0

Modelo ²²	Coefficientes Estimados	LL(0)	LL(final)	AIC	BIC	ρ_{eq}^2	$adj.\rho_{eq}^2$	ρ_{obs}^2	$adj.\rho_{obs}^2$
MNL_2009_V0	5	-840	-779	1,569	1,594	7%	7%	7%	7%

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

Los coeficientes estimados son presentados en el siguiente cuadro. Los resultados muestran que los coeficientes presentan el signo esperado, donde estos resultan negativos evidenciando que generan una molestia al realizar el viaje. Esto es, ante igualdad en el resto de los atributos, los individuos preferirán rutas o servicios de menor costo, de menor tiempo de viaje, con menor número de fallecidos y con menor número de lesionados graves.

De acuerdo con los test t, es posible concluir que todos los coeficientes asociados a atributos resultan significativos a mas del 95% de confianza, lo que evidencia que el experimento

²² Nombre del modelo adjunto en anexos digitales

logra captar las preferencias del nivel de seguridad (costo y tiempo también) por parte de los individuos encuestados.

CUADRO Nº 12-2: COEFICIENTES ESTIMADOS MODELO MNL_V0

Coeficiente	Descripción	Estimado	Error estándar,	t-ratio(0)	Error estándar robusto	t-ratio(0) robusto	Signif,
$\beta_{\$}$	Coef. Costo [u/mil\$]	-0,0695	0,0093	-7,45	0,0209	-3,32	***
β_{tt}	Coef. Tiempo de viaje a bordo [u/h]	-0,6788	0,1489	-4,56	0,1612	-4,21	***
β_{vf}	Coef. Víctimas fatales anuales [u/pers]	-0,1579	0,0228	-6,92	0,0363	-4,34	***
β_{lg}	Coef. Lesionados graves anuales [u/pers]	-0,0559	0,0084	-6,64	0,0141	-3,97	***
asc_{opt1}	Constante opción uno [u]	0,0000					
asc_{opt2}	Constante opción dos [u]	-0,0028	0,0617	-0,04	0,0655	-0,04	

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

***: Significancia de más del 95% de confianza. **: Significancia entre 85-95% de confianza. *: Significancia entre 75-85% de confianza.

Según las constantes ajustadas, se tiene que no existe preferencia significativa por la opción presentada al lado izquierdo de la tarjeta ni la del lado derecho. Esto se ha logrado en parte filtrando a aquellas personas que responden muy rápido los experimentos PD y que no se detienen a evaluar los atributos presentados.

Este resultado es alentador, puesto que es positivo para cumplir con los objetivos específicos OE4 y OE5. Esto dado que durante el desarrollo del estudio existía incertidumbre sobre la captura del riesgo en el experimento PD. Con este modelo inicial se tiene pruebas de que el enfoque metodológico utilizado permite obtener significativamente coeficientes significativos para costo, víctimas fatales y lesionados graves (riesgo).

12.1.2.2. Modelo con consideración de atributos (MNL_v1)

Una mejora realizada en el modelo inicial corresponde a incorporar la consideración de atributos reportada por los individuos. Esto con el objetivo de estimar los coeficientes de los atributos solo para aquellas personas que han declarado considerarlo. La forma funcional de este modelo se presenta a continuación.

$$U_{opt1} = \$_{opt1} \cdot C_{\$} \cdot \beta_{\$} + tt_{opt1} \cdot C_{tt} \cdot \beta_{tt} + vf_{opt1} \cdot C_{vf} \cdot \beta_{vf} + lg_{opt1} \cdot C_{lg} \cdot \beta_{lg} + asc_{opt1}$$

$$U_{opt2} = \$_{opt2} \cdot C_{\$} \cdot \beta_{\$} + tt_{opt2} \cdot C_{tt} \cdot \beta_{tt} + vf_{opt2} \cdot C_{vf} \cdot \beta_{vf} + lg_{opt2} \cdot C_{lg} \cdot \beta_{lg} + asc_{opt2}$$

Donde:

C_y : Consideración declarada por el individuo para el atributo “y”. 1 en caso de que sea considerado, 0 en caso contrario.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados del modelo con consideración MNL_V1. En este se puede observar que este genera una mejora significativa en las variables de

ajuste, donde se aumenta la log verosimilitud del modelo, mejoran los ρ^2 y los valores asociados a AIC-BIC decrecen ambos.

CUADRO Nº 12-3: RESUMEN INDICADORES GLOBALES MODELOS INICIALES – MNL_V1

Modelo ²³	Coefficientes Estimados	LL(0)	LL(final)	AIC	BIC	ρ_{eq}^2	adj. ρ_{eq}^2	ρ_{obs}^2	adj. ρ_{obs}^2
MNL_2009_V0	5	-840	-779	1,569	1,594	7%	7%	7%	7%
MNL_2009_V1	5	-840	-680	1,370	1,396	19%	18%	19%	19%

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

En cuanto a los coeficientes estimados en este modelo se tiene que los errores estándar de estos se reducen, teniendo valores de los estadísticos t mayores en magnitud, mejorando la significancia estadística que se tenía en la versión 0 del modelo.

CUADRO Nº 12-4: COEFICIENTES ESTIMADOS MODELO MNL_V1

Coefficiente	Descripción	Estimado	Error estándar,	t-ratio(0)	Error estándar robusto	t-ratio(0) robusto	Signif,
β_s	Coef. Costo [u/mil\$]	-0,1422	0,0145	-9,82	0,0357	-3,99	***
β_{tt}	Coef. Tiempo de viaje a bordo [u/h]	-1,0191	0,1822	-5,59	0,2104	-4,84	***
β_{vf}	Coef. Víctimas fatales anuales [u/pers]	-0,3505	0,0375	-9,34	0,0796	-4,40	***
β_{lg}	Coef. Lesionados graves anuales [u/pers]	-0,0989	0,0110	-8,99	0,0189	-5,24	***
asc_{opt1}	Constante opción uno [u]	0,0000					
asc_{opt2}	Constante opción dos [u]	0,0413	0,0665	0,62	0,0715	0,58	

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

***: Significancia de más del 95% de confianza. **: Significancia entre 85-95% de confianza. *: Significancia entre 75-85% de confianza.

Este resultado refleja la relevancia de considerar, en el diseño del formulario y el modelo, la consideración de los atributos presentados en los experimentos dado que esto mejora sustantivamente los indicadores globales, la capacidad predictiva y la significancia de los coeficientes considerados.

Estos modelos se adjuntan en el anexo digital.

12.1.3. Modelos considerando heterogeneidad determinística

En este punto se considera estimar modelos que capten diferencias sobre ciertos atributos asociadas a características de los individuos o sobre las características del viaje que están realizando. Se consideran determinísticas debido a que se establecen coeficientes diferenciados por la característica deseada, buscando estimar valores promedio que difieran según dicha característica.

²³ Nombre del modelo adjunto en anexos digitales

La heterogeneidad asociada al costo se analiza según el nivel de ingreso de los individuos, esperando obtener que individuos de mayor ingreso sean menos sensibles al costo que individuos de menores ingresos.

En cuanto al modo utilizado por las personas, también puede existir heterogeneidad determinística, donde la sensibilidad a los atributos sea mayor en un modo que en otro. En caso de existir este efecto, se podrán estimar tasas de sustitución por modo de transporte.

Los conjuntos de atributos-variables en las que se consideró analizar heterogeneidad determinística son las siguientes.

- Costo: Nivel de ingreso, modo y género.
- Tiempo de viaje: modo.
- Víctimas fatales con: modo, experiencia en accidentes de tránsito, acompañantes, personas a su cuidado, percepción de riesgo y género.
- Lesionados graves con: modo, experiencia en accidentes de tránsito, acompañantes, personas a su cuidado, percepción de riesgo y género.

Estos modelos, y otros que no se reportan, se adjuntan en el anexo digital.

12.1.3.1. Modelo con efecto ingreso (MNL_v4)

En un modelo con efecto ingreso se estiman coeficientes diferenciados para el costo según la categoría que se analiza. La forma funcional que tiene este modelo es la presentada a continuación:

$$U_{opt1} = \$_{opt1} \cdot C_{\$} \cdot \left(\sum_{i \in NI} I_i \cdot \beta_{\$i} \right) + tt_{opt1} \cdot C_{tt} \cdot \beta_{tt} + vf_{opt1} \cdot C_{vf} \cdot \beta_{vf} \\ + lg_{opt1} \cdot C_{lg} \cdot \beta_{lg} + asc_{opt1}$$

$$U_{opt2} = \$_{opt2} \cdot C_{\$} \cdot \left(\sum_{i \in NI} I_i \cdot \beta_{\$i} \right) + tt_{opt2} \cdot C_{tt} \cdot \beta_{tt} + vf_{opt2} \cdot C_{vf} \cdot \beta_{vf} \\ + lg_{opt2} \cdot C_{lg} \cdot \beta_{lg} + asc_{opt2}$$

Donde:

I_i : Indicatriz que vale 1 cuando el individuo pertenece a la categoría de ingreso “i”, 0 en caso contrario.

$\beta_{\$i}$: Coeficiente del costo asociado a la categoría de ingreso “i”.

Los resultados del modelo con efecto ingreso se presentan a continuación. En este se puede ver que existen mejoras en términos de ajuste con dos parámetros más en el modelo, respecto a las versiones anteriores.

CUADRO Nº 12-5: RESUMEN INDICADORES GLOBALES MODELO MNL_V4

Modelo	Coeficientes Estimados	LL(0)	LL(final)	AIC	BIC	ρ_{eq}^2	adj. ρ_{eq}^2	ρ_{obs}^2	adj. ρ_{obs}^2
MNL_2009_V4	7	-840	-668	1,349	1,385	21%	20%	21%	20%

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

Las agrupaciones según el nivel de ingreso per cápita del hogar para este modelo se presentan a continuación:

- Categoría de ingreso bajo: Menos de 600.000 [\$/mes-pers]
- Categoría de ingreso medio: Entre 600.001 y 1.300.000 [\$/mes-pers]
- Categoría de ingreso alto: Más de 1.300.000 [\$/mes-pers]

Los resultados de la estimación evidencian la existencia del efecto ingreso, donde personas de niveles de ingreso mayor presentan menor sensibilidad al costo. Se tiene también significancia en los coeficientes para los niveles de ingreso bajo y medio al 95% mientras que para el ingreso alto la significancia es del 75-85%.

CUADRO Nº 12-6: COEFICIENTES ESTIMADOS MODELO MNL_V4

Coeficiente	Descripción	Estimado	Error estándar	t-ratio(0)	Error estándar robusto	t-ratio(0) robusto	Signif,
β_{li}	Coef. Costo categoría ingreso bajo [u/mil\$]	-0,2180	0,0261	-8,35	0,0380	-5,74	***
β_{mi}	Coef. Costo categoría ingreso medio [u/mil\$]	-0,1476	0,0248	-5,95	0,0423	-3,49	***
β_{hi}	Coef. Costo categoría ingreso alto [u/mil\$]	-0,0598	0,0200	-2,98	0,0464	-1,29	*
β_{tt}	Coef. Tiempo de viaje a bordo [u/h]	-1,0692	0,1846	-5,79	0,2237	-4,78	***
β_{vf}	Coef. Víctimas fatales anuales [u/pers]	-0,3467	0,0373	-9,29	0,0796	-4,36	***
β_{lg}	Coef. Lesionados graves anuales [u/pers]	-0,1049	0,0113	-9,26	0,0185	-5,67	***
asc_{opt1}	Constante opción uno [u]	0,0000					
asc_{opt2}	Constante opción dos [u]	0,0418	0,0672	0,62	0,0711	0,59	

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

***: Significancia de más del 95% de confianza. **: Significancia entre 85-95% de confianza. *: Significancia entre 75-85% de confianza.

Este resultado muestra evidencia de que el VVE y CL varían según el nivel de ingreso.

12.1.3.2. Modelo con efecto número de acompañantes (MNL_v5)

Pese a que el experimento estaba situado en un escenario en que los individuos viajaban solos, a veces el viaje que la persona declaraba podía ser realizado por uno o más acompañantes. Esto guarda relación a que viajes entre ciudades usualmente se realizan en compañía de alguien más.

Al respecto, se plantearon modelos que capturasen la posible heterogeneidad sobre los parámetros del número de fallecidos y lesionados graves. Esto de modo de comprobar si pudiesen existir sensibilidades distintas hacia dichos parámetros dependiendo del número de acompañantes.

El modelo analizado sigue la siguiente forma funcional.

$$U_j = \$_j \cdot C_{\$} \cdot \left(\sum_{i \in NI} I_i \cdot \beta_{\$i} \right) + tt_j \cdot C_{tt} \cdot \beta_{tt} + vf_j \cdot C_{vf} \cdot \left(\sum_{a \in CA} NA_a \cdot \beta_{vf_a} \right) \\ + lg_j \cdot C_{lg} \cdot \left(\sum_{a \in CA} NA_a \cdot \beta_{lg_a} \right) + asc_j$$

Donde:

j : Alternativa presentada.

NA_a : Número de personas a bordo del vehículo de la categoría “a”. CA son las categorías existentes según número de acompañantes.

Los resultados de este modelo se presentan a continuación. En este se puede observar que con la inclusión de estos parámetros se logra un mejor ajuste, teniendo un pseudo rho cuadrado de 23%.

CUADRO Nº 12-7: RESUMEN INDICADORES GLOBALES MODELO MNL_V5

Modelo	Coefficientes Estimados	LL(0)	LL(final)	AIC	BIC	ρ_{eq}^2	adj. ρ_{eq}^2	ρ_{obs}^2	adj. ρ_{obs}^2
MNL_2009_V5	13	-840	-650	1,326	1,392	23%	21%	23%	21%

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

Respecto a los coeficientes estimados para el número de acompañantes o las personas a bordo se ha obtenido que:

- Para el número de fallecidos anuales se tienen coeficientes significativos al 95% para las categorías analizadas. Al respecto, los valores de estos muestran una sensibilidad mayor para personas con más de 3 personas a bordo en el viaje declarado, respecto de aquellos que viajan solos y con uno o dos acompañantes.

Se esperaba obtener mayor sensibilidad al número de fallecidos a medida que en el viaje se tuvieran más personas a bordo. De acuerdo con los valores obtenidos, esto no ocurre dado que el valor del coeficiente para una persona a bordo es mayor (en magnitud) que el de 2 y 3 personas.

- 1 persona a bordo: -0,3794
- 2 personas a bordo: -0,2810
- 3 personas a bordo: -0,2567
- +3 personas a bordo: -0,6770
- Para el número de lesionados graves anuales se tienen coeficientes significativos al 95% para tres de las categorías analizadas. En términos de magnitud se han encontrado valores similares para los coeficientes de aquellos viajes con más de una persona a bordo, los cuales son alrededor de 3 veces más el valor obtenido para el viaje solo.
 - 1 persona a bordo: -0,0413
 - 2 personas a bordo: -0,1427
 - 3 personas a bordo: -0,1478

- +3 personas a bordo: -0,1467

Este resultado es interesante porque muestra que, aunque en el experimento se le diga a la persona que viaja sola, si en su viaje real iba con alguien, se volverá más consciente del riesgo de sufrir una lesión grave. En el caso de los fallecidos, la evidencia muestra que esto ocurre cuando la persona viaja con más de 3 personas. A continuación se presentan los coeficientes estimados en el modelo.

CUADRO N° 12-8: COEFICIENTES ESTIMADOS MODELO MNL_V5

Coeficiente	Descripción	Estimado	Error estándar	t-ratio(0)	Error estándar robusto	t-ratio(0) robusto	Signif,
$\beta_{\$li}$	Coef. Costo categoría ingreso bajo[u/mil\$]	-0,2400	0,0279	-8,59	0,0426	-5,64	***
$\beta_{\$mi}$	Coef. Costo categoría ingreso medio [u/mil\$]	-0,1529	0,0251	-6,10	0,0417	-3,67	***
$\beta_{\$hi}$	Coef. Costo categoría ingreso alto [u/mil\$]	-0,0628	0,0214	-2,93	0,0557	-1,13	*
β_{tt}	Coef. Tiempo de viaje a bordo [u/h]	-1,1466	0,1902	-6,03	0,2360	-4,86	***
β_{vfa1}	Coef. Víctimas fatales – 1 persona a bordo [u/pers]	-0,3794	0,0766	-4,95	0,1817	-2,09	***
β_{vfa2}	Coef. Víctimas fatales – 2 personas a bordo [u/pers]	-0,2810	0,0625	-4,50	0,0716	-3,93	***
β_{vfa3}	Coef. Víctimas fatales – 3 personas a bordo [u/pers]	-0,2567	0,0560	-4,58	0,1310	-1,96	***
β_{vfa4}	Coef. Víctimas fatales – +3 personas a bordo [u/pers]	-0,6770	0,1245	-5,44	0,1458	-4,64	***
β_{lga1}	Coef. Lesionados graves – 1 persona a bordo [u/pers]	-0,0413	0,0169	-2,44	0,0269	-1,54	**
β_{lga2}	Coef. Víctimas fatales – 2 personas a bordo [u/pers]	-0,1427	0,0284	-5,02	0,0446	-3,20	***
β_{lga3}	Coef. Víctimas fatales – 3 personas a bordo [u/pers]	-0,1478	0,0246	-6,02	0,0360	-4,10	***
β_{lga4}	Coef. Víctimas fatales – +3 personas a bordo [u/pers]	-0,1467	0,0271	-5,42	0,0408	-3,59	***
asc_{opt1}	Constante opción uno [u]	0,0000					
asc_{opt2}	Constante opción dos [u]	0,0345	0,0681	0,51	0,0724	0,48	

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202.

***: Significancia de más del 95% de confianza. **: Significancia entre 85-95% de confianza. *: Significancia entre 75-85% de confianza.

12.1.3.3. Modelo con efecto experiencia en siniestros de tránsito (MNL_v6)

Al igual que en el modelo anterior se explora sobre el efecto de la experiencia en siniestros de tránsito de los individuos sobre el parámetro de fallecidos y lesionados graves.

La forma funcional es la presentada a continuación:

$$U_j = \$_j \cdot C_{\$} \cdot \left(\sum_{i \in NI} I_i \cdot \beta_{\$i} \right) + tt_j \cdot C_{tt} \cdot \beta_{tt} + vf_j \cdot C_{vf} \cdot \left(\sum_{e \in EAT} EXP_e \cdot \beta_{vfe} \right) \\ + lg_j \cdot C_{lg} \cdot \left(\sum_{e \in EAT} EXP_e \cdot \beta_{lge} \right) + asc_j$$

Donde:

EXP_e : 1 cuando el individuo presenta experiencia en siniestros de tránsito tipo “e”. EAT es el conjunto de categorías de experiencias posibles.

Los indicadores globales del ajuste de este modelo se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO Nº 12-9: RESUMEN INDICADORES GLOBALES MODELO MNL_V6

Modelo	Coefficientes Estimados	$LL(0)$	$LL(final)$	AIC	BIC	ρ_{eq}^2	$adj.\rho_{eq}^2$	ρ_{obs}^2	$adj.\rho_{obs}^2$
MNL_2009_V6	11	-840	-662	1,346	1,402	21%	20%	21%	20%

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

En cuanto a los coeficientes estimados se ha encontrado significancia en las sensibilidades hacia el número de fallecidos, donde quienes no se han enfrentado a un accidente de tránsito son más sensibles al número de fallecidos que quienes han tenido experiencias sin lesiones y aquellos que han tenido experiencias con lesiones (de cualquier índole).

- Sin experiencia en siniestros de tránsito: -0,4479
- Con experiencia en siniestros de tránsito sin lesiones: -0,3180
- Con experiencia en siniestros de tránsito con lesiones: -0,1790

En el caso de los coeficientes para las sensibilidades respecto de los lesionados totales, se ha encontrado significancia en los tres niveles de experiencia con siniestros de tránsito. Sin embargo, las magnitudes de estos son muy similares, no encontrando diferencias significativas para las sensibilidades al número de lesionados graves.

- Sin experiencia en siniestros de tránsito: -0,1099
- Con experiencia en siniestros de tránsito sin lesiones: -0,0952
- Con experiencia en siniestros de tránsito con lesiones: -0,1035

CUADRO N° 12-10: COEFICIENTES ESTIMADOS MODELO MNL_V6

Coeficiente	Descripción	Estimado	Error estándar	t-ratio(0)	Error estándar robusto	t-ratio(0) robusto	Signif,
$\beta_{\$li}$	Coef. Costo categoría ingreso bajo[u/mil\$]	-0,2169	0,0264	-8,23	0,0395	-5,49	***
$\beta_{\$mi}$	Coef. Costo categoría ingreso medio [u/mil\$]	-0,1553	0,0255	-6,09	0,0433	-3,59	***
$\beta_{\$hi}$	Coef. Costo categoría ingreso alto [u/mil\$]	-0,0622	0,0202	-3,08	0,0443	-1,40	*
β_{tt}	Coef. Tiempo de viaje a bordo [u/h]	-1,0609	0,1847	-5,74	0,2250	-4,71	***
β_{vfe1}	Coef. Víctimas fatales – sin experiencia en siniestros de tránsito [u/pers]	-0,4479	0,0550	-8,14	0,1121	-4,00	***
β_{vfe2}	Coef. Víctimas fatales – con experiencia en siniestros de tránsito sin lesiones [u/pers]	-0,3180	0,0764	-4,16	0,1134	-2,80	***
β_{vfe3}	Coef. Víctimas fatales – con experiencia en siniestros de tránsito con lesiones [u/pers]	-0,1790	0,0564	-3,18	0,1148	-1,56	**
β_{lge1}	Coef. Lesionados graves – sin experiencia en siniestros de tránsito [u/pers]	-0,1099	0,0145	-7,59	0,0217	-5,05	***
β_{lge2}	Coef. Lesionados graves – con experiencia en siniestros de tránsito sin lesiones [u/pers]	-0,0952	0,0213	-4,47	0,0455	-2,09	***
β_{lge3}	Coef. Lesionados graves – con experiencia en siniestros de tránsito con lesiones [u/pers]	-0,1035	0,0276	-3,75	0,0342	-3,03	***
asc_{opt1}	Constante opción uno [u]	0,0000					
asc_{opt2}	Constante opción dos [u]	0,0497	0,0676	0,73	0,0708	0,70	

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202.

***: Significancia de más del 95% de confianza. **: Significancia entre 85-95% de confianza. *: Significancia entre 75-85% de confianza.

12.1.3.4. Modelo con coeficientes específicos por modo (MNL_v7 y MNL_v11)

En este modelo se busca revisar el supuesto de que usuarios de automóvil y bus presentan idénticas sensibilidades a los atributos presentados en el experimento. Existe evidencia suficiente en la literatura de esta probable diferencia de valoración, en particular por la correlación entre nivel de ingreso y el modo utilizado. Lo interesante de este análisis es además observar posibles diferencias en las sensibilidades al riesgo según el modo utilizado.

En este caso la forma funcional de las utilidades es como sigue:

$$U_j = \$_j \cdot C_{\$} \cdot (\beta_{\$_{auto}} \cdot I_{auto} + \beta_{\$_{bus}} \cdot I_{bus}) + tt_j \cdot C_{tt} \cdot (\beta_{tt_{auto}} \cdot I_{auto} + \beta_{tt_{bus}} \cdot I_{bus}) \\ + vf_j \cdot C_{vf} \cdot (\beta_{vf_{auto}} \cdot I_{auto} + \beta_{vf_{bus}} \cdot I_{bus}) \\ + lg_j \cdot C_{lg} \cdot (\beta_{lg_{auto}} \cdot I_{auto} + \beta_{lg_{bus}} \cdot I_{bus}) + asc_j$$

Donde se las variables de indicatriz son 1 cuando el modo del individuo corresponde a auto o bus según sea el modo utilizado por la persona. Los resultados del modelo se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO Nº 12-11: RESUMEN INDICADORES GLOBALES MODELO MNL_V7

Modelo	Coefficientes Estimados	LL(0)	LL(final)	AIC	BIC	ρ_{eq}^2	adj. ρ_{eq}^2	ρ_{obs}^2	adj. ρ_{obs}^2
MNL_2009_V7	9	-840	-666	1,350	1,396	21%	20%	21%	20%

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

En cuanto a los coeficientes estimados se tiene que existe significancia para todos a más del 95% de confianza. Los signos esperados se mantienen. Como es de esperar existe una mayor sensibilidad al costo por parte de los usuarios de bus que de auto.

En cuanto a las sensibilidades al número de fallecidos, se tiene que los usuarios de auto son más sensibles a esta variable que los usuarios de bus.

- Usuarios de auto: -0,5540
- Usuarios de bus: -0,2966

Respecto a la sensibilidad de lesionarse gravemente, se ha encontrado que los usuarios de bus son levemente más sensibles que a esta variable que los usuarios de auto.

- Usuarios de auto: -0,0886
- Usuarios de bus: -0,1148

Estos resultados son relevantes debido a que se ha encontrado diferencias en los coeficientes por modo no solo para el coeficiente del costo, sino que también para los coeficientes del número de fallecidos y lesionados graves. Con esto se podrán obtener valoraciones de la vida estadística o costo de lesiones para ambos modos diferenciando las magnitudes existentes entre estos.

Otro aspecto relevante de este resultado es que con la muestra por modo (121 bus, 81 autos) es posible obtener coeficientes para los cuatro coeficientes buscados, donde tres de estos se utilizan para la estimación del VVE y CSL. Más aún, se debe considerar que la mitad de la muestra tuvo asignado aleatoriamente el experimento de fallecidos o lesionados graves, por lo que dichos coeficientes presentan la mitad de muestra. Es decir, el diseño realizado permite obtener significancia y capturar estos parámetros de forma muy significativa con una muestra de 60 – 40 encuestas para los modos bus-auto respectivamente.

CUADRO N° 12-12: COEFICIENTES ESTIMADOS MODELO MNL_V7

Coeficiente	Descripción	Estimado	Error estándar	t-ratio(0)	Error estándar robusto	t-ratio(0) robusto	Signif,
$\beta_{\$bus}$	Coef. Costo modo bus [u/mil\$]	-0,2146	0,0280	-7,67	0,0413	-5,20	***
β_{ttbus}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo bus [u/h]	-0,8784	0,2219	-3,96	0,2802	-3,13	***
β_{vfbus}	Coef. Víctimas fatales modo bus [u/pers]	-0,2966	0,0425	-6,98	0,0895	-3,32	***
β_{vlgbus}	Coef. Lesionados graves modo bus [u/pers]	-0,1148	0,0149	-7,72	0,0278	-4,13	***
$\beta_{\$auto}$	Coef. Costo modo auto [u/mil\$]	-0,1270	0,0164	-7,74	0,0341	-3,72	***
β_{ttauto}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo auto [u/h]	-1,4502	0,3287	-4,41	0,3332	-4,35	***
β_{vfauto}	Coef. Víctimas fatales modo auto [u/pers]	-0,5540	0,0808	-6,86	0,1295	-4,28	***
β_{lgauto}	Coef. Lesionados graves modo auto [u/pers]	-0,0886	0,0173	-5,12	0,0230	-3,86	***
asc_{opt1}	Constante opción uno [u]	0,0000					
asc_{opt2}	Constante opción dos [u]	0,0511	0,0682	0,75	0,0710	0,72	

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202.

***: Significancia de más del 95% de confianza. **: Significancia entre 85-95% de confianza. *: Significancia entre 75-85% de confianza.

Se consideró incluir el efecto ingreso en los coeficientes del costo por modo, los que se estimaron en los modelos V9 y V11. Los resultados obtenidos mostraron que no existe diferencia significativa en las categorías de ingreso para el modo bus, pero en el modo auto si existen. A continuación se presentan los coeficientes estimados considerando efecto ingreso en el modo auto. Las categorías de ingreso son:

- Categoría ingreso bajo: Menos de 750.000 [\$/mes-pers]
- Categoría ingreso alto: 750.000 o más [\$/mes-pers]

Los resultados obtenidos muestran que existen sensibilidades distintas entre los usuarios de auto según categorías de ingreso. Estas además son ambas menores que las sensibilidades al costo por parte de los usuarios de bus. Es decir, los usuarios de bus son más sensibles al costo que los usuarios de auto de ingreso bajo y estos a su vez son más sensibles que los usuarios de auto de ingreso alto.

- Usuario bus: -0,2146
- Usuario auto ingreso bajo: -0,1660
- Usuario auto ingreso alto: -0,0847

CUADRO Nº 12-13: COEFICIENTES ESTIMADOS MODELO MNL_V11

Coeficiente	Descripción	Estimado	Error estándar	t-ratio(0)	Error estándar robusto	t-ratio(0) robusto	Signif,
$\beta_{\$bus}$	Coef. Costo modo bus [u/mil\$]	-0,2146	0,0280	-7,67	0,0413	-5,20	***
β_{ttbus}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo bus [u/h]	-0,8784	0,2219	-3,96	0,2802	-3,13	***
β_{vfbus}	Coef. Víctimas fatales modo bus [u/pers]	-0,2967	0,0425	-6,98	0,0895	-3,32	***
β_{lgbus}	Coef. Lesionados graves modo bus [u/pers]	-0,1148	0,0149	-7,72	0,0278	-4,13	***
$\beta_{\$autoLI}$	Coef. Costo modo auto - ingreso bajo [u/mil\$]	-0,1660	0,0244	-6,82	0,0328	-5,05	***
$\beta_{\$autoHI}$	Coef. Costo modo auto - ingreso alto [u/mil\$]	-0,0847	0,0209	-4,05	0,0472	-1,80	**
β_{ttauto}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo auto [u/h]	-1,4714	0,3274	-4,49	0,3405	-4,32	***
β_{vfauto}	Coef. Víctimas fatales modo auto [u/pers]	-0,5392	0,0797	-6,76	0,1295	-4,16	***
β_{lgauto}	Coef. Lesionados graves modo auto [u/pers]	-0,0886	0,0173	-5,13	0,0231	-3,83	***
asc_{opt1}	Constante opción uno [u]	0,0000					
asc_{opt2}	Constante opción dos [u]	0,0523	0,0684	0,76	0,0705	0,74	

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202.

***: Significancia de más del 95% de confianza. **: Significancia entre 85-95% de confianza. *: Significancia entre 75-85% de confianza.

12.1.3.5. Modelo con efecto personas a su cuidado (MNL_v13)

Otro efecto que se ha explorado corresponde a la existencia de personas al cuidado de los individuos. Se había planteado la hipótesis de que personas que presentan personas a su cuidado puedan ser más adversas al riesgo. Esto se analiza incluyendo coeficientes determinísticos al número de fallecidos y lesionados graves dentro del experimento según si la persona tiene o no personas a su cuidado.

En este caso esto se prueba en el modelo donde se estiman coeficientes por modo. Es decir, se estima un coeficiente asociado al número de fallecidos cuando para el modo según si tiene personas a su cuidado o no.

Los resultados se presentan en los siguientes cuadros.

CUADRO Nº 12-14: RESUMEN INDICADORES GLOBALES MODELO MNL_V13

Modelo	Coeficientes Estimados	LL(0)	LL(final)	AIC	BIC	ρ_{eq}^2	adj. ρ_{eq}^2	ρ_{obs}^2	adj. ρ_{obs}^2
MNL_2009_V13	14	-840	-660	1,347	1,418	21%	20%	21%	20%

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

Se tiene que se encuentra significancia para los coeficientes de fallecidos y lesionados graves por modo cuando se diferencia por si los individuos tienen personas a su cuidado. Al

respecto, se observan diferencias en los coeficientes de fallecidos para el modo bus según personas a su cuidado. Se tiene que aquellos que tienen personas a su cuidado y son usuarios de bus son más sensibles al número de fallecidos que los usuarios de bus sin personas a su cuidado.

- Usuarios de bus con personas a su cuidado: -0,4103
- Usuarios de bus sin personas a su cuidado: -0,2244

CUADRO Nº 12-15: COEFICIENTES ESTIMADOS MODELO MNL_V13

Coeficiente	Descripción	Estimado	Error estándar	t-ratio(0)	Error estándar robusto	t-ratio(0) robusto	Signif,
$\beta_{\$bus}$	Coef. Costo modo bus [u/mil\$]	-0,2189	0,0283	-7,75	0,0424	-5,16	***
β_{ttbus}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo bus [u/h]	-0,8857	0,2234	-3,96	0,2797	-3,17	***
$\beta_{vfbusp1}$	Coef. Víctimas fatales modo bus – con personas a su cuidado[u/pers]	-0,4103	0,0723	-5,68	0,2249	-1,82	**
$\beta_{vfbusp2}$	Coef. Víctimas fatales modo bus – sin personas a su cuidado[u/pers]	-0,2244	0,0490	-4,58	0,0574	-3,91	***
$\beta_{vfbusp1}$	Coef. Lesionados graves modo bus – con personas a su cuidado [u/pers]	-0,1174	0,0200	-5,85	0,0317	-3,71	***
$\beta_{vfbusp2}$	Coef. Lesionados graves modo bus – sin personas a su cuidado [u/pers]	-0,1137	0,0208	-5,47	0,0446	-2,55	***
$\beta_{\$autoLI}$	Coef. Costo modo auto - ingreso bajo [u/mil\$]	-0,1656	0,0244	-6,79	0,0324	-5,11	***
$\beta_{\$autoHI}$	Coef. Costo modo auto - ingreso alto [u/mil\$]	-0,0856	0,0211	-4,05	0,0479	-1,79	**
β_{ttauto}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo auto [u/h]	-1,4799	0,3287	-4,50	0,3384	-4,37	***
$\beta_{vfautop1}$	Coef. Víctimas fatales modo auto – con personas a su cuidado[u/pers]	-0,5440	0,0949	-5,73	0,1563	-3,48	***
$\beta_{vfautop2}$	Coef. Víctimas fatales modo auto – sin personas a su cuidado[u/pers]	-0,5313	0,1352	-3,93	0,2392	-2,22	***
$\beta_{lgautop1}$	Coef. Lesionados graves modo auto – con personas a su cuidado [u/pers]	-0,0820	0,0214	-3,84	0,0248	-3,31	***
$\beta_{lgautop2}$	Coef. Lesionados graves modo auto – sin personas a su cuidado [u/pers]	-0,0985	0,0268	-3,67	0,0432	-2,28	***
asc_{opt1}	Constante opción uno [u]	0,0000					
asc_{opt2}	Constante opción dos [u]	0,0539	0,0686	0,79	0,0706	0,76	

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202.

***: Significancia de más del 95% de confianza. **: Significancia entre 85-95% de confianza. *: Significancia entre 75-85% de confianza.

12.1.3.6. Modelo con efecto percepción de riesgo (MNL_v15)

Se estimó un modelo con el efecto de la percepción del riesgo sobre los coeficientes del número de fallecidos y lesionados graves. Esto se realiza diferenciando a aquellos que no perciben riesgo en la ruta, aquellos que declaran que sí percibe de acuerdo al nivel de riesgo.

Dada la muestra obtenida, estos coeficientes se estiman sin diferenciar el modo utilizado. A continuación se presenta el modelo.

CUADRO Nº 12-16: RESUMEN INDICADORES GLOBALES MODELO MNL_V15

Modelo	Coefficientes Estimados	LL(0)	LL(final)	AIC	BIC	ρ_{eq}^2	adj. ρ_{eq}^2	ρ_{obs}^2	adj. ρ_{obs}^2
MNL_2009_V15	14	-840	-655	1,338	1,410	22%	20%	22%	20%

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

CUADRO Nº 12-17: COEFICIENTES ESTIMADOS MODELO MNL_V15

Coefficiente	Descripción	Estimado	Error estándar	t-ratio(0)	Error estándar robusto	t-ratio(0) robusto	Signif,
$\beta_{\$bus}$	Coef. Costo modo bus [u/mil\$]	-0,2313	0,0282	-8,19	0,0421	-5,50	***
β_{ttbus}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo bus [u/h]	-0,9065	0,2244	-4,04	0,2885	-3,14	***
$\beta_{vfno-risk}$	Coef. Víctimas fatales no percibe riesgo [u/pers]	-0,3797	0,0506	-7,51	0,0894	-4,25	***
$\beta_{vflow-risk}$	Coef. Víctimas fatales percibe riesgo bajo [u/pers]	-1,8253	0,4402	-4,15	0,4866	-3,75	***
$\beta_{vfmid-risk}$	Coef. Víctimas fatales percibe riesgo medio [u/pers]	-0,1809	0,0520	-3,48	0,0986	-1,84	**
$\beta_{vfhigh-risk}$	Coef. Víctimas fatales percibe riesgo alto [u/pers]	-0,1020	0,0266	-3,83	0,0511	-2,00	***
$\beta_{lgno-risk}$	Coef. Lesionados graves no percibe riesgo [u/pers]	-0,1245	0,0172	-7,25	0,0235	-5,29	***
$\beta_{lglow-risk}$	Coef. Lesionados graves percibe riesgo bajo [u/pers]	-0,1018	0,0282	-3,62	0,0294	-3,46	***
$\beta_{lgmid-risk}$	Coef. Lesionados graves percibe riesgo medio [u/pers]	-0,1208	0,0238	-5,08	0,0454	-2,66	***
$\beta_{lghigh-risk}$	Coef. Lesionados graves percibe riesgo alto [u/pers]	-0,0866	0,0229	-3,78	0,0507	-1,71	**
$\beta_{\$autoLI}$	Coef. Costo modo auto - ingreso bajo [u/mil\$]	-0,1699	0,0239	-7,10	0,0341	-4,99	***
$\beta_{\$autoHI}$	Coef. Costo modo auto - ingreso alto [u/mil\$]	-0,1007	0,0225	-4,49	0,0471	-2,14	***
β_{ttauto}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo auto [u/h]	-1,5603	0,3305	-4,72	0,3320	-4,70	***
asc_{opt1}	Constante opción uno [u]	0,0000					
asc_{opt2}	Constante opción dos [u]	0,0180	0,0692	0,26	0,0718	0,25	

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202.

***: Significancia de más del 95% de confianza. **: Significancia entre 85-95% de confianza. *: Significancia entre 75-85% de confianza.

Se esperaba encontrar que usuarios que percibían riesgo fueran más sensibles que aquellos que no percibieran. Esto ocurre para los el coeficiente del número de fallecidos entre

aquellos que no perciben riesgo y quienes perciben riesgo bajo, pero no con aquellos que perciben riesgo medio o alto.

12.1.4. Modelos considerando asimetrías y no linealidad

Los modelos con asimetrías y no linealidad buscan probar el supuesto que las personas valoran de forma diferente las ganancias/pérdidas de un atributo respecto a un valor base percibido por ellos.

La forma de incorporar esto en los modelos es generando una variable de “ganancia” con la diferencia entre el tiempo ofrecido y el actual cuando es mayor que cero y la “pérdida” con la misma diferencia pero cuando el resultado es negativo. Esto se realiza para varias variables, encontrando que la expresión lineal de la variable genera coeficientes significativos, a diferencia del caso con las variables asimétricas.

Para ilustrar esto se presenta el siguiente modelo.

CUADRO N° 12-18: RESUMEN INDICADORES GLOBALES MODELO MNL_V25

Modelo	Coefficientes Estimados	LL(0)	LL(final)	AIC	BIC	ρ_{eq}^2	adj. ρ_{eq}^2	ρ_{obs}^2	adj. ρ_{obs}^2
MNL_2009_V25	9	-840	-668	1,354	1,400	21%	19%	20%	20%

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

En este modelo, se ha obtenido que el coeficiente de la ganancia de tiempo de viaje es negativo lo que se explica en que el usuario no quiere tener más tiempo de viaje del que ya está experimentando. En el caso contrario, se tiene que el coeficiente asociado a la pérdida tiene signo positivo puesto que estos quieren demorarse menos.

Se tiene que el coeficiente lineal asociado al tiempo de viaje es significativo a más del 95% de confianza, mostrando que la relación que mejor representa la sensibilidad al tiempo de viaje es el enfoque lineal. En el caso de los coeficientes de ganancia y pérdida, se tiene que estos no son significativos al 95%, por lo que se descarta considerar un enfoque de asimétrico para los atributos del modelo.

CUADRO Nº 12-19: COEFICIENTES ESTIMADOS MODELO MNL_V25

Coeficiente	Descripción	Estimado	Error estándar	t-ratio(0)	Error estándar robusto	t-ratio(0) robusto	Signif,
$\beta_{\$li}$	Coef. Costo categoría ingreso bajo [u/mil\$]	-0,2215	0,0263	-8,41	0,0385	-5,76	***
$\beta_{\$mi}$	Coef. Costo categoría ingreso medio [u/mil\$]	-0,1290	0,0244	-5,29	0,0369	-3,49	***
$\beta_{\$hi}$	Coef. Costo categoría ingreso alto [u/mil\$]	-0,0837	0,0208	-4,02	0,0581	-1,44	**
$\beta_{ttlineal}$	Coef. Tiempo de viaje lineal [u/h]	-1,4720	0,4823	-3,05	0,4677	-3,15	***
β_{ttgain}	Coef. Tiempo de viaje ganancia [u/h]	-0,9593	0,8317	-1,15	0,8792	-1,09	*
β_{ttloss}	Coef. Tiempo de viaje pérdida [u/h]	0,6389	0,4440	1,44	0,4045	1,58	**
β_{vff}	Coef. Víctimas fatales anuales [u/pers]	-0,3602	0,0382	-9,43	0,0825	-4,36	***
β_{lg}	Coef. Lesionados graves anuales [u/pers]	-0,1052	0,0113	-9,29	0,0182	-5,78	***
asc_{opt1}	Constante opción uno [u]	0,0000					
asc_{opt2}	Constante opción dos [u]	0,0135	0,0694	0,19	0,0740	0,18	

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202.

***: Significancia de más del 95% de confianza. **: Significancia entre 85-95% de confianza. *: Significancia entre 75-85% de confianza.

12.1.5. Modelos considerando comportamiento lexicográfico

En la modelación presentada anteriormente de elecciones basada en la maximización de la utilidad aleatoria, se asume que los individuos consideran y ponderan todos los atributos simultáneamente. Sin embargo, en ciertos contextos los decisores adoptan estrategias lexicográficas, donde priorizan un atributo crítico por sobre los demás. Esto se abordó en un punto anterior del reporte donde se cuantificaron a los individuos que tenían un patrón determinado de elección.

Para capturar este comportamiento, se implementa un modelo que incorpora un parámetro “ λ ” que actúa directamente sobre las probabilidades de elección del modelo Logit. Este parámetro permite modular el grado en que las decisiones se rigen por reglas lexicográficas versus la maximización de utilidad tradicional, ofreciendo así una representación más flexible de los procesos de elección observados.

Sea $P_{compensatoria}$ la probabilidad del modelo cuando existe compensación entre los atributos y $P_{lexicografica}$ la probabilidad obtenida en base a criterios lexicográficos. La probabilidad del modelo es estimada como:

$$P = (1 - \lambda) \cdot P_{compensatoria} + \lambda \cdot P_{lexicografica}$$

En caso que lambda resulte positivo y significativo se tiene evidencia del comportamiento lexicográfico. Además, la magnitud de lambda determina la porción de la probabilidad que es determinada por dicho comportamiento.

Se presentan dos modelos, donde se buscó explorar la existencia de comportamiento lexicográfico. En el primero se encontró evidencia del comportamiento lexicográfico, mientras que en el segundo

CUADRO Nº 12-20: RESUMEN INDICADORES GLOBALES MODELO MNL_V28-V29

Modelo	Coefficientes Estimados	LL(0)	LL(final)	AIC	BIC	ρ_{eq}^2	adj. ρ_{eq}^2	ρ_{obs}^2	adj. ρ_{obs}^2
MNL_2009_V28	8	-840	-667	1,350					
MNL_2009_V29	11	-840	-673	1,369					

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

Los resultados entre estos dos modelos muestran que lambda es significativo cuando las variables que se utilizan en el modelo son más simples. Al añadir la especificación de coeficientes por modo, la variable lambda deja de ser significativa en el modelo.

Esto quiere decir que el comportamiento lexicográfico era en realidad heterogeneidad de preferencias no modelada. Entonces, dichas variables agregadas explican adecuadamente el proceso de elección.

CUADRO Nº 12-21: COEFICIENTES ESTIMADOS MODELO MNL_V28

Coeficiente	Descripción	Estimado	Error estándar	t-ratio(0)	Error estándar robusto	t-ratio(0) robusto	Signif,
$\beta_{\$li}$	Coef. Costo categoría ingreso bajo [u/mil\$]	-0,3189	0,0521	-6,12	0,0785	-4,06	***
$\beta_{\$mi}$	Coef. Costo categoría ingreso medio [u/mil\$]	-0,1761	0,0394	-4,47	0,0625	-2,82	***
$\beta_{\$hi}$	Coef. Costo categoría ingreso alto [u/mil\$]	-0,2212	0,0910	-2,43	0,3213	-0,69	-
β_{tt}	Coef. Tiempo de viaje a bordo [u/h]	-1,3258	0,2597	-5,11	0,3277	-4,05	***
β_{vf}	Coef. Víctimas fatales anuales [u/pers]	-0,5938	0,1074	-5,53	0,2186	-2,72	***
β_{lg}	Coef. Lesionados graves anuales [u/pers]	-0,1348	0,0184	-7,33	0,0318	-4,23	***
asc_{opt1}	Constante opción uno [u]	0,0000					
asc_{opt2}	Constante opción dos [u]	0,2782	0,1079	2,58	0,1395	1,99	***
λ	lambda	0,1205	0,0349	3,45	0,0524	2,30	***

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202.

***: Significancia de más del 95% de confianza. **: Significancia entre 85-95% de confianza. *: Significancia entre 75-85% de confianza.

CUADRO N° 12-22: COEFICIENTES ESTIMADOS MODELO MNL_V29

Coeficiente	Descripción	Estimado	Error estándar	t-ratio(0)	Error estándar robusto	t-ratio(0) robusto	Signif,
$\beta_{\$bus}$	Coef. Costo modo bus [u/mil\$]	-0,2467	0,0477	-5,17	0,0961	-2,57	***
β_{ttbus}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo bus [u/h]	-0,9277	0,2545	-3,65	0,3237	-2,87	***
β_{vfbus}	Coef. Víctimas fatales modo bus [u/pers]	-0,3788	0,1141	-3,32	0,3017	-1,26	**
β_{vfbus}	Coef. Lesionados graves modo bus [u/pers]	-0,1255	0,0203	-6,18	0,0403	-3,12	***
$\beta_{\$auto}$	Coef. Costo modo auto [u/mil\$]	-0,3218	0,0817	-3,94	0,1440	-2,23	***
β_{ttauto}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo auto [u/h]	-0,0671	0,0252	-2,66	0,0568	-1,18	*
β_{lgauto}	Coef. Víctimas fatales modo auto [u/pers]	-1,5769	0,3784	-4,17	0,4336	-3,64	***
β_{lgauto}	Coef. Lesionados graves modo auto [u/pers]	-0,4625	0,0877	-5,28	0,1358	-3,40	***
asc_{opt1}	Constante opción uno [u]	-0,0997	0,0225	-4,44	0,0325	-3,07	***
asc_{opt2}	Constante opción dos [u]	0,0000					
λ	lambda	0,1231	0,1104	1,12	0,1861	0,66	

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202.

***: Significancia de más del 95% de confianza. **: Significancia entre 85-95% de confianza. *: Significancia entre 75-85% de confianza.

12.1.6. Modelos considerando heterogeneidad aleatoria

La modelación de elecciones anterior asume preferencias homogéneas entre individuos, donde los parámetros representan valores promedio poblacionales. Sin embargo, es posible que exista variabilidad sustancial dentro de un grupo y en cómo los individuos valoran los atributos. Esta se ha capturado en modelos considerando heterogeneidad determinística, donde hay ciertos grupos específicos con preferencias distintas. Sin embargo, pueden existir diversidades en las preferencias no captadas necesariamente según las categorías analizadas y que expliquen de mejor manera la diversidad en las elecciones de los individuos.

Para capturar esta diversidad, este punto muestra modelos con heterogeneidad aleatoria, específicamente mediante la especificación de parámetros distribuidos aleatoriamente en la población. Este enfoque permite identificar y cuantificar la variación sistemática en preferencias, ofreciendo una representación más realista de los procesos de elección al reconocer que los atributos pueden ser valorados diferencialmente entre subgrupos de la población.

Sin embargo, aunque este modelo logre encontrar distribuciones significativas para algunas variables y un mejor ajuste, este no entrega la causa que genera que ciertos individuos se encuentren en un sector u otro de la distribución.

Para la notación de las variables se utilizará βn_x y $\beta \sigma_x$ para denotar los coeficientes asociados a media y la desviación estándar de la variable x .

A continuación se presenta uno de los modelos que incorporan la heterogeneidad aleatoria.

CUADRO Nº 12-23: RESUMEN INDICADORES GLOBALES MODELO MXL_V6

Modelo	Coeficientes Estimados	$LL(0)$	$LL(final)$	AIC	BIC	ρ_{eq}^2	$adj.\rho_{eq}^2$	ρ_{obs}^2	$adj.\rho_{obs}^2$
MXL_2009_V6	17	-840	-619	1,272	1,359	26%	24%	26%	24%

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

Los resultados muestran que considerando este efecto se mejoran los indicadores de ajuste globales del modelo, a costa de utilizar un mayor número de coeficientes en el mismo. Se ha obtenido también significancia en los coeficientes asociados a las desviaciones estándar del tiempo de viaje para el bus, número de fallecidos para auto-bus y lesionados graves para auto-bus. Esto muestra que existen diversidades en las preferencias o sensibilidades a dichos atributos dentro de la muestra recolectada.

CUADRO Nº 12-24: COEFICIENTES ESTIMADOS MODELO MXL_V6

Coeficiente	Descripción	Estimado	Error estándar	t-ratio(0)	Error estándar robusto	t-ratio(0) robusto	Signif,
$\beta_{\$bus}$	Coef. Costo modo bus [u/mil\$]	-0,3279	0,0449	-7,31	0,0756	-4,34	***
$\beta_{\$autoLI}$	Coef. Costo modo auto ingreso bajo [u/mil\$]	-0,3015	0,0568	-5,31	0,0706	-4,27	***
$\beta_{\$autoHI}$	Coef. Costo modo auto ingreso alto [u/mil\$]	-0,1168	0,0373	-3,13	0,0603	-1,94	**
βn_{ttauto}	Coef. Media Tiempo de viaje a bordo modo auto [u/h]	-1,9225	0,5106	-3,77	0,5056	-3,80	***
$\beta \sigma_{ttauto}$	Coef. Desv. Estándar tiempo de viaje a bordo modo auto [u/h]	-1,7340	1,0954	-1,58	1,3720	-1,26	*
βn_{ttbus}	Coef. Media Tiempo de viaje a bordo modo bus [u/h]	-1,3728	0,4417	-3,11	0,4730	-2,90	***
$\beta \sigma_{ttbus}$	Coef. Desv. Estándar tiempo de viaje a bordo modo bus [u/h]	-2,3722	0,6001	-3,95	0,6549	-3,62	***
βn_{vfauto}	Coef. Media víctimas fatales anuales modo auto [u/pers]	-1,1857	0,3734	-3,18	0,5323	-2,23	***
$\beta \sigma_{vfauto}$	Coef. Desv. Estándar víctimas fatales anuales modo auto [u/pers]	0,9788	0,3550	2,76	0,4437	2,21	***
βn_{vfbus}	Coef. Media víctimas fatales anuales modo bus [u/pers]	-0,7502	0,1726	-4,35	0,2373	-3,16	***
$\beta \sigma_{vfbus}$	Coef. Desv. Estándar víctimas fatales anuales modo bus [u/pers]	0,5651	0,1706	3,31	0,1871	3,02	***
βn_{lgauto}	Coef. Media lesionados graves anuales modo auto [u/pers]	-0,1295	0,0421	-3,07	0,0387	-3,35	***
$\beta \sigma_{lgauto}$	Coef. Desv. Estándar lesionados graves anuales modo auto [u/pers]	-0,1239	0,0469	-2,64	0,0415	-2,98	***
βn_{lgbus}	Coef. Media lesionados graves anuales modo bus [u/pers]	-0,2498	0,0555	-4,50	0,0774	-3,23	***
$\beta \sigma_{lgbus}$	Coef. Desv. Estándar lesionados graves anuales modo bus [u/pers]	0,2227	0,0609	3,66	0,0763	2,92	***
asc_{opt1}	Media constante opción uno [u]	0,0000					
asc_{opt2}	Media constante opción dos [u]	0,0483	0,0882	0,55	0,0881	0,55	
σ_{panel}	Desv, estándar Constante modal	-0,2880	0,1306	-2,21	0,1388	-2,08	***

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202.

***: Significancia de más del 95% de confianza. **: Significancia entre 85-95% de confianza. *: Significancia entre 75-85% de confianza. Categoría ingreso bajo: Menos de 750.000 [\$/mes-pers]. Categoría ingreso alto: 750.000 o más [\$/mes-pers]

12.1.7. Modelos incorporando factor de escala por grupo (MNL_v31)

En el experimento de preferencias declaradas (PD) realizado, los encuestados fueron asignados aleatoriamente a uno de dos tratamientos: un grupo evaluó escenarios que incluían el atributo "número de fallecidos", mientras que el otro grupo evaluó escenarios con el atributo "número de lesionados graves". Esta variación en los atributos presentados puede afectar la varianza del término de error en el modelo de utilidad aleatoria, lo que se traduce en diferencias en el factor de escala (λ) entre grupos. La necesidad de modelar escalas distintas se fundamenta los siguientes puntos:

1. Diferencial en la dificultad de evaluación cognitiva: La valoración de atributos relacionados con consecuencias fatales versus lesiones graves puede implicar distinto grado de complejidad emocional o cognitiva para los encuestados, lo que podría traducirse en mayor dispersión (ruido) en las respuestas de uno de los grupos. Esto se refleja en una menor precisión (menor λ) en dicho grupo.
2. Relevancia perceptual asimétrica de los atributos: Si un atributo es percibido como más determinante en la decisión (p.ej., fallecidos vs. lesionados graves), los individuos podrían mostrar mayor consistencia en sus respuestas (mayor λ), mientras que en el grupo con el atributo menos relevante, una mayor proporción de la varianza quedaría explicada por componentes no observados.

Ignorar estas diferencias en la escala conduciría a una estimación sesgada de los parámetros de preferencia, ya que se confundiría varianza heterogénea del error con diferencias en las utilidades marginales. Es decir, si no se ajusta por la diferencia en la consistencia entre grupos, no se puede asegurar que un coeficiente más alto se debe a que realmente valoran ese atributo o solo a que las respuestas tienen menos “ruido”.

Por ello, se estima un modelo que incluye un factor de escala específico por grupo: λ_{vf} para quienes vieron fallecidos (normalizado a 1) y λ_{lg} para quienes vieron lesionados graves.

Los indicadores globales obtenidos para este modelo se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 12-25: RESUMEN INDICADORES GLOBALES MODELO MNL_V31

Modelo	Coefficientes Estimados	$LL(0)$	$LL(final)$	AIC	BIC	ρ_{eq}^2	$adj.\rho_{eq}^2$	ρ_{obs}^2	$adj.\rho_{obs}^2$
MNL_2009_V31	11	-840	-657	1,337	1,393	22%	20%	22%	21%

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

Los coeficientes obtenidos se presentan en el siguiente cuadro. En el modelo se encuentra que el parámetro de escala λ_{lg} es mayor a 1 y significativo a más del 95% de confianza. Esto quiere decir que **las respuestas del grupo "lesionados graves" muestran menor varianza en el error** en comparación con el grupo "fallecidos".

Esto implica que, para un mismo cambio en los atributos observados, el grupo de lesionados graves presenta una **mayor sensibilidad relativa** en sus decisiones, o bien que sus elecciones están sujetas a menos ruido.

En términos prácticos, los coeficientes de utilidad para el grupo "lesionados graves" deben interpretarse multiplicados por este factor de escala al comparar magnitudes entre grupos. Esto no afecta las tasas de sustitución, dado que el factor de escala pondera tanto al numerador como el denominador en dicho caso.

CUADRO Nº 12-26: COEFICIENTES ESTIMADOS MODELO MNL_V31

Coeficiente	Descripción	Estimado	Error estándar	t-ratio(0)	Error estándar robusto	t-ratio(0) robusto	Signif,
$\beta_{\$bus}$	Coef. Costo modo bus [u/mil\$]	-0,1544	0,0291	-5,30	0,0399	-3,87	***
β_{ttbus}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo bus [u/h]	-0,4631	0,1753	-2,64	0,2385	-1,94	**
β_{vfbus}	Coef. Víctimas fatales modo bus [u/pers]	-0,2693	0,0412	-6,54	0,0824	-3,27	***
β_{lgbus}	Coef. Lesionados graves modo bus [u/pers]	-0,0674	0,0148	-4,56	0,0228	-2,95	***
$\beta_{\$autoLI}$	Coef. Costo modo auto - ingreso bajo [u/mil\$]	-0,1362	0,0228	-5,97	0,0300	-4,54	***
$\beta_{\$autoHI}$	Coef. Costo modo auto - ingreso alto [u/mil\$]	-0,0799	0,0173	-4,61	0,0338	-2,36	***
β_{ttauto}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo auto [u/h]	-0,9080	0,2658	-3,42	0,3607	-2,52	***
β_{vfauto}	Coef. Víctimas fatales modo auto [u/pers]	-0,5114	0,0764	-6,70	0,1186	-4,31	***
β_{lgauto}	Coef. Lesionados graves modo auto [u/pers]	-0,0580	0,0130	-4,46	0,0196	-2,96	***
asc_{opt1}	Constante opción uno [u]	0,0000					
asc_{opt2}	Constante opción dos [u]	0,0589	0,0452	1,30	0,0477	1,24	*
λ_{lg}	Factor de Escala quienes vieron lesionados graves	1,9126	0,3968	4,82	0,5711	3,35	***

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202.

***: Significancia de más del 95% de confianza. **: Significancia entre 85-95% de confianza. *: Significancia entre 75-85% de confianza.

Para los modelos presentados en los siguientes acápite se considera un factor de escala según grupo de fallecidos y lesionados graves con la definición expuesta en este punto.

12.1.8. Modelos considerando linealidad por tramos (MNL_v35)

Los modelos que incorporan linealidad por tramos buscan identificar valoraciones diferentes según las magnitudes de los atributos considerados. Por ejemplo, podría ser que las reducciones de tiempo de viaje generen mayor impacto en viajes largos que en viajes cortos, lo cual se puede analizar definiendo la linealidad por tramos para viajes de corta duración respecto de larga duración.

En el caso de este estudio, conviene analizar el impacto de los atributos asociados a la seguridad vial respecto a las magnitudes. Esto con el objetivo de ver cómo son valorados los cambios en seguridad para situaciones con alto nivel de seguridad respecto otras con mayor nivel de seguridad.

Al respecto, es de esperar que para casos con mayores niveles de seguridad la disposición a pagar sea menor que la disposición a pagar por mejorar la seguridad en sitios menos

seguros. Es decir, para un viaje y ruta de las mismas condiciones, el VVE y CSL debiese ser mayor para la ruta menos segura (Rizzi et al 2006).

Para considerar los efectos lineales se definieron coeficientes tramificados estimados para cada tramo de número de fallecidos y lesionados graves para los modos auto y bus.

Para incorporar esto en la función de utilidad indirecta condicional se deben incorporar los siguientes parámetros en caso de que se quieran definir 3 rangos para una variable ($r1$, $r2$ y $r3$). Considere la especificación para el número de fallecidos:

$$r1 = [a_1, a_2), r2 = [a_2, a_3) \text{ y } r3 = [a_3, a_4)$$

$$U = \dots + vf_{r1} \cdot \beta_{vf_{r1}} + vf_{r2} \cdot \beta_{vf_{r2}} + vf_{r3} \cdot \beta_{vf_{r3}} + \dots$$

Donde,

$$vf_{r1} = \max(0, \min(vf - a_1, a_2 - a_1))$$

$$vf_{r2} = \max(0, \min(vf - a_2, a_3 - a_2))$$

$$vf_{r3} = \max(0, vf - a_3)$$

La estimación de estos parámetros permite identificar sensibilidades diferentes para los rangos explorados. Se analizaron varias identificaciones para fallecidos y lesionados graves, donde se probó dividir a la muestra de cada variable en mitades y tercios, resultando la mejor especificación la presentada a continuación.

CUADRO Nº 12-27: SEGMENTACIÓN DE LA MUESTRA PARA ANALIZAR LINEALIDAD

Parámetro	Variable	Rango variable		Porcentaje de la muestra
b_de_bus_r1	Fallecidos bus r1	1	10	1/3
b_de_bus_r2	Fallecidos bus r2	10	26	2/3
b_de_auto_r1	Fallecidos auto r1	3	10	1/3
b_de_auto_r2	Fallecidos auto r2	10	30	2/3
b_si_bus_r1	lesionados graves bus r1	1	30	1/3
b_si_bus_r2	lesionados graves bus r2	30	70	2/3
b_si_auto_r1	lesionados graves auto r1	8	80	1/1

Fuente: Elaboración propia

El cuadro anterior muestra que se encontraron pendientes distintas para el número de fallecidos de usuarios de bus en dos rangos. El primero de ellos para fallecidos entre 1 a 10 y 10 a 26. Se tiene que el primer rango se compone de un tercio de la muestra, mientras que el rango dos presenta dos tercios de la muestra. Cabe mencionar que para lesionados graves en modo auto no se ha encontrado más de un rango.

Los indicadores globales obtenidos para este modelo se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO Nº 12-28: RESUMEN INDICADORES GLOBALES MODELO MNL_V35

Modelo	Coefficientes Estimados	LL(0)	LL(final)	AIC	BIC	ρ_{eq}^2	adj. ρ_{eq}^2	ρ_{obs}^2	adj. ρ_{obs}^2
MNL_2009_V35	14	-840	-643	1,315	1,386	23%	22%	23%	22%

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

Los coeficientes obtenidos se presentan en el siguiente cuadro. El modelo presenta coeficientes para fallecidos y lesionados graves por tramo significativos al 95% y con los signos correctos, donde cada una de estas presenta signo negativo.

CUADRO Nº 12-29: COEFICIENTES ESTIMADOS MODELO MNL_V35

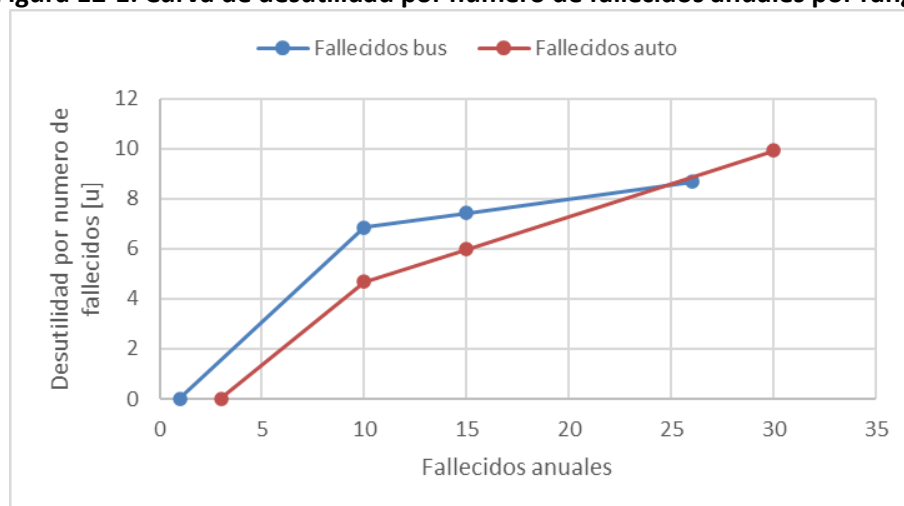
Coeficiente	Descripción	Estimado	Error estándar	t-ratio(0)	Error estándar robusto	t-ratio(0) robusto	Signif,
$\beta_{\$bus}$	Coef. Costo modo bus [u/mil\$]	-0,1468	0,0289	-5,08	0,0419	-3,50	***
β_{ttbus}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo bus [u/h]	-0,4300	0,1679	-2,56	0,2402	-1,79	***
$\beta_{vfbusr1}$	Coef. Víctimas fatales modo bus rango 1 [u/pers]	-0,7597	0,1429	-5,32	0,1738	-4,37	***
$\beta_{vfbusr2}$	Coef. Víctimas fatales modo bus rango 2 [u/pers]	-0,1150	0,0428	-2,68	0,0567	-2,03	***
$\beta_{lgbusr1}$	Coef. Lesionados graves modo bus rango 1 [u/pers]	-0,0893	0,0220	-4,05	0,0320	-2,79	***
$\beta_{lgbusr2}$	Coef. Lesionados graves modo bus rango 2 [u/pers]	-0,0427	0,0136	-3,14	0,0241	-1,77	**
$\beta_{\$autoLI}$	Coef. Costo modo auto - ingreso bajo [u/mil\$]	-0,1323	0,0223	-5,93	0,0289	-4,58	***
$\beta_{\$autoHI}$	Coef. Costo modo auto - ingreso alto [u/mil\$]	-0,0720	0,0161	-4,47	0,0310	-2,33	***
β_{ttauto}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo auto [u/h]	-0,8630	0,2593	-3,33	0,3598	-2,40	***
$\beta_{vfautor1}$	Coef. Víctimas fatales modo auto rango 1[u/pers]	-0,6677	0,1292	-5,17	0,2649	-2,52	***
$\beta_{vfautor2}$	Coef. Víctimas fatales modo auto rango 2[u/pers]	-0,2618	0,0707	-3,70	0,0898	-2,92	***
β_{lgauto}	Coef. Lesionados graves modo auto [u/pers]	-0,0552	0,0126	-4,39	0,0191	-2,89	***
asc_{opt1}	Constante opción uno [u]	0,0000					
asc_{opt2}	Constante opción dos [u]	0,0451	0,0439	1,03	0,0473	0,95	
λ_{lg}	Factor de Escala quienes vieron lesionados graves	2,0026	0,4308	4,65	0,6453	3,10	***

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202.

***: Significancia de más del 95% de confianza. **: Significancia entre 85-95% de confianza. *: Significancia entre 75-85% de confianza.

Para ilustrar los resultados del modelo se presentan las desutilidades por el número de fallecidos y lesionados graves para ambos modos analizados en las siguientes figuras.

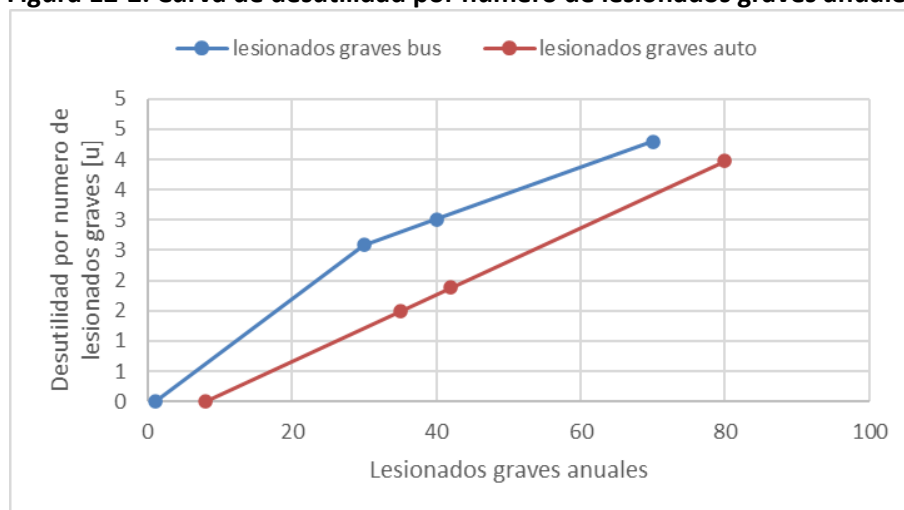
Figura 12-1: Curva de desutilidad por número de fallecidos anuales por rango



Fuente: Elaboración propia.

De la figura anterior, y las magnitudes de los coeficientes, se desprende que el primer rango presenta una pendiente mayor que el segundo rango para ambos modos estudiados. Esto quiere decir que viajes con menor número de fallecidos por accidentes de tránsito presentan una mayor sensibilidad ante cambios en esta variable. Esto se traduce en que estas personas valorarían más la reducción de riesgo que aquellos que vieron mayor número de accidentes.

Figura 12-2: Curva de desutilidad por número de lesionados graves anuales

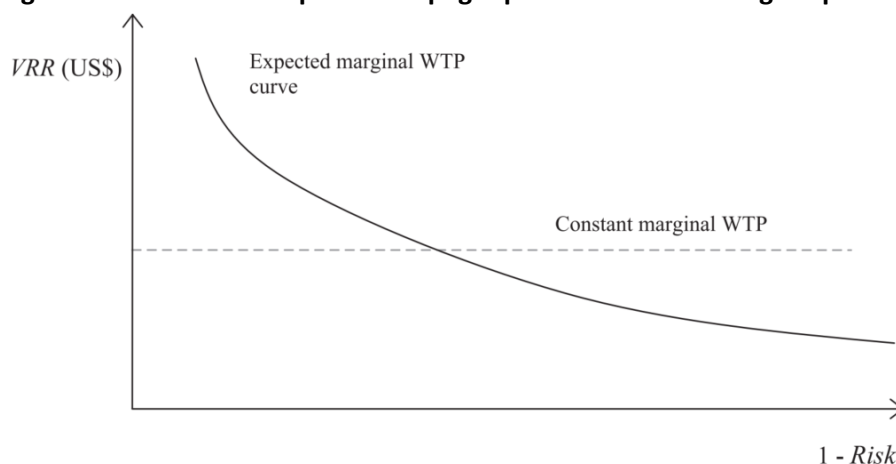


Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los lesionados graves, el resultado es el mismo, donde se tiene que para los buses la pendiente del tramo más seguro es mayor en magnitud que la del segundo tramo.

Estos resultados son contraintuitivos con la teoría, donde se espera que haya mayor disposición a pagar en escenarios de mayor riesgo. Considere la curva de disposición a pagar revisada como antecedente en el estudio (con el eje x invertido).

Figura 12-3: Curva de disposición a pagar por reducción de riesgo esperada



Fuente: Rizzi et al 2006

Para indagar en este fenómeno encontrado se estiman modelos considerando no linealidad en la sensibilidad al número de fallecidos y lesionados graves en el acápite siguiente.

12.1.9. Modelos considerando no linealidad (MNL_v41)

Dado que se ha encontrado un fenómeno contraintuitivo en el análisis por linealidad para los coeficientes del número de fallecidos y lesionados graves en el experimento PD, se ha indagado en especificaciones no lineales para estos atributos.

En este caso se probaron especificaciones de la función de utilidad en base a polinomios de grado 3 para el número de fallecidos y lesionados graves. Dada la muestra levantada, no fue posible considerar mayor grados. La forma de añadir esto es obteniendo un coeficiente para el efecto lineal de la variable, otro para el efecto cuadrático y uno para el efecto del cubo tal como se presenta en la siguiente ecuación para el número de fallecidos.

$$U = \dots + vf^1 \cdot \beta_{vf1} + vf^2 \cdot \beta_{vf2} + vf^3 \cdot \beta_{vf3} + \dots$$

En el modelo presentado a continuación se consideraron especificaciones en polinomios para número de fallecidos y lesionados graves por modo. Los resultados de este modelo se presentan a continuación.

CUADRO Nº 12-30: RESUMEN INDICADORES GLOBALES MODELO MNL_V41

Modelo	Coefficientes Estimados	LL(0)	LL(final)	AIC	BIC	ρ_{eq}^2	adj. ρ_{eq}^2	ρ_{obs}^2	adj. ρ_{obs}^2
MNL_2009_V41	19	-840	-630	1,297	1,394	25%	23%	25%	23%

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

CUADRO Nº 12-31: COEFICIENTES ESTIMADOS MODELO MNL_V41

Coeficiente	Descripción	Estimado	Error estándar	t-ratio(0)	Error estándar robusto	t-ratio(0) robusto	Signif,
$\beta_{\$bus}$	Coef. Costo modo bus [u/mil\$]	-0,1516	0,0291	-5,21	0,0401	-3,78	***
β_{ttbus}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo bus [u/h]	-0,4468	0,1702	-2,63	0,2357	-1,90	**
β_{vf1bus}	Coef. Víctimas fatales modo bus pol, 1 [u/pers]	-2,3341	0,5358	-4,36	0,5882	-3,97	***
β_{vf2bus}	Coef. Víctimas fatales modo bus pol, 2 [u/pers ²]	0,1325	0,0367	3,61	0,0409	3,24	***
β_{vf3bus}	Coef. Víctimas fatales modo bus pol, 3 [u/pers ³]	-0,0025	0,0008	-3,24	0,0009	-2,82	***
β_{lg1bus}	Coef. Lesionados graves modo bus pol 1 [u/pers]	-0,3991	0,1321	-3,02	0,1640	-2,43	***
β_{lg2bus}	Coef. Lesionados graves modo bus pol 2 [u/pers ²]	0,0102	0,0043	2,39	0,0051	1,98	***
β_{lg3bus}	Coef. Lesionados graves modo bus pol 3 [u/pers ³]	-0,0001	0,0000	-2,08	0,0001	-1,73	**
$\beta_{\$autoLI}$	Coef. Costo modo auto - ingreso bajo [u/mil\$]	-0,1428	0,0235	-6,07	0,0305	-4,68	***
$\beta_{\$autoHI}$	Coef. Costo modo auto - ingreso alto [u/mil\$]	-0,0716	0,0170	-4,22	0,0308	-2,33	***
β_{ttauto}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo auto [u/h]	-0,9748	0,2723	-3,58	0,3490	-2,79	***
$\beta_{vf1auto}$	Coef. Víctimas fatales modo auto pol, 1 [u/pers]	-0,4362	0,4547	-0,96	0,8347	-0,52	
$\beta_{vf2auto}$	Coef. Víctimas fatales modo auto pol, 2 [u/pers ²]	-0,0093	0,0341	-0,27	0,0587	-0,16	
$\beta_{vf3auto}$	Coef. Víctimas fatales modo auto pol, 3 [u/pers ³]	0,0003	0,0007	0,43	0,0011	0,28	
$\beta_{lg1auto}$	Coef. Lesionados graves modo auto pol 1 [u/pers]	-0,1825	0,1129	-1,62	0,1259	-1,45	*
$\beta_{lg2auto}$	Coef. Lesionados graves modo auto pol 2 [u/pers ²]	0,0060	0,0039	1,55	0,0043	1,39	*
$\beta_{lg3auto}$	Coef. Lesionados graves modo auto pol 3 [u/pers ³]	-0,0001	0,0000	-1,80	0,0000	-1,63	**
asc_{opt1}	Constante opción uno [u]	0,0000					
asc_{opt2}	Constante opción dos [u]	0,0695	0,0456	1,53	0,0473	1,47	
λ_{lg}	Factor de Escala quienes vieron lesionados graves	1,9841	0,4130	4,80	0,5818	3,41	***

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202.

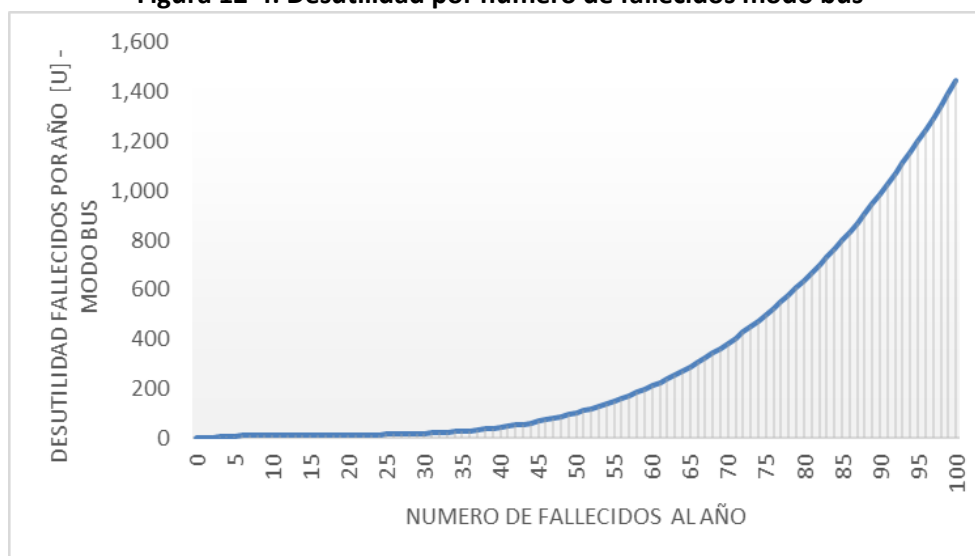
***: Significancia de más del 95% de confianza. **: Significancia entre 85-95% de confianza. *: Significancia entre 75-85% de confianza.

Los resultados muestran que la definición de polinomios de grado 3 se adecúa de forma significativa para el número de fallecidos y lesionados graves en el modo bus. Esto se desprende de la significancia que tienen los coeficientes definidos.

En el caso del modo auto, que tiene menor muestra, se observa que los coeficientes asociados al número de fallecidos no tienen significancia. Por otro lado, los coeficientes asociados a lesionados graves tienen baja significancia.

La siguiente figura presenta la desutilidad por número de fallecido para el modo bus con la definición de polinomio de grado 3 utilizada en el modelo. Dado que el coeficiente del costo es un valor único, la curva de desutilidad del coeficiente del número de fallecidos debiera seguir la misma forma que el valor por la reducción del riesgo o VVE.

Figura 12-4: Desutilidad por número de fallecidos modo bus



Fuente: Elaboración propia.

Esta curva tiene el comportamiento esperado, donde a mayor número de fallecidos se tiene una mayor pendiente. Sin embargo, la anomalía encontrada en el análisis con los modelos considerando linealidad, se mantiene en los niveles bajos de fallecidos. Aproximadamente hasta los 10 fallecidos se tiene el fenómeno descrito anteriormente.

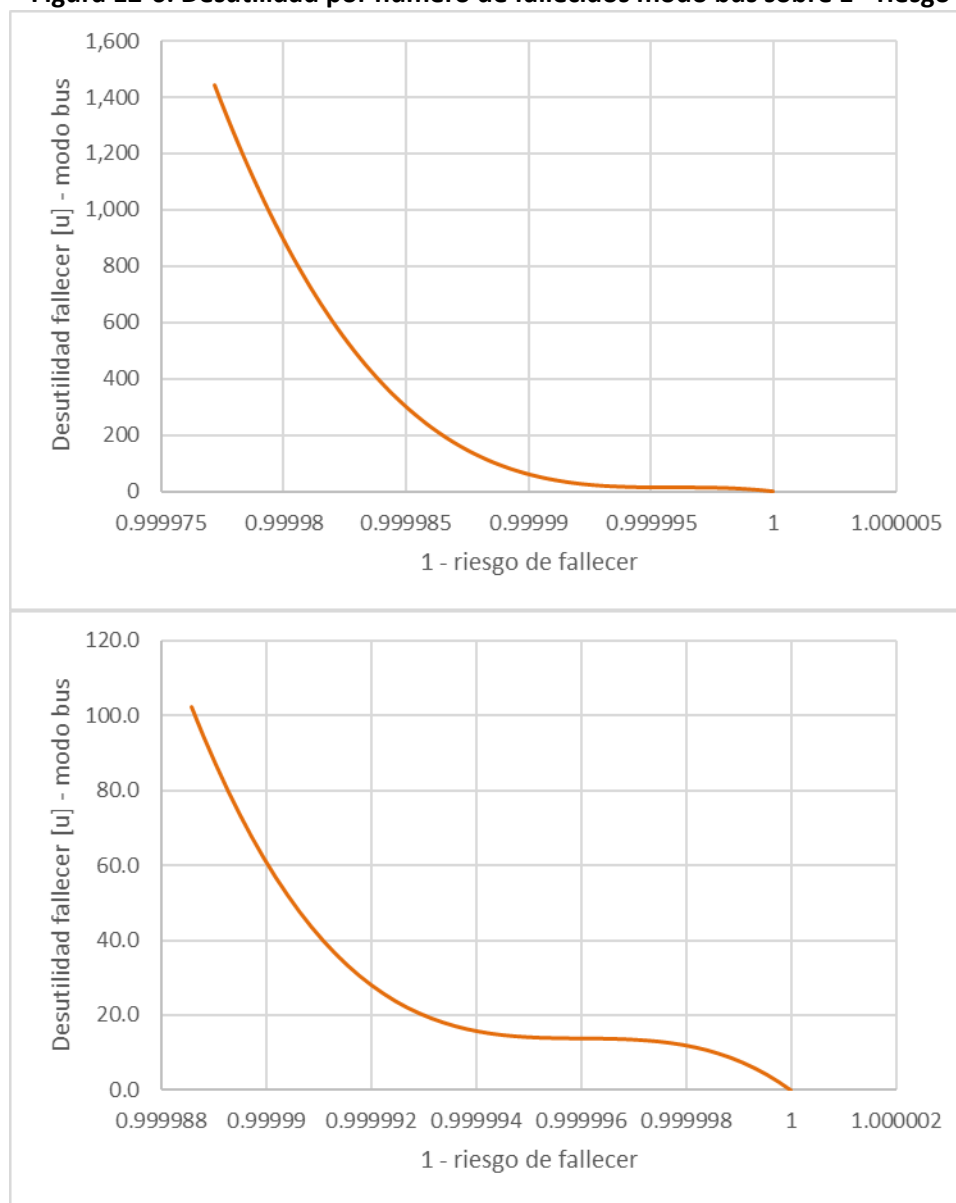
Figura 12-5: Desutilidad por número de fallecidos modo bus



Fuente: Elaboración propia.

Para hacer la curva más semejante a la del estudio de referencia, se genera el eje x como 1-riesgo. En estas figuras se puede apreciar la forma que tendría la valoración por reducción de riesgo, donde para puntos con mayor riesgo la disposición a pagar por mejorar la seguridad resulta menor, salvo para el segmento donde hay menos de 10 fallecidos, donde la pendiente cambia.

Figura 12-6: Desutilidad por número de fallecidos modo bus sobre 1 - riesgo



Fuente: Elaboración propia.

12.1.10. Modelos incorporando frecuencia del viaje (MNL_V49)

En la revisión sobre la caracterización de los viajes recolectados se levantó la inquietud de si la frecuencia del viaje tiene incidencia en la sensibilidad de la seguridad de la vía. Para responder a esta duda se generaron modelos que incluyeron la heterogeneidad determinística sobre la frecuencia del viaje con la muestra recolectada.

Se probaron varias segmentaciones según la frecuencia, donde la seleccionada finalmente según los resultados del modelo resultó la siguiente.

CUADRO N° 12-32: SEGMENTACIÓN DE LOS VIAJES SEGÚN FRECUENCIA

Modo	Frecuencia	Categorías
Bus	Baja	Una vez al año, Entre 2 y 5 veces al año
	Media	Semanalmente, Mensualmente
	Alta	Diariamente, Varias veces por semana
Auto	Baja	Una vez al año, Entre 2 y 5 veces al año, mensualmente
	Alta	Diariamente, Varias veces por semana, semanalmente

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores globales del modelo estimado se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 12-33: RESUMEN INDICADORES GLOBALES MODELO MNL_V49

Modelo	Coefficientes Estimados	$LL(0)$	$LL(final)$	AIC	BIC	ρ_{eq}^2	$adj.\rho_{eq}^2$	ρ_{obs}^2	$adj.\rho_{obs}^2$
MNL_2009_V49	15	-840	-651	1,331	1,408	23%	21%	23%	21%

Fuente: Elaboración propia. Observaciones 1.212. Individuos: 202

Los coeficientes del modelo estimado se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO Nº 12-34: COEFICIENTES ESTIMADOS MODELO MNL_V49

Coeficiente	Descripción	Estimado	Error estándar	t-ratio(0)	Error estándar robusto	t-ratio(0) robusto	Signif,
$\beta_{\$bus}$	Coef. Costo modo bus [u/mil\$]	-0,1517	0,0288	-5,27	0,0381	-3,98	***
β_{ttbus}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo bus [u/h]	-0,4474	0,1711	-2,61	0,2331	-1,92	**
$\beta_{vfbus-lf}$	Coef. Víctimas fatales modo bus – baja frecuencia [u/pers]	-0,3773	0,0672	-5,62	0,0985	-3,83	***
$\beta_{vfbus-hf}$	Coef. Víctimas fatales modo bus – media/alta frecuencia [u/pers]	-0,1842	0,0493	-3,74	0,0994	-1,85	**
$\beta_{lgbus-lf}$	Coef. Lesionados graves modo bus – baja frecuencia [u/pers]	-0,0783	0,0177	-4,43	0,0256	-3,05	***
$\beta_{lgbus-hf}$	Coef. Lesionados graves modo bus – media/alta frecuencia [u/pers]	-0,0412	0,0135	-3,05	0,0228	-1,80	**
$\beta_{\$autoLI}$	Coef. Costo modo auto - ingreso bajo [u/mil\$]	-0,1381	0,0231	-5,98	0,0301	-4,59	***
$\beta_{\$autoHI}$	Coef. Costo modo auto - ingreso alto [u/mil\$]	-0,0778	0,0169	-4,60	0,0323	-2,41	***
β_{ttauto}	Coef. Tiempo de viaje a bordo modo auto [u/h]	-0,8488	0,2557	-3,32	0,3474	-2,44	***
$\beta_{vfauto-lf}$	Coef. Víctimas fatales modo auto – baja frecuencia [u/pers]	-0,5338	0,0845	-6,32	0,1364	-3,91	***
$\beta_{vfauto-hf}$	Coef. Víctimas fatales modo auto – media/alta frecuencia [u/pers]	-0,4068	0,1573	-2,59	0,2155	-1,89	**
$\beta_{lgauto-lf}$	Coef. Lesionados graves modo auto – baja frecuencia [u/pers]	-0,0639	0,0154	-4,15	0,0224	-2,85	***
$\beta_{lgauto-hf}$	Coef. Lesionados graves modo auto – media/alta frecuencia [u/pers]	-0,0465	0,0151	-3,08	0,0219	-2,12	***
asc_{opt1}	Constante opción uno [u]	0,0000					
asc_{opt2}	Constante opción dos [u]	0,0637	0,0440	1,45	0,0471	1,35	*
λ_{lg}	Factor de Escala quienes vieron lesionados graves	2,0149	0,4216	4,78	0,5945	3,39	***

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro anterior se desprende que la sensibilidad ante el número de fallecidos y lesionados graves es consistentemente decreciente con la frecuencia del viaje. Esto se puede observar en que la magnitud de los parámetros estimados para los viajes de baja frecuencia es mayor que el de los viajes con alta frecuencia. Esto ocurre tanto para ambos modos analizados (bus y auto) como también para la cantidad de fallecidos y cantidad de lesionados graves. El siguiente cuadro muestra la sensibilidad por modo y tipo de lesión obtenida del modelo anterior.

CUADRO Nº 12-35: SENSIBILIDAD RESPECTO AL NÚMERO DE FALLECIDOS LESIONADOS GRAVES

Modo	Coeficiente	Descripción	Estimado	Error estándar	t-ratio(0)
Bus	$\beta_{vf_{bus-lf}}$	Coef. Víctimas fatales modo bus – baja frecuencia [u/pers]	-0,3773	0,0672	-5,62
	$\beta_{vf_{bus-hf}}$	Coef. Víctimas fatales modo bus – media/alta frecuencia [u/pers]	-0,1842	0,0493	-3,74
	$\beta_{lg_{bus-lf}}$	Coef. Lesionados graves modo bus – baja frecuencia [u/pers]	-0,0783	0,0177	-4,43
	$\beta_{lg_{bus-hf}}$	Coef. Lesionados graves modo bus – media/alta frecuencia [u/pers]	-0,0412	0,0135	-3,05
Auto	$\beta_{vf_{auto-lf}}$	Coef. Víctimas fatales modo auto – baja frecuencia [u/pers]	-0,5338	0,0845	-6,32
	$\beta_{vf_{auto-hf}}$	Coef. Víctimas fatales modo auto – media/alta frecuencia [u/pers]	-0,4068	0,1573	-2,59
	$\beta_{lg_{auto-lf}}$	Coef. Lesionados graves modo auto – baja frecuencia [u/pers]	-0,0639	0,0154	-4,15
	$\beta_{lg_{auto-hf}}$	Coef. Lesionados graves modo auto – media/alta frecuencia [u/pers]	-0,0465	0,0151	-3,08

Fuente: Elaboración propia.

12.1.11. Análisis de los resultados obtenidos

La modelación econométrica llevada a cabo en la Tarea 12 tuvo como objetivo principal explorar y representar los fenómenos conductuales que influyen en la elección de rutas o servicios de transporte ante el riesgo de ciertas lesiones por siniestros de tránsito, utilizando los datos recopilados en la encuesta piloto de Preferencias Declaradas. Se buscaba validar el instrumento seleccionado que permitiera obtener relaciones entre el costo incurrido en el viaje y el riesgo asociado al mismo.

El enfoque metodológico se centró en la estimación de modelos de elección discreta, probando distintas especificaciones lineales y no lineales, y eligiendo el mejor modelo basándose en indicadores de ajuste y la interpretabilidad de los resultados.

Los hallazgos principales de la encuesta piloto, validados a través de la modelación econométrica, son los siguientes:

1. Validez del Instrumento PD para capturar valoración del riesgo: El experimento PD es válido y altamente significativo para capturar las preferencias de los individuos respecto a la reducción del riesgo de víctimas fatales y lesionados graves, con coeficientes significativos que presentan los signos esperados.

2. Validez presentación de 3 atributos por experimento. La forma planteada para abordar el experimento, donde se presenta aleatoriamente el atributo de víctimas fatales o lesionados graves ha mostrado capacidad para captar las preferencias sobre dichos atributos. Los resultados de los modelos analizados muestran que esto permite diferenciar la sensibilidad ante víctimas fatales de lesionados graves, lo cual se traduce en una mayor valoración del riesgo de fallecer que lesionarse gravemente.

3. Sensibilidad por Modo de Transporte: Existen diferencias significativas en la valoración del riesgo y del costo entre usuarios de auto y de bus.

4. Impacto de Factores Socioeconómicos y Contextuales: El nivel de ingreso y la existencia de acompañantes/personas a su cuidado son factores relevantes que determinan la sensibilidad al costo y a la seguridad, respectivamente. Adicionalmente, se ha encontrado que ha mayor frecuencia del viaje existe una menor sensibilidad ante el número de fallecidos o lesionados graves. Es decir, la frecuencia del viaje y la sensibilidad a la seguridad vial son inversamente proporcionales.

5. Comportamiento Racional en elecciones: La gran mayoría de la muestra (95%) realizó elecciones cambiando su opción entre las alternativas presentadas, lo que es un buen indicador de que el experimento fue entendido y que los encuestados no eligieron de forma forzada una única alternativa. Además, más de la mitad de la muestra (53%) siguió un patrón de elección basado en dos o más atributos del experimento PD, lo cual es positivo para los propósitos del experimento, el cual genera cambios de elección basado en los niveles presentados.

6. Fenómeno con bajos niveles de víctimas fatales: La estimación de modelos lineales por tramos y no-lineales han evidenciado un fenómeno respecto a la sensibilidad del número de fallecidos o lesionados graves. Se ha encontrado que existe mayor sensibilidad en niveles bajos que en niveles altos, lo cual es contraintuitivo con la teoría económica. Este fenómeno podría plantear la necesidad de presentar mayores magnitudes en los números de fallecidos y lesionados graves.

Adicionalmente, es importante notar que existe evidencia de que las personas procesan de forma diferente los números pequeños (i.e.: 1 - 10) que los números más grandes. Existe evidencia de que los números más grandes se procesan de forma logarítmica, en el sentido que estos son percibidos como más cercanos mientras más grandes son (Dehaene et al., 1998; Nieder, 2005). Sin embargo, esto no se observa con valores más pequeños, para los cuales existe evidencia de que estos se procesan linealmente (Dahene et al, 2008; Hyde y Spelke, 2009). En particular, el estudio de Roger, Roger y Schatt (2018) identificó que los cálculos realizados con números pequeños (1 a 10) tienden a procesarse linealmente, mientras que de 11 hacia arriba se observa un procesamiento de tipo logarítmico.

El que los números se procesen de forma diferente hace necesario preguntarse acerca de cuán correcto es incluir comparaciones mezcladas entre números pequeños y grandes o

incluso experimentos en que se presenten números pequeños y números grandes en distintas preguntas. Se sugiere considerar experimentos que consideren o solo valores pequeños para número de fallecidos y/o lesionados graves (esto es, entre 1 y 10) o solo valores grandes (de 11 hacia arriba).

En cuanto al cumplimiento de los objetivos generales y específicos que son resueltos con esta tarea se tiene lo siguiente:

El objetivo general es cumplido dado que se ha logrado la estimación exitosa de los coeficientes para víctimas fatales y lesionados graves en los modelos econométricos a partir de la encuesta piloto realizada. Esto valida la capacidad el instrumento generado para la estimación del VVE y CSL.

Sobre el OE.2, se da cumplimiento a este debido a que los modelos iniciales confirman que las respuestas de la encuesta piloto generaron datos de calidad, permitiendo la estimación de modelos de elección con coeficientes significativos para los atributos considerados.

OE.3: La baja incidencia de “no-traders” de alternativas y la alta calidad de las respuestas, reflejada en los ajustes de los modelos presentados, indican que tanto la logística (levantamiento de panel) como el software (SurveyEngine) y los diseños pivoteados fueron adecuados para obtener decisiones que implicaran procesamiento cognitivo adecuado para obtener decisiones que implicaran procesamiento cognitivo de los encuestados, tal como se recomendó en la Tarea 9.

Acerca del cumplimiento del OE.4 y OE.5, este objetivo se ha abordado a fondo mediante la estimación y validación de múltiples modelos, lo que incluyó el descubrimiento de efectos importantes de heterogeneidad (ingreso y modo de transporte). El éxito en la obtención de coeficientes robustos para ambos modos (bus y auto) con las submuestras obtenidas, y la identificación de las variables de segmentación críticas (ingreso, modo, acompañantes), demuestran que el diseño del instrumento es robusto y escalable a un levantamiento a nivel nacional que debe capturar la diversidad de la población.

12.1.12. Selección del modelo

La selección del modelo con el que se obtendrá el VVE de la encuesta piloto depende de múltiples factores. Al respecto se busca seleccionar el modelo con el mejor ajuste y que sea interpretable o sirva de referencia para los objetivos del estudio.

A continuación, se presentan los indicadores globales de los modelos revisados en este capítulo. Estos se ordenan de acuerdo a la log-verosimilitud.

CUADRO N° 12-36: RESUMEN INDICADORES GLOBALES MODELOS

Modelo	Coefficientes Estimados	$LL(0)$	$LL(final)$	AIC	BIC	ρ_{eq}^2	$adj.\rho_{eq}^2$	ρ_{obs}^2	$adj.\rho_{obs}^2$
MXL_2009_V6	17	-840	-619	1.272	1.359	26%	24%	26%	24%
MNL_2009_V41	19	-840	-630	1.297	1.394	25%	23%	25%	23%
MNL_2009_V35	14	-840	-643	1.315	1.386	23%	22%	23%	22%
MNL_2009_V5	13	-840	-650	1.326	1.392	23%	21%	23%	21%
MNL_2009_V49	15	-840	-651	1.331	1.408	23%	21%	23%	21%
MNL_2009_V15	14	-840	-655	1.338	1.410	22%	20%	22%	20%
MNL_2009_V31	11	-840	-657	1.337	1.393	22%	20%	22%	21%
MNL_2009_V6	11	-840	-662	1.346	1.402	21%	20%	21%	20%
MNL_2009_V11	10	-840	-662	1.344	1.395	21%	20%	21%	20%
MNL_2009_V7	9	-840	-666	1.350	1.396	21%	20%	21%	20%
MNL_2009_V28	8	-840	-667	1.350					
MNL_2009_V4	7	-840	-668	1.349	1.385	21%	20%	21%	20%
MNL_2009_V25	9	-840	-668	1.354	1.400	21%	19%	20%	20%
MNL_2009_V29	11	-840	-673	1.369					
MNL_2009_V1	5	-840	-680	1.370	1.396	19%	18%	19%	19%
MNL_2009_V0	5	-840	-779	1.569	1.594	7%	7%	7%	7%

Fuente: Elaboración propia.

Si lo que se busca es seleccionar el modelo con mejor ajuste se recomienda seleccionar el modelo MXL_2009_V6. Este presenta el mejor ajuste, pero puede haber otros que permitan mejor interpretación de resultados. Al respecto, se reconoce el modelo MNL_2009_V31, debido a que la heterogeneidad determinística encontrada permite obtener resultados más interpretables y su cálculo es más sencillo.

12.2. Estimación del VVE-CSL

A partir de la derivación mostrada en el punto 12.1 y al modelo de elección seleccionado en el punto anterior a partir de las encuestas recolectadas se calculan los valores para el VVE y CSL.

12.2.1. Validación de los resultados obtenidos

A partir del modelo elegido, se ha estimado el valor subjetivo del tiempo de viaje (VST) para los usuarios considerados en la ruta. Esto se realiza para comparar los valores obtenidos y sus magnitudes.

El siguiente cuadro presenta los VST encontrados para los usuarios encuestados.

CUADRO N° 12-37: OBTENCIÓN DEL VST – MNL_V31

Variable	Modo	Nivel de Ingreso	Unidades	Valor
VST	Bus	-	\$/h	\$ 2.999
	Auto	li	\$/h	\$ 6.667
	Auto	hi	\$/h	\$ 11.363

Fuente: Elaboración Propia.

Categoría ingreso bajo (li): Menos de 750.000 [\$/mes-pers]. Categoría ingreso alto (hi): 750.000 o más [\$/mes-pers]

A partir de los resultados obtenidos se tiene que en promedio el VST para usuarios de buses es cercano a los \$3.000 [\$ /h], mientras que para los autos de categoría de ingreso bajo es de \$6.700 [\$ /h] y para autos de ingreso alto es de \$ 11.400 [\$ /h].

Estos son consistentes con lo esperado de acuerdo a la teoría y experiencia del consultor, donde el menor valor está asociado a los usuarios de transporte público y en el caso del transporte privado los usuarios de menor ingreso presentan mayor sensibilidad al costo y por ende menor VST que los usuarios de ingreso alto.

12.2.2. Estimación DAP por tipo de usuario

En este punto se presenta el cálculo del DAP por reducir el riesgo de fallecer y lesionarse gravemente en ruta, para cada tipo de usuario. Este cálculo es necesario, dado que permite comparar las valoraciones por reducción de riesgo preliminares antes de agregar los resultados para la ruta.

El propósito de estos cálculos radica en la comparación de las magnitudes obtenidas para cada tipo de usuario y analizar posteriormente el potencial impacto de la composición de la ruta en la estimación del VVE-CSL de la misma. Los valores presentados en este punto no son representativos de la ruta, sino más bien del tipo de usuario.

El cálculo que se debe hacer corresponde a la disposición a pagar individual por reducir una baja, del tipo fallecido o lesionado grave, la que se calcula de la siguiente forma.

$$DAP_{f,j} = \frac{\frac{\partial U_j}{\partial f}}{\frac{\partial U_j}{\partial c_{|U=\bar{U}}}} \quad (13)$$

CUADRO Nº 12-38: DAP INDIVIDUAL POR REDUCIR EL RIESGO – MNL_V31

Modo	Ingreso	DAP individual [\$ /veh-viaje]	
		Fallecidos	Lesionados graves
Bus	-	\$ 1.744	\$ 436
Auto	li	\$ 3.755	\$ 426
Auto	hi	\$ 6.401	\$ 726

Fuente: Elaboración Propia.

Categoría ingreso bajo (li): Menos de 750.000 [\$ /mes-pers]. Categoría ingreso alto (hi): 750.000 o más [\$ /mes-pers]

Se tiene que la disposición a pagar por reducir un número de fallecidos sigue una relación similar a 1:2:3 entre los usuarios del modo bus, auto ingreso bajo y auto ingreso alto. En caso de las disposiciones a pagar por lesionado grave los valores obtenidos son similares entre bus y auto ingreso bajo, pero para los usuarios de auto ingreso alto este valor asciende.

Los resultados presentados muestran valores puntuales del DAP de fallecidos y DAP de lesionados graves. Para calcular el intervalo de confianza de los mismos se calcula el error estándar para la razón de dos variables como se recomienda en Daly et al 2012²⁴. La formulación se presenta a continuación:

$$var\left(\frac{\beta_1}{\beta_2}\right) = \left(\frac{\beta_1}{\beta_2}\right)^2 \cdot \left(\frac{\omega_{11}}{\beta_1^2} + \frac{\omega_{22}}{\beta_2^2} - 2 \cdot \frac{\omega_{12}}{\beta_1\beta_2}\right)$$

Donde:

β_1 : Parámetro estimado para el atributo 1.

β_2 : Parámetro estimado para el atributo 2.

ω_{11} : Varianza de β_1

ω_{22} : Varianza de β_2

ω_{12} : Covarianza entre β_1 y β_2

Debido a que los parámetros asociados al costo y al número de fallecidos/lesionados graves en los modelos pueden ser composiciones aritméticas de varios parámetros asociados a características del viaje y del viajero/a, el cálculo de ω_{11} , ω_{22} y ω_{12} puede no ser directo. En tal caso es necesario emplear y desarrollar las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} Var(X + Y) &= Var(X) + Var(Y) + 2 \cdot Cov(X, Y) \\ Cov(aX + bY, cW + dZ) &= acCov(X, W) + adCov(X, Z) + bcCov(Y, W) + bdCov(Y, Z) \end{aligned}$$

Donde X, Y, W, Z son variables aleatorias y a, b, c, d son constantes.

Los resultados se presentan a continuación para un nivel de confianza del 95%.

CUADRO Nº 12-39: DAP CON INTERVALO DE CONFIANZA– MNL_V31

Variable	Modo	Nivel de Ingreso	Unidades	Promedio	Desv. Estándar	IC_Inferior	IC_Superior
Lesionados Graves	Auto	li	\$/veh-viaje	426	84	260	591
	Bus	-	\$/veh-viaje	436	63	312	560
	Auto	hi	\$/veh-viaje	726	180	374	1.078
Fallecidos	Bus	-	\$/veh-viaje	1.744	345	1.067	2.421
	Auto	li	\$/veh-viaje	3.755	717	2.350	5.160
	Auto	hi	\$/veh-viaje	6.400	1.445	3.568	9.233

Fuente: Elaboración Propia.

Categoría ingreso bajo (li): Menos de 750.000 [\$/mes-pers]. Categoría ingreso alto (hi): 750.000 o más [\$/mes-pers]

12.2.3. Estimación valor único para la ruta

El cálculo del VVE-CSL se obtiene de dividir la DAP promedio de la ruta por la variación de riesgo al reducir una baja, esto para un fallecido o un lesionado grave. Para hacer este

²⁴ Daly, A., Hess, S., & de Jong, G. (2012). Calculating errors for measures derived from choice modelling estimates. *Transportation Research Part B: Methodological*, 46(2), 333-341.

cálculo se debe considerar las participaciones que tiene cada uno de estos grupos en la composición de la ruta.

En primer lugar, se debe obtener la participación por tipo de vehículo, la que para el caso de la ruta 68 (principal ruta reportada por los usuarios) se obtiene de los conteos de las plazas de peaje. Al año 2024, un 3% se compuso de buses, considerando buses de dos ejes y buses de más de dos ejes. El restante 97% se compuso de vehículos livianos, camones y motos. Para efectos de cálculo se considera que el 97% de los usuarios se comportan como vehículos livianos.

Otro antecedente necesario corresponde a la cantidad de usuarios de la categoría ingreso alto e ingreso bajo para usuarios de auto. Esta información se puede obtener de la encuesta realizada, bajo el supuesto de que esta es representativa de la ruta. En este caso, el 70% de la muestra de usuarios de auto corresponde al nivel de ingreso bajo y 30% al nivel de ingreso alto.

Se toma como supuesto que la frecuencia²⁵ es la misma para cada tipo de usuario. En caso de que una ruta tenga una composición de frecuencias heterogénea, se sugiere que esta sea medida para poder representar de mejor manera la composición del flujo. Este supuesto es relevante, debido a que la participación de viajes según frecuencia en la ruta tiene un impacto en la composición del flujo anual.

En el cálculo se ha supuesto una tasa de ocupación de 20 personas/bus y 2 personas por automóvil.

CUADRO Nº 12-40: PARTICIPACIÓN VEHÍCULOS Y PERSONAS EN RUTA

Modo	Participación vehículos Ruta 68	Participación personas Ruta 68
Autos	96,94%	76,0%
Buses	3,06%	24,0%

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO Nº 12-41: PARTICIPACIÓN USUARIOS DE AUTO EN ENCUESTA PILOTO

Usuarios	Participación Encuesta Piloto
Auto-li	70,3%
Auto-hi	29,7%

Fuente: Elaboración Propia.

Categoría ingreso bajo (li): Menos de 750.000 [\$/mes-pers]. Categoría ingreso alto (hi): 750.000 o más [\$/mes-pers]

Con esta información se calcula la disposición a pagar promedio de la ruta por reducir una baja, para el caso de un fallecido y un lesionado grave.

²⁵ En el anexo digital se incluye el modelo MNL_V49 donde se muestra que a mayor frecuencia de viaje menor es la sensibilidad al número de fallecidos y lesionados graves para ambos modos.

CUADRO Nº 12-42: CÁLCULO DEL VVE Y CSL – MNL_V31

Variable	Tipo Usuario	DAP [\$/veh-viaje]	Participación	DAP promedio [\$/veh-viaje]	Valor [MM\$]
VVE	Bus	\$1.744	3%	\$3.870	\$16.950
	Auto-li	\$3.755	68%		
	Auto-hi	\$6.401	29%		
CSL	Bus	\$436	3%	\$496	\$2.173
	Auto-li	\$426	68%		
	Auto-hi	\$726	29%		

Fuente: Elaboración Propia.

Categoría ingreso bajo (li): Menos de 750.000 [\$/mes-pers]. Categoría ingreso alto (hi): 750.000 o más [\$/mes-pers]

Se ha obtenido que el VVE en la ruta, dada la composición de flujo realizada, asciende a los 16.950 MM\$ y el CSL para la misma es de 2.170 MM\$. Se ha encontrado que el VVE es 7.8 veces más que el CSL, donde este último representa un 13% del valor del VVE.

El valor del VVE es más alto que lo esperado, donde el valor establecido por MDSF es de 2.400 MM\$ y es 7 veces mayor a dicho valor de referencia.

En Wijnen et al (2025) se considera un valor base de VSL (Value of Statistical Life in road safety) para países de altos ingresos de 3,21 MMUS\$. Usando la expresión que derivan para estimar el valor para un país dado su ingreso per cápita (PPP), a Chile le correspondería un valor del orden de 2,77 MMUS\$, valor levemente superior al promedio de los países donde se dispone de antecedentes (2,6 MMUS\$). En USA el valor estimado es de 13,7 MMUS\$ y en Europa el valor promedio es de 6,2 millones de euros (7,3 MMUS\$).

En relación a los elementos indicados, el valor obtenido para VVE en la modelación parece significativamente más alto de lo esperado y podría deberse a características particulares de la muestra y área geográfica de aplicación o a que el diseño experimental consideró algunos parámetros de disminución de fallecidos o lesionados que podrían revisarse.

Por otro lado, en el anexo digital se incorporan los resultados de los modelos estimados. Además, se incluye un modelo donde se analiza el efecto de eliminar a las personas que siguen un patrón de elección basado en un único atributo (MNL_V11 traders) y el efecto de esto en la estimación del VVE-CSL.

Cabe destacar que estos resultados fueron obtenidos para los viajes recolectados en una ruta particular para una aplicación piloto. En esta petición no se realizaron especificaciones de la composición de viajes recolectados según frecuencia, nivel de ingreso, entre otras. Por ende, estos valores no representan los valores sociales de estas variables, sino que representan los valores obtenidos para la muestra específica levantada en el mercado de viajes entre las regiones de Valparaíso y Santiago. La obtención de un valor a nivel nacional requiere la aplicación en varios mercados de viaje y su posterior agregación, como se ejemplifica en la sección siguiente.

12.2.4. Agregación de múltiples rutas

En la aplicación de escala nacional se tendrán valores de VVE y CSL por ruta, los que corresponderán a valores marginales para cada una de ellas. Para obtener un valor representativo de la población se debe considerar la ecuación que determina el VVE de la población considerando exposición, derivada en Hensher et al. (2009)²⁶, y presentada a continuación:

$$\overline{VVE}_{población} = \frac{\sum_l DAP_l \cdot TMDA_l \cdot 365 \cdot fallecidos_l}{\sum_l fallecidos_l}$$

Donde:

l : Conjunto de rutas

DAP_l : Disposición a pagar por tener una muerte esperada menos en un viaje en la ruta l .

$fallecidos_l$: Promedio anual de fallecidos por accidentes de tránsito en la ruta l .

$TMDA_l$: Tránsito medio diario anual de la ruta l .

En esta ecuación se ponderan las disposiciones a pagar por reducir el riesgo por la exposición efectiva a este mismo. Entonces, el VVE agregado se puede expresar como la disposición a pagar total y la reducción esperada de fallecidos, lo que implica que observaciones con mayor contribución al riesgo fatal agregado tienen un peso proporcionalmente mayor en la estimación.

Este análisis es relevante para la decisión acerca de qué rutas son las que se deben ir a encuestar en el levantamiento masivo, donde la idea inicial es ir en búsqueda de rutas tarifadas con distancias de viaje significativas de modo que se trate de viajes con un nivel sensible de riesgo por kilómetro de viaje.

Para ilustrar la importancia de los factores considerados supondremos que existen tres rutas, las cuales presentan el mismo riesgo-km, con lo que se estimará el nivel de fallecidos anuales. En este escenario se supondrá que estas rutas son representativas del mercado objetivo.

La ruta 1 consistirá en una ruta similar a la ruta 68 analizada, donde la distancia del viaje es de promedio 120 km y la DAP encontrada es de \$ 3.870. La ruta 2 se considerará una ruta de 20 km de distancia, TMDA de 2.500 veh/día una DAP exageradamente alta de \$ 100.000 (ruta corta con una DAP muy alta). La ruta 3 corresponderá a una ruta de 1.000 km, TMDA de 12.000 veh/día y una DAP baja de \$ 300 (ruta larga con DAP baja).

En el siguiente cuadro se presenta el cálculo del VVE suponiendo que las rutas 1 y 2 representan el comportamiento de las rutas del mercado objetivo. Como se puede ver el

²⁶ Estimating the willingness to pay and value of risk reduction for car occupants in the road environment, Hensher et al. (2009)

valor poblacional se acerca bastante más al valor de la ruta 1 (mayor TMDA y distancia) que a la ruta 2, pese a que la segunda tiene una DAP mucho mayor.

CUADRO Nº 12-43: EJEMPLO AGREGACIÓN POBLACIONAL DEL VVE - RUTA 1 Y RUTA 2

ITEM	RUTA 1	RUTA 2
Distancia [km]	120	20
TMDA [veh/día]	12.000	6,000
Fallecidos anuales [pers/año]	13,67	1,14
DAP [\$ /veh-viaje]	\$ 3.870	\$ 100,000
VVE_marginal ruta [MM\$]	\$ 16.951	\$ 91,250
VVE_pob [MM\$]	\$	19.444

Fuente: Elaboración Propia.

En el escenario que coexisten tres rutas que describen el mercado objetivo, el resultado es el presentado en el siguiente cuadro. En esta se puede ver que el valor obtenido para la población sigue en general la forma de la ruta que tiene mayor distancia.

CUADRO Nº 12-44: EJEMPLO AGREGACIÓN POBLACIONAL DEL VVE - RUTAS 1, 2 Y 3

ITEM	RUTA 1	RUTA 2	RUTA 3
Distancia [km]	120	20	1,000
TMDA [veh/día]	12.000	2,500	12,000
Fallecidos anuales [pers/año]	13,67	0,47	113,88
DAP [\$ /veh-viaje]	\$ 3.870	\$100,000	\$ 300
VVE_marginal ruta [MM\$]	\$16.951	\$ 91,250	\$ 1,314
VVE_pob [MM\$]			\$ 3.316

Fuente: Elaboración Propia.

El resultado de este ejercicio muestra que las variables que más inciden para la agregación del VVE al valor poblacional corresponden al TMDA y distancia del viaje por sobre incluso la DAP. Es decir, bajo el supuesto que el número de fallecidos depende de la distancia en las rutas del mercado objetivo, los esfuerzos en la estimación del VVE-CSL deben enfocarse en rutas de alto tráfico con distancias de viaje considerables.

De aquí se desprende que las experiencias nacionales en la estimación del VVE hayan sido en rutas de larga distancia y de alto tráfico vehicular.

En la aplicación nacional para la estimación del VVE, el experimento se debiera focalizar en rutas interurbanas de larga distancia y alto tráfico vehicular. Esta decisión responde a que dichas vías concentran una proporción significativa del riesgo fatal asociado al transporte, tanto por la mayor severidad de los accidentes como por los elevados niveles de exposición al riesgo.

Además, estadísticas nacionales muestran que, si bien los accidentes urbanos son más frecuentes, los accidentes ocurridos en vías rurales presentan una probabilidad de fatalidad sustancialmente mayor. En particular, la tasa de fallecidos por accidente en zonas rurales

alcanza un 6,0%, frente a un 0,9% en zonas urbanas²⁷, lo que evidencia una mayor severidad de los eventos en el ámbito interurbano.

CUADRO Nº 12-45: FALLECIDOS SEGÚN TIPO DE VÍA – CHILE 2023

Tipo de vía	Fallecidos por siniestros de tránsito	Siniestros totales	Fallecidos cada 100 siniestros
RURAL	1.102	18.501	6,0
URBANO	533	59.737	0,9

Fuente: Datos de accidentes de tránsito Carabineros 2023.

Dado que el VVE se deriva de trade-offs marginales entre costo y riesgo de fallecer, su estimación resulta más informativa y robusta cuando se basa en contextos donde el riesgo fatal es relevante y perceptible para los usuarios. El análisis de viajes urbanos de corta distancia podría incorporarse en una extensión del estudio, en la medida en que dichos viajes representen una fracción significativa del riesgo agregado o presenten patrones de riesgo diferenciados.

²⁷ Año 2023

13. Tarea 13: Diseño definitivo de instrumentos de medición

13.1. Aprendizajes de la experiencia piloto

A partir de las actividades de focus group y del análisis cognitivo desarrollado a las propuestas iniciales de diseños experimentales se generaron los siguientes aprendizajes:

- Uso de números enteros para presentar el número de fallecidos y lesionados graves en lugar de probabilidades: se observó que las probabilidades de tener un accidente con riesgo de lesión o muerte son bajas en relación con el total del flujo vehicular. Expresar esta probabilidad de forma numérica tenía como consecuencia que los valores fueran difíciles de comprender ya que eran del orden de 10^{-6} y, además, tenían como consecuencia que la percepción de riesgo fuese prácticamente nula. En consecuencia, se decidió optar por presentar los indicadores de riesgo en función del total de fallecidos o lesionados graves anuales.
- Presentación de atributos comparables sin diferencia de flujo vehicular entre ambas alternativas: durante el análisis cognitivo se evaluó la presentación de alternativas que incluyeran diferencias en los atributos considerando flujos de tránsito vehicular diferenciados para cada uno. Esto permitiría comparar distintos tipos de ruta considerando el nivel de tránsito de cada una. Sin embargo, se observó que esta diferenciación de flujo confundía a los evaluados puesto que utilizaban los valores absolutos como los únicos criterios para la toma de decisión, sin tomar en cuenta si el flujo vehicular era distinto en cada alternativa. En este sentido, se tomó la decisión de que las diferencias de atributos entre las alternativas fuera solamente de tiempo, costo y riesgo, dejando fuera la diferencia de flujo.
- Uso de palabra accidente: en el análisis de focus group se consultó respecto a la forma más comprensible de entender un siniestro vial, optándose por el concepto de “accidente” por ser de uso más frecuente y tener una connotación menos negativa que la de siniestro. Un análisis similar llevó a la recomendación de usar el término fallecidos o lesionados respecto a otras opciones.
- Descripción de las consecuencias de una lesión grave: en el focus group se presentó la definición legal de un lesionado grave que fue entendida por los participantes en los focus group como invalidante o con secuelas físicas que requerían cuidados permanentes, por lo que se asimiló en impacto al fallecimiento y fue valorada de la misma forma en los experimentos. Por esta razón, se optó por informar al encuestado de límite inferior de las consecuencias de un lesionado grave, que corresponden a que la persona quedara hospitalizada por 30 días o más.

A partir de la aplicación piloto realizada sobre viajes entre las regiones Metropolitana y de Valparaíso, se validó que la metodología de preferencias declaradas (PD) es útil y permite capturar las valoraciones de las personas frente al riesgo. Sin embargo, la aplicación de un experimento pivotado —es decir, un diseño construido a partir de las características del viaje real que la persona acaba de declarar— arrojó aprendizajes metodológicos que deben ser abordados para la aplicación a escala nacional.

A continuación, se presentan los principales aprendizajes asociados al diseño experimental:

- **Efecto de la frecuencia y el propósito del viaje en la sensibilidad al riesgo:** Al utilizar un diseño pivotado, el escenario evaluado depende del viaje que las personas realizan. Se encontró evidencia empírica de que la frecuencia y el propósito (variables usualmente correlacionadas) con el que se realiza dicho viaje inciden directamente en la sensibilidad de las personas frente a la seguridad. Específicamente, los modelos econométricos demostraron que la sensibilidad ante el número de fallecidos y lesionados graves es inversamente proporcional a la frecuencia del viaje; es decir, los viajeros frecuentes son menos sensibles al riesgo que los viajeros ocasionales. Por lo tanto, un aprendizaje clave es que se debe controlar rigurosamente la muestra según la frecuencia y el propósito del viaje para no sesgar las estimaciones de la disposición a pagar (VVE y CSL)
- **El sesgo cognitivo de los "números pequeños":** El experimento encontró que las personas encuestadas procesan de forma diferente las cifras pequeñas de accidentalidad frente a las grandes. Existe evidencia empírica de un comportamiento irracional ante números pequeños (por ejemplo, cifras menores a 10), lo que lleva al fenómeno contra intuitivo de que a niveles bajos de riesgo se encuentre una mayor sensibilidad y valoración por la seguridad, lo cual contrasta con la teoría económica.
- **Necesidad de ajustar los rangos de pivoteo (empeoramiento de la seguridad):** Para contrarrestar el problema de los números pequeños en el diseño pivotado, es necesario modificar la presentación de los niveles de atributos. En el piloto solo se presentaron mejoras o mantención en la seguridad (pivotes de -50%, -37.5%, -25%, -12.5% y 0% respecto a los fallecidos base). El aprendizaje es que el diseño definitivo debe incorporar situaciones donde la seguridad empeore (por ejemplo, niveles de -30%, -15%, 0%, +15% y +30%), logrando con esto un mayor rango de valores y garantizando que se presenten cifras superiores a 10 en las opciones mostradas.
- **Validación de la separación de atributos de riesgo:** La decisión metodológica de presentar de forma aleatoria el atributo de "víctimas fatales" a una mitad de la muestra y el de "lesionados graves" a la otra mitad, demostró ser válida. Este formato permitió a los modelos captar preferencias diferenciadas y significativas para ambos niveles de gravedad sin sobrecargar cognitivamente al encuestado. Los resultados de los modelos mostraron además que la valoración por el riesgo de fallecer es mayor que la valoración por el riesgo de lesionarse gravemente, siendo consistente el resultado con la teoría económica.
- **Actualización de parámetros *a priori*:** Gracias a las elecciones recopiladas en el piloto, se logró obtener parámetros estadísticamente significativos para el costo, tiempo de viaje, fallecidos y lesionados graves (tanto para el modo auto como bus). Estos coeficientes sirven ahora como nuevos parámetros *a priori* para reajustar y optimizar el diseño experimental definitivo.

Por otro lado, el aprendizaje metodológico obtenido en la fase piloto indica que, si bien el experimento pivoteado aporta realismo, también introduce una heterogeneidad difícil de aislar y exige enfrentar dificultades logísticas pensando en la experiencia nacional a gran escala. Estas dificultades se traducen en el alto costo de encuestar a usuarios que realicen viajes en rutas y contextos muy específicos para poder alcanzar los niveles de Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) y distancias requeridas para la correcta formulación del riesgo.

Por el contrario, una línea de investigación fundamentada en escenarios hipotéticos estandarizados (diseño genérico) presentaría las alternativas de elección de forma idéntica para toda la población objetivo. El desarrollo y testeo de este enfoque entregaría tres beneficios metodológicos y principalmente operativos para futuras mediciones a escala nacional:

1. Mayor control analítico: Facilitaría aislar de mejor manera el efecto de variables que inciden fuertemente en las preferencias, tales como la frecuencia habitual y el propósito del viaje.
2. Alta comparabilidad: Al basarse en niveles de riesgo y atributos estandarizados, mejoraría la comparabilidad de las estimaciones del VVE y CSL entre distintas regiones geográficas y modos de transporte.
3. Eficiencia logística: Al evitar la dependencia de las rutas específicas de las personas, se reduciría la segmentación obligatoria, mitigando las complicaciones y costos asociados al trabajo de recolección de datos.

Esta aproximación ya ha sido aplicada con éxito y ha entregado resultados robustos en otras estimaciones internacionales a gran escala, su estudio, adaptación y validación en nuestro contexto constituye una de las exploraciones metodológicas prioritarias para optimizar los instrumentos de medición definitivos.

13.2. Diseño Experimental

En esta sección se presenta el diseño experimental pivoteado modificado a partir de la experiencia piloto y una propuesta de diseño con parámetros fijos.

13.2.1. Parámetros a priori para el Diseño

Los parámetros a priori se obtienen del modelo de elección discreta V31 estimado en el informe de la etapa 3. De esta forma, los parámetros a priori para ajustar el diseño definitivo corresponden a los siguientes:

Cuadro 13-1: Parámetros a priori actualizados para el diseño eficiente

Modo	Atributos	Parámetros A priori	
		μ	σ
Auto	Costo [u/1000 \$]	-0.1080	-0.0540
	Tiempo de viaje [u/h]	-0.9080	-0.4540
	Fallecidos anuales [u/veh-viaje]	-0.0511	-0.0256
	Lesionados graves anuales [u/veh-viaje]	-0.0058	-0.0029
Bus	Costo [u/1000 \$]	-0.1544	-0.0772
	Tiempo de viaje [u/h]	-0.4631	-0.2315
	Fallecidos anuales [u/veh-viaje]	-0.0269	-0.0135
	Lesionados graves anuales [u/veh-viaje]	-0.0067	-0.0034

Fuente: Elaboración propia

13.2.2. Niveles de Variación de los atributos

En la definición de los niveles de variación de los atributos se considera que estos permitan capturar las preferencias de las personas encuestadas. La magnitud de los atributos se debe enmarcar en una situación no significativamente distinta a la realidad que afronta el encuestado, por ejemplo, las tarifas de transporte y los tiempos de viaje en su modo de viaje habitual deben ser muy parecidos en magnitud a los valores que él o ella percibe. Para este caso, los niveles de variación considerados son los siguientes:

CUADRO Nº 13-1: NIVELES DE VARIACIÓN DE LOS ATRIBUTOS

Modo	Variable	Niveles				
		0	1	2	3	4
AUTO	Tiempo de Viaje	-25%	-13%	0%	13%	25%
	Fallecidos anuales promedio	-30%	-15%	0%	15%	30%
	Lesionados graves anuales promedio	-60%	-30%	0%	30%	60%
	Costo del Viaje	-30%	-15%	0%	15%	30%
BUS	Tiempo de Viaje	-30%	-15%	0%	15%	30%
	Fallecidos anuales promedio	-30%	-15%	0%	15%	30%
	Lesionados graves anuales promedio	-30%	-15%	0%	15%	30%
	Costo del Viaje	-30%	-15%	0%	15%	30%

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los fallecidos y lesionados, se asumió un nivel de TMDA de 20.000 veh/día que corresponde al mayor del rango disponible y que es consistente con las vías que conectan, por ejemplo, la Región de Valparaíso con la Región Metropolitana. El nivel base de lesionados y fallecidos se calcula en función de la distancia declarada del viaje, estableciendo así el rango de tiempo de viaje y aplicando los valores estimados.

Cabe destacar que los valores obtenidos de la variación de atributos serán redondeados de acuerdo con lo presentado en el siguiente cuadro. Por ejemplo, para valores de costo entre \$1.000 – \$5.000 los niveles se aproximarán según 500, lo que hará que un valor de \$4.350 sea presentado como \$4.500.

CUADRO Nº 13-2: REDONDEO PARA VALORES DE ATRIBUTOS PRESENTADOS

Variable	Intervalo		Redondear a
	Mínimo	Máximo	
Costo del Viaje [\$]	0	1.000	100
Costo del Viaje [\$]	1.001	5.000	500
Costo del Viaje [\$]	5.001	inf	1000
Tiempo de Viaje [min]	0	30	1
Tiempo de Viaje [min]	31	79	5
Tiempo de Viaje [min]	79	inf	10
Fallecidos anuales	0	inf	1
Lesionados graves anuales	0	inf	1

Fuente: Elaboración propia

13.2.3. Ajuste del Diseño Experimental Pivoteado

Los diseños obtenidos para cada experimento se presentan a continuación de acuerdo con los niveles para cada atributo por escenario de elección. Estos se adjuntan también como parte del anexo digital.

CUADRO Nº 13-3: DISEÑO EXPERIMENTAL PIVOTEADO – EXPERIMENTO 1 AUTO - SINIESTROS FATALES

Escenario de Elección	Bloque	Ruta 1			Ruta 2		
		Tiempo de viaje	Fallecidos Anuales por adt	Costo	Tiempo de viaje	Fallecidos Anuales por adt	Costo
1	1	2	1	3	0	2	0
2	1	3	2	3	2	3	0
3	1	4	1	1	4	4	0
4	1	2	1	3	1	3	3
5	1	3	4	1	4	0	4
6	1	4	3	3	0	0	4
7	2	0	0	3	1	4	2
8	2	0	4	2	1	0	3
9	2	4	2	2	3	4	2
10	2	4	2	4	1	3	1
11	2	0	3	0	4	0	2
12	2	0	0	4	1	2	0
13	3	4	3	3	3	4	0
14	3	4	3	0	0	0	3
15	3	0	3	0	4	1	3
16	3	2	4	2	0	1	4
17	3	0	4	3	1	4	0
18	3	2	4	1	1	4	4
19	4	3	3	4	0	4	1
20	4	1	1	3	4	1	0
21	4	4	0	4	3	4	2
22	4	4	4	3	0	3	4
23	4	1	3	0	4	1	3
24	4	3	0	2	1	4	0
25	5	4	3	3	4	0	4
26	5	2	4	0	0	2	3
27	5	0	3	1	1	1	1
28	5	4	1	4	1	3	1
29	5	1	1	3	4	1	2
30	5	4	0	2	1	3	0
31*	-	4	4	4	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

*Escenario 31 corresponde a un escenario dominado, para filtrar personas que responden sentido racional.

CUADRO Nº 13-4: DISEÑO EXPERIMENTAL PIVOTEADO – EXPERIMENTO 2 BUS - SINIESTROS FATALES

Escenario de Elección	Bloque	Servicio de buses 1			Servicio de buses 2		
		Tiempo de viaje	Fallecidos Anuales por adt	Costo	Tiempo de viaje	Fallecidos Anuales por adt	Costo
1	1	0	4	2	0	0	3
2	1	3	2	4	1	3	1
3	1	3	4	0	1	1	4
4	1	1	1	4	0	3	0
5	1	3	3	3	4	1	3
6	1	0	1	3	2	2	0
7	2	4	1	2	3	4	2
8	2	3	2	3	4	3	0
9	2	2	0	0	1	2	0
10	2	1	0	4	2	3	3
11	2	1	2	4	4	3	3
12	2	2	3	1	4	1	4
13	3	0	0	3	3	4	2
14	3	0	2	0	4	1	4
15	3	3	4	1	0	0	3
16	3	2	0	3	2	1	0
17	3	2	3	3	4	0	3
18	3	3	2	4	4	4	0
19	4	3	1	4	1	4	4
20	4	3	3	3	1	4	0
21	4	3	1	0	1	3	0
22	4	3	4	0	2	1	4
23	4	3	1	3	2	4	2
24	4	0	2	0	2	0	0
25	5	3	0	4	0	1	1
26	5	3	3	2	4	1	2
27	5	2	2	4	1	3	1
28	5	0	4	2	4	3	4
29	5	1	4	2	1	0	3
30	5	0	0	4	2	2	1
31*	-	4	4	4	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

*Escenario 31 corresponde a un escenario dominado, para filtrar personas que responden sentido racional.

CUADRO Nº 13-5: DISEÑO EXPERIMENTAL PIVOTEADO – EXPERIMENTO 3 AUTO- SINIESTROS GRAVES

Escenario de Elección	Bloque	Ruta 1			Ruta 2		
		Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo	Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo
1	1	1	4	2	2	1	2
2	1	4	1	3	3	2	0
3	1	2	1	1	0	4	0
4	1	0	1	0	3	0	3
5	1	3	4	1	0	1	3
6	1	0	4	0	4	3	2
7	2	2	4	1	3	0	3
8	2	2	0	3	3	3	2
9	2	3	0	4	4	4	2
10	2	2	4	3	4	2	4
11	2	3	2	2	1	3	2
12	2	3	3	2	0	1	4
13	3	2	2	0	0	4	0
14	3	0	0	4	4	4	1
15	3	3	3	0	0	1	3
16	3	2	2	0	4	1	2
17	3	3	0	4	0	2	2
18	3	1	0	1	4	3	0
19	4	4	4	0	3	2	4
20	4	3	1	3	1	4	3
21	4	2	1	2	4	4	1
22	4	3	1	1	4	0	4
23	4	2	3	0	3	1	3
24	4	4	4	1	1	2	2
25	5	0	1	4	2	2	1
26	5	3	2	2	0	3	0
27	5	0	3	1	3	0	4
28	5	1	2	4	1	3	0
29	5	1	3	0	2	0	1
30	5	3	4	0	3	3	4
31*	-	4	4	4	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

*Escenario 31 corresponde a un escenario dominado, para filtrar personas que responden sentido racional.

CUADRO Nº 13-6: DISEÑO EXPERIMENTAL PIVOTEADO – EXPERIMENTO 4 BUS - SINIESTROS GRAVES

Escenario de Elección	Bloque	Servicio de buses 1			Servicio de buses 2		
		Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo	Tiempo de viaje	Lesionados Graves Anuales por adt	Costo
1	1	2	4	4	4	0	0
2	1	2	0	1	0	2	4
3	1	2	0	2	4	2	0
4	1	3	2	0	4	1	1
5	1	4	2	1	1	1	2
6	1	0	4	4	1	0	0
7	2	4	2	2	0	2	2
8	2	1	1	4	4	3	1
9	2	1	4	1	2	0	1
10	2	0	4	1	3	0	0
11	2	2	4	2	1	1	0
12	2	3	3	0	0	3	1
13	3	4	3	0	0	3	4
14	3	1	0	4	1	3	2
15	3	4	4	0	3	0	3
16	3	2	1	3	3	0	1
17	3	0	4	1	1	1	3
18	3	3	0	4	2	3	0
19	4	3	4	0	1	0	0
20	4	0	0	1	3	3	1
21	4	2	4	4	4	1	1
22	4	3	0	4	4	3	1
23	4	0	3	4	2	0	1
24	4	3	2	1	2	3	0
25	5	2	4	0	4	0	2
26	5	3	4	2	4	0	1
27	5	2	4	2	3	0	0
28	5	1	1	4	0	2	1
29	5	2	0	2	0	3	0
30	5	3	1	2	0	0	3
31*	-	4	4	4	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

*Escenario 31 corresponde a un escenario dominado, para filtrar personas que responden sentido racional.

13.3. Experimento de elección basado en viaje realizado por los individuos

El experimento de elección basado en el viaje de los individuos se diseña para una ruta en particular, la cual es principalmente utilizada por el individuo. Según las variables de TMDA de la ruta y la distancia del viaje en que incurre la persona se generan niveles de fallecidos o lesionados graves anuales a causa de siniestros de tránsito en la ruta.

En base al análisis que se realiza sobre el riesgo de fallecer o lesionarse gravemente al año se establece un valor de riesgo km para fallecidos y lesionados grave anuales. Este permite generalizar el análisis.

Además, se caracterizan las rutas según su nivel de TMDA, para lo cual se establecen 3 categorías. Con esto se busca analizar cómo afecta el TMDA sobre la valoración de la reducción de riesgo según tipo de lesión.

En este punto se establece el nivel de riesgo considerado según tipo de lesión, se plantea el diseño del cuestionario y se presenta el formulario de la encuesta.

13.3.1. Consideraciones sobre Número de Fallecidos y Lesionados Graves por Siniestro de Tránsito

Como categorías de TMDA se propone utilizar tres valores que buscan representar rutas de tráfico bajo, medio y alto. Esto con el objetivo de abarcar un mayor número de accidentes en el experimento. De esta forma, las tres categorías de TMDA propuestas son:

- Cat TMDA 1: 5.000 [veh/día]
- Cat TMDA 2: 10.000 [veh/día]
- Cat TMDA 3: 20.000 [veh/día]

Con respecto a la información de la distancia del viaje, esta se obtendrá a partir de la ruta definida para el experimento como la distancia entre las dos ciudades principales.

Los niveles de riesgo promedio encontrados resultaron en: $2,60 \cdot 10^{-8}$ [pers/veh-km] para fallecer y el riesgo-km de lesionarse gravemente es de $6,90 \cdot 10^{-8}$ [pers/veh-km]. Estos serán los niveles base propuestos para calcular los niveles de fallecidos o lesionados graves en los experimentos.

En el siguiente cuadro se presentan los fallecidos anuales promedio²⁸ para el experimento de auto de modo que el nivel de riesgo/km para los viajes sea igual.

²⁸ Aproximados a la unidad

CUADRO Nº 13-7: EXP. AUTO - NIVEL BASE FALLECIDOS ANUALES CON RIESGO-KM 2.6×10^{-8}

Intervalo tiempo de viaje [min]		Distancia [km]	Nivel base fallecidos anuales			Riesgo-km* 10^8 [fallecidos/veh-km]		
			TMDA 20.000	TMDA 10.000	TMDA 5.000	TMDA 20.000	TMDA 10.000	TMDA 5.000
10	19	20,0	4	2	1	2,7	2,7	2,7
20	29	33,3	6	3	2	2,5	2,5	3,3
30	44	49,3	9	5	2	2,5	2,8	2,2
45	74	80,0	15	8	4	2,6	2,7	2,7
75	89	109,3	21	10	5	2,6	2,5	2,5
90	119	140,0	27	13	7	2,6	2,5	2,7
120	149	180,0	34	17	9	2,6	2,6	2,7
150	239	260,0	49	25	12	2,6	2,6	2,5
240	359	400,0	76	38	19	2,6	2,6	2,6
360	539	600,0	114	57	28	2,6	2,6	2,6
540	1.439	1.320,0	251	125	63	2,6	2,6	2,6
Más de 1,440		2.066,7	235	392	196	98	2,6	2,6

Fuente: Elaboración propia

Para comprender los valores expuestos en el cuadro anterior, es necesario entender el concepto de riesgo base (o riesgo-kilómetro) y su rol como pivote para la construcción del experimento. El riesgo base corresponde a la probabilidad empírica de que ocurra una fatalidad (o una lesión grave) por cada vehículo-kilómetro recorrido. A partir del análisis de las estadísticas históricas de siniestralidad en rutas nacionales, se ha determinado un riesgo base empírico de $2,60 \times 10^{-8}$ fallecidos por vehículo-kilómetro para la estimación de fallecidos en ruta. Este parámetro es una constante que permite estandarizar el nivel de peligrosidad de una vía, vinculando directamente la exposición al riesgo con la longitud del trayecto y la cantidad de vehículos que transitan por ella.

Entonces, el riesgo base es el parámetro que permite personalizar el experimento de preferencias declaradas (PD) a la realidad de cada encuestado. Su uso se resume en los siguientes pasos secuenciales:

1. Estimación del Nivel Base del Viaje: Una vez que la persona encuestada declara su origen y destino, se establece la distancia de su viaje. Luego, al asignar un volumen de tráfico característico a esa ruta (por ejemplo, TMDA de 5.000, 10.000 o 20.000 veh/día), el riesgo base de $2,60 \times 10^{-8}$ se multiplica por dicha distancia y por el TMDA anual. El resultado de esta operación es el "nivel base de fallecidos anuales" esperado específicamente para la ruta y viaje que realiza esa persona. Este es el valor central que se visualiza en el cuadro anterior.
2. Construcción de los Escenarios de Elección: Una vez calculado este "nivel base de fallecidos", el algoritmo del experimento genera las alternativas que se le mostrarán a la persona encuestada. Para ello, aplica variaciones porcentuales de empeoramiento o mejora (niveles de pivoteo definidos en -30%, -15%, 0%, +15%, +30%) sobre este número base. Así, la persona que responde se enfrentará a elecciones donde la cantidad anual de fallecidos aumenta o disminuye respecto a la estadística actual de su propia ruta.

3. El problema de los "números pequeños" y la viabilidad del experimento: Como se puede observar en el cuadro anterior, si un viaje es de corta distancia o el TMDA de la ruta es muy bajo, el nivel base de fallecidos calculado será un número muy pequeño. Estos escenarios se filtran debido a que en la aplicación piloto se encontró que el comportamiento de las elecciones de las personas resultaba irracional ante números pequeños (menores a 10)²⁹.

Por lo tanto, para garantizar que las personas evalúen opciones racionales y distinguibles, el nivel base calculado debería ser de al menos 15 fallecidos anuales. Como ejemplo, con un nivel base de 15, las opciones presentadas tras aplicar los porcentajes de pivoteo serán números enteros: 11, 13, 15, 17 y 19 fallecidos anuales.

En resumen, el cruce del riesgo base con el TMDA y la distancia permite identificar matemáticamente en qué contextos el experimento es aplicable empíricamente. Al aplicar el riesgo base de $2,60 \times 10^{-8}$, se determina que el experimento para autos con el atributo de fallecidos anuales solo es aplicable metodológicamente para:

- Viajes largos desde 50 [km] en rutas con un TMDA elevado de 20.000 [veh/día].
- Viajes desde 140 [km] en rutas con un TMDA moderado de 10.000 [veh/día].
- Viajes de muy larga distancia desde 260 [km] en rutas de menor tráfico con TMDA de 5.000 [veh/día].

En el caso de los buses, dado que las velocidades supuestas son menores los valores base del experimento cambian. Estos se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO Nº 13-8: EXP. BUS - NIVEL BASE FALLECIDOS ANUALES CON RIESGO-KM 2.6×10^{-8}

Intervalo tiempo de viaje [min]	Distancia [km]	Nivel base fallecidos anuales			Riesgo-km* 10^8 [fallecidos/veh-km]		
		TMDA 20.000	TMDA 10.000	TMDA 5.000	TMDA 20.000	TMDA 10.000	TMDA 5.000
10	19	17,5	3	2	1	2,3	3,1
20	29	29,2	6	3	1	2,8	1,9
30	44	43,2	8	4	2	2,5	2,5
45	74	70,0	13	7	3	2,5	2,3
75	89	95,7	18	9	5	2,6	2,9
90	119	122,5	23	12	6	2,6	2,7
120	149	157,5	30	15	7	2,6	2,4
150	239	227,5	43	22	11	2,6	2,6
240	359	350,0	66	33	17	2,6	2,7
360	539	525,0	100	50	25	2,6	2,6
540	1.439	1.155,0	219	110	55	2,6	2,6
Mas de 1.440	1.808,3	206	343	172	86	2,6	2,6

Fuente: Elaboración propia

²⁹ Ver punto 13.3.1

De esta forma, con un nivel de riesgo-km de $2,6 \cdot 10^{-8}$ los experimentos de buses con fallecidos anuales serían aplicables para:

- Viajes desde 70 Km y TMDA de 20.000 [veh/día]
- Viajes desde 125 Km y TMDA de 10.000 [veh/día]
- Viajes desde 230 Km y TMDA de 5.000 [veh/día]

En el caso de los experimentos relativos a lesionados graves, el riesgo-km a utilizar se define a partir del valor utilizado para fallecidos. En este caso también se utiliza el valor empírico obtenido, es decir $6,90 \cdot 10^{-8}$ [pers/veh-km]. Con esto se obtienen los siguientes niveles base de lesionados graves según categoría de distancia y TMDA.

CUADRO N° 13-9: EXP. AUTO - NIVEL BASE LESIONADOS GRAVES ANUALES CON RIESGO-KM $6,9 \cdot 10^{-8}$

Intervalo tiempo de viaje [min]		Distancia [km]	Nivel base Lesionados graves anuales			Riesgo-km*10^8 [lesionados graves/veh-km]		
			TMDA 20.000	TMDA 10.000	TMDA 5.000	TMDA 20.000	TMDA 10.000	TMDA 5.000
10	19	20,0	10	5	3	6,8	6,8	8,2
20	29	33,3	17	8	4	7,0	6,6	6,6
30	44	49,3	25	12	6	6,9	6,7	6,7
45	74	80,0	40	20	10	6,8	6,8	6,8
75	89	109,3	55	28	14	6,9	7,0	7,0
90	119	140,0	71	35	18	6,9	6,8	7,0
120	149	180,0	91	45	23	6,9	6,8	7,0
150	239	260,0	131	65	33	6,9	6,8	7,0
240	359	400,0	201	101	50	6,9	6,9	6,8
360	539	600,0	302	151	76	6,9	6,9	6,9
540	1.439	1.320,0	665	332	166	6,9	6,9	6,9
Mas de 1.440		2.066,7	625	1041	520	260	6,9	6,9

Fuente: Elaboración propia

Entonces, con un nivel de riesgo-km de $6,9 \cdot 10^{-8}$ los experimentos de auto con lesionados graves anuales serían aplicables para:

- Viajes desde 20 Km y TMDA de 20.000 [veh/día]
- Viajes desde 50 Km y TMDA de 10.000 [veh/día]
- Viajes desde 110 Km y TMDA de 5.000 [veh/día]

CUADRO N° 13-10: EXP. BUS - NIVEL BASE LESIONADOS GRAVES ANUALES CON RIESGO-KM 6.9×10^{-8}

Intervalo tiempo de viaje [min]	Distancia [km]	Nivel base Lesionados graves anuales			Riesgo-km*10 ⁸ [lesionados graves/veh-km]		
		TMDA 20.000	TMDA 10.000	TMDA 5.000	TMDA 20.000	TMDA 10.000	TMDA 5.000
10	19	17,5	9	4	2	7,0	6,3
20	29	29,2	15	7	4	7,0	7,5
30	44	43,2	22	11	5	7,0	6,3
45	74	70,0	35	18	9	6,8	7,0
75	89	95,7	48	24	12	6,9	6,9
90	119	122,5	62	31	15	6,9	6,7
120	149	157,5	79	40	20	6,9	7,0
150	239	227,5	115	57	29	6,9	7,0
240	359	350,0	176	88	44	6,9	6,9
360	539	525,0	264	132	66	6,9	6,9
540	1.439	1.155,0	582	291	145	6,9	6,9
Mas de 1.440	1.808.3	547	911	455	228	6,9	6,9

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, con un nivel de riesgo-km de 6.9×10^{-8} los experimentos de bus con lesionados graves anuales serían aplicables para:

- Viajes desde 20 Km y TMDA de 20.000 [veh/día]
- Viajes desde 45 Km y TMDA de 10.000 [veh/día]
- Viajes desde 100 Km y TMDA de 5.000 [veh/día]

Entonces, para el diseño de los experimentos, los niveles de fallecidos y lesionados graves se definen en función del Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) de la ruta, la distancia del viaje y un nivel de riesgo-km fijo establecido.

13.3.2. Diseño del Cuestionario

El cuestionario está dirigido a personas que han realizado viajes entre un origen- destino y ruta determinados, a los que se les consulta acerca del último viaje que han realizado entre dichas localidades. La estructura general del formulario es la siguiente:

4. Caracterización del último viaje. En esta se consulta al encuestado/a por las condiciones de su último viaje, como por ejemplo, tiempo de viaje, costo incurrido, modo utilizado, origen-destino, ruta utilizada³⁰, entre otras consultas. Se identifica el modo de viaje de la persona y en base a este se elige el experimento PD a presentar.
5. Experimento de Elección de Preferencias Declaradas. Se presenta el experimento de elección PD pivoteado sobre el viaje declarado, añadiendo el número esperado de fallecidos o lesionados graves según sea el experimento. Los escenarios con menores fallecidos/lesionados son en general más caros y ese cobro extra se asocia con mejoras en seguridad vial.

³⁰ La ruta utilizada debe estar dentro de las definidas para el estudio.

6. Caracterización del usuario. En esta sección se recopilan los antecedentes asociados a las características del individuo. Entre estas se encuentra una caracterización por: ingreso, género, rango etario, ocupación, tamaño y ubicación del hogar, entre otras. Se incorporan además las preguntas de clases latentes.

13.3.3. Formulario Encuesta

La estructura de la encuesta en el programa se divide en páginas, en las que son incluidas las diversas preguntas de interés realizadas a las personas objetivo. En total son **14 páginas**, donde en la mayoría se presentan preguntas, pero en algunas solo se realizan cálculos internos. Es relevante detallar el contenido de cada página puesto que permite comprender la lógica de la misma y posteriormente analizar los tiempos de respuesta esperados por ítem. Por ejemplo, de acuerdo con la experiencia del equipo consultor, el primer escenario del experimento de preferencias declaradas siempre toma más tiempo que el resto.

Las páginas de la encuesta y su contenido se presentan a continuación:

- Página 1: Se da la bienvenida a quien responde y se presenta el objetivo del estudio. Se pide considerar el último viaje en auto/bus que la persona haya realizado un pago. Se realiza la siguiente pregunta:
 - *P1: En 2026, ¿ha realizado alguno de los siguientes viajes? Si ha realizado más de uno, considere el que hace con mayor frecuencia. En todos los casos, tenga en cuenta ambos sentidos del viaje y la ruta señalada. (las opciones son los pares origen destino junto con las rutas de interés). Se filtran las encuestas que para aquellas personas que no hayan realizado ninguno de los viajes de interés.*
- Página 2: Se preguntan temas atinentes al viaje declarado.
 - *P2. ¿En qué modo de transporte viajó? (auto/bus). Se identifica el modo actual de viaje de las personas.*
 - *P3. ¿Cuánto pagó en total por el viaje (solo de ida)? Se obtiene un rango del costo del viaje que luego será utilizado para el experimento PD.*
 - *P4. ¿Cuánto tiempo se demoró en llegar a su destino? Se estima el tiempo de viaje a bordo en base a esta respuesta.*
 - *P5. ¿Cuál es la ruta principal que utiliza en su viaje?*
 - *P6. ¿Cuál es la comuna de origen de su viaje?*
 - *P7. ¿Cuál es la comuna de destino de su viaje?*
- Página 2: Se realizan preguntas asociadas al viaje declarado por la persona.
 - *P8. ¿Cuál fue el motivo del viaje?*
 - *P9. ¿Con qué frecuencia realiza este viaje?*

- P10. ¿En qué horario comenzó su viaje?
- P11. ¿Cuántos acompañantes (familiares, amigos, etc) viajaron con usted?
- Página 3: En esta página se realizan cálculos internos para los niveles de los atributos que serán presentados en el experimento PD, se elige al azar si presentar el experimento con número de fallecidos o lesionados graves. Se calcula el número de fallecidos por adt y lesionados graves de modo de mantener el riesgo-km definido.
- Página 4: Se presenta el experimento PD asignado a la persona encuestada según sus respuestas anteriores. El enunciado para el caso del experimento de viaje en auto con atributo número de fallecidos es el siguiente:

Piense en un viaje hipotético que va a realizar en auto desde “\$origen” a “\$destino”. Este viaje lo realizará usted solo/a manejando en automóvil.

Considere que para este viaje existen 2 rutas, que se diferencian en lo siguiente:

- *Número de fallecidos en siniestros de tránsito. Estadística anual de personas fallecidas al año por siniestros de tránsito.*
- *Tiempo de viaje total*
- *Costo total del viaje. Considera gasto en bencina y peajes, en \$.*

Contexto de la ruta actual

- *Circulan en promedio “\$TMDA_base” vehículos por día (“\$TMDA_año” millones/año)*
- *En promedio fallecen “\$fallecidos_base” personas por siniestros de tránsito*

-
- P12. ¿Percibe usted que existe riesgo de “lesionarse gravemente/fallecer” por siniestro de tránsito al realizar este viaje? Se busca saber si las personas se sienten expuestas al riesgo de sufrir las consecuencias de un siniestro de tránsito o no.
 - P13. ¿Cómo calificaría el riesgo de la ruta? Esta pregunta explora la clasificación del riesgo que las personas le atribuyen a los valores presentados.

Si las condiciones de su viaje fuesen las siguientes ¿Qué opción elegiría para hacer el viaje? Es importante que usted responda como si realmente estuviera tomando esta decisión con su dinero y su tiempo de verdad.

Recuerde: si elige una ruta más segura pero más cara, ese dinero no estará disponible para otras cosas que usted valora, como comprar comida, pagar la renta o salir con su familia. No hay una respuesta correcta o incorrecta. Simplemente queremos saber qué preferiría en la vida real, cuando usted tiene que llegar a su destino y su presupuesto es limitado

- *PD1. Escenario PD número 1*
- Páginas 5 a la 11: Se presentan los escenarios PD desde el 2 al 7 (uno por página). La cuarta tarjeta PD corresponde al escenario dominado. Luego del último escenario de elección se consulta sobre la consideración de atributos.

En la página 8 se presenta un escenario dominado que filtra la encuesta en el caso en que la persona selecciona la alternativa peor en todos sus atributos.
- *P14. ¿Qué atributos consideró para sus elecciones anteriores?* Esto será utilizado en la modelación econométrica para estimar el coeficiente solo con las respuestas de las personas que declaren considerar dicho atributo en sus elecciones.
- Página 12: Página de cálculos internos.
- Página 13: En esta se realizan preguntas de caracterización del individuo
 - *P15. En relación a accidentes de tránsito, ¿ha vivido usted alguna experiencia de este tipo?* En teoría alguien que haya experimentado accidentes de tránsito podría valorar más la reducción de fallecidos o lesionados graves en ruta.
 - *P16. Seleccione su rango etario*
 - *P17. ¿Cuál es su máximo nivel educacional alcanzado?*
 - *P18. ¿Cuál es su situación laboral actual?*
 - *P19. ¿Cuántas personas viven en su hogar?*
 - *P20. ¿Cuántos autos hay en su hogar?*
 - *P21. ¿Qué plan de salud posee actualmente?*
 - *P22. ¿Tiene personas a su cuidado?*
 - *P23. ¿Tiene usted redes de apoyo?*
 - *P24. ¿En qué comuna vive?*
- Página 14: En esta página se hacen las consultas para ser utilizadas en eventuales modelos de clases latentes. Además, se consulta por el nivel de ingreso total del hogar de modo de determinar el ingreso per cápita (los niveles presentados dependen de la cantidad de miembros del hogar).
 - *P25. Responda qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones.* Preguntas para ser utilizadas en clases latentes.
 - *P26. ¿En qué rango se encuentra el ingreso total de su hogar? (\$/mes)*

- *Fin de una encuesta completada.*
- Página 15: Página donde se van las personas filtradas en la encuesta.
- *Fin de una encuesta filtrada.*

13.4. Consideraciones de Análisis Cognitivo para el Lugar de Encuesta

En los experimentos de preferencia declarada, en particular en aquellos que requieren que el encuestado realice una valoración entre dos o más opciones, es necesario que el ambiente de evaluación sea propicio en términos cognitivos para que dicha valoración se realice correctamente.

En el caso de los experimentos de VVE, las personas encuestadas deben realizar una valoración que considera tanto el tiempo de viaje, el costo y el nivel de riesgo que están dispuestos a asumir en un determinado viaje. Este tipo de valoración requiere que el encuestado comprenda la información que se le presenta, para lo cual no solo resulta necesario la incorporación de las modificaciones realizadas durante la etapa de análisis cognitivo, sino también de un espacio apropiado para que puedan tomarse decisiones adecuadas. Para ello, resulta recomendable realizar estas encuestas en espacios de baja estimulación (p.ej.: una oficina o evaluaciones en paneles) puesto que existe evidencia que las distracciones impactan negativamente en el desempeño en varios contextos (Sevdalis et al 2014; Murji et al 2016; Zureick, Burk-Rafel, Purkiss y Hortsch, 2018; Pérez-Juárez, González-Ortega, Aguiar-Pérez, 2023) lo que puede afectar el proceso de respuesta del encuestado y que, en consecuencia, responda utilizando un solo atributo y no el conjunto de ellos (por ejemplo, seleccionando una ruta porque es más económica sin considerar el riesgo de su elección).

13.5. Experimento de elección basado en viaje genérico

En el experimento piloto aplicado para encontrar el VVE y CSL se utilizaron experimentos basados en viajes específicos que las personas efectivamente han realizado. Este enfoque contextualizado y pivotado sobre los atributos que experimentan los individuos tiene la ventaja de aumentar el realismo del experimento, pero introduce heterogeneidad no controlada, costos adicionales para obtener información específica de la ruta analizada y dificultades para comparar resultados entre regiones o modos de transporte.

Como alternativa, una corriente internacional³¹ ha optado por realizar experimentos de elección genéricos con atributos fijos, donde todos los individuos se enfrentan las mismas alternativas hipotéticas. Este enfoque ha mostrado resultados robustos, válidos y comparables, siempre que se acompañe de una adecuada explicación y contextualización.

³¹ Schoeters et al, 2022

Esta metodología resulta atractiva en la aplicación a escala nacional por la mayor eficiencia en estudios a gran escala. Dado que permite fijar variables asociadas al viaje como las siguientes:

- Propósito del viaje, reduciendo la segmentación que determina el tamaño muestral.
- Frecuencia del viaje, reduciendo el costo de realizar estudios de terreno que determinen la distribución según frecuencia para cada ruta que se decida analizar. Cabe recordar que se encontró evidencia empírica en este estudio del efecto que tiene la frecuencia de viaje en el valor del VVE y CSL para los modos auto y bus.

El experimento basado en un viaje genérico requiere que el escenario hipotético sea representativo de los viajes que un amplio porcentaje de la población realiza efectivamente. Por ello, resulta conveniente revisar los niveles de referencia obtenidos a partir del Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) y las distancias características de las rutas del país.

Al respecto, se puede utilizar los mismos niveles de riesgo-km para el experimento basado en un viaje realizado por los individuos, esto es:

- **Riesgo de fallecer:** 2.60×10^{-8} [pers/veh-km]
- **Riesgo de lesionarse gravemente:** 6.90×10^{-8} [pers/veh-km]

Esta decisión permite estandarizar el experimento y evitar que la comparación entre viajes de distinta longitud se vea afectada por diferencias en los niveles de riesgo base, concentrando así el análisis en la disposición a pagar por reducciones de riesgo.

Si bien esta modalidad no resulta recomendable como se discute en el siguiente capítulo, se presenta en anexo el diseño correspondiente a un experimento genérico, cuyas características son similares a el experimento basado en un viaje realizado por los individuos.

14. Tarea 14: Metodología de levantamiento de datos

14.1. Consideraciones iniciales de información

En el punto anterior se mostró el diseño del experimento para determinar el VVE y CSL a partir de elecciones individuales. En etapas anteriores hemos visto que el diseño experimental queda sujeto a los valores resultantes de la ponderación del riesgo por el volumen de usuarios anuales de una ruta y su longitud. En términos generales, distancias largas y TMDA mayores favorecen el poder desarrollar experimentos con valores adecuados³². De esta forma habría un conjunto de pares origen destino unidos por una ruta en que su longitud y TMDA permitirían genera experimentos y el resto de las combinaciones o pares origen destino serían inadecuadas.

Por otra parte, para la formulación de los experimentos y con el fin de evitar sesgos de infraestructura³³ se deberían considerar en general **rutas de al menos dos pistas por sentido**. Esto permite evitar que la persona asuma dificultades o riesgos para adelantar como factor asociado a las diferencias de tiempos de viajes y accidentabilidad que se le propondrán. Es además consistente con las inversiones en aumento de capacidad vial, que se justifican a partir de niveles de tránsito más elevados (al menos 10.000 de TMDA para poder justificar una doble calzada). Se destaca además que en la mayoría de las vías de doble calzada se tiene un punto de cobro asociado a una concesión de obra pública, lo que facilita entender un escenario en el cual se tienen diferentes niveles de costo asociado al viaje.

De este modo, es posible generar un conjunto acotado de ciudades unidas por al menos una ruta de doble calzada, que presente un tránsito elevado y sea de una longitud adecuada.

Existen limitaciones para poder determinar este conjunto de pares origen destino donde es factible generar experimentos debido a:

- No existen en general matrices de viaje interurbanas disponibles para todo el país, que permitirían establecer niveles de flujo vehicular anuales. En algunos estudios específicos se han generado matrices de viajes por tipo de vehículo a escala regional y en algunos casos de escala nacional (e.g. matriz de viajes asociada al Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad PNIM del MOP). También SERNATUR genera una matriz de viajes intercomunal de escala nacional, pero esta no tiene información del modo de viaje utilizado.
- Salvo el caso de los puntos de cobro asociados a pórticos de TAG o plazas de peaje en vías interurbanas, no se dispone de información permanente de flujo vehicular

³² Adicionalmente, TMDA y longitudes mayores tienen mayor relevancia en la determinación del VVE y CSL a escala nacional.

³³ Se refiere a la influencia que puede generar en las respuestas el tratar de dirigirlas a que se favorezca la implementación de mejoramientos de infraestructura.

que permita determinar el TMDA de una ruta. La Dirección de Vialidad realiza mediciones durante tres días hábiles en un conjunto de rutas como parte de su Plan Nacional de Censos (PNC) y estima el TMDA como el promedio simple de los tres registros.

Cabe destacar además que se observó una probable incidencia de la frecuencia del viaje en la disposición a pagar por una reducción del riesgo vial, donde un usuario habitual estaría menos dispuesto a pagar que uno que hace uso ocasional de la misma vía. Esto haría necesario controlar por esta variable y contar con una distribución de frecuencia para ponderar la estimación del VVE. La información de frecuencia en la utilización de una vía es un dato que no se registra, lo que haría necesario su levantamiento en cada una de las rutas para las cuales se aplique el experimento y se consideren en la estimación del VVE y CSL.

14.2. Consideraciones iniciales para el levantamiento de datos

Dado lo planteado en el punto anterior, se plantean como opciones para la realización del levantamiento a escala nacional:

- Experimento basado en un viaje genérico
- Experimento basado en un viaje efectivamente realizado por el individuo

El primer caso consiste en proponer un experimento genérico, donde el diseñador puede controlar las características de tránsito y longitud de la vía para generar niveles de fallecidos y lesionados ad hoc para el experimento, anclados en un nivel de riesgo ajustado a las condiciones reales. Este experimento puede aplicarse mediante paneles de encuesta u otros métodos sin mayores restricciones, abarcando un conjunto presumiblemente amplio de potenciales personas encuestadas, los que debieran ser controlados por género, ingreso y distribución geográfica, entre otras variables.

La principal dificultad de este tipo de aplicación es que se trata de un escenario completamente hipotético, que no tiene ninguna referencia a la experiencia reciente del individuo y por tanto su respuesta puede ser inconsistente con las decisiones que tomaría en la vida real. Tampoco sería factible controlar por la frecuencia del viaje, ya que el encuestado podría o no hacer viajes similares a los que se le proponen en el diseño experimental.

Cabe señalar que en una aplicación reciente en cuatro países europeos (Alemania, Bélgica, Francia y Países Bajos) se realizó un experimento genérico e idéntico para los cuatro países (Schoeters et al, 2022). En el experimento, se enfrentaba a conductores habituales de autopistas a un viaje de 50 Km de extensión en vías con un TMDA superior a 50.000 vehículos diarios. Se les consultaba a las personas por la frecuencia en que realizaban viajes en autopistas durante el año.

El segundo caso corresponde a un diseño experimental pivoteado en relación a viajes efectivamente realizados por el individuo. Resulta una opción preferible ya que supera las dificultades presentadas previamente, pero hace necesario encontrar personas del público objetivo en los pares origen destino de interés. En este contexto, surgen las siguientes opciones:

- Levantamiento masivo
- Muestra orientada

El primer caso corresponde a requerir a varios paneles de encuesta que busquen usuarios que hayan realizado viajes de mediana y larga distancia dentro de un período definido o con alguna frecuencia mínima a establecer. Al aplicar la encuesta, se debería consultar por el viaje definido y realizar internamente un filtro en relación a si el viaje se encuentra en las rutas o pares origen – destino donde resulta factible presentar un experimento. Si no es factible, se llevaría a un *screenout*. Una primera dificultad es que resulta probable que una parte importante de las personas que responden queden fuera de la encuesta porque el viaje no cumple los criterios requeridos (baja tasa de incidencia). Esto llevaría a la necesidad de realizar muchas encuestas que se descartarían, aumentando el costo total del levantamiento.

Una segunda dificultad es que hace necesario contar con información de múltiples rutas o pares O-D y de experimentos adaptados a partir de valores de TMDA y longitud, lo que puede ser complejo de procesar computacionalmente.

Una ventaja que este método es que probablemente permitiría lograr una mayor cobertura geográfica, haciendo necesario realizar un levantamiento posterior de información de frecuencia de viaje en muchas rutas, lo que podría elevar fuertemente los costos de la recopilación de información.

El segundo caso propuesto considera escoger viajes específicos dentro del conjunto de rutas o pares O-D donde es factible realizar experimentos, de tal forma de poder requerir a diferentes paneles de encuestas el reclutamiento de viajeros de los pares origen destino de interés. Este enfoque es similar al de la aplicación realizada en el estudio, donde el requerimiento fue a personas residiendo en la RM que realizaran viajes a la de Valparaíso y viceversa, pero probablemente debería hacerse de manera acotada por ejemplo a viajeros entre el Gran Santiago y el Gran Valparaíso que realicen viajes frecuentes por la Ruta 68. Otros ejemplos de viajes específicos son:

- Gran Santiago y San Antonio (litoral central) usando la Ruta 78
- Gran Santiago y San Felipe/Los Andes usando ruta 57
- Gran Valparaíso y San Felipe/Los Andes usando ruta 60-CH
- Gran Concepción y Chillán usando la ruta 152 (Autopista del Itata)
- Talca/Curicó y Chillán usando Ruta 5
- Chillán y Temuco usando Ruta 5

- Osorno y Puerto Montt usando Ruta 5
- Antofagasta y Calama usando Ruta 5 y ruta 25

El listado anterior no es exhaustivo³⁴ y se debe verificar en todos los casos que el nivel de TMDA resulte adecuado, considerando que en general la distancia del viaje indicado supera los 100 kilómetros. Se consideraron vías concesionadas y con peajes de tipo troncal, lo que permite contar con buena información de flujo diario y TMDA, además de que los usuarios están habituados a realizar un pago por circular, de manera análoga a los escenarios de elección que se le presentarán.

El definir un conjunto acotado de pares origen destino y rutas permitiría lograr una diversidad geográfica en las respuestas, limitada a la incidencia real de los viajes indicados dentro de los usuarios de paneles. Dado que el conjunto está definido a priori, se podría disponer de un conjunto de experimentos ad-hoc y es posible acotar el levantamiento de información complementaria, como sería el caso de encuestas para determinar la frecuencia de los viajes.

En el cuadro siguiente se sintetizan los principales aspectos analizados para las opciones definidas:

CUADRO 14-1: SÍNTESIS DE OPCIONES DE LEVANTAMIENTO

	Experimento genérico	Encuesta masiva	Encuesta dirigida
Costo	Bajo	Alto	Medio
Confiabilidad	*	Media	Mayor
Control por frecuencia	Infactible	Puede ser de alto costo	Factible y acotado en costos
Planificación	Baja	Alta	Media

*: No es posible determinar

La opción más simple y de menor costo es la aplicación de un experimento genérico. En términos de dificultad y costo, le sigue la opción de realizar una encuesta dirigida a pares origen destino y rutas específicas. La opción de encuesta masiva sería la menos recomendable.

14.3. Consideraciones adicionales sobre número de fallecidos

Cabe señalar que el diseño de experimento y la elección de pares O-D o rutas están condicionados por la restricción del número de fallecidos (o lesionados), que resulta de ponderar el riesgo promedio por el tránsito y la longitud de la ruta.

³⁴ El objetivo del listado es orientar la definición de un listado de viajes específicos, pero la aplicación de alcance nacional deberá validar previamente los TMDA a la fecha de realización y evaluar si cumplen con los requerimientos definidos para generar experimentos. También se debe tener en consideración aspectos prácticos como la factibilidad de obtener respuestas de panel en dichos viajes e idealmente lograr una distribución geográfica adecuada de las respuestas

Al respecto, es posible ampliar el conjunto de pares O-D modificando algunos supuestos clave utilizados a la fecha:

- Asumir un riesgo base superior al promedio que se ha utilizado de $2,6 \cdot 10^{-8}$
- Asumir que el período de referencia para el número de fallecidos/lesionados es superior a un año

Es importante destacar que sería necesario testear los experimentos resultantes y estimar valores de VVE y CSL antes de realizar un levantamiento masivo.

El primer caso, significaría que el individuo se está enfrentando a un nivel de riesgo superior al real, lo que de acuerdo a la teoría debería incidir en mayores disposiciones a pagar por reducir dicho riesgo. Esto implicaría valores de VVE y CSL superiores a los reales, pero esta hipótesis debería ser verificada mediante una aplicación piloto.

En el segundo caso, que se materializa indicando que la cantidad de fallecidos/lesionados que se presentan en el experimento son el total durante X años. En teoría, en este caso el encuestado enfrenta un nivel de riesgo comparable al real, pero solo en el caso en que efectivamente internalice que se trata de un dato plurianual. Si entiende el dato sin contexto temporal podría estar asumiendo niveles de riesgo superiores a los reales, con una potencial sobreestimación de los resultados.

14.4. Logística del levantamiento

Se presenta la propuesta del consultor en cuanto a los segmentos y categorías a considerar para el desarrollo de la encuesta nacional. Definimos dos niveles de desagregación.

1. **Segmentos**, corresponden a una desagregación de la muestra en base a las definiciones propias del diseño experimental. Los segmentos se asocian a características de los **viajes**.
2. **Categorías**, son una desagregación de la muestra que busca generar representatividad a nivel nacional y, de acuerdo a nuestra definición, se asocian a las características de la **población**.

Así, los segmentos se asocian directamente al diseño experimental, mientras que las categorías buscan representatividad poblacional.

La muestra corresponde al cruce entre los distintos segmentos y categorías.

La definición de segmentos y categorías se basa en las prácticas a nivel internacional para este tipo de encuestas, adaptadas a los aprendizajes de este estudio.

Los segmentos corresponden en este caso a usuarios de transporte público interurbano y a conductores de vehículos privados.

Como referencia, en otros estudios de escala nacional³⁵, se estima un mínimo preliminar de 2.000 encuestas para lograr representatividad nacional.

14.4.1. Segmentación de la Muestra

Para el levantamiento de las encuestas, se deben generar cuotas para distintos tipos de viajes. Dado que los diseños experimentales se basan en **modos y tipo de riesgo**³⁶ estas debieran ser las principales variables de interés para efectos de la segmentación. Asimismo, y en concordancia con la evidencia empírica de este estudio, se recomienda levantar encuestas por **frecuencia de viaje**. En el siguiente cuadro se presentan estos 3 segmentos y sus correspondientes niveles.

Además, si es interés evaluar la sensibilidad ante viajes cortos y largos, se debe generar un segmento sobre viajes dentro de la ciudad (menos de 40 km) y viajes entre ciudades (de más de 40 km).

CUADRO 14-2: DEFINICIÓN DE LA SEGMENTACIÓN PARA DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

Segmento	Niveles
Modos de viaje	BUS: Usuarios de transporte público interurbano AUTO: Vehículo particular (auto, van, camioneta)
Riesgo de lesión	Riesgo de fallecer por un siniestro de tránsito Riesgo de lesionarse gravemente por un siniestro de tránsito
Frecuencia de viaje*	Baja: Entre 1 o 5 veces por año Media: Entre 6 a 12 veces por año Alta: Más de 1 vez al mes
Tipo de viaje	Larga distancia (Interurbano)

Fuente: Elaboración propia.

*Estos rangos definidos no son rígidos. Estos pueden variar según la calidad de los datos o resultados de la modelación. Lo relevante es internalizar en el modelo el efecto de la frecuencia sobre la valoración del riesgo.

En base al diseño experimental eficiente obtenido se han calculado los tamaños muestrales requeridos para estimar los coeficientes de los parámetros que permiten obtener el VVE y CSL. Estos valores fueron obtenidos según los ajustes a los realizados con el experimento piloto. Estos sirven de referencia para establecer las cuotas por segmento de interés. El siguiente cuadro presenta las cotas inferiores para todos los parámetros de cada diseño y la cota inferior para la estimación del parámetro asociado al tiempo de viaje y el costo (estimar el VT).

³⁵ En un estudio que abarca Alemania, Bélgica, Francia y Países Bajos se consideró una muestra de 2.000 personas por país (Schoeters et al, 2022). Un valor similar se utilizó para un estudio de valoración contingente en España (Sánchez et al, 2021).

³⁶Entendido como riesgo de fallecer o lesionarse gravemente por un accidente de tránsito.

CUADRO 14-3: MUESTRAS SUGERIDAS POR SEGMENTO, ETAPA 2.5

Experimento	Modo	Atributo			Diseños requeridos (5 encuestas c/u)			Muestra Sugerida por Segmento*
		x1	x2	x3	x1	x2	x3	
1	Auto	Tiempo	Fallecidos por ADT	Costo	2.2	4.5	4.3	22
2	Bus		Lesionados graves por ADT		4.5	6.3	6.8	34
3	Auto				2.4	3.8	4.8	24
4	Bus				2.7	11.8	6.5	59

Fuente: Elaboración propia a partir de diseños experimentales estimados. Los valores presentados no aseguran significancia en los parámetros, son una cota inferior. *Se obtiene como $\text{Max}(x1, x2, x3) \times 5$

Como se observa en el cuadro, se presenta una cota inferior para el cálculo de muestras, esta corresponde a la estimación de todos los parámetros de la función de utilidad (incluyendo costo, riesgo de lesionarse por ADT y tiempo de viaje). En general, los parámetros que definen la cota del experimento corresponden al riesgo de lesión y al costo del viaje.

Con lo anterior, las muestras mínimas sugeridas son las siguientes.

CUADRO 14-4: RESUMEN DE MUESTRAS SUGERIDAS POR EL EXPERIMENTO

Tipo de Viaje	Modo	Riesgo	Frecuencia de viaje			Total
			Baja	Media	Alta	
Corta Distancia	Auto	Fallecer por ADT	22	22	22	66
Corta Distancia	Bus	Fallecer por ADT	34	34	34	102
Corta Distancia	Auto	Lesionarse gravemente por ADT	24	24	24	72
Corta Distancia	Bus	Lesionarse gravemente por ADT	59	59	59	177
Larga Distancia	Auto	Fallecer por ADT	22	22	22	66
Larga Distancia	Bus	Fallecer por ADT	34	34	34	102
Larga Distancia	Auto	Lesionarse gravemente por ADT	24	24	24	72
Larga Distancia	Bus	Lesionarse gravemente por ADT	59	59	59	177
Total						834

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la muestra por modo, se tiene que para el modo bus esta asciende a 588 y para el modo auto de 276.

14.4.2. Categorización de la muestra

Para el levantamiento a nivel nacional, se sugiere generar categorías por variables sociodemográficas para asegurar la representatividad de la muestra. En específico, se considera que la desagregación por **lugar de residencia e ingreso** permitiría obtener una buena representación de la población nacional.

- Generar cuotas por lugar de residencia en una encuesta es importante porque ayuda a que la muestra sea más representativa de la población nacional, ya que las personas

que viven en distintas zonas geográficas suelen presentar diferencias en hábitos de viajes, condiciones socioeconómicas y oferta de modos de transporte, por lo que asegurar su inclusión permite captar mejor esa diversidad.

- Por su parte, el ingreso es una variable relevante el ingreso es uno de los principales determinantes de cómo las personas valoran su tiempo y toman decisiones frente a intercambios entre costo y riesgo. Los individuos con distintos niveles de ingreso enfrentan restricciones presupuestarias y diferentes valoraciones por reducir el riesgo, por lo que una muestra que no controle esta heterogeneidad puede sesgar las estimaciones hacia los grupos más representados.

Sin embargo, es importante considerar que, si bien la categorización debe reflejar las diferencias en valoración del riesgo, así como similitudes en escenarios de elección en cuanto a las variables clave (modo, frecuencia), se deben evitar demasiadas categorías, porque aumenta la complejidad y el tamaño de muestra necesario. Si bien estratificar la muestra en muchas categorías aumenta la precisión de los resultados y permite analizar diferencias entre grupos, a la vez puede hacer que la logística sea más difícil y, potencialmente, inmanejable.

Para lograr un balance entre representatividad y complejidad, se propone definir categorías que capturen la heterogeneidad más relevante, priorizando aquellos factores que realmente afectan la variable de interés, y ajustando el tamaño de la muestra en cada categoría según su proporción en la población. Se propone:

CUADRO 14-5: DEFINICIÓN DE LA CATEGORIZACIÓN PARA DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

Categoría	Niveles
Lugar de residencia	SANT-GVGC: Gran Santiago y Conurbaciones de Gran Valparaíso y Gran Concepción NOR: Otras ciudades del país, zona norte SUR: Otras ciudades del país, zona sur
Ingreso familiar mensual	ALTO BAJO

Fuente: Elaboración propia.

En este contexto, para la **segmentación espacial** se sugiere agrupar zonas geográficas que sean similares en cuanto a disponibilidad de autopistas y niveles de servicio. Esto implica que en el caso de utilizar la encuesta basada en el viaje de los individuos se debe seleccionar una ruta interurbana para cada una de estas zonas geográficas. Específicamente, el objetivo de la segmentación espacial es tener representatividad geográfica para la muestra.

En cuanto al **ingreso**, los resultados de las etapas anteriores indican que la definición de los niveles de ingreso, alto y bajo, para el modo auto presentan resultados consistentes en la modelación econométrica y buen ajuste estadístico en la muestra levantada. En el caso del bus no se encontró efecto ingreso por lo que se sugiere no generar cuota por este ítem.

14.4.3. Definición de Muestras Mínimas

De acuerdo a lo anterior, el mínimo número de encuestas válidas a realizar por debiera ser alrededor de **3.300**, como se presenta en el siguiente cuadro. Este considera el caso en que se decide utilizar el experimento basado en un viaje real.

CUADRO 14-6: MUESTRAS MÍNIMAS POR CATEGORÍA – EXPERIMENTO BASADO EN VIAJE REAL

Modo	Residencia	Ingreso	N° encuestas	
Auto	SANT-GVGC	ALTO	276	1.656
	SANT-GVGC	BAJO	276	
	NOR	ALTO	276	
	NOR	BAJO	276	
	SUR	ALTO	276	
	SUR	BAJO	276	
Bus	SANT-GVGC	-	558	1.674
	NOR	-	558	
	SUR	-	558	
Total			3.330	3.330

Fuente: Elaboración propia.

La estimación del tamaño muestral ha entregado valores similares para lo requerido acerca del modo bus y modo auto con aproximadamente 1.680 encuestas requeridas por modo. Por eventuales errores en el levantamiento se debería considerar del orden de un 20% adicional, por lo que la muestra mínima recomendada es de 4.000 encuestas.

En la experiencia para casos internacionales de estudios a nivel nacional se han utilizado 2.000 encuestas por país. Estas consideraron muestra únicamente para el modo auto, utilizando experimentos basados en un viaje genérico.

Por último, para efectos de representatividad de la población, se sugiere además establecer restricciones adicionales en términos de edad y género, para que estas sean en conjunto, consistentes con los datos censales.

14.4.4. Estimación de costos de levantamiento

La determinación del costo del levantamiento resulta bastante relativa ya que existen varias empresas con paneles de mayor o menor magnitud en el país. El criterio de cobro es variable pero responde a la mayor o menor complejidad del perfil requerido para el encuestado. En este caso, el requerimiento es por zona geográfica, nivel de ingreso y que realicen viajes en alguna de las rutas de interés en auto o bus. Este último punto es muy restrictivo a la hora de buscar el perfil requerido puesto que es información que los paneles generalmente no manejan y muy específica.

Dado que es probable que se requiera completar la muestra en algunos modos y servicios, se puede considerar como cota inferior el valor de una encuesta completa como la levantada en el piloto. Este valor es de entre 6.000 a 10.000 pesos por encuesta.

Ya que los experimentos hasta el momento considerados para el levantamiento corresponden al experimento genérico y el experimento basado en un viaje real de la persona, corresponde revisar la comparación entre los costos de ambas opciones. Entre estas, las principales diferencias corresponden a que el experimento genérico no puede controlar por frecuencia (variable queda fija) lo que reduce el tamaño muestral y que el costo por encuesta no.

CUADRO 14-7: ESTIMACIÓN COSTOS LEVANTAMIENTO SEGÚN EXPERIMENTO

Categoría	Descripción	Experimento Genérico	Experimento Basado en Viaje Real
Tamaño Muestral	Encuestas requeridas	1.110	3.330
Modos	Bus y auto	2	2
Rutas	Definido por zona geográfica	0	6
Información terreno	Caracterización de viajes por Ingreso, Frecuencia	0	6
	Nivel de tránsito (TMDA)	0	6
Costo por encuesta [\$]	Precio supuesto*	\$6.000	\$12.000
Costo levantamiento encuestas [\$]		\$6.660.000	\$39.960.000
Costo terreno		\$-	(**)

Fuente: Elaboración propia en base a estimación. *: Suponiendo que la dificultad de buscar usuarios de rutas específicas es el doble. (**): No se cuenta con estimación del valor.

El cuadro anterior presenta una diferencia significativa entre el costo de realizar el experimento genérico respecto del experimento basado en un viaje real. Al respecto se tiene que el experimento basado en un viaje real cuesta casi 5 veces más que el experimento genérico, sin considerar los gastos adicionales requeridos por el levantamiento de datos terreno.

Otro costo relevante asociado al levantamiento corresponde al tiempo, nuevamente se debe considerar dos fases: una de levantamiento mediante panel, que debería ser de dos a tres semanas y luego la búsqueda de las potenciales personas encuestadas para completar la muestra no lograda. Esto requiere un procesamiento y análisis de la muestra del panel (estimativamente cuatro semanas), luego la planificación del levantamiento en terreno (dos semanas) y el completar la muestra, lo que es variable y podría requerir hasta ocho semanas.

14.5. Software a utilizar

Dados los resultados de la etapa 2, si los experimentos de preferencias declaradas a presentar requieren el uso de consultas pivotadas y que estas deben generar múltiples escenarios, se recomienda que el software a utilizar para el levantamiento a escala nacional sea Survey Engine, en la modalidad de licencia Global Compliance por su mayor capacidad para almacenar hasta 50.000 respuestas a una misma encuesta y la seguridad que otorga a la privacidad de los datos.

Si se optara por un diseño genérico (no pivotado), resulta recomendable igualmente usar Survey Engine pero podría evaluarse la aplicación del software Survey Solutions. Esto pues, al tratarse de un caso genérico pueden definirse las alternativas de elección de manera previa y pueden presentarse como imagen en Survey Solutions.

14.6. Metodología de encuesta

En términos estrictos no se considera el uso de encuestadores, ya que no se recomienda el uso de encuestas directas sino más bien una fase de reclutamiento de potenciales personas encuestadas, para entregar un link que permita la respuesta de la encuesta.

Una de las opciones de reclutamiento es la del empleo de paneles de encuestas, a través de empresas de investigación de mercado que provean este servicio.

Otra opción disponible es el reclutamiento mediante redes sociales, contacto directo y vía mensaje telefónico, en donde se propone un breve mensaje explicativo y el empleo de un código QR o un link para que el encuestado acceda directamente a responder la encuesta. Esta metodología debería utilizarse para completar los requerimientos de muestras específicas, asociadas a modos determinados o en contextos geográficos donde el uso de paneles no resulte suficiente.

14.7. Levantamientos complementarios

De acuerdo a la experiencia obtenida en la aplicación realizada en este estudio, así como de los resultados del focus group, resulta importante controlar algunas variables por su potencial incidencia en la valoración de vida y/o lesiones.

Nivel de tránsito de la ruta: este dato es fundamental para la estimación posterior de los valores de la vida y lesiones, por lo que es importante su correcta determinación. Una medición directa durante algunas horas de días característicos podría resultar sesgada debido al comportamiento estacional de algunas vías. Es por esto que resulta recomendable

considerar vías que cuenten con mediciones regulares de tránsito, asociadas preferentemente a plazas de peaje de tipo troncal ya que cuentan con registros categorizados de tránsito durante un año continuo. En ausencia de esta información, se debería buscar métodos alternativos de medición, preferentemente de tipo semi-permanente (e.g. contadores automáticos, espiras, mediciones en video extendidas por varios días) e idealmente al menos con conteos en temporada normal (típicamente marzo a diciembre) y estival (enero o febrero), de forma de determinar un tránsito promedio diario que se aproxime al valor real.

Frecuencia del viaje: Dentro de los análisis realizados a la información resultante de la aplicación, se observó una relación inversa entre el valor obtenido de los parámetros y la habitualidad del viaje. De este modo, un viaje que se realiza por primera vez supone un mayor riesgo para el usuario que uno que se realiza de manera cotidiana, porque existiría un efecto de acostumbramiento a las condiciones de la ruta. Por esta razón, es importante recoger en la encuesta el dato de la frecuencia del viaje. Surge la necesidad además de realizar algún tipo de corrección del muestreo por esta variable, para ponderar las respuestas de usuarios frecuentes y ocasionales. Es importante notar que este tipo de información no se registra en la práctica, salvo durante un levantamiento de encuestas origen destino, por lo que resulta necesario realizar encuestas específicas para consultar por esta variable. La metodología de muestreo debería considerar encuestas que involucren detención de vehículos en la ruta de interés, considerando idealmente distintos días de la semana y mediciones separadas por temporada, en un formato similar al de encuestas origen – destino para las cuales existe amplia práctica en el sector de transporte.

Viaje acompañado: En general, la literatura recomienda que se establezca dentro de los parámetros de la encuesta de PD que la persona está viajando sin acompañantes al momento de escoger entre las opciones que se presentan. Esto debido a que se busca identificar el comportamiento real de la persona y no un comportamiento “altruista” o de “protección” que podría considerar la persona al viajar con acompañantes. Surge la dificultad de que el enfoque experimental se vincula a un viaje que la persona realizó previamente, donde en la mayoría de los viajes (interurbanos) la persona viaja acompañada. Se sugiere enfatizar este aspecto en el levantamiento y recoger información sobre el número de viajeros en el viaje de referencia.

Experiencia con accidentes: Si bien no se detectó un efecto importante en la aplicación o en los focus group, se observa en la literatura la necesidad de controlar por eventuales sesgos en las respuestas de aquellas personas que se han visto involucradas previamente en un accidente vial. En este caso, se recomienda incluir dentro de las consultas de la encuesta si la persona ha tenido algún tipo de accidente vial y cuáles fueron las consecuencias.

15. Líneas de investigación posterior

Las recomendaciones presentadas en el capítulo anterior están basadas fuertemente en los resultados de la aplicación de un experimento de preferencias declaradas a una muestra particular, cuyas definiciones provienen de un análisis de focus groups y cuyo diseño experimental fue sujeto a un análisis cognitivo. Si bien la experiencia fue positiva, esta estaba limitada en términos de su aplicación, pudiéndose identificar una serie de eventuales mejoras que sería conveniente analizar en estudios o investigaciones futuras.

Experimentos genéricos: Corresponde al uso de escenarios hipotéticos estandarizados donde se presentan las alternativas de elección de forma idéntica para toda la población objetivo. Esto independiza el diseño de contextos específicos al basarse en niveles de riesgo y atributos estandarizados, lo que facilita el muestreo y permitiría alcanzar una mayor cobertura territorial. Este tipo de aplicación ha sido aplicada con resultados robustos en estudios europeos de alcance nacional y se consideró dentro de las opciones de la Tarea 13.

La principal duda metodológica corresponde a saber si las personas, que no necesariamente enfrentan escenarios como los que se les presentarán, comprenden correctamente los experimentos y generan resultados consistentes para reducir el riesgo de fallecer o sufrir lesiones.

Experimentos considerando vías de calzada simple: La propuesta de levantamiento de datos está basada en su aplicación en viajes que se realizan sobre rutas de doble calzada, lo que es consistente con la experiencia internacional y local en este tipo de análisis. No obstante, resulta de interés estudiar el efecto de considerar vías de calzada simple, cuyo estándar implicaría un riesgo potencial mayor (por el adelantamiento) y donde normalmente no se contempla un cobro directo (v.g. peaje) por su utilización. Una ventaja de esta opción es que ampliaría significativamente el potencial de rutas para aplicación experimental, existiendo la duda metodológica de si el estándar de la vía incide en la valoración de los atributos asociados a reducción de riesgo.

Ampliar ámbito de aplicación: Se explica con detalle en el punto 14.3 que es necesario establecer valores adecuados para la correcta aplicación de los experimentos, recomendándose establecer valores del orden de 15 como cota inferior (en número de fallecidos o lesionados). Esto tiene como consecuencia la necesidad de considerar vías con niveles de tránsito elevados y longitudes relativamente altas, reduciendo el universo de aplicación posible. Interesa por lo tanto estudiar si es posible levantar esta restricción considerando alguna(s) de las opciones siguientes:

- Presentar elecciones con número de fallecidos o lesionados totales cada 5 años (en un período mayor a 1 año): El efecto directo es que, manteniendo el nivel de riesgo promedio observado, se pueden generar experimentos con menores niveles de TMDA o distancias más cortas. La duda metodológica es si el

encuestado es capaz de percibir que el valor de fallecidos o lesionados corresponde a un período mayor.

- Uso de diferentes niveles de riesgo: Se estimó un valor del riesgo que sería representativo de las condiciones reales de las rutas del país. De acuerdo a la literatura, mantener coherencia con el nivel real de riesgo es importante ya que el valor que asignan las personas a la reducción del riesgo no es absoluto, sino relativo a las condiciones de seguridad vial imperantes. No obstante, ese supuesto podría ser revisado, observando si definir distintos niveles de riesgo conducen o no a valoraciones distintas de los usuarios. En línea con lo presentado previamente, podría considerarse un nivel de riesgo medio según el estándar de la vía y generar experimentos diferenciados para vías de calzada simple o doble, por ejemplo.
- Números inferiores a 15: En la aplicación experimental se obtuvieron resultados contraintuitivos cuando los experimentos mostraban valores de fallecidos relativamente pequeños (menores a 10). Existe respaldo en la teoría psicológica de este resultado, pero sería de interés verificar si se replica este efecto en otras aplicaciones.

Este tipo de análisis escapa a los alcances y recursos del presente estudio, pero podría motivar líneas de investigación relevantes a desarrollar por centros de estudio especializados, mediante tesis universitarias o estudios básicos.

16. Bibliografía

- Adeoye-Olatunde, O. A., & Olenik, N. L. (2021). Research and scholarly methods: Semi-structured interviews. *Journal of the american college of clinical pharmacy*, 4(10), 1358-1367.
- Carr, Weir, Azar y Azar, (2013) Universal Design: A Step toward Successful Aging. *Journal of Aging Research*, 2013, 1-8.
- Collins D. Pretesting survey instruments: an overview of cognitive methods. *Qual Life Res.* 2003 May;12(3):229-38
- Cortés, Ferreira y Arias (2021) Fundamentos del diseño universal para el aprendizaje desde la perspectiva internacional. *Rev. Bras. Ed. Esp.*, Bauru, 27, 269-284
- Cowan N. (2010) The Magical Mystery Four: How is Working Memory Capacity Limited, and Why? *Curr Dir Psychol Sci*, 1;19(1):51-57.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annu. Rev. Psychol.* 64, 135–168.
- Echeita, G., & Sala-Bars, I. (2012). Universal Design. Concept and Developments in Higher Education. *Revista de Educación*, 359, 413-430.
- Flügel, S., Veisten, K., Rizzi, L. I., de Dios Ortúzar, J., & Elvik, R. (2019). A comparison of bus passengers' and car drivers' valuation of casualty risk reductions in their routes. *Accident Analysis & Prevention*, 122, 63-75.
- Follmer, D. J. (2017). Executive Function and Reading Comprehension: A Meta-Analytic Review. *Educational Psychologist*, 53(1), 42–60.
- Haeger, H., Lambert, A. D., Kinzie, J., & Gieser, J. (2012, June). Using cognitive interviews to improve survey instruments. *Association for Institutional Research Annual Forum*
- Hensher, D. A., Rose, J. M., de Dios Ortuzar, J., & Rizzi, L. I. (2009). Estimating the willingness to pay and value of risk reduction for car occupants in the road environment. *Transportation research part A: policy and practice*, 43(7), 692-707.
- Hess, S., Daly, A., Dekker, T., Cabral, M. O., & Batley, R. (2017). A framework for capturing heterogeneity, heteroskedasticity, nonlinearity, reference dependence and design artefacts in value of time research. *Transportation Research Part B: Methodological*, 96, 126-149
- Persson, H., Åhman, H., Yngling, A.A. et al. Universal design, inclusive design, accessible design, design for all: different concepts—one goal? On the concept of accessibility—

historical, methodological and philosophical aspects. Univ Access Inf Soc 14, 505–526 (2015). <https://doi.org/10.1007/s10209-014-0358-z>.

Rizzi, L. I., & de Dios Ortúzar, J. (2006). Road safety valuation under a stated choice framework. Journal of Transport Economics and Policy (JTEP), 40(1), 69-94.

Sánchez-Martínez, FI., Martínez-Pérez, JE., Abellán-Perpiñán, JM. et al. The value of statistical life in the context of road safety: new evidence on the contingent valuation/standard gamble chained approach. J Risk Uncertain 63, 203–228 (2021).

Schoeters A, Large M, Koning M, Carnis L, Daniels S, Mignot D, Urmeew R, Wijnen W, Bijleveld F, van der Horst M. Economic valuation of preventing fatal and serious road injuries. Results of a Willingness-To-Pay study in four European countries. Accid Anal Prev. 2022 Aug;173:106705. doi: 10.1016/j.aap.2022.106705. Epub 2022 May 22. PMID: 35613526.

Schwarz, N. (2007), Cognitive aspects of survey methodology. Appl. Cognit. Psychol., 21: 277-287

Svensson, M. (2009). The value of a statistical life in Sweden: Estimates from two studies using the “Certainty Approach” calibration. *Accident Analysis & Prevention*, 41(3), 430-437.

Tourangeau, R. (2018). The survey response process from a cognitive viewpoint. Quality Assurance in Education, 26(2), 169-181

Willis, G.B., Royston, P. and Bercini, D. (1991), The use of verbal report methods in the development and testing of survey questionnaires. Appl. Cognit. Psychol., 5: 251-267