CIS ASOCIADOS CONSULTORES EN TRANSPORTE S.A.

JUNIO 2023

INFORME 3

VALOR SOCIAL DEL TIEMPO DE VIAJE EN EL CONTEXTO DEL SISTEMA NACIONAL DE INVERSIONES, ETAPA 2

SUBSECRETARÍA DE EVALUACIÓN SOCIAL - MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL Y FAMILIA

Ministerio de Desarrollo Social y Familia

Gobierno de Chile

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 8

Objetivos del Estudio 8
Objetivo General 8
Objetivos Específicos 8

Tareas del Estudio 9

1. TAREA 1: AJUSTE METODOLÓGICO 10

A. Lineamientos Iniciales del Estudio 10

B. Enfoque General de Diseño y Levantamiento de los Datos 11

2. TAREA 2: DISEÑO DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y MEDICIÓN 12

2.1. Antecedentes para el Diseño de Encuestas 13
2.1.1. Revisión de la Literatura 13
2.1.1.1. Identificación preliminar de Atributos 13
2.1.1.2. Atributos Preliminares por Modo 16
2.1.1.3. Diseños a Considerar 18
2.1.2. Grupos Focales 18
2.1.2.1. Planificación de los Grupos Focales 18
2.1.2.2. Principales Resultados 21
2.1.3. Entrevistas en Profundidad 26
2.1.3.1. Programación de las Entrevistas 26
2.1.3.2. Resultados de las Entrevistas 26
2.1.4. Encuesta de Delphi 31
2.1.4.1. Metodología 32
2.1.4.2. Resultados de Primera Encuesta Delphi 33
2.1.4.3. Resultados de Segunda Encuesta Delphi 34
2.1.4.4. Consideraciones para el Diseño de Encuestas 35

2.2. Enfoque General de Diseño y Levantamiento de los Datos 36

2.3. Diseño Encuesta PR 38
2.3.1. Sección A: Caracterización Socio-Demográficas 38
2.3.2. Sección B: Características del Viaje 40
2.3.3. Sección C: Percepciones, Actitudes y Hábitos 41
2.3.3.1. Módulo C.1 - Percepciones y Actitudes 41
2.3.3.2. Módulo C.2 - Hábitos de Viaje 42
2.3.3.3. Módulo C.3 - Efecto COVID-19 43

2.3.4. Aplicación de la Encuesta PR 43

2.4. Diseño Encuesta PD 44
2.4.1. Definiciones Iniciales de la Encuesta PD 45
2.4.2. Atributos a Incluir en la Encuesta PD 46
2.4.3. Tipos de diseños de encuesta 47
2.4.4. Insumos para el Diseño Inicial de Encuestas PD 48
a) Diseño Eficiente de Encuestas PD 48
b) Estimación Inicial de Valores Medios de Atributos 49
c) Análisis Tiempos de Viaje para el Diseño de Experimentos de Auto 52
d) Consistencia de Tiempos de Viaje para el Diseño de Experimentos de Auto 54
2.4.5. Diseños Iniciales de Encuestas PD 64
a) Auto 64
b) Transporte Público (bus, metro, metrotren) 68
c) Taxi Colectivo 71
d) Taxi y Aplicaciones Móviles 72
e) Bicicleta 73
f) Modos de larga distancia (Bus, Avión, Tren y Auto) 77
g) Diseño Conjunto Calidad/Confiabilidad 79
h) Resumen de Diseños 81
2.4.6. Pre test Encuestas PD 82
a) Pre test Auto 82
b) Pre test Transporte Público 91
c) Pre test Bicicleta 102

3. TAREA 3. SELECCIÓN DE LA MUESTRA 111

3.1. Categorización de los Viajes 111
3.1.1. Caracterización de Viajes Urbanos con Datos de Encuestas de Movilidad de Sectra 111
3.1.2. Segmentación por Distancia 112
3.1.3. Información de Viajes de Larga Distancia 113
3.1.3.1. Encuestas Origen Destino 113
3.1.3.2. Matriz Plan Nacional de Movilidad 114
3.1.3.3. Estudio de Flujos Turísticos 115
3.1.4. Categorización por Distancia 117
3.1.5. Categorización de Viajes 119

3.2. Definición de Tamaños Muestrales 119

3.3. Selección de Lugares para la Toma de Datos 120
3.3.1. Identificación de Lugares para Toma de Datos en Terreno 120
3.3.2. Identificación de Lugares para Encuesta Piloto 122
3.3.2.1. Calama 124
3.3.2.2. Gran Santiago 125
3.3.2.3. Gran Concepción 127
3.3.2.4. Villarrica 128
3.3.3. Selección de Lugares para el Gran Santiago 130

4. TAREA 4: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y CREACIÓN DE BANCO DE DATOS 134

4.1. Levantamiento de Encuestas PR-PD 134

4.1.1. Implementación de las Encuestas 134
4.1.2. Métodos de Levantamiento de Encuestas 134
4.1.2.1. Métodos Presenciales 134
4.1.2.2. Método Mixto 135
4.1.2.3. Método Online 135
4.1.3. Planificación del Levantamiento de Encuestas 136
4.1.3.1. Cronograma Mediciones Presenciales Santiago 136
4.1.3.2. Encuesta de Panel 137
4.1.3.3. Redes Sociales 139

4.2. Análisis de Mecanismos Recolección de Datos 140
4.2.1. Encuesta en Dos Etapas 140
4.2.2. Encuesta en una Etapa para Viajes de larga distancia 142
4.2.3. Encuesta en una Etapa para Viajes de corta distancia 142
4.2.4. Encuestas On Line viajes de corta distancia 143
4.2.5. Encuestas Online viajes de larga distancia 143
4.2.6. Comparación de Mecanismos 144
4.2.7. Incidencia en la estimación del VT 146

4.3. Resultados de las Encuestas 147
4.3.1. Muestras Alcanzadas 147
4.3.2. Generación de Base de Datos 150
4.3.3. Caracterización de la Muestra de Viajes de Corta Distancia 152
4.3.3.1. Características Sociodemográficas de Viajeros de Corta Distancia 152
4.3.3.2. Características de Viajes de Corta Distancia 154
4.3.3.3. Percepciones sobre Viajes, Modos y Congestión de Viajeros de Corta Distancia 162
4.3.3.4. Cruces entre Variables para Viajes de Corta Distancia 168
4.3.4. Caracterización de la Muestra de Viajes de Larga Distancia 172
4.3.4.1. Características Sociodemográficas de Viajeros de Larga Distancia 172
4.3.4.2. Caracterización de los Viajes de larga distancia 175
4.3.4.3. Percepciones sobre Viajes, Modos y Congestión de Viajeros de Larga Distancia 180
4.3.4.4. Cruces entre Variables para Viajes de larga distancia 184

4.4. Estrategia Nacional para el Levantamiento de Encuestas 188

5. TAREA 5. ESTIMACIÓN DE MODELOS Y DERIVACIÓN DE VALORES DEL TIEMPO DE VIAJE 192

5.1. Enfoque de Modelación 192

5.2. Resultados de la Modelación 196
5.2.1. Modelo de Auto 196
5.2.2. Modelo de Transporte Público (Bus, Metro, Metrotren) 199
5.2.3. Modelo de Taxicolectivo 202
5.2.4. Modelo de Taxi y Aplicaciones Móviles 203
5.2.5. Modelo Bicicleta 204
5.2.6. Modelo Conjunto para viajes corta distancia 206
5.2.7. Modelo de Elección de Ruta para Bus Interurbano 209
5.2.8. Modelo de Elección Modal para Viaje de Larga Distancia 210

5.3. Estimación de Valores del Tiempo 213
5.3.1. Viajes de corta distancia 214
5.3.2. Viajes de larga distancia 216
5.3.3. Comparación con Experiencia Internacional 217

6. TAREA 6. DISEÑO DEFINITIVO Y CONCLUSIONES 221

6.1. Diseño de los Instrumentos 221
6.1.1. Viajes de corta distancia 221
6.1.2. Viajes de larga distancia 223

6.2. Eficiencia de los Experimentos 224

6.3. Segmentación y Cuotas 228

6.4. Metodología para el Levantamiento de Información 230

6.5. Modelos de Elección Discreta a Utilizar 231

6.6. Aprendizajes del Estudio 232

7. BIBLIOGRAFÍA 237

ÍNDICE DE ANEXOS DIGITALES

Anexo Digital 1: Diseño de Instrumentos

- Anexo 1.1: Cuestionario PR
- Anexo 1.2: Beta Test Experimentos PD
- Anexo 1.3: Análisis TV Comunas RM
- Anexo 1.4: Diseños Definitivos PD
- Anexo 1.5: Encuestas Survey Engine

Anexo Digital 2: Recolección de Información

- Anexo 2.1: Información Recolectada
- Anexo 2.2: Consolidación Base de Datos
- Anexo 2.3: Exploración Base de Datos

Anexo Digital 3: Estimación de Modelos

- Anexo 3.1: Viajes de corta distancia
- Anexo 3.2: Viajes Ide larga distancia

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

Casen	Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional
API	Pnterfaz de Programación de Aplicaciones
CONATACOCH	Confederación Nacional de Taxis Colectivos de Chile
DE	Desviación Estándar
DTPR	División de Transporte Público Regional
EFE	Empresa de los Ferrocarriles del Estado
EOD	Encuesta Origen Destino de Viajes
ESI	Encuesta Suplementaria de Ingresos
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
JAC	Junta Aeronáutica Civil
MDSF	Ministerio de Desarrollo Social y Familia
MOP	Ministerio de Obras Públicas
MTT	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
NSE	Nivel Socio-Económico
OD	Origen - Destino
OMT	Organización Mundial del Turismo
PD	Preferencias Declaradas
PR	Preferencias Reveladas
PUC	Pontificia Universidad Católica de Chile
SECTRA-MTT	Programa de Vialidad y Transporte Urbano del MTT
SERNATUR	Servicio Nacional de Turismo
SIN	Sistema Nacional de Inversiones
SOCHITRAN	Sociedad Chilena de Ingeniería de Transporte
TNE	Tarjeta Nacional Estudiantil
TV	Tiempo de Viaje
VTV	Valor del Tiempo de Viaje

Introducción

El presente documento corresponde a la versión corregida del Informe 3 del estudio denominado "**Valor Social del Tiempo de Viaje en el Contexto del Sistema Nacional de Inversiones, Etapa 2**" (en adelante el Estudio), licitado públicamente por la Subsecretaria de Evaluación Social del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (en adelante el mandante) y adjudicado en octubre de 2021 a la empresa **CIS Asociados Consultores en Transporte S.A.** (en adelante el consultor).

Objetivos del Estudio

Objetivo General

De acuerdo a lo establecido en las Bases Técnicas, el objetivo del estudio es desarrollar una metodología que permita estimar valores del tiempo de viaje (VTV) mediante un estudio de carácter piloto, escalable a nivel nacional, debiendo investigar aquellos factores o aspectos que puedan afectar el VTV, diseñando instrumentos de medición y recolección de información que permitan recoger aquellos factores en forma adecuada y aplicándolos a muestras apropiadas.

Esta metodología debe producir estimaciones del VTV de pasajeros, que sirvan de base para calcular el valor social del tiempo a ser utilizado en el Sistema Nacional de Inversiones (SNI) en materia de evaluación social de proyectos de transporte.

Objetivos Específicos

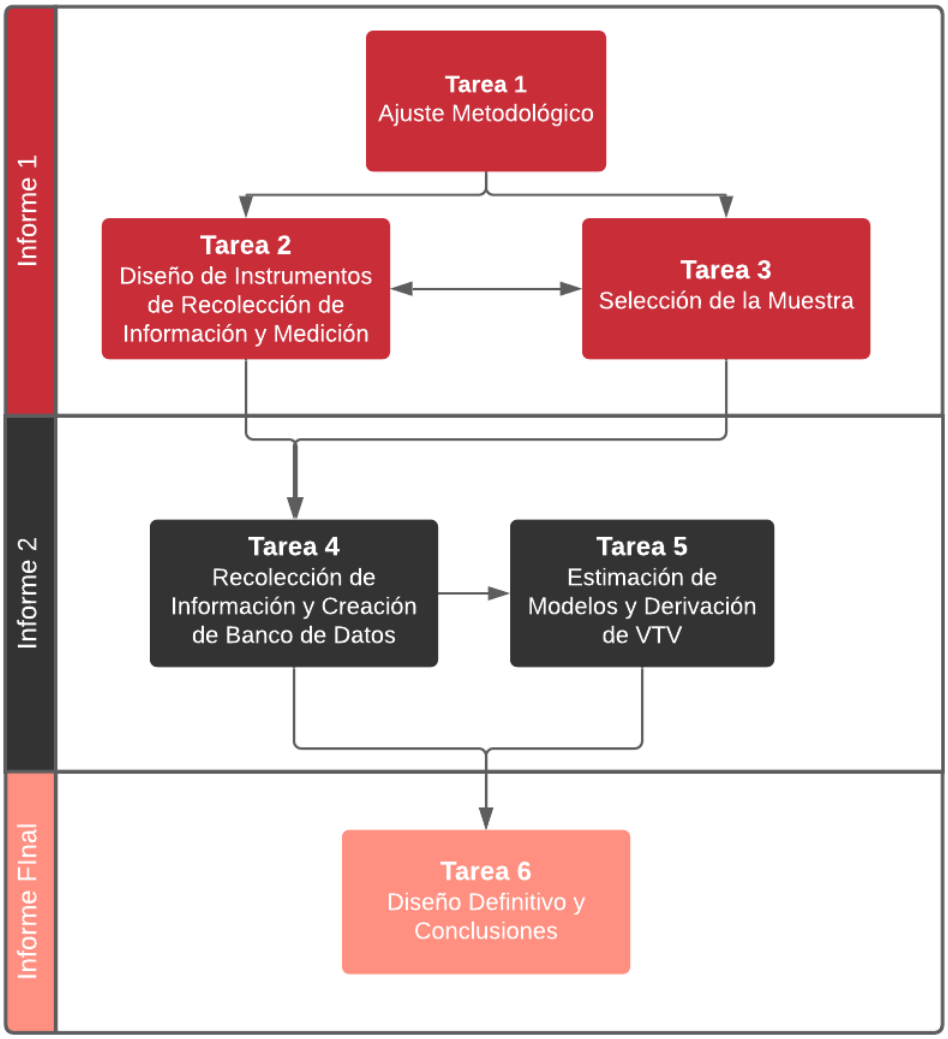
- **OE.1.** Generar una metodología para estimar el VTV que sea escalable a nivel nacional, para:
  - Estimar el VTV, para, al menos, 3 propósitos de viaje (trabajo o negocios, habituales y otros)
  - Investigar el efecto del ingreso, percepciones, actitudes y hábitos del viajero en el VTV.
  - Considerar los efectos de variables como la comodidad y la variabilidad del tiempo de viaje en el VTV.
  - Estimar la incertidumbre asociada al VTV, expresada en intervalos de confianza.
- **OE.2.** Generar una metodología de investigación de mercado apropiada para llevar a cabo la estimación del VTV; esto comprende, al menos, estudios de grupo focal, entrevistas en profundidad y encuestas tipo pre-tests. Se debe culminar con instrumentos de medición que estén en condiciones de ser aplicados a nivel nacional
- **OE.3.** Elaborar el Diseño Experimental y el Diseño de los Instrumentos de medición adecuados para recolectar información de preferencias declaradas (PD), preferencias reveladas (PR), actitudes, percepciones y hábitos de las personas, para estimar el VTV.

- **OE.4.** Desarrollar la metodología y logística asociada para medir con precisión los niveles de servicios de distintos modos de viaje, que sea escalable a nivel nacional. Estos datos se utilizan para estimar modelos de PR y generar alternativas de PD.
- **OE.5.** Desarrollar una logística adecuada para el proceso de toma de datos en terreno en el estudio piloto y aplicar el conjunto de encuestas piloto a muestras apropiadas.
- **OE.6.** Confeccionar un informe del aprendizaje logrado, y proponer instrumentos de medición y segmentación definitivas, a ser utilizados en la Etapa 3 del Estudio VTV.

Tareas del Estudio

La metodología de trabajo propuesta para el presente estudio consiste en 6 tareas. La interrelación de tareas se presenta en la siguiente figura.

FIGURA Nº 1: INTERRELACIÓN DE TAREAS DEL ESTUDIO



1. Tarea 1: Ajuste Metodológico

A. Lineamientos Iniciales del Estudio

Al comenzar el estudio se coordinó una reunión entre el consultor, el mandante y la contraparte técnica del estudio. La contraparte técnica está conformada por profesionales del Ministerio de Obras Públicas (MOP), Programa de Vialidad y Transporte Urbano del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (SECTRA-MTT) y DICTUC.

La reunión se realizó de manera virtual el 16 de noviembre 2021, donde se discutieron algunos puntos específicos de la propuesta del consultor que requerían mayor revisión. Los principales acuerdos alcanzados son los siguientes:

- Los diseños experimentales para las encuestas PD considerarán al menos 3 atributos resguardando, simultáneamente, la carga cognitiva del experimento.
- Con el objetivo de presentar apoyo visual a los encuestados, se descarta la realización de encuestas vía telefónica tipo CATI (*Computer-assisted Telephone Interviewing*). Como parte del estudio, se analizará qué dispositivos móviles son más apropiados para el levantamiento de encuestas, y cómo optimizar la tasa de respuesta con el reclutamiento presencial de los entrevistados.
- No se considerará la distinción entre viajes de tipo urbano e interurbano, analizando los viajes de acuerdo a su distancia, modo y propósito. Para la definición de las bandas de distancia se realizará un análisis para las principales ciudades del país, sin diferenciar las bandas por ciudad.
- La categorización de los viajes no contempla la segmentación por ingreso u otras variables socio-demográficas. Sin embargo, se recopilará información socio-demográfica para su inclusión en la modelación econométrica y se seleccionarán los lugares de medición de tal forma de tener algún grado de representatividad al respecto.
- Para la obtención de los niveles de servicio, la API de Google es adecuada para la estimación de tiempos de viaje para vehículos particulares. Sin embargo, esta herramienta no cuenta con información para todo el país, por lo que se explorará la información disponible para tales efectos. Aun cuando no se contempla la medición de niveles de servicio, se realizarán recomendaciones en cuanto a la pertinencia de medir previo a la encuesta definitiva de la Etapa 3.
- En la oferta técnica del consultor se propuso encuestar en Concepción y Chillán. A esto, se agrega la necesidad de realizar encuestas en el Gran Santiago para algunas categorías de viajes. Con posterioridad, se acordó cambiar Chillán por Villarrica e incorporar Calama como ciudad representativa del norte del país.
- En el estudio se explicitarán los mecanismos de control y validación de los datos levantados, para asegurar su calidad y representatividad.

La minuta detallada de ajustes metodológicos se encuentra en el Anexo Digital 1.1. Se incluye en anexos minutas de reuniones efectuadas con la contraparte.

B. Enfoque General de Diseño y Levantamiento de los Datos

El enfoque general de levantamiento de datos consideraba la realización de una encuesta directa al usuario en el modo de transporte, para obtener información del viaje y a partir de esa primera encuesta enviarles la segunda parte por un correo electrónico. A partir de la aplicación en terreno se constató:

- La dificultad de conseguir encuestas a usuarios de modos urbanos o de viajes de corta/media distancia, en contraste con el mayor tiempo disponible para usuarios de modos interurbanos o viajes de larga distancia en espera de su servicio.
- Una bajísima tasa de respuesta de los entrevistados para la segunda etapa de la encuesta, que contenía la encuesta de PD (ver sección 1.2.1).

Dado lo anterior se optó por generar una encuesta en una única etapa elaborada para viajeros de corta/media distancia y disponer también de una encuesta en una etapa para los viajes de larga distancia.

En relación al levantamiento de encuestas, el enfoque inicial consideraba encuestas directas en la vía pública, en el lugar de trabajo y/o centros de intercambio modal. En función de las dificultades para obtener permisos para realizar encuestas y siguiendo el objetivo del estudio piloto se probaron las siguientes estrategias:

- Encuestas en estaciones de metro y centros de intercambio modal, orientados a viajes de transporte público en una y dos etapas.
- Encuestas en estaciones ferroviarias y terminales de buses, orientados a viajes en tren o bus de mediana y larga distancia.
- Encuestas en lugar de trabajo, correspondiente a un edificio de oficinas.
- Panel de encuestas para levantar información de viajeros de media/corta distancia en el Gran Santiago, Gran Concepción y Calama.
- Encuestas a usuarios, compartidas a través de redes sociales.

En el punto 3.3 se presenta el detalle del levantamiento efectuado.

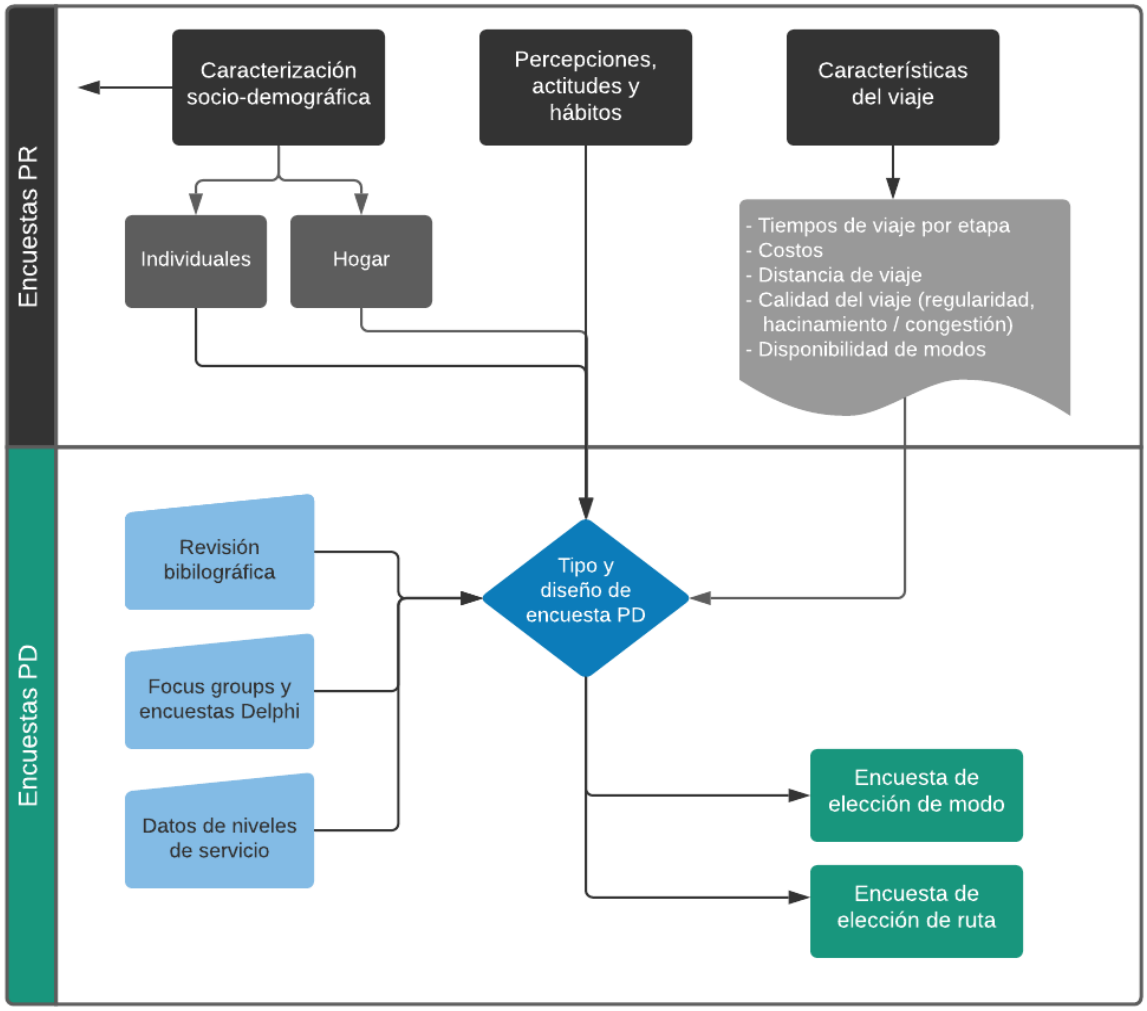
2. Tarea 2: Diseño de Instrumentos de Recolección de Información y Medición

Como su nombre lo indica, esta tarea tiene como objetivo generar los instrumentos para el levantamiento de información del estudio. Básicamente, se contemplan dos instrumentos:

- Encuesta de preferencias reveladas (PR)
- Encuesta de preferencias declaradas (PD)

En la siguiente figura se presenta esquemáticamente la estructura propuesta para las encuestas. A continuación, se describe cada instrumento.

FIGURA Nº 2-1: ESTRUCTURA DE LAS ENCUESTAS PR - PD



Fuente: Elaboración propia.

2.1. Antecedentes para el Diseño de Encuestas

Para el diseño de las encuestas, y con el fin específico de identificar cuáles son atributos más relevantes para la elección, en primer lugar se revisaron los estudios nacionales e internacionales que permitan acotar el problema bajo análisis. Con esto, se generó un listado de todos aquellos atributos que puedan ser relevantes, diferenciando por tipo de viaje, para su análisis mediante grupos focales, entrevistas en profundidad y encuestas de Delphi, como se presenta a continuación.

2.1.1. Revisión de la Literatura

2.1.1.1. Identificación preliminar de Atributos

A continuación se realiza un breve listado de los principales atributos considerados en estudios internacionales sobre el VTV. Detalles sobre estos estudios se encuentran en el documento "Valor Social del Tiempo de Viaje en el Contexto del Sistema Nacional de Inversiones, Etapa 1".

CUADRO 2-1: ESTUDIOS DE VTV CONSIDERADOS PARA LA PRE-SELECCIÓN DE ATRIBUTOS

País	Año del estudio	Estudio a nivel nacional
Suiza	2002	Sí
Dinamarca	2005	Sí
Suecia	2007 y 2008	Sí
Noruega	2007 al 2010; 2018 al 2020	Sí
Holanda	2011	Sí
Alemania	2012	Sí
Reino Unido	2014 y 2015	Sí
Nueva Gales del Sur	2013 y 2014	No
Francia	2013	No
España	2014	No
Nueva Zelandia	2015	No
EE.UU.	2016	No
Corea del Sur	2016	No
Australia	2018	No

Fuente: "Valor Social del Tiempo de Viaje en el Contexto del Sistema Nacional de Inversiones, Etapa 1".

Los atributos presentes en los estudios revisados se pueden clasificar en dos tipos: cuantificables y cualitativos.

Atributos Directamente Cuantificables

- Tiempo total de viaje, que se divide en diferentes componentes: tiempo de viaje en vehículo, tiempo de espera, tiempo de acceso y de egreso, tiempo en transferencias. Se mide en minutos u horas.
- Número de transbordos
- Costo. Se mide en pesos.

Atributos Indirectamente Cuantificables

- Confiabilidad en el tiempo de viaje

  Esta variable se puede medir tanto en transporte público como en transporte privado. Para transporte privado esta variable se puede presentar en términos de tiempos posibles para un mismo viaje siguiendo la misma ruta. Por ejemplo, en el estudio holandés se presentan cinco posibles tiempos de viaje, como se muestra en la gráfica.[1]

CUADRO 2-2: EJEMPLO DE ENCUESTA PD CON CONFIABILIDAD AUTO - HOLANDA

Viaje A		Viaje B	
Hora de salida		Hora de salida	
7:45		8:25	
Tiempo viaje	Tiempo arribo	Tiempo viaje	Tiempo arribo
50 min	8:35	25 min	8:50
60 min	8:45	35 min	9:00
60 min	8:45	35 min	9:00
80 min	9:05	65 min	9:30
100 min	9:25	95 min	10:00
Tiempo de viaje habitual		Tiempo de viaje habitual	
60 min		35 min	
Costo		Costo	
EUR 2.4		EUR 5.8	

Fuente: Significance et al. 2013.

  Para transporte público se pueden estudiar dos tipos de confiabilidad: para tiempo de viaje y tiempo de espera, este último está asociado a la frecuencia de despachos de cada servicio. El estudio holandés propone, que para no fatigar más al encuestado se divida la muestra en dos y a la mitad se les explique que la variabilidad en los tiempos de viaje se debe a cambios en los tiempos de espera, y a la otra mitad se explique que la variabilidad depende del tiempo de viaje en vehículo. Esta distinción se realiza siempre y cuando se quiera un VTV total y no discriminado por componente.

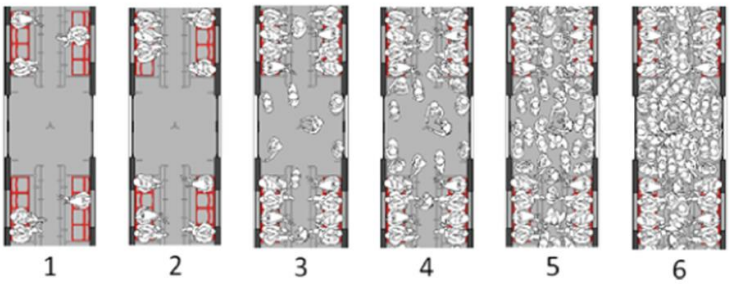
  En el caso del avión o el tren de larga distancia, la confiabilidad puede ser medida en cumplimiento de los itinerarios o en variabilidad en tiempos de salida.

- Calidad del viaje

  Para el transporte público, algunos ejemplos son la comodidad y el hacinamiento, que se pueden medir en diferentes escalas: viaje sentado, de pie durante todo recorrido, o de pie y se sienta en alguna etapa del viaje. Asimismo, el hacinamiento se puede medir por cantidad de personas por m^2 (Tirachini et al., 2017). En la siguiente figura se presenta una representación gráfica del hacinamiento en transporte público.

[1] En algunos experimentos se presentan diferentes probabilidades de ocurrencia para cada escenario. En el estudio del Reino Unido, no se considera explícitamente las probabilidades en el enunciado; se asume así, de forma implícita, que son equiprobables.

FIGURA Nº 2-2: EJEMPLO DE NIVELES DE HACINAMIENTO EN TRANSPORTE PÚBLICO



Fuente: Tirachini et al (2017)

Otra medida de calidad es el uso del tiempo de viaje en otras actividades, por ejemplo, trabajar, leer, escuchar música, ver videos, jugar, entre otros. A continuación, se presenta un resumen de actividades, siguiendo el trabajo de Malokin et al. (2021), Tang et al. (2018), y Zhang y Timmerman (2010).

CUADRO 2-3: LISTADO DE ACTIVIDADES A DESARROLLAR DURANTE VIAJES EN TRANSPORTE PÚBLICO

Clasificación	Actividad detallada
Actividades relacionadas al trabajo y a dispositivos electrónicos	Comunicación relacionada con el trabajo a través de dispositivos electrónicos
	Leer documentos relacionados con el trabajo a través de dispositivos electrónicos
	Editar documentos electrónicos relacionados con el trabajo
	Revisión de correos electrónicos relacionados con el trabajo
	Comunicación no relacionada con el trabajo a través de dispositivos electrónicos
Actividades relacionadas al trabajo sin uso de dispositivos electrónicos	Leer documentos relacionados con el trabajo
	Editar documentos relacionados con el trabajo
Uso de dispositivos electrónicos para realizar actividades no laborales	Leer/buscar información de ocio a través de dispositivos electrónicos
	Ver video
	Escuchar música
	Buscar información de viajes/hotel/tickets
	Comprar online
	Jugar video juegos
Actividades no relacionadas al trabajo sin uso de dispositivos electrónicos	Leer periódico/libros/revistas por ocio
	Dormir/Ver por la ventana/Ver a las personas
	Pensando
	Hablar con otros pasajeros/Cuidar de otros pasajeros
	Comer/Beber
	Hacer nada
	Otra actividad

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la calidad en avión, esta se ha medido por medio de la comodidad, Román et al. (2007) plantea un nivel bajo con asientos estrechos y poco espacio para las piernas, y un nivel alto con asientos amplios y espacio amplio para las piernas. En otros estudios relacionados con demanda de viajes en modo avión, la comodidad incluye la posibilidad de viajar en clase ejecutiva, la posibilidad de llevar equipaje facturado, realizar check-in online, entre otros (Ortúzar y Simonetti, 2008; Koster et al., 2011)

Para automóvil la calidad del viaje se puede medir incluyendo las condiciones del tráfico durante todo el viaje o en distintas etapas: flujo libre, tráfico medio, alta congestión; en la figura se presenta un ejemplo de cómo visualizar estas condiciones, aunque también estas pueden ser descritas sin usar apoyo gráfico.

FIGURA Nº 2-3: EJEMPLO DE CONDICIONES DE TRÁFICO EN TRANSPORTE PRIVADO

Congestión alta

Congestión media

Fuente: Rossetti et al. (2018)

Para bicicleta y caminata, el estudio en Noruega plantea usar tres variables para medir la calidad del viaje: (i) el tipo de vía usada en toda la ruta, por ejemplo, si es un carril exclusivo de bicicleta o si debe compartir con los vehículos motorizado, en caso de caminata si tiene aceras; (ii) número de semáforos que debe cruzar durante su recorrido; (iii) el número de intersecciones.

- Nuevas tecnologías

  En el estudio de Noruega, se incluyó un experimento PD para conocer la evolución del VTV al tener disponibles nuevas tecnologías como vehículos autónomos y se encontró que este puede disminuir en un 30% al estar presente este tipo de tecnología.

  Otra tecnología que podría ser relevante en el contexto nacional es el uso de vehículos eléctricos. Se hipotetiza que viajes en vehículos eléctricos (particularmente en buses), dado que presentan menos vibraciones y son más silenciosos que los vehículos tradicionales, pueden modificar la experiencia de viaje y, por lo tanto, influir en el VTV.

2.1.1.2. Atributos Preliminares por Modo

En vista de lo anterior, los atributos que preliminarmente se consideran para cada modo son los siguientes:

CUADRO 2-4: LISTADOS PRELIMINAR DE ATRIBUTOS POR MODO

Atributo	Modos compartidos			Modos privados		
	Modos motorizados				Modos no motorizados	
	Buses, metro y txc	Tren	Avión	Auto	Bicicleta	Caminata
Tiempo de viaje en vehículo	x	x	x	x	x	x
Tiempo de espera	x	x	x			
Tiempo de acceso y de egreso	x	x	x	x	x	
Tiempo de transbordos	x	x	x			
Número de transbordos	x	x	x			
Hora de llegada o de salida	x	x	x	x	x	x
Costo	x	x	x	x		
Confiabilidad en el tiempo de viaje	x	x	x	x	x	x
Calidad del viaje	x	x	x	x	x	x

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la definición de modos, en este listado no se diferencian los viajes urbanos de los interurbanos o rurales de forma explícita. También se considera que la bicicleta es un modo privado, si bien están disponibles en algunas comunas del Gran Santiago los sistemas de bicicletas públicas. Por último, se destaca que dado que la caminata no tiene un vehículo asociado, solo para efectos de presentación se clasificó el tiempo en el vehículo como el tiempo de viaje de dicho modo.

De acuerdo al cuadro anterior, los modos compartidos son los más complejos de estudiar ya que tienen potencialmente 9 atributos asociados. El auto, en comparación, solo presenta 6 atributos. Los modos no motorizados tienen la complejidad de no tener un costo asociado, lo que dificulta el cálculo del VTV.

Dado el alto número de atributos identificados, surge la necesidad de seleccionar aquellos que son más relevantes en cada caso, como se ha hecho en los estudios internacionales. Se destaca que en los estudios internacionales los atributos más comúnmente usados para cada modo son:

- Auto: tiempo, costo, confiabilidad y calidad del viaje.
- Transporte público: tiempo, costo, confiablidad y calidad del viaje.
- Avión y tren de larga distancia: tiempo, costo y hora de salida/llegada

En cuanto a los modos activos solo se incluyen en viajes cortos, según lo que el individuo reporte en la encuesta PR, si tiene estas alternativas disponibles. Sin embargo, es difícil asociarle un costo a este viaje que permita estimar trade-off para el cálculo de VTV, por lo que en la mayoría de los estudios no se incluye este modo.

En el estudio nacional realizado en Noruega (TOI, 2020), la estimación del VTV para viajes en caminata y bicicleta (que no son accesos o egresos del viaje principal) se dan teniendo en cuenta la calidad de infraestructura, por ejemplo, el tipo de ciclovía para las bicicletas o el tipo de aceras, y si están pavimentadas o no. Este punto fue innovador en comparación con los demás estudios que no incluyen estos modos en la estimación del VTV, sin embargo,

no fue posible revisar la metodología usada para estimar estos valores al no contar con reportes más detallados en idioma inglés.

Por último, se encontró que en Alemania, Holanda y Reino Unido se generaron múltiples versiones de PD, cada uno con diferentes atributos. Así, se diseñaron todas las versiones y según la información de las PR se seleccionaba cuál usar.

2.1.1.3. Diseños a Considerar

Inicialmente, y siguiendo los casos de Alemania, Reino Unido, Noruega y Holanda, se consideraron tres diseños tipo de encuesta de PD para cada categoría de viaje:

- Diseño SP1: Tiempo y costo
- Diseño SP2: Tiempo, costo y regularidad (confiabilidad)
- Diseño SP3: Tiempo, costo y calidad (congestión/hacinamiento)

En la aplicación en Reino Unido, las personas debían seleccionar alternativas para dos de los tres diseños (el Diseño SP1 se presentaba siempre, dado que era el más sencillo, y luego se presentaban uno de los otros dos diseños, de manera aleatoria), mientras que, en las aplicaciones de Noruega y Holanda, los entrevistados debían enfrentar alternativas en los tres diseños. En el caso de Alemania, se tenía un diseño tipo SP1 de elección de modo, y experimentos de los diseños SP2 y SP3.

En la presentación realizada el 9 de marzo 2022 a la contraparte, se estableció que los diseños más sencillos del tipo SP1 no debían ser considerados, dado que se debía favorecer experimentos con mayor número de atributos. Por esta razón, se ha avanzado en el desarrollo de experimentos del tipo SP2 y SP3.

Para este tipo de diseño, es importante presentar a los encuestados qué se entiende por cada concepto: por ejemplo, la regularidad no se asocia a variaciones por horario punta/fuera de punta, sino que a eventualidades en el viaje (accidentes, problemas en la circulación de trenes, etc.)

2.1.2. Grupos Focales

El grupo focal se plantea como una herramienta cualitativa, que corresponde a una entrevista grupal en la cual se obtiene información sobre las opiniones, actitudes, expectativas y experiencias de los entrevistados con respecto sus viajes. Específicamente, se buscaba explorar cuáles son los atributos más importantes para su viaje.

2.1.2.1. Planificación de los Grupos Focales

Dada la variedad de viajes a analizar, se ha optado por desarrollar *focus-groups* on-line, que permiten potenciar un ambiente de confianza con los entrevistados y la interacción de los distintos perfiles.

Para el desarrollo online, se tomó contacto con empresas locales de investigación de mercado especializadas en este tipo de actividad, y se seleccionó a *Offerwise*, que tiene más de 15 años de experiencia en el rubro.

Se desarrollaron 18 encuentros, con 4-6 participantes por encuentro, entre diciembre 2021 y marzo de 2022. Las actividades tuvieron una duración aproximada de 1:30 horas, y se realizaron en una plataforma específica con la posibilidad de ser seguidos por los observadores (representantes de la contraparte y el equipo consultor) e interactuar con el moderador a través de un chat. Todas las sesiones fueron grabadas y respaldadas, entregándose como anexo.

Inicialmente se había propuesto 8 públicos considerados, que buscaban cubrir los mercados más relevantes para el estudio, que corresponden a usuarios de auto y transporte público en el ámbito urbano. Los grupos se diferenciaron en cuanto a su nivel socioeconómico (NSE), de tal manera de promover la homogeneidad intragrupal.

1. Usuarios habituales de auto en Santiago - NSE ABC
2. Usuarios habituales de auto en Santiago - NSE DE
3. Usuarios habituales de transporte público (bus, metro, taxicolectivo) en Santiago - NSE ABC
4. Usuarios habituales de transporte público (bus, metro, taxicolectivo) en Santiago - NSE DE
5. Usuarios habituales de auto en ciudades medianas y pequeñas - NSE ABC
6. Usuarios habituales de auto en ciudades medianas y pequeñas - NSE DE
7. Usuarios habituales de transporte público (bus y taxicolectivo) en ciudades medianas y pequeñas - NSE ABC
8. Usuarios habituales de transporte público (bus y taxicolectivo) en ciudades medianas y pequeñas - NSE DE

En todos los casos, se consideraban hombres y mujeres mayores de 18 años.

Los usuarios habituales se definen como aquellos que realizan al menos 4 viajes semanales en cada modo. Se espera que estos viajeros conozcan en mayor detalle los atributos asociados a sus viajes que personas que viajan de manera infrecuente.

A partir de la realización de los primeros grupos focales, la contraparte sugirió aumentar los modos analizados, incluyendo modos activos (caminata y bicicleta), viajes de larga distancia, viajes combinados (con transbordo) y usuarios de motos, considerando para cada modo dos niveles socioeconómicos y dos áreas geográficas (Gran Santiago y regiones), lo que dio origen a 24 perfiles, según se muestra en el cuadro siguiente:

CUADRO 2-5: PERFILES DE USUARIOS PARA SESIONES DE FOCUS GROUP

Perfil	Modo	NSE	Territorio	Definitivo	Realizaciones
1	Veh. Liviano	C1C2	Gran Santiago	Si	2
2	Moto	C1 C2	Gran Santiago	No	
3	Modos activos	C1 C2	Gran Santiago	Si, Chile	1
4	Transporte público	C1 C2	Gran Santiago	Si	2
5	Viajes combinados urbanos	C1 C2	Gran Santiago	No	
6	Larga distancia	C1 C2	Gran Santiago	Si	1
7	Veh. Liviano	C3 D	Gran Santiago	Si	2
8	Moto	C3 D	Gran Santiago	No	
9	Modos activos	C3 D	Gran Santiago	Si, Chile	1
10	Transporte público	C3 D	Gran Santiago	Si	2
11	Viajes combinados urbanos	C3 D	Gran Santiago	No	
12	Larga distancia	C3 D	Gran Santiago	Si	1
13	Veh. Liviano	C1 C2	Fuera de Santiago	Si	1
14	Moto	C1 C2	Fuera de Santiago	No	
15	Modos activos	C1 C2	Fuera de Santiago	No	
16	Transporte público	C1 C2	Fuera de Santiago	Si	1
17	Viajes combinados urbanos	C1 C2	Fuera de Santiago	No	
18	Larga distancia	C1 C2	Fuera de Santiago	Si	1
19	Veh. Liviano	C3 D	Fuera de Santiago	Si	1
20	Moto	C3 D	Fuera de Santiago	No	
21	Modos activos	C3 D	Fuera de Santiago	No	
22	Transporte público	C3 D	Fuera de Santiago	Si	1
23	Viajes combinados urbanos	C3 D	Fuera de Santiago	No	
24	Larga distancia	C3 D	Fuera de San.tiago	Si	1

Fuente: Elaboración propia

Se analizó con la contraparte y la empresa de investigación de mercado la factibilidad de lograr los grupos focales sugeridos, considerando más de una repetición en cada caso. En la columna “definitivo” se establece si finalmente se implementó el perfil seleccionado, destacando que se eliminaron los usuarios de motocicletas y los de viajes combinados. Los primeros debido a que se trata principalmente de un medio usado para viajes por trabajo (delivery) y difícil de muestrear, y los segundos debido a que naturalmente se identificarían usuarios de transbordo en el caso del Gran Santiago y sería muy difícil de muestrear en regiones. En la columna “Realizaciones” se indica el número de sesiones que se efectuaría en cada caso, estableciéndose una repetición adicional de las sesiones de focus group efectuadas en el Gran Santiago para usuarios de automóvil y transporte público.

Finalmente, se efectuaron las sesiones de grupos focales en las fechas y horarios que se indican en el cuadro siguiente:

CUADRO 2-6: REALIZACIONES DE FOCUS GROUP

Perfil	modo	NSE	Territorio	Realización 1		Realización 2	
1	Veh. Liviano	C1C2	Santiago	29/12/2021	16:00	14/03/2022	16:00
3	Modos activos	C1C2	País	18/03/2022	18:00		
4	Transporte público	C1C2	Santiago	29/12/2021	18:30	15/03/2022	18:00
6	larga distancia	C1C2	Santiago	16/03/2022	20:00		
7	Veh. Liviano	C3	Santiago	30/12/2021	18:30	14/03/2022	20:00
9	Modos activos	C3D	País	11/02/2022	18:30		
10	Transporte público	C3D	Santiago	30/12/2021	16:00	09/02/2022	18:30
12	Larga distancia	C3D	Santiago	17/03/2022	18:00		
13	Veh. Liviano	C1C2	Fuera	15/03/2022	20:00		
16	Transporte público	C1C2	Fuera	16/03/2022	18:00		
18	Larga distancia	C1C2	Fuera	17/03/2022	20:00		
19	Veh. Liviano	C3	Fuera	10/02/2022	16:00		
22	Transporte público	C3D	Fuera	10/02/2022	18:30		
24	Larga distancia	C3D	Fuera	18/03/2022	16:00		

Fuente: Elaboración propia.

Los registros de las sesiones se incluyen en anexo. Cabe señalar que se realizó una actividad del perfil 7 el día 9/2/2022, la que se debió repetir debido a múltiples fallas de conexión de los participantes.

Las sesiones conceptualmente estaban divididas en tres momentos lógicos secuenciales. Los temas a tratar en cada punto se presentan a continuación.

1. Elección modal
2. Elección de ruta
3. Experiencia de viaje

Para el desarrollo de las sesiones se elaboró una pauta guía, la que se incluye en anexo 2.1, y que sigue la secuencia de temas indicada anteriormente.

2.1.2.2. Principales Resultados

Un completo reporte con los resultados de los focus groups se presenta en el Anexo Digital 2.1. A continuación se presenta un resumen de dichos resultados, partiendo por al análisis de modos de transporte urbano y luego con los viajes de larga distancia.

CUADRO 2-7: RESUMEN DE RESULTADOS DE FOCUS GROUPS – USO DE MODOS URBANOS Y PERCEPCIONES

Modo	Ventajas	Desventajas	Diferencias por ingreso	Diferencias geográficas
Vehículos livianos en el contexto urbano	• Se considera el modo más cómodo: protege del clima, se viaja sentado, usualmente no requiere caminar, permite transportar a personas con movilidad reducida, se puede llevar carga y a otras personas. • Se adapta a las necesidades del viajero.	• Dificultad de encontrar estacionamiento y precio de estos. • Ha disminuido la sensación de seguridad frente a la delincuencia. • Variaciones en el tiempo de viaje y llegada a destino producto de la congestión. • Agresividad de conductores. • Temor frente a conducta de bicicletas y motos, particularmente de delivery.	• Personas de altos ingresos no están familiarizadas con el transporte público, y por lo tanto usan automáticamente el transporte privado. • Personas de altos ingresos suelen vivir en sectores de baja accesibilidad al transporte público, por lo que el auto se hace necesario.	• Disponibilidad de estacionamientos es más crítica en Santiago. • En Santiago se evita ir al centro en auto por la congestión, los sentidos de tránsito, estacionamientos (disponibilidad, precio, ubicación). • En ciudades más pequeñas, se usa menos frecuentemente que en ciudades grandes. Además, no se suele combinar con otros modos. • En localidades rurales, su uso es más intensivo por la ausencia de transporte público.
Metro	• Amplio y cómodo • Regular, no está afecto a congestión • Rápido • Menor riesgos de accidentes • Aire acondicionado	• Aglomeraciones, hacinamiento, incomodidad en el vagón • Robos • Vendedores ambulantes y artistas callejeros • Sensación de encierro • Sistema de carga BIP! es ineficiente • Transbordos muy largos • Cansancio por subir y bajar escaleras.	• Personas de bajos ingresos prefieren los buses al Metro	

Modo	Ventajas	Desventajas	Diferencias por ingreso	Diferencias geográficas
Buses urbanos	• Alta cobertura (rutas y paraderos) • Buena frecuencia • Múltiples opciones de ruta • Bajo costo • Cómo en horario valle (viajar sentado) • Más "aireado" que Metro • Uso de aplicaciones móviles permite planificar mejor	• Malas prácticas de conducción • Riesgo de caídas y accidentes • Mantención de los buses genera fallas mecánicas • Informalidad en los horarios		• En ciudades grandes es difícil viajar entre subcentros, por distancia entre paraderos y bajas frecuencias. • En sectores rurales tienen muy baja frecuencia o no existen. En estos casos, surgen los buses interurbanos como una opción para acceder a centros de abastecimiento de ciudades más grandes. • En ciudades pequeñas los usuarios de transporte público están relativamente satisfechos, a diferencia de lo que se observa en Gran Santiago, Gran Concepción y Gran Valparaíso.
Taxi colectivos urbanos	• Alta frecuencia • Baja distancia de caminata • Comodidad			• En ciudades pequeñas se prefieren los taxi colectivos, que tienen mayor frecuencia y cobertura, o bien caminar para distancias cortas. • En ciudades pequeñas los usuarios de transporte público están relativamente satisfechos, a diferencia de lo que se observa en Gran Santiago, Gran Concepción y Gran Valparaíso.
Modos activos (caminata, bicicleta)	• Mejora la salud • Sin costo monetario directo • Permite evitar aglomeraciones • Comodidad • Rapidez en comparación con modos motorizados en viajes cortos • Efecto de relajación y des estrés • Cuidado del medio ambiente	• Afecta el clima: lluvia y calor excesivo (frío no es relevante) • Mayor tiempo de viaje en viajes medios y largos • Cansancio al caminar distancias mayores de 20-25 cuadras, o en bicicleta por más de una hora • Inseguridad frente a la delincuencia • Difícil en viajes con personas con movilidad reducida y/o con carga (peso y volumen).	• Personas de menores ingresos los prefieren para ahorrar dinero.	• En ciudades pequeñas es común caminar o andar en bicicleta • Ir al trabajo caminando es menos común en ciudades más grandes en donde las distancias son muy largas

Fuente: Elaboración propia.

En vista de las percepciones anteriores, en el cuadro siguiente se resumen los atributos relevantes para la elección de cada modo. Se destaca que el tiempo de viaje (tiempo neto y varianza), el costo, el hacinamiento, la seguridad frente a la delincuencia y el traslado de carga o personas con movilidad reducida son transversales a todos los modos.

CUADRO 2-8: RESUMEN DE RESULTADOS DE FOCUS GROUPS – ATRIBUTOS RELEVANTES DE MODOS URBANOS

Modo	Atributo
Vehículos livianos en el contexto urbano	• Costo: en general se considera un modo caro. En general se consideran solo los costos en bencina y TAG • Distancia de viaje • Congestión (tiempo de viaje) • Estacionamiento (disponibilidad, costo) • Seguridad frente a la delincuencia • Viaje con carga / bultos / personas con movilidad reducida • Imprevistos en ruta (desvíos) • Sensación de libertad
Transporte público (Metro, bus urbano, taxi colectivo urbano)	• Tiempo de viaje (congestión) • Comodidad • Regularidad (puntualidad) • Acceso • Frecuencia • Costo • Viaje con carga / bultos / personas con movilidad reducida • Riesgo de caída/accidentes • Dificultades de acceso (escaleras/plataformas) • Seguridad frente a la delincuencia • Imprevistos en ruta (desvíos)
Modos activos (caminata, bicicleta)	• Tiempo • Sin costo monetario directo • Efectos en la salud física y mental • Cansancio • Evitar aglomeraciones • Condiciones climáticas • Viaje con carga / bultos / personas con movilidad reducida • Seguridad frente a la delincuencia

Fuente: Elaboración propia.

En el contexto urbano, la combinación de modos surge como un comportamiento muy común, dado que en muchos casos es necesario o conveniente realizar transbordos o intercambios modales. Las combinaciones más comunes son:

- Usar el auto, estacionar, y luego viajar en transporte público, taxi o aplicación móvil
- En Santiago: Bus + Metro, o caminata larga + Metro
- En el viaje de ida usar transporte público, y en el de regreso taxi o aplicación móvil

El COVID-19, si bien surgió espontáneamente durante las instancias de conversación, no es un tema prioritario para la elección modal actual, o con la percepción del viaje. En términos generales, la pandemia se considera un periodo relativamente superado, siendo un estado al cual los viajeros ya aceptaron como parte del día a día. La adaptación a la pandemia ocurrió, mayoritariamente, los años anteriores cuando la gente efectivamente cambió su

forma de viaje para evitar el contagio, fugándose de los modos de transporte público para evitar aglomeraciones. Los participantes indicaron que el hacinamiento era algo poco deseable en general, pero esta percepción se agravó con la pandemia. En base a estos resultados, no se considera pertinente incorporar de manera directa le COVID-19 en el diseño de encuestas, pero los resultados de la actividad potencian la necesidad de incluir la comodidad (nivel de hacinamiento) como una variable relevante para las elecciones asociadas al transporte público.

En el caso de los viajes de larga distancia, los principales atributos considerados para la elección de viaje se listan a continuación.

CUADRO 2-9: RESUMEN DE RESULTADOS DE FOCUS GROUPS – ATRIBUTOS RELEVANTES PARA VIAJES INTERURBANOS

Atributo	Consideraciones
Distancia / tiempo	• En general, para viajes cortos (hasta 6 horas) se prefiere el auto, pero para viajes más largos es cansador manejar. • Algunos buses tienen múltiples detenciones en lugares intermedios, generando retrasos y agotamiento. • El avión se considera rápido, aunque es muy común el retraso o cancelación del vuelo
Costo monetario	• Incluye bencina y peajes, o bien la tarifa del pasaje. • Se destaca el alto costo del avión, considerando tanto el valor del pasaje como el traslado al aeropuerto (taxi, transfer) • Para viajes de trabajo, usualmente el empleador cubre los gastos.
Costo físico / mental	• En transporte público el viaje es menos cansador que en auto, y se puede usar el tiempo para realizar otras actividades. No se perciben las irregularidades del camino (estado del pavimento) ni las condiciones climáticas. • El auto, en cambio, ofrece más flexibilidad, pero puede ser más estresante. También afecta el estado del pavimento y otras condiciones climáticas.
Acceso	• El auto permite el viaje “de puerta a puerta” • El bus requiere un traslado al terminal, que puede ser demoroso y cansador • Tiempo de traslado hacia y desde el aeropuerto son extremadamente largos
Flexibilidad	• El auto otorga un alto grado de flexibilidad • En avión existe la necesidad de ajustar el viaje a los (pocos) horarios de los vuelos • El tren, al tener pocos servicios y horarios limitados, en general no se considera como opción, particularmente para viajes de trabajo (el tren Alameda – Rancagua es la excepción).
Comodidad	• El auto se considera espacioso y cómodo. • En buses hay menos espacio personal, y la calidad del viaje está afectada por el comportamiento de los otros pasajeros. Los viajes nocturnos en bus son más cómodos. No todos los buses tienen aire acondicionado. • El avión se considera cómodo, limpio y tranquilo • El tren es espacioso, da la posibilidad de pararse y caminar en su interior, y el viaje es en general placentero y/o productivo
Seguridad	• Con respecto a la delincuencia, el auto es más seguro que el bus • No existe preocupación por la seguridad sanitaria

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el cuadro anterior, los viajeros conocen bien las características de los modos, y eligen en base a sus necesidades y restricciones. A diferencia del caso urbano, se valora más la comodidad, y menos el hacinamiento o la frecuencia.

2.1.3. Entrevistas en Profundidad

2.1.3.1. Programación de las Entrevistas

Por otra parte, las entrevistas en profundidad corresponden a una conversación sincera frente a una serie de preguntas, siendo flexible, no estructurada y dinámica, es decir, puede cambiar durante su realización. La entrevista en profundidad es una técnica de investigación cualitativa de mucha utilidad siempre y cuando se mantenga el grado de exactitud en las descripciones e interpretaciones de las entrevistas.

Por esto, es importante seleccionar correctamente el perfil de personas a considerar para las entrevistas en profundidad, lo cual se realizó después de los focus groups, con el fin de identificar temas que requieran mayor revisión.

Para este efecto se han considerado las siguientes entrevistas:

CUADRO 2-10: PROGRAMA DE ENTREVISTAS EN PROFUNDIDAD

Tema	Nombre	Afiliación	Fecha
Transporte público regional	Nicolas Esperguiel	DTPR	05/01/2022
Usuarios de bicicleta	Ricardo Hurtubia	PUC	29/03/2022
Servicios ferroviarios de corta y media distancia	Carlos Mella, Alejandro Orellana	EFE	07/04/2022
Servicios de transporte aéreo de pasajeros	Iván Zurita	Consultor	19/04/2022
Buses interurbanos	F. Santi	Buses Transantin	14/06/2022
Servicios de taxis colectivos	Héctor Sandoval	CONATACOCH	15/06/2022

Fuente: Elaboración propia

2.1.3.2. Resultados de las Entrevistas

A continuación, se resumen los principales resultados de las entrevistas realizadas.

- **Transporte público regional**

  La entrevista se enfocó en la disponibilidad de información, tanto de oferta como de demanda, que permitiera caracterizar la operación de los sistemas de transporte público mayor en ciudades distintas al Gran Santiago.

  Se discutió los sistemas de regulación de las principales ciudades del país, identificando tres mecanismos: licitación de servicios, perímetro de exclusión y Artículo 5° Ley 20.378. Debido a estos mecanismos, es posible obtener información de GPS para las siguientes ciudades. Esta información la gestiona el mismo DTPR, y puede ser solicitada para su análisis, sin embargo, no se cuenta con información procesada (solo los datos originales).

CUADRO 2-11: CIUDADES DE REGIONES CON ACCESO A GPS EN SUS VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PÚBLICO MAYOR, MARZO 2022

Sistema	Inicio de registros
Gran Concepción	2005
Rancagua*	2010
Villarrica	2016
Castro	2018
Quellón	Mar-20
Iquique-Alto Hospicio	Ene-21
Quintero	Dic-19
Gran Valparaíso	Sep-20
Calama	Mar-20
Valdivia	Dic-20
Linares	Ene-21
Antofagasta	Mar-21
Osorno	Nov-21
Punta Arenas	Sep-20
Tocopilla	Sep-20
Pta. Arenas - Río Seco	Oct-21
Zona sur RM Rural	Ene-22
Limache	Ene-22
Chillán - Chillán Viejo	Feb-22
Temuco	Feb-22
Tomé	Feb-22

Fuente: Elaboración propia
(*) Solo se cuenta con fiscalizaciones, no con GPS.

Para el caso de Gran Concepción, se cuenta con información GPS pero esta no es considerada precisa por el entrevistado. Sin embargo, se espera que a partir del 2022 la información de los GPS sea más precisa. Al momento de la entrevista, las 5 últimas zonas urbanas del listado aun no tenían implementados sistemas de regulación, por lo que no hay datos georreferenciados.

Se informó, además, que en Punta Arenas y una parte de la flota de Calama, se han instalado contadores de pasajeros en los buses, lo que permite estimar la demanda y tasas de ocupación de los vehículos.

Por último, del cuadro se destaca que no se encuentra regulado el sistema de buses urbanos de Arica ni de La Serena – Coquimbo.

- **Usuarios de bicicleta**

El principal tema de la entrevista fue la valoración del tiempo de los ciclistas y los atributos que son relevantes al momento de tomar la decisión de andar en bicicleta y elegir ruta.

El entrevistado dijo no conocer estudio de VTV específicos para ciclistas ya que, en su experiencia, el (ahorro de) tiempo y el costo no son variables relevantes. La literatura muestra que la regularidad del tiempo de viaje, junto a la posibilidad de hacer ejercicio, son fundamentales. En otras palabras, la elección de viaje en bicicleta no pasa por reducir tiempo sino que en aumentar la calidad del viaje. Así, espera que si se presentan

elecciones de ruta, e incluso modales donde una de las alternativas sea la bicicleta, el VTV obtenido sea muy bajo.

En este contexto, se discutieron formas de presentar escenarios de elección creíbles a los ciclistas para intentar obtener un VTV. El entrevistado descartó todas las opciones donde la bicicleta se asuma un costo asociado (por ejemplo, una ruta tarificada pero más corta, o bien el cobro por estacionamiento), ya que no es un escenario realista en el contexto nacional.

En cuanto a escenarios de elección modal, si bien no hay investigación local que lo valide, se estima que las alternativas naturales a la bicicleta son el transporte público y la caminata. Se enfatizó también la importancia de controlar por el hábito de usar la bicicleta: para ciclistas nuevos puede hacer sentido un ejercicio compensatorio de elección modal, pero para ciclistas más experimentados, posiblemente no funcione bien (dado que el tiempo y costo no son particularmente relevantes).

- **Servicios ferroviarios de corta y media distancia**

Los temas a discutir en la entrevista fueron los atributos relevantes para los usuarios de tren y las diferencias entre viajes corta y media distancia.

Con respecto al primer tema, si bien el ahorro de tiempo y la tarifa son relevantes, se considera más importante la calidad del viaje en tren, en comparación con otros modos. Específicamente, se enfatizó la confiabilidad del servicio y el nivel de hacinamiento.

Sobre los viajes, se considera que los primeros están asociados a viajes más habituales y, por lo tanto, los viajeros valoran más el tiempo de viaje y la puntualidad. En general, se estima que los modos urbanos (metro, buses) son un competidor directo del tren en tramos urbanos de corta distancia, y que la valoración de atributos es similar, siendo el tren percibido como un modo seguro y puntual. Para viajes de mayor extensión (<500 km), la comodidad y los tiempos de acceso juegan un rol más relevante. Un ejemplo de esto último son los viajes nocturnos, donde el tiempo de viaje no es muy importante en comparación con la comodidad. Dado que los servicios operan con itinerarios, el tiempo de espera tampoco se considera fundamental.

En ambos casos, en servicios de corta y media distancia, las tarifas del tren son competitivas con las del bus. Esto, sumado a los otros atributos mencionados, ha generado una lealtad por el tren y, más aún, un sentimiento de pertenencia que no presentan otros modos.

Se destaca que los beneficios de las inversiones que ha hecho EFE en nuevo material rodante (puertas más anchas, accesibilidad universal) y mejoras en las estaciones (sistemas de información al pasajero, más espacio para la espera, intermodalidad con bicicleta, entre otros) no pueden ser recogidos correctamente mediante el VTV.

Para cerrar la entrevista, se consultó cuáles son los principales factores que podrían generar una fuga de pasajeros desde el tren a otros modos. Se hipotetiza que la confiabilidad (puntualidad) es el factor más importante, ya que la demanda es prácticamente inelástica a la tarifa y el tiempo de viaje tiene muy poca variación. En el

caso contrario, al preguntar sobre las razones por las que los viajeros se cambian al tren, se considera que se asocia a la calidad global del servicio y a los efectos que la congestión tiene en otros modos.

Finalmente, EFE comentó que están en un proceso de instalar GPS en sus trenes, esperando que en el corto plazo esa información pueda ser usada por la empresa misma u otras instituciones.

- **Servicios de transporte aéreo de pasajeros**

Dado que el sistema tarifario de los viajes aéreos es de carácter dinámico,[2] se discutió cuáles son las variables que influyen en la definición de tarifas para vuelos domésticos y cuáles variables son las más relevantes en términos de calidad. También se conversó sobre la variabilidad de los tiempos de viaje y las paradas intermedias.

Las variables usadas para definir la tarifa son el equipaje, que puede considerar tanto el de cabina como el de bodega, la elección de asientos, la flexibilidad para hacer modificaciones o devoluciones del pasaje, y la acumulación de millas. Se destaca que las paradas no influyen en la tarifa, ya que esta se define a nivel de origen-destino.

Las tarifas son crecientes (a mayor número productos, mayor tarifa) pero sus valores no son fijos en el tiempo, incluso considerando un mismo par origen destino. En la práctica, todos los pasajes aéreos se venden, aunque a distintos precios. Por ejemplo, la tarifa más baja para un vuelo entre Santiago – Puerto Montt (solo ida) puede bordear los $20.000 al comprarla con antelación, pero para un viaje para el día siguiente la menor tarifa es ~$59.000 y la tarifa más alta es $160.000. Con esto, el precio de un mismo tramo puede variar entre $20.000 y $160.000. A modo de referencia, el entrevistado estima que el valor medio del pasaje está entre $80.000 y $100.000.

El entrevistado considera que los aspectos más valorados en cuanto a la calidad del viaje son, en orden descendiente: cumplimiento de itinerarios, existencia de detenciones intermedias, nivel de ocupación de la nave, comodidad de los asientos y percepción de la seguridad. En comparación con otros modos, los atributos relevantes son la tarifa, el tiempo de acceso/egreso de aeropuertos y la capacidad de carga (equipaje, bultos, etc.).

En cuanto a la variabilidad de los tiempos de viaje, los tiempos de embarque y desembarque son los que presentan mayor varianza. El viaje a bordo del avión tiene un tiempo relativamente fijo, ya que solo lo afectan factores ambientales (por ejemplo, viento) y la potencial congestión en el aeropuerto, que es poco común. Más relevantes son los atrasos por mantenimientos no programados y los atrasos de arrastre. Las estadísticas de estos eventos son reportadas por la Junta Aeronáutica Civil (JAC)[3].

Dentro de las paradas intermedias, se distinguen las escalas (mismo avión)[4] de las conexiones (cambio de avión). Estas últimas suelen ocurrir solo en Santiago, y tienen una duración mínima de 30 a 40 minutos. En promedio, las conexiones duran 2 horas.

[2] En la literatura esto se conoce como dynamic pricing, surge pricing, demand pricing, o time-based pricing.
[3] http://www.jac.gob.cl/estadisticas/informes-estadisticos-de-regularidad-y-puntualidad/
[4] Las escalas más comunes son en los viajes entre Puerto Montt y Punta Arenas, Puerto Montt y Coyhaique, La Serena y Antofagasta, La Serena e Iquique, y La Serena y Calama (estos dos últimos son poco habituales, solo para algunos vuelos).

En términos generales, los viajeros de mayor ingreso tienden a preferir con mayor frecuencia los vuelos directos, mientras que las personas de menores ingresos buscan las tarifas más bajas.

- **Servicios de buses de larga distancia**

El servicio de buses es muy sensible a la tarifa, existe una fuerte competencia por precio con otras empresas de buses y también con ofertas a bajo precio del transporte aéreo, ya que es difícil competir en términos de tiempo de viaje. El entrevistado estima que el tren no es un competidor relevante, ya que solo tiene servicios hasta Chillán. No obstante, estima que es un competidor fuerte en servicios a Rancagua, donde la frecuencia es muy importante ya que el pasajero opta por el primer servicio que salga.

Las tarifas son proporcionales a la distancia del viaje, pero se ajustan para enfrentar a otros competidores (e.g. un pasaje a Valdivia puede pasar de $18.000 a $12.000). Hay variaciones en la tarifa los fines de semana, y más aún en fines de semana largos. Si bien se han visto afectados por el alza del precio del combustible, no se transfiere directamente a precio por la competencia con otros servicios de buses.

En servicios de larga distancia, observa una preferencia por los servicios tipo cama respecto a los semi cama, porque se trata de trayectos de 8 a 10 horas y se privilegia la comodidad. Aproximadamente un 60% de los servicios son nocturnos y directos, sin paradas intermedias. El usuario en este caso busca aprovechar el día. También existen servicios diurnos ya que también existen usuarios que los prefieren o bien no les gusta viajar de noche por inseguridad vial.

Los viajeros más frecuentes corresponden a los que viajan por trabajo, los que se trasladan en fin de semana a destinos fuera de Santiago, comerciantes que viajan durante la semana y principalmente turistas, que son el mayor movimiento en temporada estival.

Se le consultó por el efecto de la pandemia, indicando que los primeros dos meses no hubo servicios, solo a partir de julio de 2019 se retomaron dos de los 15 servicios que tiene operativos. Una vez reducidas las restricciones sanitarias a la movilidad, entre julio de 2021 y marzo de 2022 fue muy bueno, con una alta demanda. Estima que la situación fue común a todo el sector, ya que se afectó la demanda y la gente dejó de viajar. Observa además una menor demanda en la actualidad, la que atribuye a la situación económica.

- **Servicios de taxis colectivos**

La entrevista fue realizada al presidente de la Confederación Nacional de Taxis Colectivos de Chile (CONATACOCH) que representa a la mayor parte de los 60.000 taxis colectivos que operan a nivel nacional. Respecto a los usuarios de taxis colectivos, indica que son personas de ingresos medios, dispuestos a pagar por un servicio más rápido, más cómodo, más directo y más seguro. Destaca en temas de seguridad que los usuarios están menos expuestos a robos y acoso que en otros medios de transporte público.

Son una alternativa al uso de automóvil ya que se evita el gasto en peajes, combustible y estacionamiento. En horario nocturno son también una buena alternativa ante la disminución de servicios de buses. Sirven también como servicio alimentador a las distintas estaciones de metro.

Son servicios afectos a la congestión ya que no pueden utilizar los corredores de transporte público, por lo que han visto aumentado los tiempos de desplazamiento tanto en Santiago como en regiones. Se ha observado un aumento en el uso del automóvil privado, transporte privado de trabajadores, vehículos de aplicaciones y oferta informal de transporte en vehículos privados. Las menores velocidades de circulación han afectado la frecuencia, con un parque vehicular que no se ha podido renovar y falta de choferes, que no han permitido aumentar la cantidad de taxis colectivos circulando. Las rutas por las que circulan están definidas por la autoridad, por lo que no pueden buscar alternativas.

Las tarifas que aplican son acordadas en cada línea, en referencia al viaje de mayor longitud que realizan. En algunos casos se consideran tarifas por tramo, normalmente al interior de una misma comuna, si es posible el recambio de pasajeros. La mayor congestión y el aumento en el precio del combustible han afectado la rentabilidad, ya que la tarifa se debe subir con un aviso previo de 30 días y el usuario es sensible al precio.

A futuro, están analizando el incorporar vehículos eléctricos y con mayor capacidad de pasajeros, así como una aplicación que informe al pasajero el tiempo de llegada del siguiente vehículo y si tiene asientos disponibles.

2.1.4. Encuesta de Delphi

El método Delphi es una técnica de carácter cualitativo, que busca obtener la opinión de un grupo de expertos a través de la consulta reiterada (Reguant Alvarez y Fonseca, 2016). En este caso, se propone su uso para recoger opiniones consensuadas y representativas de los expertos en el tema de planificación de transporte y VTV.

Las principales características de la Encuesta de Delphi son

- Proceso iterativo. Los participantes emiten su opinión en varias oportunidades, de tal manera de llegar a acuerdo y reevaluar sus respuestas iniciales.
- Anonimato, con el fin de evitar sesgos en las respuestas. Se busca que los expertos respondan a modo personal, y no de acuerdo a sus afiliaciones.
- Retroalimentación controlada. Solo se entregan a los expertos detalles de las respuestas relevantes para el objetivo del estudio, destacando las respuestas que aportan directamente a la discusión y las opiniones de todos los participantes.
- Respuesta estadística del grupo. En las iteraciones se presentan las estadísticas de las respuestas obtenidas en iteraciones anteriores, aun cuando no se esperan resultados

estadísticamente significativos (el número de expertos, en general, no supera los 30 participantes).

La principal ventaja de este método es que permite tomar decisiones en frente a situaciones de incertidumbre o cuando se carece de información objetiva, como es el caso del presente estudio, en el cual no existe una única forma de abordar el diseño de las encuestas. Luego, la Encuesta de Delphi busca generar lineamientos para la validación, o reformulación, del diseño de las encuestas PR y PD, basados en un juicio experto.

Así, la Encuesta de Delphi es un insumo adicional para el estudio, sumado la revisión bibliográfica, los focus groups y las entrevistas en profundidad.

2.1.4.1. Metodología

En vista de lo anterior, el proceso de generación de la Encuesta de Delphi se desarrolló en 3 pasos.

1. Paso 1: Definición del objetivo de la encuesta.

   En vista de los resultados de los focus groups, las entrevistas y la revisión bibliográfica, se busca validar los atributos relevantes para las encuestas PD y la forma en que estos son presentados al público general.

2. Paso 2: Identificación de expertos

   Como ya fue mencionado, se buscan expertos en el tema de planificación de transporte y VTV, que tengan un conocimiento de la realidad nacional. En este contexto, y en acuerdo con el Mandante, se ha decidido enviar la encuesta a los socios de la Sociedad Chilena de Ingeniería de Transporte (Sochitran), que es una comunidad científica con más de 100 socios.

3. Paso 3: Generación del cuestionario inicial

   Reguant Alvarez y Fonseca (2016) recomiendan usar un “cuestionario muy formal y estructurado”. Es por esto que se generó una encuesta con alternativas, y se entregó además el espacio para poder hacer comentarios libremente.

4. Paso 4: Análisis de resultados y retroalimentación

   Los resultados de la encuesta son analizados en detalle, buscando identificar puntos de consenso y también temas en los cuales se observen diferencias de criterios. Para estos últimos puntos, se genera un nuevo cuestionario que busca ahondar en el problema, y buscar cómo abordarlo de mejor manera.

En base a lo anterior, se desarrolló la Encuesta de Delphi en dos etapas, como se detalla a continuación.

2.1.4.2. Resultados de Primera Encuesta Delphi

Para la primera iteración de la encuesta se generó un cuestionario que se divide en 4 secciones: primero está la presentación de la encuesta, luego se recopilan las características del encuestado y posteriormente se consulta sobre las características de la encuesta PR. La última sección del cuestionario se enfoca en los atributos de la encuesta PD.

Los detalles del cuestionario se encuentran en el Anexo Digital 2.2, junto con los correspondientes resultados.

La encuesta se desarrolló entre el 3 y 9 de mayo 2022, obteniendo 28 respuestas. De estas, 26 corresponden a encuestas completas. El 68% de los encuestados son hombres, y la mayoría (46%) trabajan en consultoría o empresa privada; el 32% en academia o investigación y el 21% restante es funcionario(a) público. En cuanto a su grado de conocimiento sobre la materia en cuestión, los resultados son los siguientes.

CUADRO 2-12: CONOCIMIENTO DE EXPERTOS SOBRE VTV– ENCUESTA DE DELPHI

Área de conocimiento	Amplia experiencia o conocimiento	Alguna experiencia	Poca experiencia o conocimiento	Total
Teoría relacionada al VTV	63%	37%	0%	**100%**
Cálculo de VTV	41%	37%	22%	**100%**
Uso del VTV para políticas públicas	63%	37%	0%	**100%**
Levantamiento de encuestas en terreno	37%	44%	19%	**100%**

Fuente: Elaboración propia

En general, las personas que respondieron las encuestas consideran conocer relativamente bien los temas asociados a VTV, en particular la teoría y su uso para políticas públicas.

Los principales resultados de la encuesta se resumen a continuación

- Es necesario consultar sobre los cambios en movilidad producto de la pandemia, e incluso surge la opción de omitir este efecto. No se considera necesario preguntar sobre los viajes anteriores a la pandemia.
- Las actitudes pro-automóvil y pro-transporte público son las más relevantes para entender la elección modal. La conciencia ambiental, bio-seguridad, comportamiento riesgoso y seguridad ante la delincuencia no surgen como variables particularmente importantes.
- Sobre el número de atributos a incluir en la encuesta PD, la gran mayoría opina que el máximo es 3 atributos, mientras que el 63% de las personas consideran que 4 es el máximo.
- En cuanto al tipo de diseño, tanto para viajes urbanos como interurbanos se plantea la necesidad de realizar encuestas de elección modal y de ruta. En el caso interurbano, aparecen más relevantes las encuestas modales.

- En cuanto a los atributos relevantes, se reportaron los 4 atributos más relevantes son los siguientes (se presentan solo 4, dado que es el máximo número de atributos que los mismos expertos consideraron razonable).

CUADRO 2-13: ATRIBUTOS MÁS RELEVANTES POR TIPO DE VIAJE – ENCUESTA DE DELPHI

Tipo de viaje		Tiempo de viaje en vehículo	Nivel de congestión vehicular	Dispon. de estacionam.	Costo del estacionam.	Tiempo de acceso	Tiempo de espera	N° de trans-bordos	Como-didad	Tarifa
Urbano	Auto	x	x	x	x					
	T. público	x				x	x	x		
Interurbano	<500 km	x				x		x	x	
	>500 km	x				x			x	x

Fuente: Elaboración propia

- Por último, el cambio modal de los ciclistas se asocia a condiciones ambientales que dificultan el viaje.

2.1.4.3. Resultados de Segunda Encuesta Delphi

Los resultados de la primera Encuesta Delphi entregaron valiosos resultados para el diseño de las encuestas PR y PD. En particular, permitió identificar cómo abordar los efectos del Covid-19, la incorporación de variables latentes y los desafíos de la carga cognitiva propia de las encuestas PD.

La segunda Encuesta de Delphi busca ahondar sobre algunos temas donde no hubo consenso. En particular, se exploran las condiciones que se deben considerar para la elección modal (en vez de la de ruta), cuáles son los modos que naturalmente son competitivos para una elección modal, y cómo incorporar la diversidad de etapas en un viaje de mediana y/o corta distancia.

La encuesta se realizó entre el 5 y 12 de mayo 2022 y participaron 17 personas. Al igual que en la primera encuesta, la mayoría de los entrevistados son hombres (73%) y trabajan en consultoría o empresas privadas (56%). Los encuestados declaran, en general, tener un amplio conocimiento del tema en cuestión, y un 47% de ellos participó en la primera Encuesta de Delphi.

Los resultados de la encuesta se resumen a continuación, y los detalles se entregan en el Anexo Digital 2.2.

- Tanto en el ámbito urbano como interurbano, las condiciones más relevantes para que ocurra un cambio modal son la disponibilidad de modos, la familiaridad con otros modos y que se den las condiciones apropiadas para el cambio modal. En general, no se considera relevante ni el propósito del viaje ni la frecuencia o regularidad del mismo.
- Sobre los modos alternativos, en el caso urbano se identificó que el principal sustituto del auto son los taxis y las aplicaciones móviles, seguido por buses/metro. Para el bus/metro, la alternativa es el taxi colectivo y viceversa. Los usuarios de

taxi/aplicaciones tienen como modos alternativos el bus/metro y el auto. Para los ciclistas, las alternativas principales son el bus/metro y la caminata. Finalmente, el sustituto de la caminata es la bicicleta.

De estos resultados destaca que los entrevistados declaraban en ciertos casos que las alternativas a cierto modo son el bus/metro, pero no el taxi colectivo. Se hipotetiza un desconocimiento de la operación del transporte público fuera de Santiago por parte de los entrevistados.

- Para los viajes de mediana y larga distancia, los modos compitentes son todos los considerados, es decir, auto, bus y tren en el primer caso, y auto, bus y avión en el segundo.
- En cuanto a las etapas de viajes de mediana y larga distancia, hay consenso sobre la necesidad de incorporar como atributos de análisis el tiempo y costo de acceder al terminal o aeropuerto.

  Sin embargo, no hay claridad entre los especialistas sobre la necesidad de diferenciar por modo de acceso. En la sección de comentarios se sugiere preguntar, antes de realizar la PD, por el modo de acceso que usarían en cada caso, con el fin de disminuir la carga cognitiva de la encuesta.

2.1.4.4. Consideraciones para el Diseño de Encuestas

A partir de los resultados anteriores, se han generado una serie de aprendizajes que han direccionado el enfoque de diseño de las encuestas, tanto PD como PR.

- Para la encuesta PR, la forma de abordar los efectos del Covid-19 (Módulo C.3) surgen directamente de la Encuesta de Delphi. La definición de las preguntas de percepción se basa, de la misma manera, en esta encuesta (Módulo C.1)
- En cuanto a la carga cognitiva, se toma como recomendación acotar el número de atributos presentados, quienes sugieren no superar los 4 atributos. Esta decisión es clave, y se basa en la experiencia en aplicación de encuestas PD que declararon los encuestados

  En este sentido se destaca que, dado lo solicitado en las bases de licitación, para el transporte público se debe desagregar el tiempo por etapas (caminata, espera y viaje). Si a esto se añade el costo, ya se cuenta con 4 atributos base, sin considerar aun otras variables que resultaron muy relevantes en los focus groups, como el hacinamiento y la confiabilidad. En este contexto, dado que no resulta conveniente acotar el número de atributos, se ha optado por controlar el número de alternativas al mínimo (dos).
- El consultor, en vista de la experiencia del equipo técnico, no contemplaba la realización de encuestas de elección modal en el ámbito urbano (viajes de corta distancia), ya que podrían estar fuertemente afectadas por el sesgo hipotético. En particular, para un viaje habitual urbano, de cualquier propósito, es esperable que el sujeto esté plenamente familiarizado con el modo que utiliza regularmente, pero no con posibles alternativas

de viaje en otros modos que, por consiguiente, corren el riesgo de parecer poco realistas en el experimento.

Sin embargo, atendiendo a las respuestas de la primera Encuesta de Delphi, se incorporó la posibilidad de presentar una encuesta de elección modal en el caso urbano, cuando las condiciones fueran adecuadas. Por esto, en la segunda Encuesta de Delphi se consultó cuándo es razonable que las personas consideren un modo diferente al usado, resolviendo que esto se asocia principalmente a la disponibilidad y familiaridad con otros modos, junto con las condiciones del viaje (bultos, lluvia, etc.). De esta manera, se revisó el diseño de la encuesta PR (Sección B) para incorporar preguntas que pudieran servir como filtro para tales efectos.

Por último, las Encuestas de Delphi acotaron los modos a considerar como alternativas en el caso urbano, de tal manera de evitar la inclusión de modos que no fueran naturalmente un sustituto al modo de viaje.

- Las encuestas de Delphi corroboraron la necesidad de incorporar, para viajes de mediana y larga distancia, la forma de acceder al modo principal y sus correspondientes niveles de servicio.

2.2. Enfoque General de Diseño y Levantamiento de los Datos

En vista de los antecedentes antes presentados, para el levantamiento de encuestas, que se realiza normalmente en la vía pública o en centros de intercambio modal, se considera el empleo de encuestadores provistos de una tablet o celular de pantalla grande, los que captan a los potenciales encuestados con una consulta general respecto al viaje que realizan y si les interesa participar en un estudio de valor del tiempo.

Se considera inicialmente un proceso de encuesta en dos etapas: el primero para obtener información del viaje que realizan y de un viaje reciente de larga distancia (encuesta PR, ver sección siguiente), estableciendo un contacto posterior para hacerle llegar una encuesta de preferencias declaradas adecuada a las características del viaje realizado (encuesta PD, ver sección 2.4).

Se debe considerar que la frecuencia de viajes de larga distancia es bastante inferior a la frecuencia de viajes urbanos, por lo que los primeros pueden resultar difíciles de encontrar, pese a que se contempla la realización de encuestas en lugares específicos para este tipo de viajes como: terminales de buses rurales/interurbanos, estaciones de ferrocarril, aeropuertos y encuestas a vehículos livianos en rutas. De este modo, se contempla recoger información del viaje que la persona realiza y del viaje de larga distancia, caracterizado como de más de 40 kilómetros, que haya realizado más recientemente la persona.

De acuerdo a la información del viaje que realiza la persona, y los niveles de muestra requeridos, se determina si se aplica una encuesta de PD de características urbanas o bien una de larga distancia. Este método evita “perder” una encuesta realizada porque la

tipología de viajes urbanos ya está cubierta, facilitando así la escalabilidad de la propuesta para su implementación a nivel nacional.

La decisión de qué tipo de encuesta aplicar puede tomar algún tiempo, por lo que se genera algún tipo de contacto (e.g. conexión vía aplicaciones de mensajería o correo electrónico) para enviar la segunda parte de la encuesta, que corresponde al estudio de PD. Existe el riesgo de que la tasa de respuesta sea muy baja, aspecto a determinar en terreno, para lo cual se considera ofrecer algún tipo de incentivo como gift card, participar en un sorteo de un premio (e.g una bicicleta) o similar. También se podría promover la participación ofreciendo determinar el valor del tiempo de la persona entrevistada, que puede obtenerse del resultado de la encuesta de PR y/o de sus respuestas a la encuesta PD, entregando un rango asociado a las respuestas realizadas. Si la tasa de respuesta fuera igualmente muy baja, o bien en algunos segmentos resultara complicado por la falta de dispositivos tecnológicos adecuados para responder (e.g. no disponer de computador, Tablet o smartphone), se considera la aplicación completa de la encuesta en el Tablet o celular del encuestador.

Se puede explorar también la opción de realizar un primer contacto o bien la aplicación de la encuesta completa en lugares de trabajo (e.g. oficinas, lugares de comercio o servicios), realizando las gestiones necesarias para obtener los permisos para dicha actividad, considerando que se puede contar con una mejor disposición a responder en el ambiente laboral.

Dado que el viaje de larga distancia es menos frecuente, se analiza el tiempo que ha transcurrido desde su realización para determinar si se aplica la encuesta de larga distancia. A priori, se estima que si el viaje fue realizado hace más de 30 días, debería descartarse la opción de encuesta de larga distancia.

Adicionalmente, se considera efectuar encuestas orientadas a viajeros de larga distancia, a realizar en centros de intercambio modal como terminales de buses, estaciones de trenes y aeropuertos. Se contempla también, con el apoyo de carabineros previamente gestionado por el mandante, la detención de vehículos en sectores apropiados de carreteras para la realización de encuestas a viajeros en automóvil particular.

Como se reporta en el punto 4, algunos de los supuestos presentados debieron ajustarse a las condiciones observadas en terreno y como resultado de las encuestas de pre test o piloto.

2.3. Diseño Encuesta PR

El principal objetivo de la encuesta de preferencias reveladas (PR) es obtener información de viajes que permita estimar el valor del tiempo de los usuarios en un contexto cognitivamente congruente con el comportamiento real, dando cuenta de las restricciones reales, personales y de mercado.

Además, la información de niveles de servicio y de disponibilidad de modos de la PR se utiliza para generar diseños de encuestas PD realistas personalizadas para cada encuestado, de manera de poder reducir su sesgo hipotético.

Para cumplir con estos objetivos, se diseñaron diferentes cuestionarios PR dependiendo de la **distancia y modo**.[5]

La encuesta PR se ha estructurado en las siguientes secciones.

- Caracterización socio-demográfica
- Características del viaje
- Percepciones, actitudes y hábitos

Antes de estas secciones, la encuesta tiene una sección introductoria, donde se identifica el lugar de reclutamiento de los entrevistados y el modo en cuestión. Se enfatiza, además de los objetivos del estudio, la privacidad y el anonimato de la información recolectada.

A continuación se detallan las preguntas asociadas a cada sección. El cuestionario diseñado para la encuesta PR se encuentra en el Anexo Digital 2.3.

2.3.1. Sección A: Caracterización Socio-Demográficas

La primera sección de la encuesta se divide en tres módulos, detallados en el cuadro siguiente:

CUADRO 2-14: PREGUNTAS ASOCIADAS CARACTERIZACIÓN SOCIO-DEMOGRÁFICA DE ENCUESTA PR

Módulo A.1 - Características del entrevistado	Módulo A.2 - Características del hogar	Módulo A.3 - Disponibilidad de vehículos
Género Edad Lugar de residencia Nivel educacional Ocupación principal Condición de movilidad reducida	Tamaño del hogar Existencia de niños pequeños o adultos mayores en el hogar Rol en estructura familiar Ingreso personal y/o familiar	Posesión de licencia de conducir Posesión de TNE N° de vehículos* en el hogar N° de vehículos* disponibles para su uso

Fuente: Elaboración propia. (*) Autos, motos, bicicletas, y otros.

[5] Detalles sobre la estratificación considerada se encuentran en la Tarea 3.

Para las preguntas se considera principalmente la presentación de alternativas, salvo algunas excepciones (por ejemplo, la edad). Para la redacción de las preguntas y la definición de las alternativas, se revisaron las siguientes referencias, de tal manera de compatibilizar los instrumentos:

- Encuestas Origen - Destino de viajes (EOD) de SECTRA-MTT
- Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen) del MDSF
- Censo 2017 del Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
- Encuesta Suplementaria de Ingresos (ESI), dentro de la Encuesta Nacional de Empleo (ENE), del INE

Para efectos de la definición de los rangos de ingreso familiar, se usó como principal referencia los resultados de la Encuesta Casen 2017, que es la última encuesta disponible. Específicamente, se usaron los resultados a nivel de percentil del ingreso monetario promedio del hogar, que fueron actualizados a moneda actual, como se presenta en el siguiente cuadro.

CUADRO 2-15: INGRESO MONETARIO PROMEDIO DEL HOGAR, CASEN 2017 ($/MES)

Percentil	2017	2021
I	273.414	303.489
II	486.333	539.830
III	687.569	763.202
IV	951.021	1.055.633
V	2.331.479	2.587.941

Fuente: Elaboración propia con datos Casen 2017.

Para definir los valores límites de los rangos de ingreso a usar en la encuesta, se toman como referencia los valores listados en el cuadro anterior, promediando los ingresos de cada quintil. Por ejemplo, el promedio entre los percentiles I y II es $421.659 y entre los percentiles II y III es $651.516. Estos valores se aproximan a enteros múltiplos de $100.000: $400.000 en el primer caso, y $700.000 en el segundo. Con esto, el primer nivel de ingreso sería menos de $400.000 y el segundo entre $400.000 y $700.000. Para el resto de los rangos, el procedimiento es el mismo.

Las categorías de ingreso definidas para la encuesta se presentan en el cuadro siguiente, destacando que todas las cifras se aproximaron a múltiplos de $1.000 para facilitar su comprensión.

CUADRO 2-16: NIVELES DE INGRESO FAMILIAR PARA ENCUESTA PR ($/MES)

Nivel	Rango de ingreso
1	Menos de $400.000
2	Entre $400.000 y $700.000
3	Entre $701.000 y $900.000
4	Entre $901.000 y $1.800.000
5	Más de $1.800.000

Fuente: Elaboración propia.

2.3.2. Sección B: Características del Viaje

Esta sección tiene cuatro módulos.

- **Módulo B.1 Caracterización del viaje**

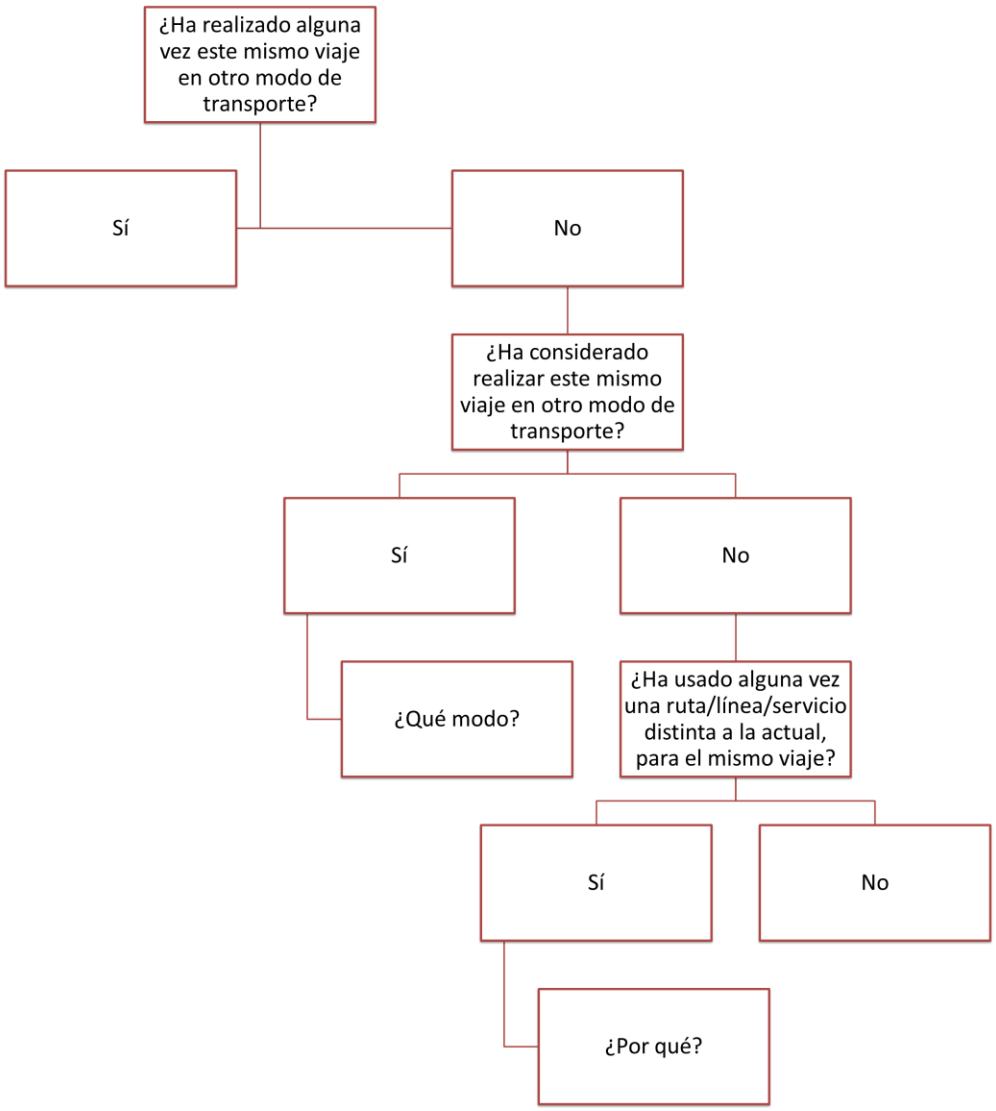
  En este módulo se consulta sobre el viaje que está realizando la persona, preguntando sobre el modo de viaje, horarios, propósito, orígenes y destinos, etapas del viaje (acceso, transbordos, viaje a bordo del vehículo, egresos), y costos.

- **Módulo B.2 Identificación de alternativas**

  Para poder identificar qué instrumento PD aplicar (elección de ruta o elección modal), en esta sección se consulta si ha usado o ha considerado usar otro modo o ruta de viaje, y las razones para esto.

  La estructura de este módulo (árbol de decisión) es la siguiente.

FIGURA Nº 2-4: ESTRUCTURA DE MÓDULO B.2 DE ENCUESTA PR



Fuente: Elaboración propia.

- **Módulo B.3 Caracterización del viaje de larga distancia más reciente**

  En este módulo se consulta sobre el viaje de larga distancia (más de 40 km) que ha realizado recientemente la persona, preguntando sobre el modo de viaje, horarios, propósito, orígenes y destinos, etapas del viaje (acceso, transbordos, viaje a bordo del vehículo, egresos), y costos.

- **Módulo B.4 Identificación de alternativas de viaje de larga distancia**

  Similar al módulo B.2, se consulta si ha usado o ha considerado usar otro modo o ruta de viaje, y las razones para esto.

El cuestionario se encuentra en el Anexo Digital 2.3.

2.3.3. Sección C: Percepciones, Actitudes y Hábitos

La Sección C de la encuesta PR se estructura en 3 módulos:

- **Módulo C.1 - Percepciones y Actitudes**. El objetivo de este módulo es entender cómo los encuestados perciben las distintas tecnologías de transporte, modos de transporte y sus niveles de servicio, y los efectos del transporte en el ambiente y la calidad de vida.
- **Módulo C.2 - Hábitos de Viaje**. El segundo módulo busca analizar los hábitos de viaje de la persona, identificando qué decisiones son conscientes (revisadas de manera periódica) y cuáles decisiones son consecuencia del hábito mismo.
- **Módulo C.3 - Efecto COVID-19**. Por último, se consulta sobre potenciales cambios en los patrones de viaje producto del COVID-19 y cuáles de estos cambios perdurarán en el tiempo.

A continuación, se describe cada uno de estos módulos.

2.3.3.1. Módulo C.1 - Percepciones y Actitudes

De acuerdo a la revisión de la literatura internacional,[6] las actitudes y percepciones solo se encuentran en el estudio inglés y el holandés, además de un estudio realizado en España.

Para estudiar las percepciones de los individuos hacia los modos de transporte, la forma más común es incluir preguntas para evaluar en escala Likert del tipo: Viajar en X modo es conveniente, es cómodo, me brinda una buena relación beneficio/costo, me permite realizar otras actividades durante mi viaje (ver Malokin et al., 2021), es estresante, es riesgoso, entre otras. Este es el enfoque que se adopta para el cuestionario PR.

Las actitudes que se consideraron relevantes en este estudio son las asociadas a pro-automóvil, pro-ambiental, pro-bioseguridad, pro-transporte activo, y aceptación del riesgo o peligro, como se incluyó en el estudio de Alemania (Dubernet y Axhausen, 2019). Se

[6] Ver listado de referencias revisadas en el capítulo 2.2.2.

destaca que la actitud pro-bioseguridad es una actitud nueva en este tipo de estudio, y surge de la contingencia mundial (ver Kim et al., 2021, para más detalles). Estas actitudes fueron validadas mediante la Encuesta de Delphi (ver sección 2.1.4) y en base a las respuestas de los focus groups (Sección 2.1.2).

A partir de la revisión bibliográfica se presentan algunas asociadas a las actitudes que se espera medir en el presente estudio.

CUADRO 2-17: PREGUNTAS ASOCIADAS A PERCEPCIONES Y ACTITUDES

Factor	Frase
Pro automóvil (adaptado de De Vos y Alemi 2020)	Necesito un auto para sentirme libre
	Viajar en auto me relaja
	Viajar en auto me hace sentir seguro
	El auto siempre está disponible para realizar mi viaje
	El auto me permite llevar cómodamente mis cosas
	El auto me permite llevar a otras personas
Pro ambiental (adaptado de Atasoy et al 2013)	Se debería aumentar el precio de la gasolina para reducir la congestión y la contaminación el uso de vehículos motorizados
	El uso desmedido del auto es la mayor causa de la contaminación del aire en zonas urbanas
	Deberíamos tomar acciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero
Pro-bioseguridad (adaptado de Kim et al 2021)	Uso mascarilla cuando viajo durante pandemia
	El distanciamiento físico y social contribuye a la bioseguridad cuando viajo durante pandemia
	Frecuentemente lavo mis manos cuando viajo durante pandemia
	Me mantengo lejos de personas que no conozco cuando viajo durante pandemia
	Trato de evitar lugares públicos cuando viajo durante pandemia
Pro transporte activo (adaptado de Li et al 2013)	Usar bicicleta/caminar es beneficioso para el medio ambiente
	Usar bicicleta/caminar es bueno para la salud
	Usar bicicleta/caminar me ayuda a ahorrar tiempo/costos
	Usar bicicleta/caminar me permite moverme fácilmente aún con congestión vehicular
Percepción de seguridad (adaptado de Mehdizadeh et al 2017, McIlory et al 2020, Mohammadi et al 2021)	Me siento inseguro(a) en las vías de poco tránsito
	Me preocupa la posibilidad de sufrir un robo en el transporte público
	Usar transporte público/bicicleta/caminar es peligroso
	Al viajar en auto siempre se debe usar el cinturón de seguridad
	Las multas por exceso de velocidad deben ser más severas
	Nunca viajaría de acompañante con una persona que sé que ha bebido alcohol

Fuente: Elaboración propia.

2.3.3.2. Módulo C.2 - Hábitos de Viaje

El hábito asociado a utilizar siempre el mismo modo en viajes habituales, principalmente los llamados *commuting*, se puede medir según frecuencia del comportamiento anterior (Thorhauge et al. 2020), o bien sea como una variable latente asociada a la automaticidad de ese comportamiento específico dado un contexto (Gutiérrez et al., 2020).

Para este cuestionario, se usa una sub-escala para medir el hábito a partir del *Self-Report Habit Index* (Verplanken y Orbell, 2003) con modificaciones en la forma en la que se plantea

la expresión, pero manteniendo características a medir como es la automaticidad del hábito. Corresponde a una escala Likert de 5-puntos donde 5 es completamente de acuerdo y 1 completamente en desacuerdo.

Las preguntas relacionadas al hábito son las siguientes:

1. Opto por el *bus/auto/tren* para este tipo de viaje automáticamente.
2. Dejar de usar el *bus/auto/tren* para este tipo de viaje sería muy difícil para mí.
3. Empiezo mi viaje en *bus/auto/tren* sin darme cuenta que ya lo estoy haciendo.
4. Elijo el *bus/auto/tren* para este tipo de viaje sin pensar en otro modo.

2.3.3.3. Módulo C.3 - Efecto COVID-19

En consideración de la pandemia COVID-19, se consulta en la encuesta PR sobre los cambios que han sufrido los patrones de viaje desde el 2019.

Actualmente existe gran incertidumbre sobre lo que ocurrirá en el mundo post-pandemia. Si bien se espera que se retomen las actividades productivas en el corto plazo y se restablezca una parte importante de los viajes usuales, no es posible saber si la pandemia tendrá efectos de largo plazo en los patrones de movilidad de la ciudad. El teletrabajo, la penetración de las tecnologías móviles y la valoración (subjetiva y de mercado) de las viviendas, entre otras, pueden generar cambios permanentes en la demanda de transporte.

Así, en este módulo se pregunta si los viajeros han sufrido cambios en su movilidad, en cuanto a modos, frecuencia y horarios. El diseño de estas preguntas se basa en los resultados de la Encuesta de Delphi (ver sección 2.1.4) y de los focus groups (Sección 2.1.2).

Los detalles se encuentran en el Anexo Digital 2.3.

2.3.4. Aplicación de la Encuesta PR

Como fue descrito en la sección 2.2 anterior, la implementación de la encuesta se prevé en dos etapas:

- Primera etapa: contacto inicial o reclutamiento
- Segunda etapa: contacto posterior o encuesta PD.

La encuesta PR presentada anteriormente es parte de la primera etapa. Sin embargo, dada su extensión, las preguntas se han dividido en dos tipos:

- <u>Preguntas de caracterización básica</u>

  Tienen como objetivo obtener la información relevante que permita 1) segmentar la muestra (ingreso, sexo, edad, etc.), 2) obtener información de los viajes y 3) definir la disponibilidad de modos.

Así, con estas preguntas se puede asegurar el cumplimiento de cuotas en el levantamiento masivo de encuestas, y obtener la información necesaria para realizar los diseños de la PD que, como se explica en la sección 2.4, dependen de los modos, orígenes y destinos y niveles de servicio del viaje referencial.

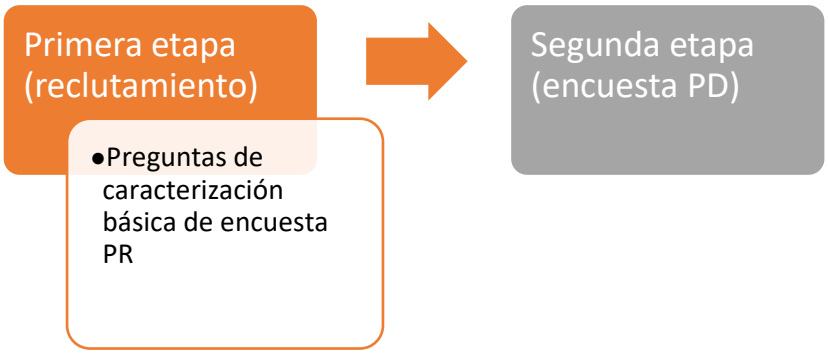
- Preguntas complementarias

  Las preguntas complementarias tienen como objetivo realizar una caracterización generalizada del individuo, que permitan posteriormente explicar y entender los resultados de la modelación econométrica.

  De esta manera, no hay necesidad de realizar estas preguntas en el contacto inicial, sino que se pueden postergar para el siguiente contacto.

En base a lo anterior, la aplicación de las encuestas PR se divide de acuerdo al etapamiento de las encuestas, como se esquematiza en la siguiente figura.

FIGURA Nº 2-5: APLICACIÓN DE ENCUESTA PR



Fuente: Elaboración propia.

La distinción entre preguntas de caracterización básica y preguntas complementarias se encuentra en el Anexo 2.3.

2.4. Diseño Encuesta PD

La encuesta PD consiste en una serie de escenarios de elección en los cuales las personas deben seleccionar el **modo o ruta de viaje** preferida en cada caso. Para lograr que esta elección sea realista, se genera un diseño específico para cada entrevistado en base a las respuestas de las encuestas PR.

Como se explicó en la sección 2.1, para el diseño de las encuestas y la selección de alternativas y atributos, se hizo un trabajo preliminar de revisión de la literatura, y se desarrollaron grupos focales, entrevistas en profundidad y encuestas de Delphi. A partir de dichos resultados, a continuación se reportan las definiciones iniciales para el diseño, los atributos considerados y los diseños propiamente tales.

2.4.1. Definiciones Iniciales de la Encuesta PD

Se plantea realizar encuestas de elección **de modo**, donde el encuestado enfrenta opciones de modos alternativos de transporte, y **de ruta**, donde el usuario escoge entre distintas condiciones de viaje para el modo que estaba utilizando al momento de ser entrevistado. Se propone analizar durante la fase de aplicación si se presentan elecciones solo de ruta, solo de modo o combinaciones de ambas, teniendo como principal restricción el mantener una carga cognitiva soportable para el entrevistado.

Para el modo y ruta del viaje en cuestión, el entrevistado debiera conocer bien los niveles de servicio; sin embargo, para modos y rutas alternativas es posible que la persona no conozca bien el tiempo total de viaje, y menos aún el tiempo de cada etapa del viaje. Luego, para poder generar los atributos de las alternativas se considera usar datos externos de niveles de servicio que permitan generar dichas opciones de manera automática una vez conocido el par origen destino del encuestado.

En el caso de encuestas de elección de ruta en viajes de características urbanas, se pregunta por alternativas para el mismo modo que el viajero usa, permitiendo así estudiar la valoración para un caso que conoce bien. En este caso las alternativas presentadas se generan de manera pivoteada en torno a la ruta actual, sin necesidad de corregir por endogeneidad.[7].

Para aplicar una encuesta de elección modal es necesario que se cumplan ciertos requisitos, que se validan con la encuesta PR; específicamente, la persona debe tener acceso a otros modos (por ejemplo, tener vehículos disponibles) o bien estar familiarizado con otros modos (de acuerdo a sus hábitos de viaje declarados). Asimismo, la persona debe considerar otros modos como opciones factibles (disponibles) para realizar el viaje, de acuerdo al conjunto de consideración declarado.

De esta forma, se propone seleccionar el tipo de encuesta en base a una serie de “preguntas filtro” que permitan construir escenarios factibles para el entrevistado. De esta manera se logra seleccionar el tipo de encuesta, y en el caso de la encuesta de elección modal se incluyen en el análisis solo aquellos modos relevantes para el encuestado, buscando reducir sesgos en las respuestas.

En términos de número de alternativas, en el caso de elección de ruta se tiene solo dos alternativas, asociadas al mismo modo que utiliza el encuestado. En el caso de elección de modo, siempre se incluye como opción el modo que utiliza el individuo a excepción de los viajes en los modos **caminata y bicicleta**, donde la ausencia de costo y la valoración positiva del viaje plantean la dificultad de construir un escenario en el cual se establezca algún tipo de cobro por el viaje en el modo activo.

[7] Train y Wilson (2008) discuten sobre los problemas de endogeneidad que surgen al usar datos de PR para construir PD. Guevara y Hess (2019) analizan los resultados de Train y Wilson para proponer un método robusto y simple para controlar la endogeneidad.

Adicionalmente, en el caso de la bicicleta, se planteó la opción de hacer competir un viaje en este modo en relación a un modo alternativo con cobro, pero de los focus y entrevistas se advierte un fuerte sesgo a preferir siempre el modo activo. Por esta razón, se considera la opción de cobro considerando un servicio de bicicleta pública o un cobro por estacionamiento de la bicicleta, generando opciones de elección modal con modos alternativos con tarifa.

En el caso de los viajes de larga distancia (**interurbanos**), se tiene una condición de menor frecuencia de este tipo de viajes y, dependiendo de las características del mismo, puede tener disponibles varios modos alternativos. En términos generales el bus rural o interurbano está siempre disponible, en algunos tramos o pares origen destino está disponible el tren de pasajeros o el avión, y finalmente, si la persona dispone de automóvil, también forma parte del conjunto de elección modal. Dado que se trata de viajes que se realizan con menor frecuencia, la elección de modo no es habitual y puede ser de interés el plantear un experimento de PD de elección de modo. En el caso de una persona que no disponga de automóvil y que realice viajes en un tramo donde sólo está disponible el bus, se considera un experimento PD de elección de ruta en relación a su único modo disponible. Lo mismo ocurre en el caso de viajes que en la práctica solo son factibles en avión, como son los viajes a las regiones australes.

2.4.2. Atributos a Incluir en la Encuesta PD

Los valores de los atributos que describen cada alternativa deben ser consistentes con el viaje bajo análisis. Para esto, se considera usar los tiempos y costos de la encuesta PR para "pivotear" los valores de los atributos de la PD.[8]

Teniendo como base la revisión de literatura realizada, los resultados de los grupos focales, y las encuestas a profundidad, se decidió incluir los siguientes atributos en las encuestas de PD:

CUADRO 2-18: LISTADOS ATRIBUTOS Y MODOS A CONSIDERAR POR MODO

Atributo	Modos compartidos			Modos privados		
	Modos motorizados				Modos no motorizados	
	Buses, metro y txc	Tren	Avión	Auto, Taxi	Bicicleta	Caminata
Tiempo de viaje en vehículo	x	x	x	x	x	x
Tiempo de espera	x	x	x			
Tiempo de acceso y de egreso	x	x	x	x*		
N° de transbordos[9]	x	x	x			
Costo	x	x	x	x		
Confiabilidad en el tiempo de viaje	x	x	x	x	x	x
Calidad del viaje	x	x	x	x	x	x

**solo para el taxi*

Fuente: Elaboración propia.

[8] Stated-preference off revealed-preference (SP-off-RP)

Por otra parte, entre los modos de transporte público se agrega el taxi/app, teniendo en cuenta que, en los grupos focales, algunos encuestados reportaron que en ciudades pequeñas el transporte público tiene poca accesibilidad y en algunas ocasiones la única opción que tienen para realizar el viaje es usando este tipo de servicio.

Se considera además la inclusión de atributos que fueron mencionados en los grupos focales, como es el caso del número de transbordos en el caso de viajes en transporte público en grandes ciudades,[9] y el costo de estacionamiento, que se plantea como potencialmente relevante entre los usuarios de automóvil.

2.4.3. Tipos de diseños de encuesta

Como se señaló en el punto 2.1.1.3, en la experiencia internacional se observaban tres tipos de diseños de encuestas (denominados SP1, SP2 y SP3). A partir de las definiciones efectuadas por la contraparte se plantean tres tipos de diseño de encuesta a generar,

- Diseño 1: Tiempo de viaje, tiempo de acceso, tiempo de espera, costo y regularidad (confiabilidad/puntualidad)
- Diseño 2: Tiempo de viaje, tiempo de acceso, tiempo de espera, costo y calidad (congestión/hacinamiento)
- Diseño 3: se plantea incorporar un diseño donde se evalúe tanto la confiabilidad del viaje como la calidad (ver punto 2.4.5.g).

Como se observa, los atributos tiempo de viaje, tiempo de acceso y costo se mantienen en todos los tipos de diseños de encuesta.

Para el diseño 1, la metodología usada para evaluar la regularidad en el tiempo se basa en un modelo media-dispersión (Small et al., 1999), donde la función de utilidad se define por tres términos: tiempo (T), desviación estándar del tiempo (σ) y costo lineal (C):

$$U = \beta_T \cdot T + \beta_R \cdot \sigma + \beta_C \cdot C$$

donde:
β_T = parámetro de tiempo de viaje
β_R = parámetro de confiabilidad
β_C = parámetro de costo

En el caso de los diseños 2 y 3 para transporte público, la calidad se mide como el nivel de hacinamiento dentro de los vehículos. La calidad del viaje de los otros modos se mide como

[9] Salvo en Santiago, de acuerdo a la información de las Encuestas de Movilidad de Sectra, los viajes combinados (aquellos que tienen asociado uno o más vehículos) son muy poco comunes. Esto dado la falta de integración modal en algunas ciudades como Gran Concepción y Gran Valparaíso, y a la estructura de trazados de las ciudades de tamaño intermedio o menor, que no requieren combinaciones. En este contexto, la relevancia de los transbordos solo pareciera, en primera instancia, aplicarse al Gran Santiago.

cantidad de tiempo en tres condiciones de congestión: a flujo libre, congestión media y congestión alta.

En el caso del Diseño 3 se contempla la posibilidad de considerar, conjuntamente, la regularidad y la calidad de las alternativas. Se debe tener en cuenta las apreciaciones del grupo de expertos encuestados en el marco de la Encuesta de Delphi (ver sección 2.1.4) quienes, en su gran mayoría, consideraron que más de 3 atributos podría influir fuertemente en la carga cognitiva de los encuestados. En la sección 2.4.5 se ahonda en la relación existente entre los experimentos tipos D1 y D2 para proponer el tipo de diseño D3.

2.4.4. Insumos para el Diseño Inicial de Encuestas PD

a) Diseño Eficiente de Encuestas PD

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.

Para los diseños de encuestas PD se usó en este caso la metodología Bayesiana D-eficiente, con el fin de tener en cuenta la aproximación de los parámetros a priori usados en este tipo de diseño (Rose y Bliemer, 2006). 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.

Los valores a priori de los parámetros usados para el diseño fueron tomados de la tesis de Gutiérrez (2021), donde se especifica valores de parámetros como costo, tiempo de viaje en vehículos motorizados y hacinamiento en transporte público.

CUADRO 2-19: VALORES A PRIORI DE PARÁMETROS

Parámetro	Valor	Test t
Tiempo Viaje T Pub	-0,007	-1,99
Tiempo Viaje Bicicleta	-0,029	-10,19
Tiempo Viaje Auto	-0,036	-7,89
Costo Bicicleta	-0,001731	-1,93
Costo Motorizado	-0,000145	-3,67
Hacinamiento		
4 px/m2	-0,212	-1,58
6 px/m2	-0,698	-4,93

Fuente: Gutiérrez (2021).

Se utilizaron estos valores debido a que se disponía de los valores de los parámetros y se trataba de un estudio reciente realizado en Santiago, que involucraba modos de interés para este estudio como bicicleta, transporte público y automóvil. Se revisaron otros artículos con estimaciones de modelos de elección discreta, pero lamentablemente estos solo entregaban valores relativos (v.g. valores subjetivos del tiempo) y no los parámetros resultantes.

En un diseño eficiente los valores iniciales de los parámetros son necesarios con el fin de determinar la matriz de varianza-covarianza. 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. En el caso de los diseños presentados en este informe, se escogió una distribución normal y a cada parámetro se asignó un valor medio y una desviación estándar definida como la mitad del valor medio.

A modo de ejemplo, para el diseño de encuestas de confiabilidad se usaron los valores que se muestran en el siguiente cuadro, donde el primer valor es la media del parámetro y el segundo valor su desviación estándar. El tiempo de acceso y el tiempo de espera se aproxima al doble del tiempo de viaje. Como se puede apreciar los valores son los mismos para los tres modos de transporte.

CUADRO 2-20: VALORES INICIALES PARA LA ENCUESTA DE CONFIABILIDAD

Parámetro	Auto	Colectivo/Taxi	Transporte Público
Tiempo	[-0,036;0,018]	[-0,036;0,018]	[-0,036;0,018]
Desviación Tiempo	[-0,072;0,036]	[-0,072;0,036]	[-0,072;0,036]
Costo	[-0,144;0,072]	[-0,144;0,072]	[-0,144;0,072]
Acceso	-	[-0,072;0,036]	[-0,072;0,036]
Espera	-	[-0,072;0,036]	[-0,072;0,036]

Fuente: Elaboración propia.

En el Anexo Digital 2.4 se entregan todos los códigos usados para los diseños de confiabilidad y calidad, en el software Ngene. También se adjuntan los diseños resultantes de estos.

En relación a los valores medios de los atributos, a continuación se presenta la metodología usada para recopilar dicha información.

b) Estimación Inicial de Valores Medios de Atributos

Para este fin se estudiaron los **tiempos de viaje** en varias ciudades del país, decidiendo finalmente usar los resultados de Santiago para todos los experimentos, dado que los rangos obtenidos pueden adaptarse a las condiciones de viaje del resto de las ciudades de Chile.

A partir de la información reportada en la Encuesta Origen Destino del 2012 del Gran Santiago (EOD-2012), se usaron aquellos viajes interzonales en cada uno de los modos de interés. Los modos asociados a cada viaje se agruparon usando la variable Modo Difusión, y expandiendo cada uno de estos viajes según los factores reportados en la base de datos, se construyen las tablas de tiempo medio y desviación estándar media del tiempo de viaje. Los valores de distancia promedio, se basan en la distancia euclidiana reportada para cada par OD, la cual es una variable bastante aproximada de la distancia real del viaje.

A continuación, se presenta el resumen, donde se segmentan los viajes en 10 intervalos de tiempo y se estima la media del tiempo de viaje (tv), su desviación estándar (DE) y la distancia media.

CUADRO 2-21: RESUMEN TIEMPOS DE VIAJE A PARTIR DE EOD-2012, MODO AUTO

Segmento	Intervalo de Tiempo	Media tv (min)	DE tv (min)	Distancia media (km)
1	0-5 min	4,74	0,76	1,10
2	5-10 min	9,66	0,89	1,99
3	11-20 min	17,12	2,59	3,55
4	21-30 min	28,73	2,26	6,12
5	31-40 min	38,00	2,60	8,78
6	41-50 min	46,74	2,53	11,09
7	51-60 min	59,53	1,49	12,55
8	61-75 min	71,00	3,92	14,32
9	76-90 min	86,98	4,47	16,98
10	> 90 min	135,75	73,60	15,65

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 2-22: RESUMEN TIEMPOS DE VIAJE A PARTIR DE EOD-2012, MODOS BUS, METRO Y METROTREN

Segmento	Intervalo de Tiempo	Media tv (min)	DE tv (min)	Distancia media (km)
1	0-5 min	4,87	0,33	3,26
2	5-10 min	9,85	3,33	1,99
3	11-20 min	18,27	2,40	3,24
4	21-30 min	28,92	2,10	4,22
5	31-40 min	38,32	2,40	5,40
6	41-50 min	46,99	2,49	6,72
7	51-60 min	59,28	1,78	8,31
8	61-75 min	71,50	3,64	10,45
9	76-90 min	86,94	4,44	12,03
10	> 90 min	128,34	51,72	14,45

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 2-23: RESUMEN TIEMPOS DE VIAJE A PARTIR DE EOD-2012, MODO TAXI

Segmento	Intervalo de Tiempo	Media tv (min)	DE tv (min)	Distancia media (km)
1	0-5 min	4,77	0,59	1,13
2	5-10 min	9,76	0,76	1,62
3	11-20 min	17,21	2,55	2,64
4	21-30 min	28,69	2,24	4,19
5	31-40 min	37,69	2,61	6,04
6	41-50 min	46,40	2,31	7,01
7	51-60 min	59,21	1,82	10,60
8	61-75 min	71,57	3,82	11,02
9	76-90 min	86,38	4,62	12,40
10	> 90 min	141,32	75,18	23,07

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 2-24: RESUMEN TIEMPOS DE VIAJE A PARTIR DE EOD-2012, MODO TAXI COLECTIVO

Segmento	Intervalo de Tiempo	Media tv (min)	DE tv (min)	Distancia media (km)
1	0-5 min	5,00	0,25	1,60
2	5-10 min	9,97	0,42	2,09
3	11-20 min	17,92	2,50	2,85
4	21-30 min	28,92	2,10	3,78
5	31-40 min	38,40	2,35	5,12
6	41-50 min	46,91	2,45	6,86
7	51-60 min	59,31	1,73	10,20
8	61-75 min	71,98	3,38	13,30
9	76-90 min	87,09	4,31	15,50
10	> 90 min	124,92	31,42	18,20

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las desviaciones estándar presentan un comportamiento variable según el segmento y no correlacionado con la media del tiempo de viaje, lo que puede deberse a la forma en que fue estimada (comparando viajes de similar distancia). Dado esto, los valores anteriores se utilizan como proxy de la varianza de los viajes del individuo, comparándolos con otras fuentes de información (e.g. tiempos de viaje en diferentes horarios usando aplicaciones como Google Maps o TomTom).

Para las otras etapas del viaje (**acceso, espera**) se hizo el mismo análisis anterior, pero los resultados obtenidos tenían grados de dispersión muy elevados, e incluso algunas inconsistencias. Así, estos se consideraron poco confiables y se decidió usar valores absolutos para el tiempo de acceso y tiempo de espera, como se muestra en los diseños propuestos.

Los viajes en auto y en taxi/aplicación tienen un componente de **costo** asociado a la distancia del viaje. Para los diseños se utilizó un valor de $150/km para el auto (valor que se testeó en los focus group y resultó ser consistente para los usuarios de auto) y $700/km para taxi, agregando además tarifa fija de “bajada de bandera” igual a $350. Los valores medios de tarifa para el taxi colectivo van desde $600 a $3000 dependiendo del segmento (tiempo) de viaje. Finalmente, la tarifa media de transporte público que se usó para el diseño es de $800, teniendo en cuenta el valor que se paga en hora punta en la ciudad de Santiago.

c) Análisis Tiempos de Viaje para el Diseño de Experimentos de Auto

En esta sección se analizan las variaciones en los tiempos de viaje en la Región Metropolitana. Esto con el objetivo de comparar el rango obtenido con los valores medios estimados en la subsección anterior, a modo de validación previo al diseño propiamente tal de los experimentos de PD. Si bien en los experimentos PD es posible presentar valores lejanos a los "reales", es preferible que estos se encuentren dentro de un rango razonable para que el encuestado no pierda realismo al enfrentarse al experimento. Por ejemplo, no sería razonable que uno de los experimentos mostrara tiempos de viaje muy menores al tiempo de viaje a flujo libre. Por otro lado, tampoco lo sería que alguien se demorara cuatro o seis veces más que lo que se demora habitualmente.

De esta forma, se busca asegurar que los tiempos de viaje presentados para auto sean consistentes o plausibles para los encuestados, tanto para los experimentos de *calidad* como los de *confiabilidad*. Para el experimento conjunto se utilizan los resultados de ambos.

En el experimento de *confiabilidad* además, se busca definir diseños (parámetros a priori, rangos de los parámetros) que permitan encontrar significancia en el parámetro de la desviación del tiempo. Esto dado que, en los diseños obtenidos mediante Ngene, es el parámetro que mayor tamaño muestral requiere para estimar valores estadísticamente significativos.

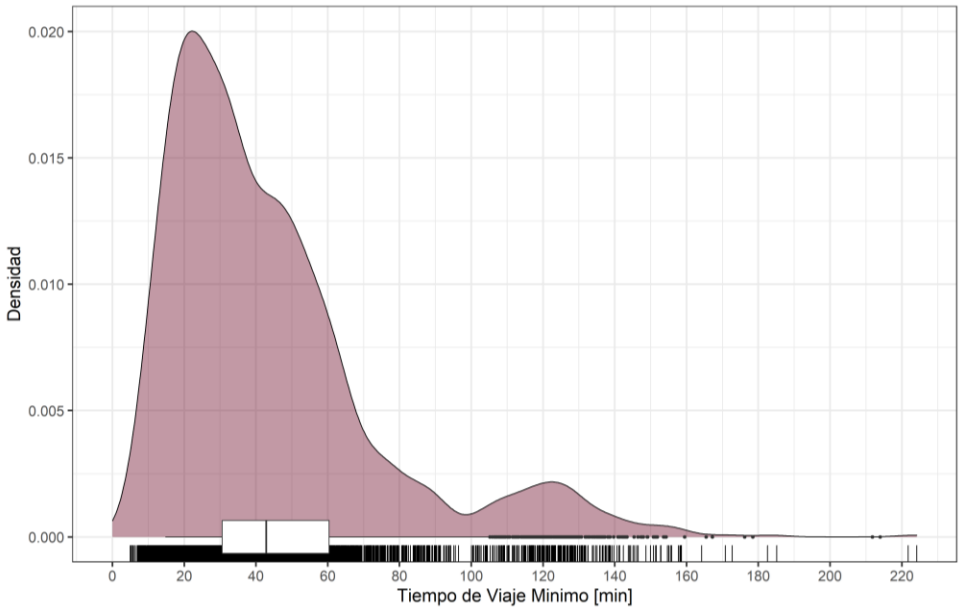
La variable para acotar los rangos de los tiempos de viaje corresponde al tiempo a flujo libre, obtenido desde la API de Google como el tiempo de viaje en auto a las 03:00 am (t_{fl}).

Los viajes analizados corresponden a un viaje tipo en vehículo particular entre cada comuna (centroide) de la Región Metropolitana para cuatro horarios de salida.

- Comunas 52
- Horas de salida: 03:00, 07:30, 10:30, 17:30. El horario 07:30 representa la punta mañana, las 17:30 la punta tarde, 10:30 un período fuera de punta y las 03:00 el período nocturno a flujo libre.
- Total de consultas: $52 \cdot 51 \cdot 4 \ = \ 10.608$

Para los datos recolectados para las comunas de la Región Metropolitana se han encontrado las siguientes distribuciones de tiempo de viaje mínimo. En esta se observa que la mediana ocurre cerca de los 40 minutos, y la mitad de los datos se encuentra entre los 30-60 minutos.

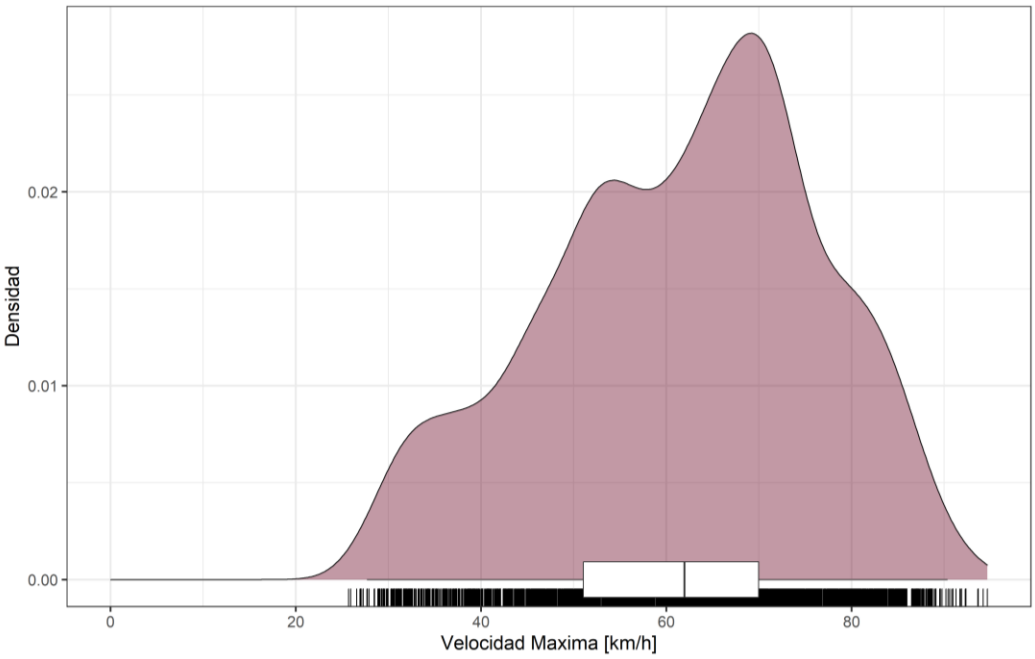
FIGURA Nº 2-6: DENSIDAD TIEMPO DE VIAJE MÍNIMO PARA VIAJES ENTRE COMUNAS DE LA REGIÓN METROPOLITANA [MIN]



Fuente: Elaboración propia usando API de Google.

Sobre las velocidades máximas, se ha encontrado que estas se encuentran concentradas entre **50-70 km/h** para los viajes en la Región Metropolitana. Esto es relevante puesto que, en base a los datos de la EOD-2012, se había utilizado **26,8 km/h** como velocidad a flujo libre para los diseños experimentales. Este valor claramente se encuentra fuera de rango de lo esperado y sugiere la necesidad de rediseñar los experimentos deben ser rediseñados.

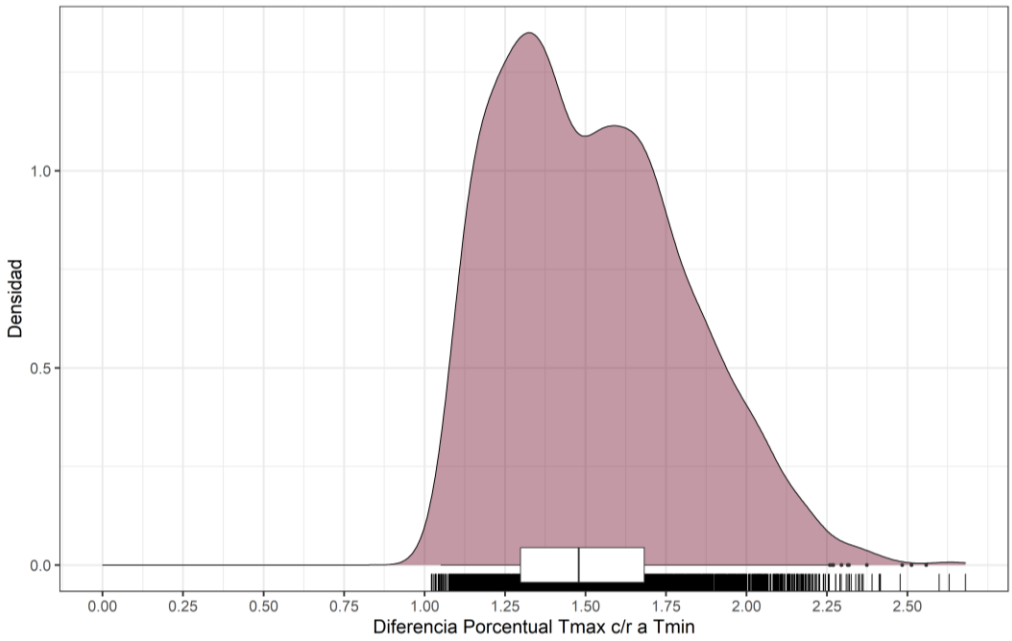
FIGURA Nº 2-7: DENSIDAD VELOCIDAD MÁXIMA PARA VIAJES ENTRE COMUNAS DE LA REGIÓN METROPOLITANA [MIN]



Fuente: Elaboración propia usando API de Google.

Otro factor relevante a analizar es la razón entre tiempo máximo entre pares OD y el tiempo mínimo. Esto ilustra la máxima variación de tiempo de viaje que puede experimentar un viaje, y permite acotar el experimento de calidad. En el gráfico siguiente se observa que este valor varía entre [1,02 – 2,68], es decir, existe un par OD en que la congestión produce un aumento de un 168% de su tiempo de viaje a flujo libre.

FIGURA Nº 2-8: DENSIDAD RATIO TMAX CON TMIN PARA VIAJES ENTRE COMUNAS DE LA REGIÓN METROPOLITANA [MIN]



Fuente: Elaboración propia usando API de Google.

Los datos anteriores proveen información más precisa sobre los tiempos de viaje en el Gran Santiago, lo que permite generar cotas para los diseños experimentales.

d) Consistencia de Tiempos de Viaje para el Diseño de Experimentos de Auto

Siguiendo el análisis anterior, que usa los datos de la API de Google para validar los tiempos de viaje, en esta sección se generan restricciones adicionales para la consistencia de los experimentos de calidad y confiabilidad de auto. Este trabajo es necesario para evitar la presentación de escenarios inconsistentes en las encuestas. Por ejemplo, las alternativas menos confiables y de menor calidad (mayor congestión) debieran tener tiempos de viaje mayores.

Experimento de Calidad de Auto

Dado que este experimento presenta el tiempo de viaje total como la composición de tres variables, se busca que la suma de estas tres se encuentre en un rango referente al tiempo de viaje en flujo libre, como muestra la siguiente ecuación:

$$x_1\% \cdot t_{fl} \leq t_{ff} + t_{lc} + t_{hc} \leq x_2\% * t_{fl}$$

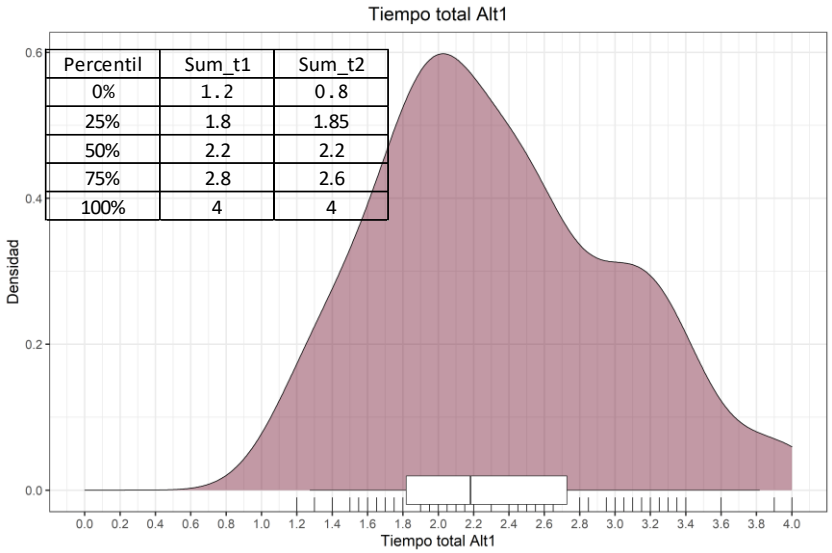
x_1, x_2: Límites porcentuales buscados
t_{ff}: Tiempo de viaje a flujo libre [min]
t_{lc}: Tiempo de viaje a baja congestión [min]
t_{hc}: Tiempo de viaje a alta congestión [min]
t_{fl}: Tiempo base, obtenido desde la API de Google como el tiempo de viaje en auto a las 03:00 am [min].

De acuerdo a lo presentado en la subsección anterior, la suma de las tres componentes de tiempo debe ser inferior al 220% del tiempo a flujo libre.

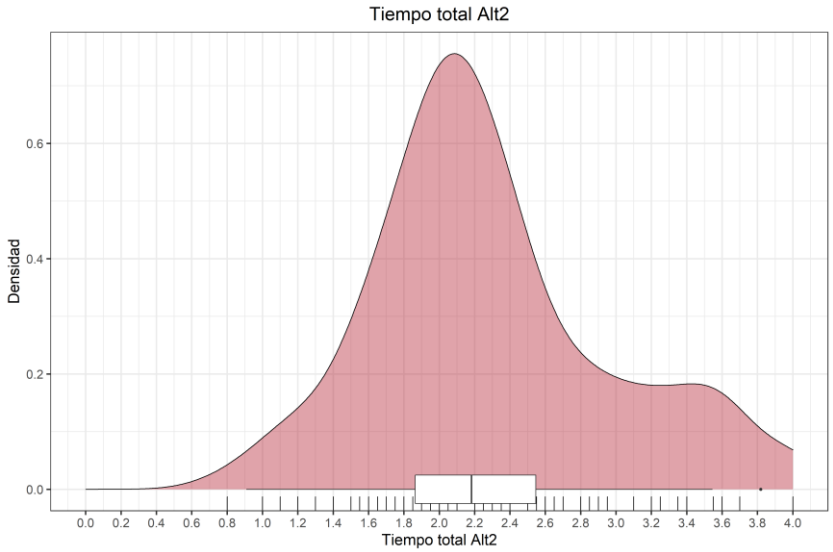
$$t_{ff} + t_{lc} + t_{hc} \leq 220\% * t_{fl}$$

Las siguientes figuras muestran la suma de tiempos para la alternativa 1 y 2, cuando no se imponen las condiciones anteriores.

FIGURA Nº 2-9: DENSIDAD SUMA TIEMPOS PARA ALT1 Y ALT2 – EXPERIMENTO INICIAL PARA EXPERIMENTO DE CALIDAD AUTO



Percentil	Sum_t1	Sum_t2
0%	1.2	0.8
25%	1.8	1.85
50%	2.2	2.2
75%	2.8	2.6
100%	4	4



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, solo la mitad de las sumas de tiempo presentadas se encuentra dentro del rango de máxima variación obtenido de los tiempos de viaje de las comunas de la Región Metropolitana.

Dado esto los parámetros de niveles del experimento de calidad para auto, taxi, taxicolectivo y transporte público fueron cambiados a:

CUADRO 2-25: PARÁMETROS DE DISEÑO PARA TIEMPOS, EXPERIMENTO DE CALIDAD PARA AUTO

Variable	Nivel	Diseño			
		A1	A2	A3	A4
ff	0	0,0	0,0	0,2	0,4
	1	0,1	0,2	0,4	0,5
	2	0,2	0,3	0,5	0,6
	3	0,3	0,5	0,7	0,7
	4	0,4	0,6	0,8	0,8
lc	0	0,4	0,4	0,2	0,0
	1	0,7	0,6	0,4	0,2
	2	1,0	0,8	0,6	0,4
	3	1,3	1,0	0,8	0,6
	4	1,6	1,2	1,0	0,8
hc	0	0,8	0,8	0,4	0,0
	1	1,4	1,2	0,8	0,4
	2	2,0	1,6	1,2	0,8
	3	2,6	2,0	1,6	1,2
	4	3,2	2,4	2,0	1,6

Fuente: Elaboración propia.

Con esta corrección se obtuvo nuevamente el diseño eficiente mediante el software Ngene.

Experimento de Confiabilidad de Auto

En este experimento se presentan cinco tiempos de viaje posibles para el traslado del individuo.

Luego, para el diseño hay que encontrar qué tiempo es razonable presentar en el experimento como límite inferior y superior. Para esto, se considera como referencia el tiempo en fuera de punta (obtenido a las 10:30) y se compara con el tiempo flujo libre y tiempo de viaje en congestión.

$$t_0, t_1, t_2, t_3, t_4 \ \in [y_1\% * t_{fp} \ , y_2\% * t_{fp}]$$

$t_{0,1,2,3,4}$: Tiempos de viaje presentados en el experimento de confiabilidad. Por construcción:
t_{fp}: Tiempo de viaje obtenido de la API de Google Maps a las 10:30 am. Entendido desde ahora en adelante como tiempo fuera de punta.
y_1, y_2: Límites porcentuales buscados

$$t_0 \leq t_1 \leq \ t_2 \leq t_3 \leq t_4$$

Los diseños de auto son cuatro, dependiendo del tiempo asociado:

1. Diseño A1: Menos de 5 minutos.
2. Diseño A2: Entre 5 y 10 minutos.
3. Diseño A3: Entre 11 y 60 minutos.
4. Diseño A4: Más de 60 minutos.

Dados los rangos anteriores, es conveniente definir ecuaciones diferentes para cada diseño.

Para los diseños de tiempos bajos, A1 y A2, se considera la siguiente expresión para determinar tiempos de viaje ($q_{time} \leq 10$):

$$t_i = t_x + q_{time} + sd_x \cdot sd(qtime) \cdot \widehat{rango}_{sd} \ ,$$

En el caso de los diseños A3 y A4, la ecuación para determinar tiempos ($q_{time} > 10$) es la siguiente. Los valores de las variables se obtienen del análisis de los datos de la EOD-12 (valores referenciales iniciales).

$$t_i = t_x \cdot q_{time} + sd_x \cdot sd(qtime) \ \cdot \widehat{rango}_{sd}$$

Donde:
$i \ \in \{0,1,2,3,4\}$
q_{time}: Tiempo de viaje reportado

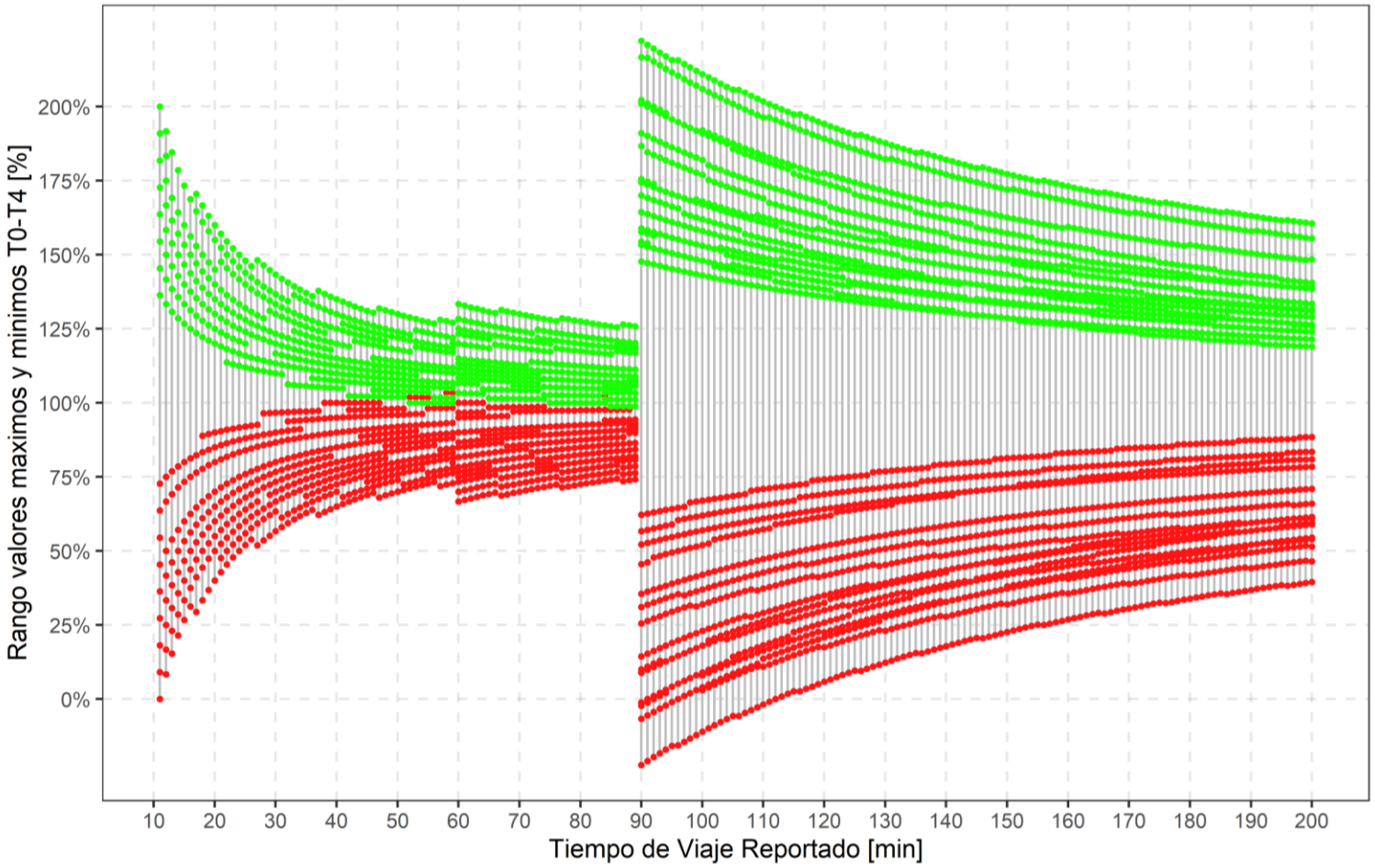
$$t_x = \begin{cases} 0.90 \\ 0.95 \\ 1.00 \\ 1.05 \\ 1.10 \end{cases}, \qquad sd_x = \begin{cases} 0.60 \\ 0.80 \\ 1.00, \\ 1.20 \\ 1.40 \end{cases} \qquad \widehat{rango}_{sd} = \begin{pmatrix} 1.414 \\ 0.707 \\ 0 \\ -0.707 \\ -1.414 \end{pmatrix}$$

$$sd(q_{time}) = \begin{cases} 5, & 10 \leq q_{time} < 60 \\ 7, & 60 \leq q_{time} < 90 \\ 51, & q_{time} \geq 90 \end{cases}$$

El siguiente gráfico presenta los valores máximos y mínimos obtenidos para t_i en relación al tiempo de viaje declarado q_{time}. Por simplicidad, solo se toman los valores máximos y mínimos de t_i, es decir se presenta $\frac{t_0}{q_{time}}$ y $\frac{t_4}{q_{time}}$, para cada escenario de elección y $q_{time} \in [11, 200]$.

Cabe recordar que para cada tiempo de viaje existen 30 posibles escenarios totales (5 bloques por escenario y 6 escenarios para cada encuestado).

FIGURA Nº 2-10: RANGO DE VALORES DEL TIEMPO DE VIAJE EXPERIMENTO CONFIABILIDAD T0 Y T4, AUTO [MIN]



Fuente: Elaboración propia.

Se observa que los tiempos máximos y mínimos presentados se mueven en rangos excesivamente altos, obteniendo incluso valores cercanos a 0%, negativos y superiores al 200%, lo que debe ser corregido. Para esto, se considera el intervalo de confianza en referencia al tiempo de viaje a las 10:30 para cada par OD ($T_{1030,od}$) de la API de Google. Esto permite ver qué tanto se diferencia el tiempo mínimo encontrado y máximo encontrado en relación al tiempo en un horario considerado fuera de punta.

De esta forma, con los viajes entre los centroides de las 52 comunas de la Región Metropolitana se generan dos variables para explorar la variación del tiempo de viaje fuera de punta con los de flujo libre y congestión.

$$Lim\ Inferior = \frac{T_{min,od}}{T_{1030,od}}$$
$$Lim\ Superior = \frac{T_{max,od}}{T_{1030,od}}$$

Esto permite generar rangos máximos de variación y ver entre qué rangos se debieran encontrar los valores de $t_0, t_1, t_2, t_3\ y\ t_4$. A continuación se presentan los cuantiles para Lim Inferior y Lim Superior según rango de tiempo de viaje a las 10:30.

CUADRO 2-26: RANGO T1030/TMIN – LÍMITE INFERIOR

Rango t_{1030} /.Límite Inferior	I0%	I25%	I50%	I75%	I100
10-30	53%	70%	76%	80%	97%
30-60	52%	75%	82%	88%	100%
60-90	62%	74%	77%	84%	86%
Más de 90	68%	83%	86%	89%	99%

Fuente: Elaboración propia.

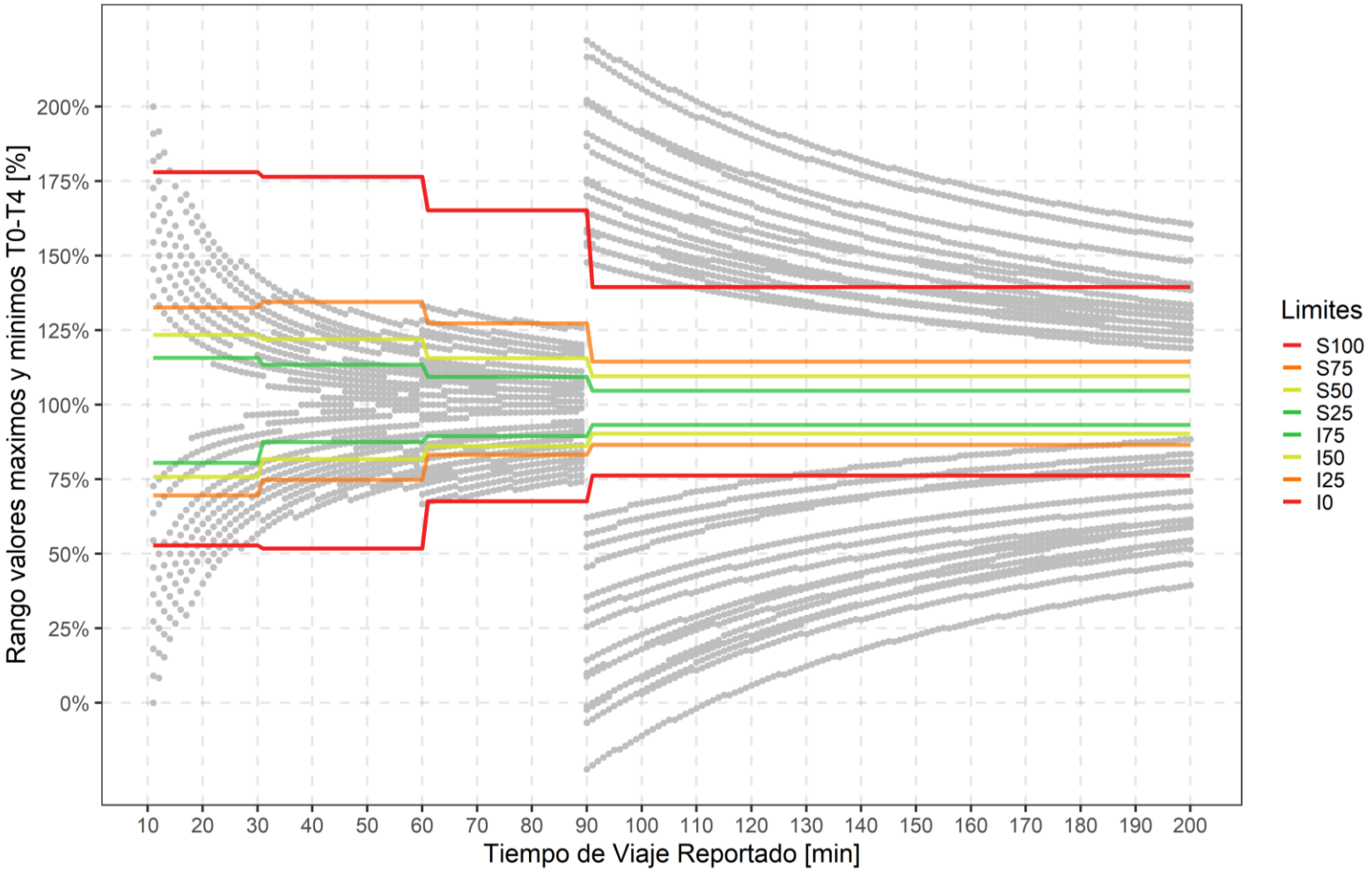
CUADRO 2-27: RANGO TMAX/T1030– LÍMITE SUPERIOR

Rango t_{1030} /.Límite Superior	S0%	S25%	S50%	S75%	S100
10-30	100%	116%	123%	133%	178%
30-60	100%	113%	122%	134%	176%
60-90	100%	109%	116%	127%	165%
Más de 90	100%	105%	110%	115%	140%

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura presenta los rangos de t0-t4 con los cuantiles de Límite Inferior y Superior recientemente definidos.

FIGURA Nº 2-11: RANGO DE VALORES DEL TIEMPO DE VIAJE EXPERIMENTO CONFIABILIDAD T0 Y T4 CON CUANTILES TIEMPOS DE API GOOGLE, AUTO



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el gráfico anterior, los valores presentados escapan de los intervalos razonables generados con los tiempos de viaje de la API de Google. El único rango donde el experimento no presenta valores tan irreales corresponde a los de tiempo de viaje entre 60-90 minutos. En particular, para viajes mayores a 90 minutos los tiempos de viaje t0 y t4 presentados corresponden a valores completamente fuera de la realidad para los viajes entre los centroides de las comunas de la Región Metropolitana.

Dado lo encontrado, se modificaron los parámetros de experimento de confiabilidad de modo que:

$$t_0, t_1, t_2, t_3, t_4 \in [\, I25 \;, S75]$$

Esto se logró modificando las siguientes variables, para los diseños A3 y A4:

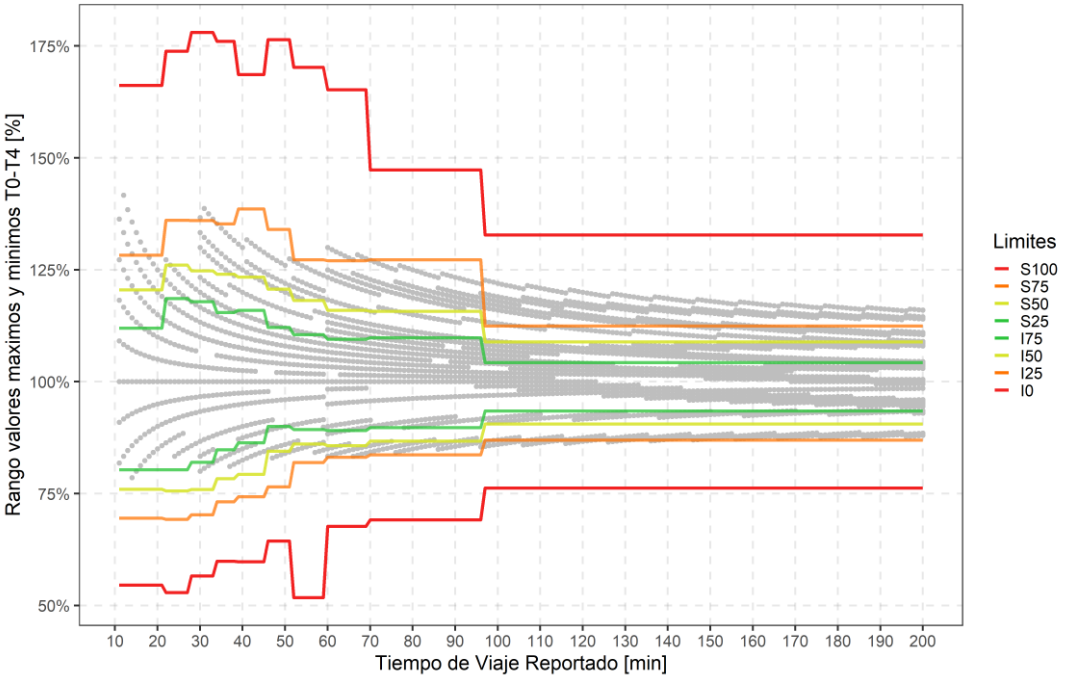
$$\boxed{t_i = t_x \cdot q_{time} + sd_x \cdot sd(qtime) \cdot \widehat{rango}_{sd}}$$

$$t_x = \begin{cases} 0.90 \\ 0.95 \\ 1.00 \\ 1.05 \\ 1.10 \end{cases}, \qquad sd_x = \begin{cases} 0.60 \\ 0.80 \\ 1.00, \\ 1.20 \\ 1.40 \end{cases} \qquad \widehat{rango}_{sd} = \begin{pmatrix} 1.414 \\ 0.943 \\ 0.471 \\ 0 \\ -0.471 \end{pmatrix}$$

$$sd(q_{time}) = \begin{cases} 5, & 10 \leq q_{time} < 30 \\ 11, & 30 \leq q_{time} < 60 \\ 16, & 60 \leq q_{time} < 90 \\ 16, & q_{time} \geq 90 \end{cases}$$

La siguiente figura presenta los rangos corregidos junto con otra segmentación para los intervalos de límite superior y límite inferior.

FIGURA Nº 2-12: EXPERIMENTO CONFIABILIDAD T0 Y T4 CON CUANTILES TIEMPOS GM CORREGIDO



Fuente: Elaboración propia.

2.4.5. Diseños Iniciales de Encuestas PD

a) Auto

Experimento 1: Confiabilidad

Considerando como punto de partida los 10 segmentos de tiempos de viaje presentados en la subsección anterior, estos se agruparon en 4 grupos, con el fin de contar con valores de tiempo de viaje cercanos a la realidad y dentro de rangos que permitan variabilidad en el experimento. Por lo tanto, para tiempos de viaje menores a 10 minutos, los niveles son valores fijos, teniendo en cuenta que si se trabaja con porcentajes los cambios serían imperceptibles.

Se generaron 4 diseños distintos según el tiempo de viaje:

1. Diseño A1: Menos de 5 minutos.
2. Diseño A2: Entre 5 y 10 minutos.
3. Diseño A3: Entre 11 y 60 minutos.
4. Diseño A4: Más de 60 minutos.

En el siguiente cuadro se presentan los niveles de los atributos del experimento 1, asociado a la confiabilidad de auto.

CUADRO 2-28: DISEÑO INICIAL - NIVELES ATRIBUTOS, ENCUESTA CONFIABILIDAD AUTO

Diseño	Intervalo de Tiempo	*Pivotes para tiempo de viaje*				
		nivel -2	*nivel*	*nivel 0*	*nivel 1*	*nivel 2*
A1	0-5 min	-2	-1	0	1	2
A2	5-10 min	-4	-2	0	2	4
A3	11-60 min	-10%	-5%	0%	5%	10%
A4	> 60 min	-10%	-5%	0%	5%	10%

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 2-29: DISEÑO INICIAL - PIVOTES PARA LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL TIEMPO DE VIAJE, ENCUESTA CONFIABILIDAD AUTO

Diseño	*nivel -2*	*nivel -1*	*nivel 0*	*nivel 1*	*nivel 2*
A1	-20%	-10%	0%	10%	20%
A2	-20%	-10%	0%	10%	20%
A3	-40%	-20%	0%	20%	40%
A4	-40%	-20%	0%	20%	40%

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 2-30: DISEÑO INICIAL - PIVOTES PARA EL COSTO, ENCUESTA CONFIABILIDAD AUTO

nivel -2	*nivel -1*	*nivel 0*	*nivel 1*	*nivel 2*
-20%	-10%	0%	10%	20%

Fuente: Elaboración propia.

El costo del viaje es estimado según la distancia del viaje, con un valor promedio de $150/km. Este valor fue testeado en los grupos focales (ver detalles en Anexo Digital 2.2).

El diseño completo arroja 30 situaciones de elección por individuo, sin embargo, atendiendo a la literatura que recomienda mostrar cerca de 9 situaciones de elección (Rose et al, 2008),

y teniendo en cuenta que se contemplaba presentar inicialmente dos experimentos a un mismo individuo (confiabilidad y calidad); se decidió presentar 6 situaciones de elección para cada uno. Por lo tanto, se divide el diseño completo en 5 bloques. Ahora bien, a cada encuestado se le presenta uno de los bloques al azar, que contiene 6 escenarios de elección.

Para ejemplificar esto, en el siguiente cuadro se presenta el diseño correspondiente a los tiempos entre 11 y 60 minutos, con los tres atributos a tener en cuenta para cada alternativa.

CUADRO 2-31: DISEÑO INICIAL - BLOQUES Y ESCENARIOS DE ELECCIÓN PARA ENCUESTA CONFIABILIDAD AUTO A3

Diseño	*Bloque*	*Escenarios*	*Alternativa 1 Pivote Tiempo*	*Alternativa 1 Pivote Desviación*	*Alternativa 1 Pivote Costo*	*Alternativa 2 Pivote Tiempo*	*Alternativa 2 Pivote Desviación*	*Alternativa 2 Pivote Costo*
1	1	1	0,95	0,80	1,00	1,0	1,4	0,8
1	1	2	1,10	1,40	0,80	1,0	0,6	1,0
1	1	3	0,95	1,20	1,20	1,1	0,6	0,9
1	1	4	0,90	1,20	0,90	1,1	1,0	1,0
1	1	5	0,95	1,00	0,90	0,9	1,2	1,2
1	1	6	0,95	1,20	1,20	1,1	0,6	0,8
1	2	1	0,90	1,00	0,80	1,1	0,8	1,2
1	2	2	1,00	0,80	0,90	1,0	1,4	1,2
1	2	3	1,10	0,80	1,10	0,9	1,0	1,2
1	2	4	1,00	0,60	1,20	1,1	1,2	0,9
1	2	5	0,95	1,20	1,10	1,1	0,8	0,8
1	2	6	1,00	0,60	1,10	1,0	1,4	0,8
1	3	1	1,05	1,40	0,80	1,0	1,0	0,9
1	3	2	1,05	1,40	0,80	0,9	1,0	1,2
1	3	3	1,00	0,60	0,90	0,9	1,2	1,1
1	3	4	0,90	1,20	1,20	1,1	0,8	1,1
1	3	5	1,10	0,80	0,80	1,0	0,8	1,1
1	3	6	1,05	1,20	1,10	1,1	0,6	1,0
1	4	1	1,05	0,60	1,20	1,0	0,8	0,8
1	4	2	1,10	0,60	1,20	1,1	1,4	1,1
1	4	3	0,90	1,40	0,80	1,0	1,0	1,2
1	4	4	1,10	0,80	1,10	1,0	1,2	0,9
1	4	5	1,10	0,80	1,10	1,0	1,0	0,8
1	4	6	0,95	1,20	1,20	1,0	1,4	0,8
1	5	1	0,90	1,40	1,00	1,0	0,6	1,1
1	5	2	0,90	1,40	0,90	1,1	0,8	1,0
1	5	3	1,05	1,20	1,00	0,9	0,6	1,1
1	5	4	0,90	0,80	0,90	1,1	1,4	0,8
1	5	5	0,95	0,80	1,20	1,1	1,2	0,8
1	5	6	0,95	1,00	0,80	1,1	0,6	1,1

Fuente: Elaboración propia.

Los tiempos de viaje que se presentan en este experimento se calculan como sigue:

$$t_i = t_x + q_{time} + sd_x \cdot sd(qtime) \cdot \widehat{rango}_{sd}\ , \qquad si\ q_{time} < 10$$
$$t_i = t_x \cdot q_{time} + sd_x \cdot sd(qtime) \cdot \widehat{rango}_{sd}\ , \qquad si\ q_{time} \geq 10$$

Donde:
$i \in \{0,1,2,3,4\}$
t_i: Tiempo de viaje probable numero i [min]
q_{time}: Tiempo de viaje reportado [min]
t_x: Pivote del tiempo de viaje, dependiente del escenario
sd_x: Pivote de la desviación estándar, dependiente del escenario
$\widehat{rango}_{sd}$: Vector de variación igual a (-0.471, 0, 0.471, 0.493, 1.414)

$$sd(q_{time}) = \begin{cases} 2, & 5 \leq q_{time} < 10 \\ 5, & 10 \leq q_{time} < 30 \\ 11, & 30 \leq q_{time} < 60 \\ 16, & q_{time} \geq 60 \end{cases}$$

A continuación, se muestra un ejemplo de la metodología usada para una encuesta PD de confiabilidad para auto.

Suponemos que un individuo tiene un tiempo de viaje de 35 minutos y un costo de viaje de $850. Con este tiempo corresponde usar el pivote para el tiempo de viaje del segmento 3, por lo tanto, en cada situación de elección se presentan 5 posibles tiempos de viaje que tienen un tiempo de viaje promedio dado por el nivel correspondiente (de la figura) y una desviación estándar (de la figura). Los tiempos calculados con la fórmula anterior para un diseño en particular podrían ser los mostrados en la siguiente figura:

FIGURA Nº 2-13: DISEÑO INICIAL - EJEMPLO SITUACIÓN DE ELECCIÓN, ENCUESTA CONFIABILIDAD AUTO

Fuente: Elaboración propia - Experimento en SurveyEngine.

Cabe destacar que las barras de tiempo de viaje se presentan en modo aleatorio para cada escenario. De estos tiempos de viaje presentados en barras se obtienen los siguientes tiempos medios y desviación.

CUADRO 2-32: DISEÑO INICIAL - EJEMPLO SITUACION DE ELECCION, ENCUESTA CONFIABILIDAD AUTO

Variable	Opción A	Opción B
Tiempo medio	38	43
Desviación	8,8	5,9
Costo	1020	935

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma se puede analizar que la Opción A presenta tiempos en promedio más bajos, menos regulares y es más cara que la Opción B.

Experimento 2: Calidad

En el caso del experimento 2, la metodología consiste en calcular, para un par OD específico, el tiempo a flujo libre en auto usando la API de Google Maps (en un horario de poco tráfico, como las horas de la madrugada). Ese tiempo luego se pivotea para generar el experimento.

Se consideran tres niveles de congestión (flujo libre, congestión media y congestión alta) y por lo tanto tres multiplicadores de las diferentes condiciones de tráfico, que se aplican sobre el tiempo a flujo libre. Los diseños se encuentran en el Anexo Digital 2.4.

Cada nivel de congestión se entiende como un atributo con sus respectivos niveles, de tal forma que cada nivel de congestión tiene sus pivotes, y estos son referidos al tiempo de viaje en flujo libre del individuo, obtenido del análisis de velocidades medias analizados en el acápite c).

CUADRO 2-33: DISEÑO INICIAL - NIVELES TIEMPO DE VIAJE A FLUJO LIBRE, ENCUESTA CALIDAD AUTO

Diseño	Intervalo de Tiempo	*Pivotes para tiempo de viaje*				
		nivel -2	*nivel*	*nivel 0*	*nivel 1*	*nivel 2*
A1	0-5 min	0%	10%	20%	30%	40%
A2	5-10 min	0%	15%	30%	45%	60%
A3	11-60 min	20%	35%	50%	65%	80%
A4	> 60 min	40%	50%	60%	70%	80%

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 2-34: DISEÑO INICIAL - NIVELES TIEMPO DE VIAJE A TRÁFICO MEDIO, ENCUESTA CALIDAD AUTO

Diseño	Intervalo de Tiempo	*Pivotes para tiempo de viaje*				
		nivel -2	*nivel*	*nivel 0*	*nivel 1*	*nivel 2*
A1	0-5 min	40%	70%	100%	130%	160%
A2	5-10 min	40%	60%	80%	100%	120%
A3	11-60 min	20%	40%	60%	80%	100%
A4	> 60 min	0%	20%	40%	60%	80%

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 2-35: DISEÑO INICIAL - NIVELES TIEMPO DE VIAJE A CONGESTIÓN, ENCUESTA CALIDAD AUTO

Diseño	Intervalo de Tiempo	*Pivotes para tiempo de viaje*				
		nivel -2	*nivel*	*nivel 0*	*nivel 1*	*nivel 2*
A1	0-5 min	80%	140%	200%	260%	320%
A2	5-10 min	80%	120%	160%	200%	240%
A3	11-60 min	40%	80%	120%	160%	200%
A4	> 60 min	0%	40%	80%	120%	160%

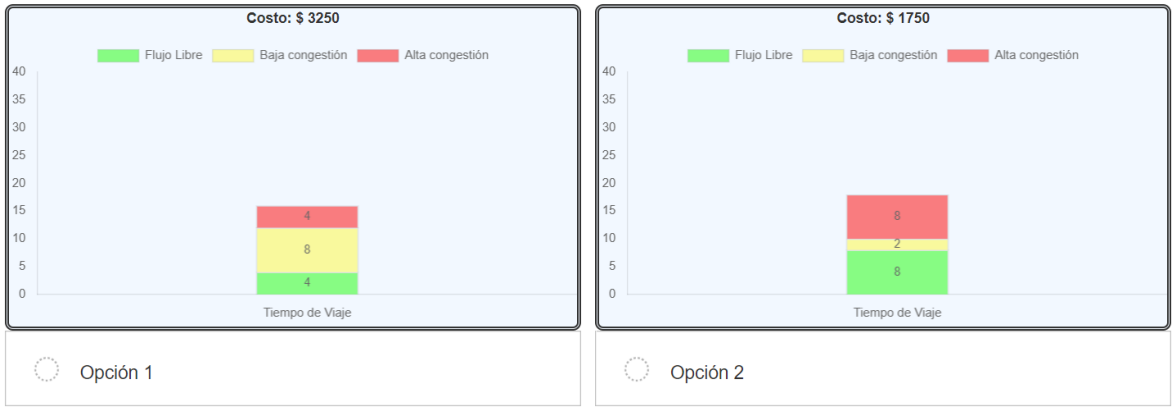
Fuente: Elaboración propia.

Estos pivotes representan la cantidad de tiempo que el individuo está en cada una de las situaciones de congestión. La suma total de los tiempos en cada nivel siempre resulta mayor que el tiempo de viaje a flujo libre.

Tomaremos de ejemplo un viaje de aproximadamente 20 minutos reportados. A las 02:00 a.m. de un día de semana el tiempo de viaje a flujo libre es de aproximadamente 14 minutos. Elegiremos 14 minutos de tiempo de viaje promedio y usaremos este valor para el diseño del experimento que se muestra en el cuadro siguiente.

Al individuo se le presenta dos situaciones de elección, donde cada alternativa tiene el tiempo en minutos que experimenta en las tres condiciones de congestión, por lo tanto, el tiempo total del viaje en la ruta A es 16 minutos, mientras que en la ruta B (menos costosa) es de 18 minutos. Se está considerando como supuesto que la distribución del tiempo tiene influencia en la elección.

FIGURA Nº 2-14: DISEÑO INICIAL - EJEMPLO SITUACIÓN DE ELECCIÓN, ENCUESTA CALIDAD-AUTO



Fuente: Elaboración propia.

b) Transporte Público (bus, metro, metrotren)

Experimento 1: Confiabilidad

A diferencia del diseño para auto, en los modos restantes se realizaron 3 sub-diseños según segmentos de tiempos de viaje.

1. Diseño TP1: Menos de 10 minutos.
2. Diseño TP2: Entre 11 y 60 minutos.
3. Diseño TP3: Más de 60 minutos.

Los niveles de pivote para la desviación estándar y el costo del viaje son los mismos para todos los diseños.

Los tiempos de viaje se calculan de forma similar a como se calcularon para el experimento de confiabilidad de auto. La forma de cálculo y estos parámetros se presentan a continuación:

$$t_i = t_x + q_{time} + sd_x \cdot sd(qtime) \cdot \widehat{rango}_{sd}\ , \qquad si\ q_{time} < 10$$
$$t_i = t_x \cdot q_{time} + sd_x \cdot sd(qtime) \cdot \widehat{rango}_{sd}\ , \qquad si\ q_{time} \geq 10$$

Donde:

$i \in \{0,1,2,3,4\}$
t_i: Tiempo de viaje probable numero i [min]
q_{time}: Tiempo de viaje reportado [min]
t_x: Pivote del tiempo de viaje, dependiente del escenario
sd_x: Pivote de la desviación estándar, dependiente del escenario
$\widehat{rango}_{sd}$: Vector de variación igual a (-0.471, 0, 0.471,0.493, 1.414)

$$sd(q_{time}) = \begin{cases} 2, & 5 \leq q_{time} < 10 \\ 5, & 10 \leq q_{time} < 30 \\ 11, & 30 \leq q_{time} < 60 \\ 16, & q_{time} \geq 60 \end{cases}$$

En el caso de transporte público se incluye, además, dos atributos del tiempo: tiempo de acceso, como la suma de la caminata antes y después de tomar el vehículo; y el tiempo de espera. Estos dos atributos se presentan en valores absolutos como se muestra en el siguiente cuadro.

CUADRO 2-36: DISEÑO INICIAL - NIVELES ATRIBUTOS, ENCUESTA CONFIABILIDAD TRANSPORTE PÚBLICO

Diseño	Intervalo de Tiempo	*Pivotes para tiempo de viaje*				
		nivel -2	*nivel*	*nivel 0*	*nivel 1*	*nivel 2*
TP1	0-10 min	-4	-2	0	2	4
TP2	11-60 min	-30%	-15%	0%	15%	30%
TP3	> 60 min	-20%	-10%	0%	10%	20%

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 2-37: DISEÑO INICIAL - PIVOTES PARA LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL TIEMPO DE VIAJE, ENCUESTA CONFIABILIDAD TRANSPORTE PÚBLICO

nivel -2	*nivel -1*	*nivel 0*	*nivel 1*	*nivel 2*
-20%	-10%	0%	10%	20%

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 2-38: DISEÑO INICIAL - PIVOTES PARA EL TIEMPO DE ACCESO, ENCUESTA CONFIABILIDAD TRANSPORTE PÚBLICO

nivel -2	*nivel -1*	*nivel 0*	*nivel 1*	*nivel 2*
7	8.5	10	11.5	13

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 2-39: DISEÑO INICIAL - PIVOTES PARA EL TIEMPO DE ESPERA, ENCUESTA CONFIABILIDAD TRANSPORTE PÚBLICO

nivel -2	*nivel -1*	*nivel 0*	*nivel 1*	*nivel 2*
6	7	8	9	10

Fuente: Elaboración propia.

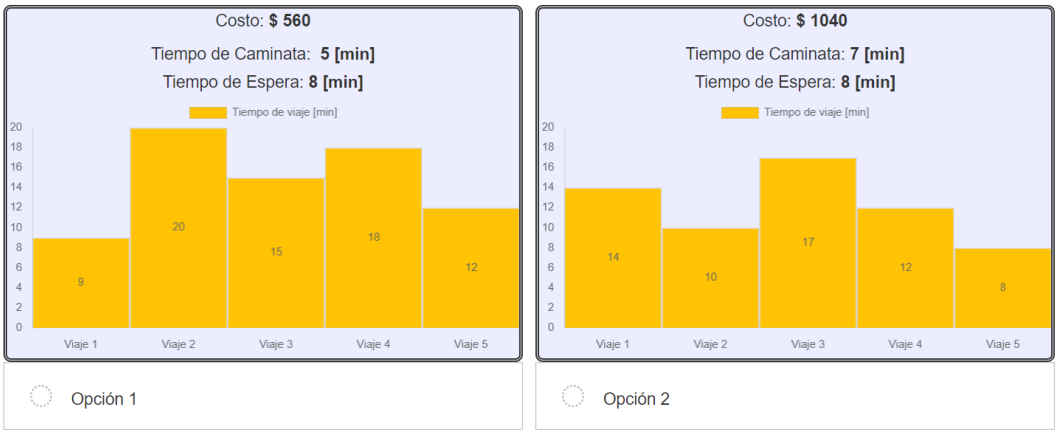
CUADRO 2-40: DISEÑO INICIAL - PIVOTES PARA EL COSTO, ENCUESTA CONFIABILIDAD TRANSPORTE PÚBLICO

nivel -2	*nivel -1*	*nivel 0*	*nivel 1*	*nivel 2*
-30%	-15%	0%	15%	30%

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente cuadro se muestra una posible situación de elección para un usuario de transporte público con un tiempo de viaje en vehículo de 12 minutos y una tarifa de $800.

FIGURA Nº 2-15: DISEÑO INICIAL - EJEMPLO SITUACION DE ELECCION ENCUESTA CONFIABILIDAD TRANSPORTE PÚBLICO

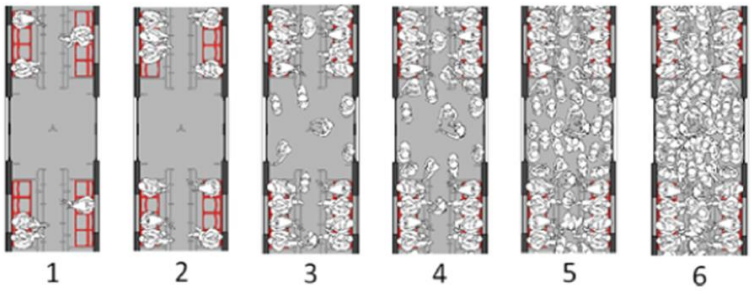


Fuente: Elaboración propia.

Experimento 2: Calidad

El experimento 2 de transporte público usa los mismos niveles para tiempo de viaje, costo, tiempo de espera y de caminata que en el experimento 1. Se agrega el atributo hacinamiento en los seis niveles descritos en la siguiente figura:

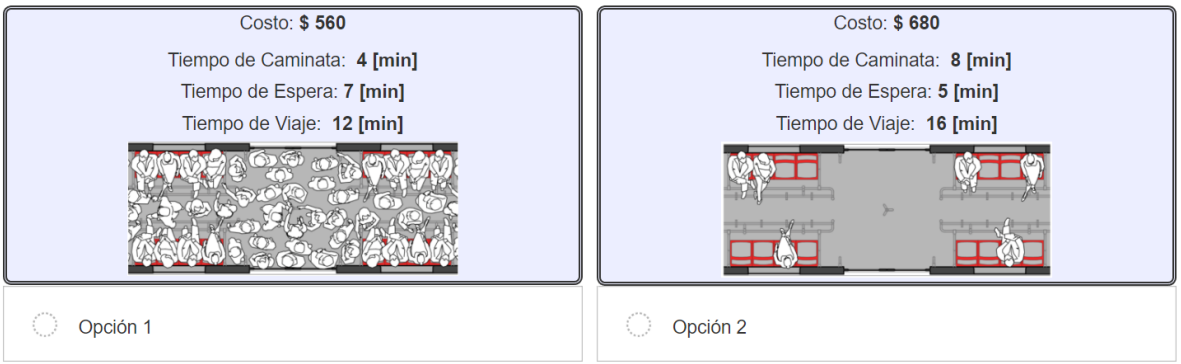
FIGURA Nº 2-16: DISEÑO INICIAL - EJEMPLO DE NIVELES DE HACINAMIENTO EN TRANSPORTE PÚBLICO



Fuente: Tirachini et al (2017)

En el siguiente cuadro se muestra una posible situación de elección para un usuario de transporte público con un tiempo de viaje en vehículo de 12 minutos y una tarifa de $800:

CUADRO 2-41: DISEÑO INICIAL - EJEMPLO SITUACION DE ELECCION ENCUESTA CALIDAD TRANSPORTE PÚBLICO



Fuente: Encuesta en SurveyEngine.

c) Taxi Colectivo

Experimento 1: Confiabilidad

El modo taxi colectivo es modelado como un modo de transporte público, es decir, con los mismos atributos que en el diseño anterior. Los niveles de tiempo de viaje, costo y pivote de la desviación estándar, son los mismos que para transporte público, cambian los valores absolutos del tiempo de acceso y de la espera.

CUADRO 2-42: DISEÑO INICIAL - PIVOTES PARA EL TIEMPO DE ACCESO, ENCUESTA CONFIABILIDAD TAXI COLECTIVO

nivel -2	*nivel -1*	*nivel 0*	*nivel 1*	*nivel 2*
6	7	8	9	10

Fuente: Elaboración propia.

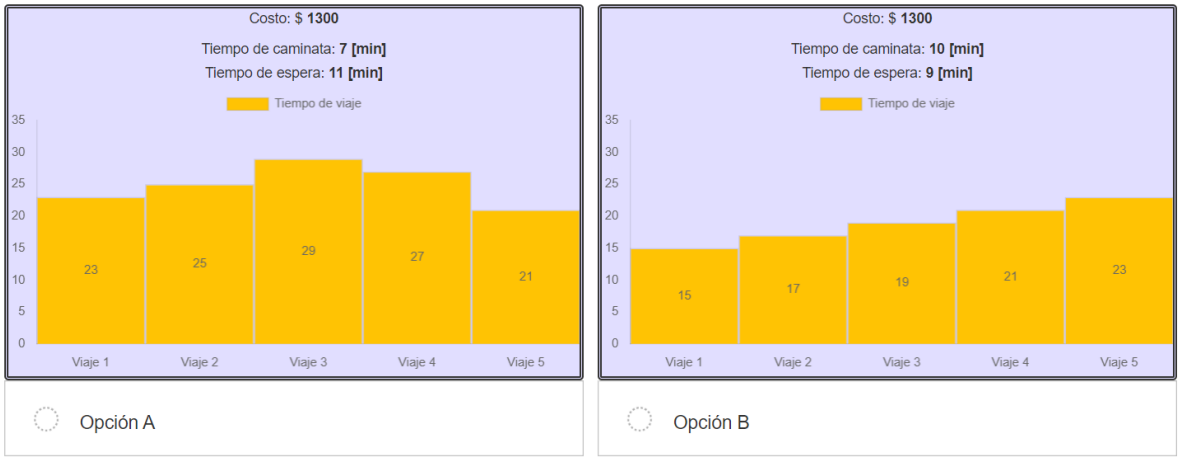
CUADRO 2-43: DISEÑO INICIAL - PIVOTES PARA EL TIEMPO DE ESPERA, ENCUESTA CONFIABILIDAD TAXI COLECTIVO

nivel -2	*nivel -1*	*nivel 0*	*nivel 1*	*nivel 2*
7	8	9	10	11

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente cuadro se muestra una posible situación de elección para un usuario de taxi colectivo con un tiempo de viaje en vehículo de 20 minutos y una tarifa de $1.000.

CUADRO 2-44: DISEÑO INICIAL - EJEMPLO SITUACION DE ELECCION, ENCUESTA CONFIABILIDAD TAXI COLECTIVO



Fuente: Elaboración propia.

Experimento 2: Calidad

Los pivotes de los tres niveles de congestión para taxi colectivo se presentan a continuación:

CUADRO 2-45: DISEÑO INICIAL - NIVELES TIEMPO DE VIAJE A FLUJO LIBRE, ENCUESTA CALIDAD TAXI COLECTIVO

Diseño	Intervalo de Tiempo	*Pivotes para tiempo de viaje*				
		nivel -2	*nivel*	*nivel 0*	*nivel 1*	*nivel 2*
TP1	0-10 min	0%	10%	20%	30%	40%
TP2	11-60 min	20%	35%	50%	65%	80%
TP3	> 60 min	40%	50%	60%	70%	80%

Fuente: Elaboración propia.

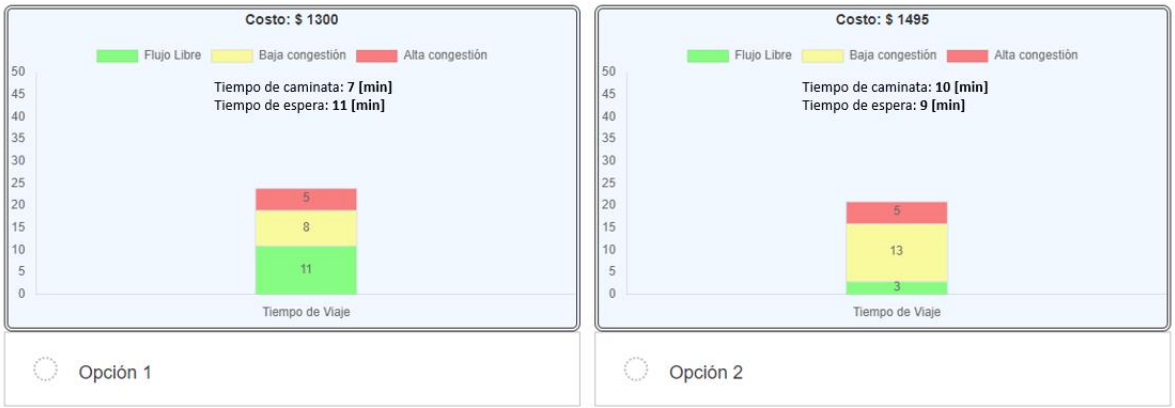
CUADRO 2-46: DISEÑO INICIAL - NIVELES TIEMPO DE VIAJE A CONGESTIÓN MEDIA Y ALTA, ENCUESTA CALIDAD TAXI COLECTIVO

Diseño	Intervalo de Tiempo	*Pivotes para tiempo de viaje*				
		nivel -2	*nivel*	*nivel 0*	*nivel 1*	*nivel 2*
TP1	0-10 min	20%	35%	50%	65%	80%
TP2	11-60 min	10%	20%	30%	40%	50%
TP3	> 60 min	0%	10%	20%	30%	40%

Fuente: Elaboración propia.

El experimento 2 para taxi colectivo y taxi son similares, con los mismos atributos, en el siguiente cuadro se muestra un ejemplo de una situación de elección para un tiempo de viaje a flujo libre de 18 minutos y un costo de viaje de $1.000.

CUADRO 2-47: DISEÑO INICIAL - EJEMPLO SITUACION DE ELECCION, ENCUESTA CALIDAD TAXI COLECTIVO



Fuente: Elaboración propia.

d) Taxi y Aplicaciones Móviles

Experimento 1: Confiabilidad

El modo taxi es modelado como un modo de transporte público, es decir, con los mismos atributos que el anterior. Los niveles de tiempo de viaje, costo y pivote de la desviación estándar, son los mismos que para transporte público, cambiando los valores absolutos del tiempo de acceso y de espera.

CUADRO 2-48: DISEÑO INICIAL - PIVOTES PARA EL TIEMPO DE ACCESO, ENCUESTA CONFIABILIDAD TAXI

nivel -2	*nivel -1*	*nivel 0*	*nivel 1*	*nivel 2*
0	1	2	3	4

Fuente: Elaboración propia.

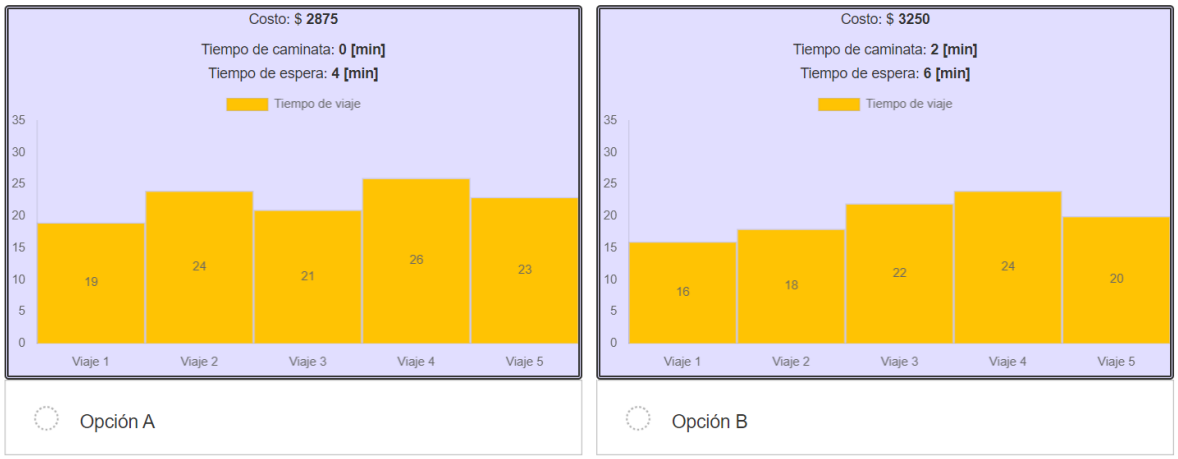
CUADRO 2-49: DISEÑO INICIAL - PIVOTES PARA EL TIEMPO DE ESPERA, ENCUESTA CONFIABILIDAD TAXI

nivel -2	*nivel -1*	*nivel 0*	*nivel 1*	*nivel 2*
4	5	6	7	8

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente cuadro se muestra una posible situación de elección para un usuario de taxi con un tiempo de viaje en vehículo de 18 minutos y una tarifa de $2.500.

FIGURA Nº 2-17: DISEÑO INICIAL - EJEMPLO SITUACION DE ELECCION, ENCUESTA CONFIABILIDAD TAXI



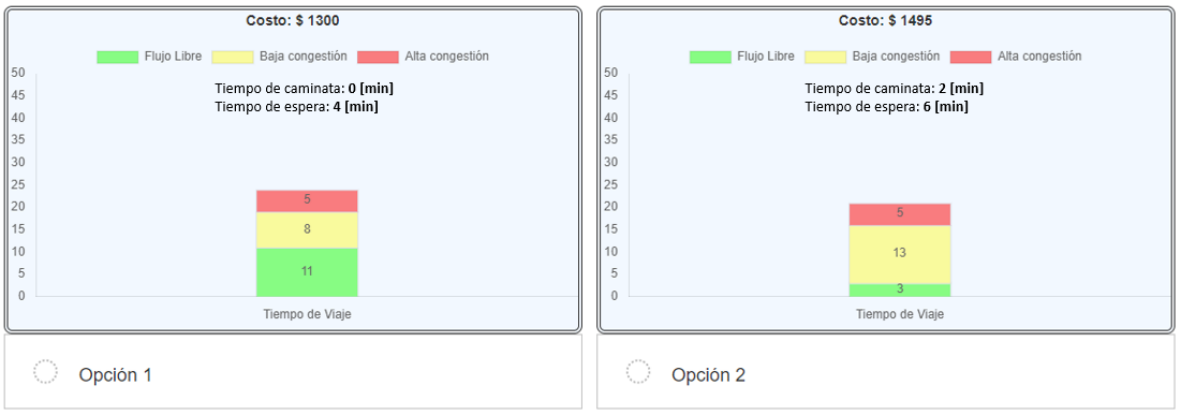
Fuente: Elaboración propia.

Experimento 2: Calidad

Al igual que el experimento 2 de auto, a los usuarios de taxi se le presentan alternativas con el tiempo en minutos que experimenta en las tres condiciones de congestión. Los pivotes para cada uno de los niveles son los mismos que los usados en taxi colectivo.

Así en un viaje de 25 minutos con un costo de $1.300, se puede presentar una situación de elección como la siguiente:

CUADRO 2-50: EJEMPLO SITUACION DE ELECCION ENCUESTA CALIDAD TAXI



Fuente: Elaboración propia.

e) Bicicleta

Para el caso de los usuarios de la bicicleta se plantea incorporar tres tipos de diseño:

1. Diseño B1: Bicicleta propia, elección de ruta con costo en el estacionamiento.
2. Diseño B2: Bicicleta pública, elección de ruta con costo en el arriendo de la bicicleta.

Como fue presentado en la revisión de literatura, la bicicleta presenta la dificultad de no tener un costo asociado, por lo que no se puede calcular de manera directa el valor del

tiempo. De esta manera, los dos diseños buscan soslayar este problema integrando un costo al viaje. Sin embargo, es posible que las personas no interioricen este costo debido a que están acostumbrados a su bicicleta personal, por lo que se propone el diseño B2 donde la bicicleta tiene un costo asociado a su arriendo.

Para el levantamiento de encuestas, en particular para el diseño B2, se plantea la posibilidad de encuestar personas que usen alguno de los servicios de bicicleta pública disponibles en la Región Metropolitana (Bikesantiago, Bici Las Condes), por lo que en estos casos, el parámetro del costo está asociado al pago por el uso del servicio, bien sea como pago de algún plan disponible o por viaje. Para el resto de los ciclistas, se plantea un costo de la bicicleta asociado al pago por estacionamiento.

El experimento de bicicleta propia tiene como atributos los siguientes:

- Tiempo de viaje
- Costo: por viaje y asociado al estacionamiento en que dejará la bicicleta
- Tipo de estacionamiento
- Facilidades para la bicicleta

En el caso del experimento de bicicleta pública los atributos utilizados corresponden a los siguientes:

- Tiempo de viaje
- Tiempo de caminata a la estación de bicicletas
- Costo: por viaje y asociado al uso de la bicicleta pública
- Facilidades para la bicicleta

Los niveles de tipo de estacionamiento corresponden a: cicletero abierto, cicletero en jaula (como casillero) y cicletero cerrado con guardia.

CUADRO 2-51: NIVELES TIPO DE ESTACIONAMIENTO – ESPERIMENTO BICICLETA PROPIA

Tipo de estacionamiento	Imagen
1. Cicletero abierto	
2. Cicletero en jaula	
3. Cicletero cerrado con guardia	

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, los niveles de facilidades para las bicicletas corresponden a: ninguna, calzada compartida, ciclovía demarcada y ciclovía segregada.

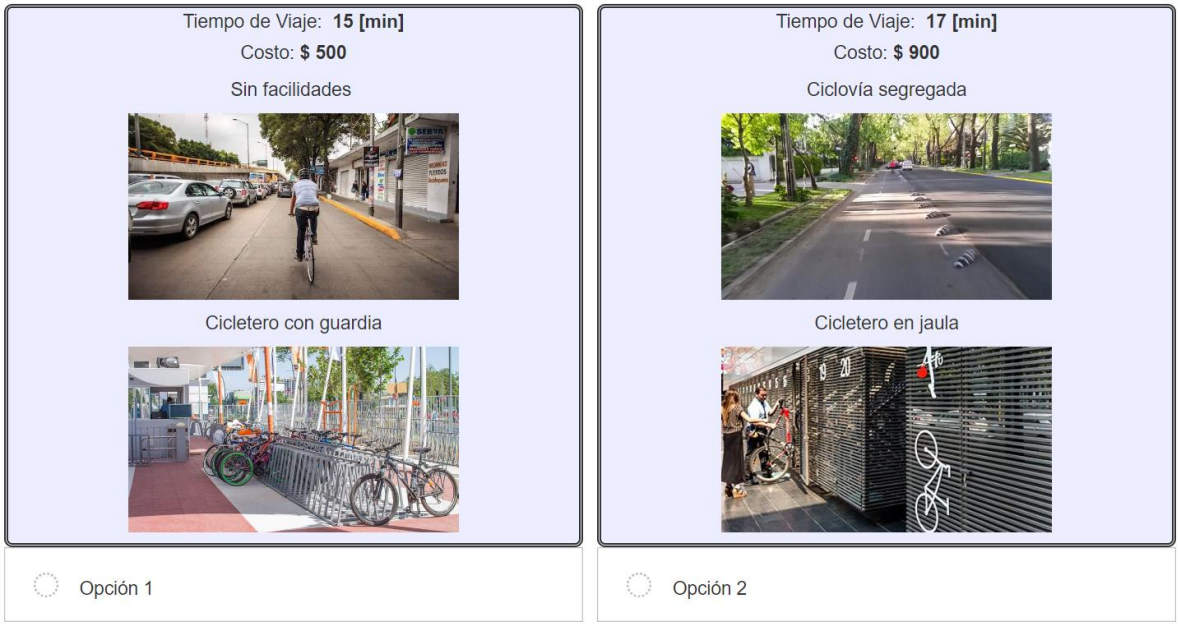
CUADRO 2-52: NIVELES FACILIDAD – EXPERIMENTOS DE BICICLETA

Tipo de facilidad	Imagen
1. Ninguna	
2. Calzada compartida	
3. Ciclovía demarcada	
4. Ciclovía segregada	

Fuente: Elaboración propia.

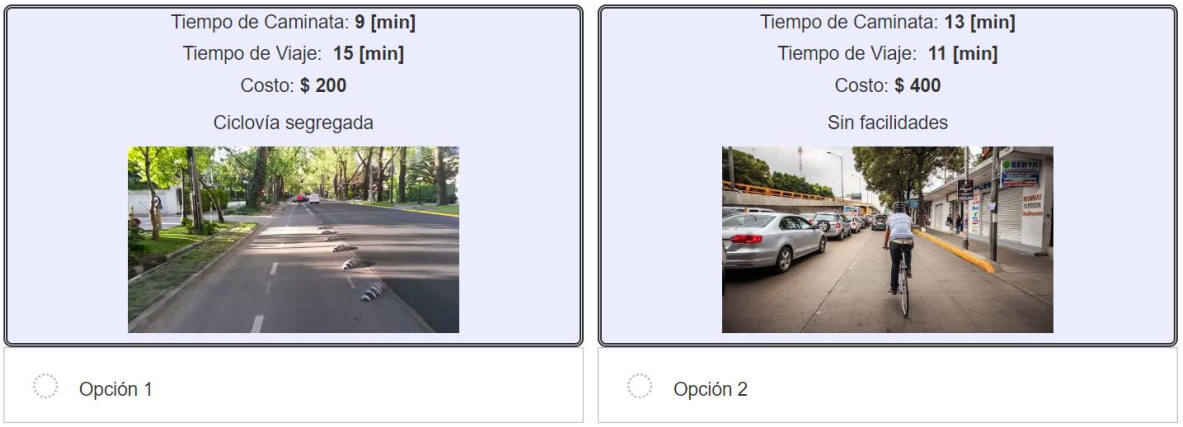
A continuación, se presentan ejemplos de los experimentos para bicicleta propia y pública que fueron propuestos.

FIGURA Nº 2-18: EJEMPLO SITUACION DE ELECCION ENCUESTA BICICLETA PROPIA



Fuente: Encuesta en SurveyEngine.

FIGURA Nº 2-19: EJEMPLO SITUACION DE ELECCION ENCUESTA BICICILETA PÚBLICA



Fuente: Encuesta en SurveyEngine.

f) Modos de larga distancia (Bus, Avión, Tren y Auto)

Para usuarios de modos de transporte de viajes de larga distancia como son bus interurbano, avión, tren y auto se presenta un experimento de elección de modo. A continuación, se presenta un ejemplo de las funciones de utilidad que podrían ser consideradas para tales efectos.

$$U_{bus} = \beta_t TV + \beta_C Cost + \beta_{tAcc} Acc + \beta_{Salidas} Salidas$$
$$U_{auto} = \beta_t TV + \beta_C Cost$$
$$U_{tren} = \beta_t TV + \beta_C Cost + \beta_{tAcc} Acc + \beta_{Salidas} Salidas$$

$$U_{avion} = \beta_t TV + \beta_C Cost + \beta_{tAcc} Acc$$

Los parámetros de salidas, referido a la frecuencia que presenta el modo en una hora solo se incluye para viajes de corta distancia. Es decir, para viajes de menos de 200 kilómetros donde es posible que existan frecuencias altas de buses hacia un determinado destino.

En este experimento se enfrenta el modo actual contra los que tenga disponibles según lo que el individuo haya declarado y se ajuste al origen/destino del viaje. En caso de que el encuestado solo tenga disponible el modo bus, se le presenta un experimento de elección de ruta en bus interurbano.

Los ocho experimentos posibles son:

1. Diseño M1_bc: Experimento bus-auto corta distancia
2. Diseño M1_bct: Experimento bus-auto-tren corta distancia
3. Diseño M1_bt: Experimento bus-tren corta distancia
4. Diseño M1_inter_bus: Experimento bus-bus corta distancia
5. Diseño M2_bp: Experimento bus-avión larga distancia
6. Diseño M2_bcp: Experimento bus-avión-auto larga distancia
7. Diseño M2_bc: Experimento bus-auto larga distancia
8. Diseño M2_inter_bus: Experimento bus-bus larga distancia

A continuación se presenta un ejemplo de los niveles y atributos que consideran los diseños.

CUADRO 2-53: NIVELES DE ATRIBUTOS PARA ENCUESTA DE ELECCION MODAL

Atributo	Niveles atributos	Alternativas			
		Bus	Tren	Auto	Avión
Tiempo de viaje	-20%, -10%,0, 10%, 20%	x	x	x	x
Costo	-30%, -15%,0, 15%, 30%	x	x	x	x
Tiempo de Acceso	-20%, -10%,0, 10%, 20%	x	x		x
Costo de Acceso	-30%, -15%,0, 15%, 30%	x	x		x
Salidas	5, 10, 15 para bus 1, 2 , 3 para tren	x	x		
Desviación estándar tiempo de viaje		x (Corta distancia)			

Fuente: Elaboración propia.

Para generar los experimentos se recolectaron tiempos de viaje entre los OD de los principales destinos en Chile a los que se puede acceder por tren, por avión y por auto. Se generó una base de datos con los tiempos y costos asociados a cada uno de estos.

En el caso del modo auto, este solo se presenta como disponible cuando: la persona lo eligió en su viaje reportado o cuando la persona tiene licencia, auto disponible y consideraría hacer el viaje en este.

El experimento modal se ve de la siguiente forma para un viaje entre Santiago y Rancagua, para un individuo que tiene el automóvil disponible:

FIGURA Nº 2-20: EJEMPLO SITUACION DE ELECCION ENCUESTA MODAL INTERURBANA

Fuente: Encuesta en SurveyEngine.

g) Diseño Conjunto Calidad/Confiabilidad

Como se señaló, se consideran tres experimentos tipo para cada categoría de viaje:

- Experimento 1: Tiempo de viaje, tiempo de acceso, tiempo de espera, costo y regularidad (confiabilidad/puntualidad)
- Experimento 2: Tiempo de viaje, tiempo de acceso, tiempo de espera, costo y calidad (congestión/hacinamiento)
- Experimento 3: se plantea incorporar un diseño donde se evalúe tanto la confiabilidad del viaje como la calidad.

Un experimento de tipo 1 considera como atributos el costo, el tiempo y la desviación estándar del tiempo, que se reflejan en presentar al entrevistado distintos tiempos de viaje (en otros países se usó horarios de llegada) que se pivotean en relación al tiempo del viaje que realiza la persona. Es decir, la persona tiene múltiples posibles tiempos de viaje, cuya dispersión puede ser menor o mayor, y un costo, por lo que escoge entre esas opciones. La componente de la utilidad indirecta condicional en la alternativa i sería, en el caso lineal,[10] de la siguiente forma:

$$V_i = \beta_{cost} cost_i + \beta_{time} time_i + \beta_{sd} sd_i$$

Donde β_{cost}, β_{time}y β_{sd}son los parámetros que estima el modelo. El valor subjetivo del tiempo de viaje en ese caso se determinaría como $\beta_{time}/\beta_{cost}$.

El experimento de tipo 2 desagrega el tiempo de viaje de la persona en tres características (tiempo circulando a flujo libre, tiempo circulando en condiciones de tráfico lento y tiempo circulando en condiciones de congestión). En este caso la persona enfrenta una situación con un costo determinado y niveles de su tiempo de viaje que realiza circulando a flujo libre, en tráfico lento y en congestión. En este caso, la utilidad indirecta tendría la forma:

$$V_i = \beta_{cost} cost_i + \beta_{free} tfree_i + \beta_{slow} tslow_i + \beta_{cong} tcong_i$$

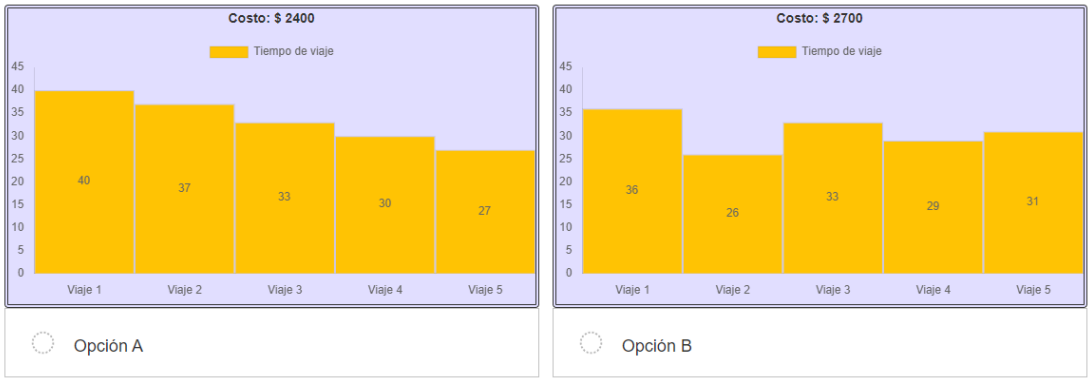
[10] Se contempla analizar distintas formas funcionales, no necesariamente lineales. El ejemplo sirve para explicar el contexto de la discusión realizada.

Donde β_{cost}, β_{free}, β_{slow} y β_{cong} son los parámetros que estima el modelo. En este caso se determinarían tres valores subjetivos del tiempo de viaje: $\beta_{free}/\beta_{cost}$, $\beta_{slow}/\beta_{cost}$, y $\beta_{cong}/\beta_{cost}$.

La dificultad surge si se desea comparar los valores del tiempo obtenidos en uno u otro caso. Es posible que, dado que el problema de la confiabilidad se relaciona de manera importante con la congestión, el valor del tiempo obtenido en el caso 1 se asimile al valor del tiempo en condiciones de congestión del caso 2, pero eso depende de cómo lo haya interpretado el entrevistado. Esta situación se dio en la aplicación en Reino Unido, pero como en ese caso no se informó al usuario de cómo se componían los tiempos del experimento 1, no fue posible relacionar los resultados. En opinión de los especialistas que participaron en esa aplicación en el Reino Unido, se obtuvieron valores inconsistentes y no se pudo determinar cuál era la valoración correcta (Hess et al., 2020).

Como forma de resolver esta inconsistencia, se propuso inicialmente pasar de un diseño del siguiente tipo:

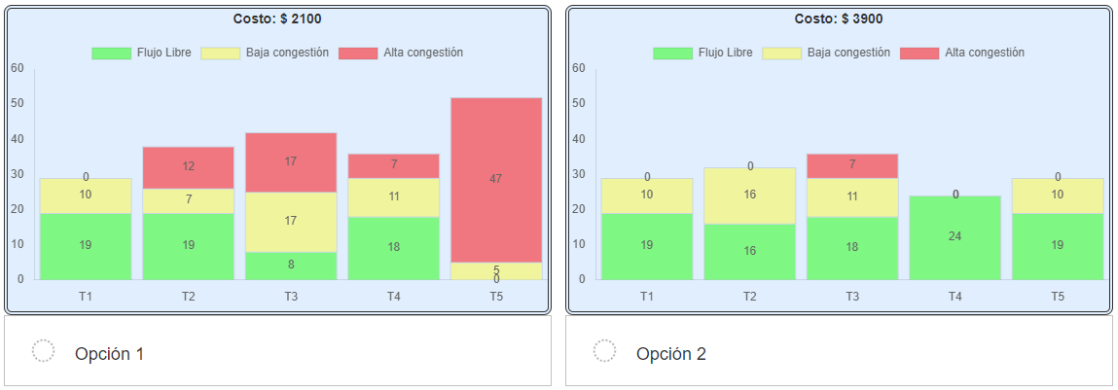
FIGURA Nº 2-21: EJEMPLO ENCUESTA 1 PARA AUTO



Fuente: Encuesta en SurveyEngine.

A uno del siguiente tipo, donde el tiempo de viaje se descompone de manera similar a la del experimento 2.

FIGURA Nº 2-22: EJEMPLO ENCUESTA 3 PARA AUTO CON DESCOMPOSICIÓN DEL TIEMPO DE VIAJE



Fuente: Encuesta en SurveyEngine.

En este caso, la función de utilidad indirecta sería de la forma:

$$V_i = \beta_{cost} cost_i + \left(\beta_{free} ffree_i + \beta_{slow} fslow_i + \beta_{cong} fcong_i\right) time_i + \beta_{sd} sd_i$$

donde $ffree$, $fslow$ y $fcong$ corresponden a la proporción del tiempo en cada condición de tiempo de viaje. Con esto, los valores del tiempo, salvo por factores de escala, podrían ser comparados con los del experimento 2.

En principio, esta opción fue analizada por el equipo consultor, y se descartó debido a la complejidad de la elección. No obstante, a solicitud de la contraparte se desarrolló el experimento para el caso de usuarios de auto y se aplicó a una muestra acotada con el fin de determinar si la dificultad cognitiva del experimento propuesto es adecuada.

Se hace presente que, si bien los ejemplos presentados se refieren a un modelo de elección de ruta para usuarios de automóvil particular, en el caso de los modelos de transporte público los experimentos tienen mayor número de atributos (e.g. tiempo de espera), lo que los harían aún más complejos. En este caso, se ha planteado el usar el hacinamiento como medida de calidad, por lo que el experimento debiera comparar confiabilidad en un contexto de mayor o menor hacinamiento.

Finalmente, es importante tener en consideración que el fenómeno subyacente a la falta de regularidad en los tiempos de viaje, el mayor nivel de ocupación de un servicio de transporte, o bien el no poder acceder a un servicio y tener un mayor tiempo de espera, puede estar en muchos casos vinculado a la congestión.

h) Resumen de Diseños

En el siguiente cuadro se resumen todos los diseños considerados de manera preliminar, que alcanzan un total de 40.

CUADRO 2-54: RESUMEN DE DISEÑOS PD INICIALMENTE CONSIDERADOS

Modo	Tipo de experimento	Diseños	N° diseños
Auto	Confiabilidad	A1, A2, A3, A4	4
	Calidad	A1, A2, A3, A4	4
	Conjunto calidad / confiabilidad	A1, A2, A3, A4	4
Transporte público (bus, metro, metrotren)	Confiabilidad	TP1, TP2, TP3	3
	Calidad	TP1, TP2, TP3	3
Taxi colectivo	Confiabilidad	TP1, TP2, TP3	3
	Calidad	TP1, TP2, TP3	3
Taxi y aplicaciones móviles	Confiabilidad	TP1, TP2, TP3	3
	Calidad	TP1, TP2, TP3	3
Bicicleta	Básico	B1, B2	2
Bus interurbano, avión, tren y auto	Básico	M1_bc, M1_bct, M1_bt, M1_inter_bus, M2_bp, M2_bcp, M2_bc, M2_inter_bus	8
		Total	**40**

Fuente: Elaboración propia.

2.4.6. Pre test Encuestas PD

Esta sección tiene por objetivo mostrar cómo funcionaron los experimentos de PD diseñados en las etapas anteriores del estudio, elegir cuál(es) utilizar por modo o tipo de viaje, evaluar potenciales modificaciones de parámetros de diseño, validar los diseños y verificar la funcionalidad del software donde se implementó las encuestas.

A estos experimentos piloto se les llamó ***pre test*** y se analiza para cada uno los siguientes tópicos:

- Percepción de los experimentos
- Elecciones en los experimentos
- Modelos estimados a partir de la información recolectada

En base a estos análisis, se validan, replantean o descartan determinados experimentos de PD.

A continuación se presentan los resultados de los pre tests para auto, transporte público y bicicleta. Para los demás modos no se hicieron pruebas iniciales ya que los diseños eran muy similares a los de estos tres modos y, por lo tanto, las conclusiones son asimilables.

a) Pre test Auto

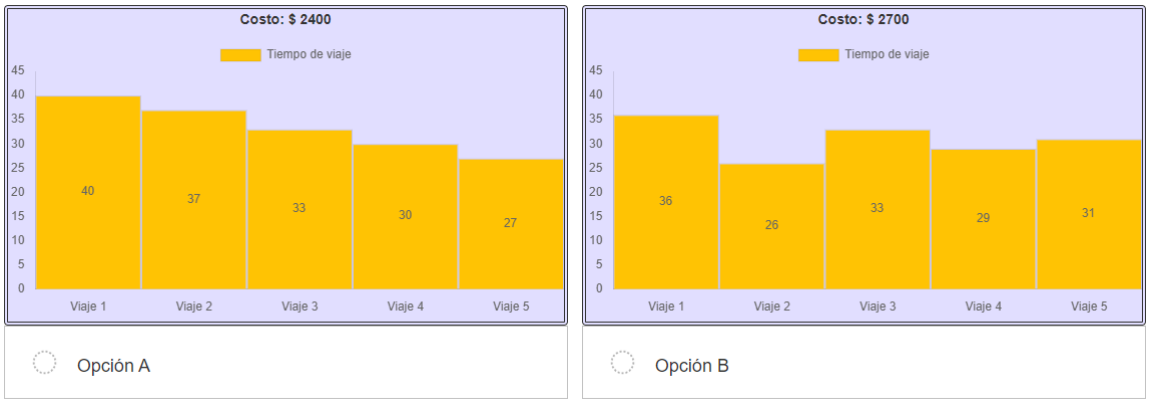
Para el experimento de auto se plantearon tres experimentos, los que se denominaron confiabilidad, calidad y conjunto. Estos tres tienen como atributos principales el tiempo de viaje y el costo de usar el auto, pero se diferencian en que:

- Confiabilidad evalúa la variabilidad que presenta el tiempo de viaje mostrando 5 escenarios de tiempo de viaje equiprobables.
- Calidad presenta el tiempo de viaje particionado según la distribución de tiempo a flujo libre, a baja congestión y a alta congestión.
- Conjunto incorpora la variabilidad del tiempo de viaje, así como también la distribución del tiempo a flujo libre, baja congestión y alta.

A modo de no sobrecargar a los encuestados, en la encuesta se les preguntaba por dos de los tres experimentos, elegidos de forma aleatoria.

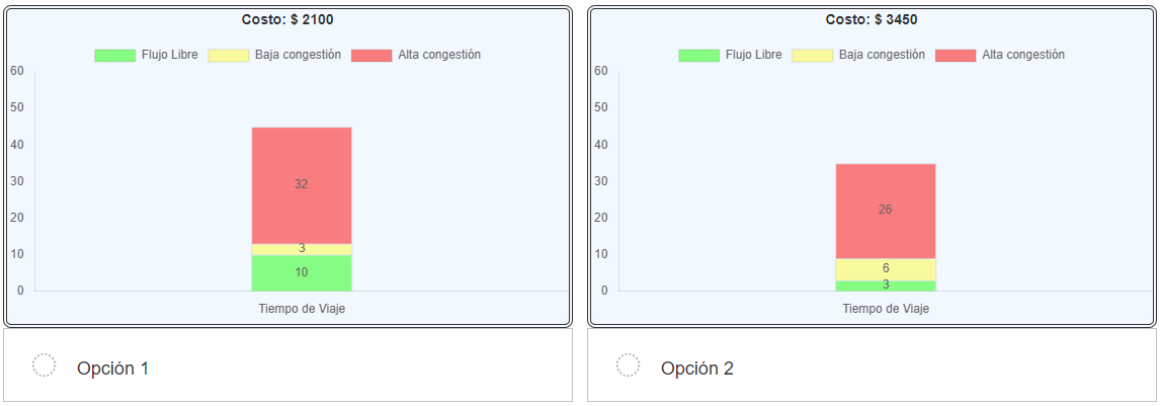
A continuación, se presentan algunas de las tarjetas implementadas en SurveyEngine para el pre test de los experimentos de preferencias declaradas para el auto.

FIGURA Nº 2-23: PRE TEST - TARJETA EXPERIMENTO CONFIABILIDAD - MODO AUTO



Fuente: Encuesta en SurveyEngine.

FIGURA Nº 2-24: PRE TEST - TARJETA EXPERIMENTO CALIDAD - MODO AUTO



Fuente: Encuesta en SurveyEngine.

FIGURA Nº 2-25: PRE TEST - TARJETA EXPERIMENTO CONJUNTO - MODO AUTO

Fuente: Encuesta en SurveyEngine.

El pre test fue levantado mediante la plataforma online SurveyEngine durante el 20 de septiembre de 2022 hasta el 28 de septiembre del mismo año. La forma de difusión fue a través de redes de contactos del equipo consultor y el mandante. Los resultados de esta etapa no buscan ser representativos, sino más bien verificar la correcta implementación de los experimentos, la recepción por parte de los encuestados y determinar si los parámetros

estimados con baja muestra tienen los signos esperados. Se recibieron en total 27 encuestas, todas ellas para viajes en la Región Metropolitana. Cada experimento recibió 18 encuestados (2/3 del total) lo cual es consistente con la asignación aleatoria de experimentos indicados anteriormente.

Percepción de los Experimentos

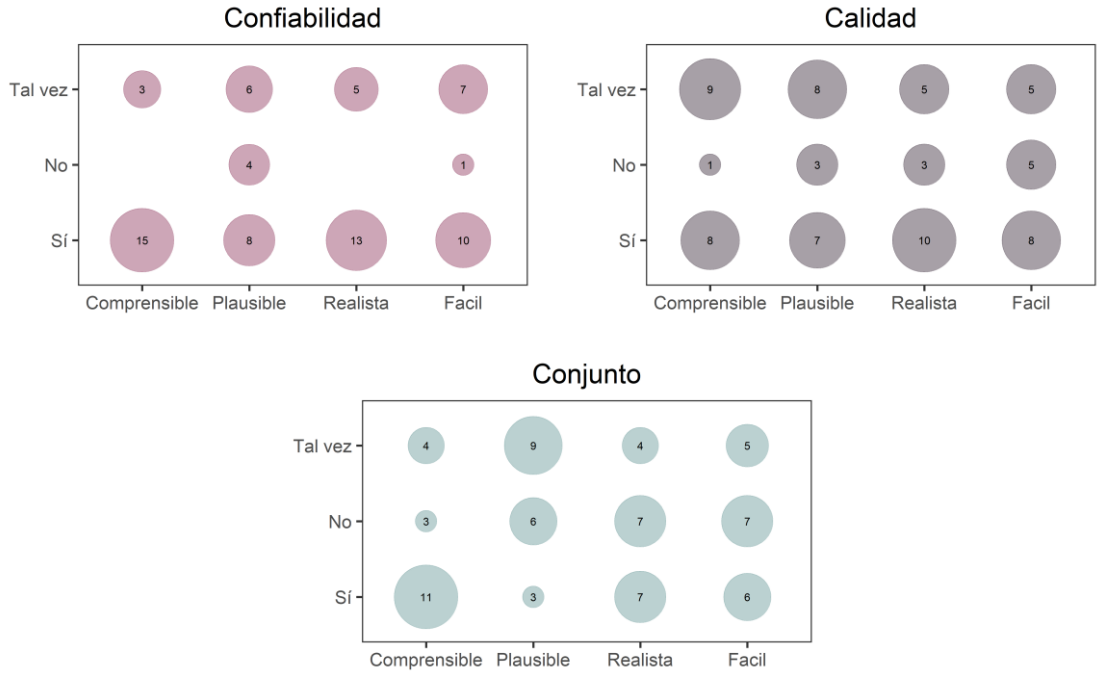
Los objetivos de realizar el pre test de cada uno de los experimentos eran verificar si los experimentos eran comprendidos, realistas y fáciles de responder para los encuestados. Además, se esperaba generar modelos simples y con ellos explorar cómo se comportan los signos y la significancia de los atributos considerados por experimento.

Para analizar el recibimiento del experimento por parte de los encuestados se preguntó al final de la aplicación los siguientes aspectos:

- Comprensible: Pude entender las situaciones a las que me enfrenté (Si / No / Tal vez)
- Plausible: Fui capaz de elegir como si me enfrentara a mi situación real (Si / No / Tal vez)
- Realista: Encontré realistas las opciones presentadas (Si / No / Tal vez)
- Fácil: Me resultó fácil elegir entre las opciones presentadas (Si / No / Tal vez)

Los resultados obtenidos para la percepción de los experimentos se presentan en las siguientes figuras.

FIGURA Nº 2-26: PRE TEST - COMPRENSIÓN SEGÚN EXPERIMENTO – MODO AUTO



Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en pre-test.

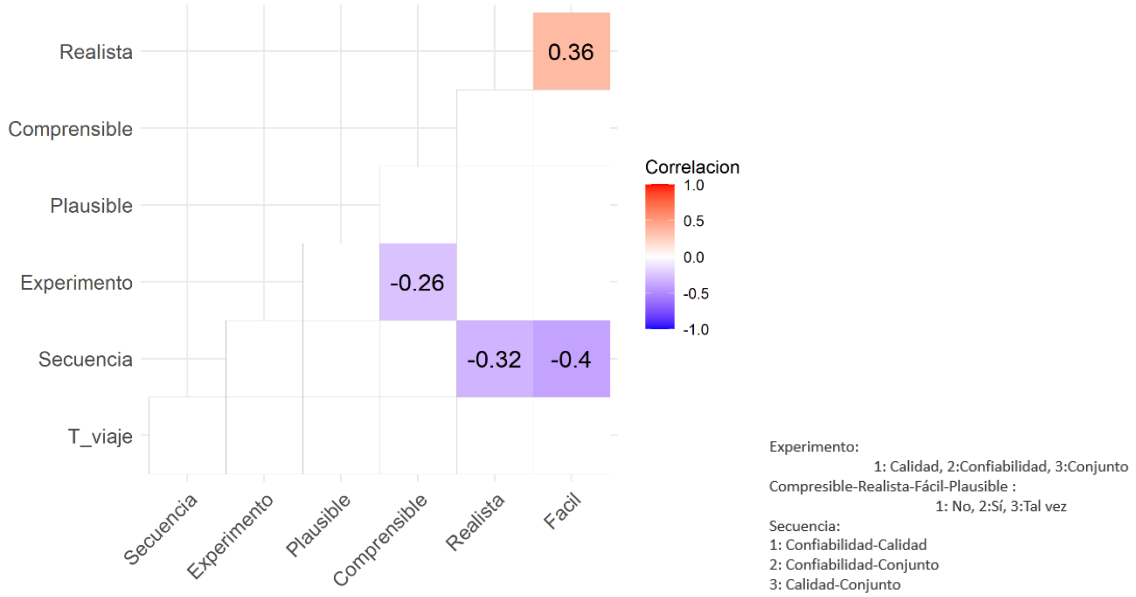
Se observa que el experimento de confiabilidad es percibido como más comprensible, realista y fácil que los demás experimentos. Esto pues es el experimento con mayor cantidad de "sí's" y menor cantidad de "no's" en aquellas categorías.

En la categoría "Plausible", el experimento de confiabilidad se parece al de calidad.

De acuerdo a la suma de "si's"-"no's" las percepciones generales sobre los experimentos indican que el experimento mejor percibido corresponde al de confiabilidad (41), luego calidad (21) y en último lugar el conjunto (4).

Se realizó además un análisis de correlaciones para dar significancia a los resultados anteriores, para lo cual se utilizó el test de correlación de Kendall.

FIGURA Nº 2-27: PRE TEST - CORRELACIÓNES EXPERIMENTO – MODO AUTO



Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en pre-test

Se encontró que:

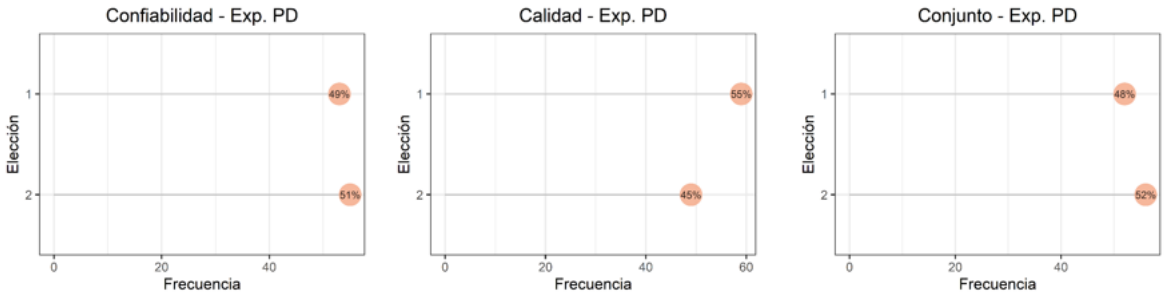
- Realismo y Fácil tienen correlación positiva. Esto puede mostrar que a medida que experimento es percibido como más realista, también es más fácil de contestar.
- Experimento y Comprensible tienen correlación negativa
- Secuencia y Realista tienen correlación negativa. Mostrando que aquellos encuestados con secuencias bajas (relacionadas con confiabilidad) tienen mejor realismo.
- Secuencia y Fácil tienen correlación negativa. Mostrando que aquellos encuestados con secuencias bajas (relacionadas con confiabilidad) tienen mejor realismo.

Elecciones Preferencias Declaradas

Otro aspecto relevante del pre test era el análisis de las respuestas ante los experimentos de preferencias declaradas.

En un primer análisis se verificó que las respuestas no estuviesen cargadas a la opción 1 u 2, pudiendo mostrar indicios de "*speedsters*" (personas que responden rápido las encuestas casi sin leer), personas con elecciones irracionales o un desequilibrio en los escenarios.

FIGURA Nº 2-28: PRE TEST - RESPUESTAS ELECCIONES DE PREFERENCIAS DECLARADAS – MODO AUTO



Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en pre-test.

En este caso se encontró que todos los experimentos tienen varianza en las opciones elegidas en el experimento PD, donde los experimentos se centran en el 50% casi para cada opción. El experimento de calidad fue el que presentó mayor diferencia con un 55% para la opción 1 y 45% para la opción 2.

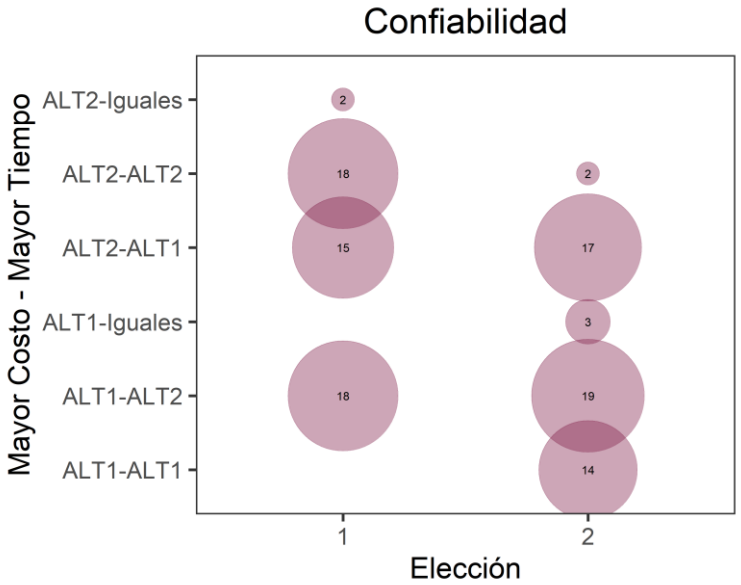
También importaba en esta sección analizar los efectos de posible dominancia entre el tiempo de viaje y costo, es decir, qué pasa con las elecciones cuando tiempo y costo de una alternativa son mayores que la otra. Esto en parte permite ver indicios de racionalidad en las elecciones de los usuarios y también detectar variables que no entran en la decisión del encuestado, como podría ser la variabilidad en el experimento de confiabilidad.

Para esto se consideraron las siguientes variables de acuerdo al experimento.

- Confiabilidad: Tiempo de viaje medio y costo
- Calidad: Tiempo de viaje total y costo
- Conjunto: Tiempo de viaje medio total y costo

A continuación se presentan las elecciones en los escenarios presentados para el experimento de confiabilidad según cual es la alternativa de mayor costo y mayor tiempo (según la definición anterior).

FIGURA Nº 2-29: PRE TEST - ANÁLISIS DOMINANCIA EXPERIMENTO DE CONFIABILIDAD – MODO AUTO



Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en pre-test

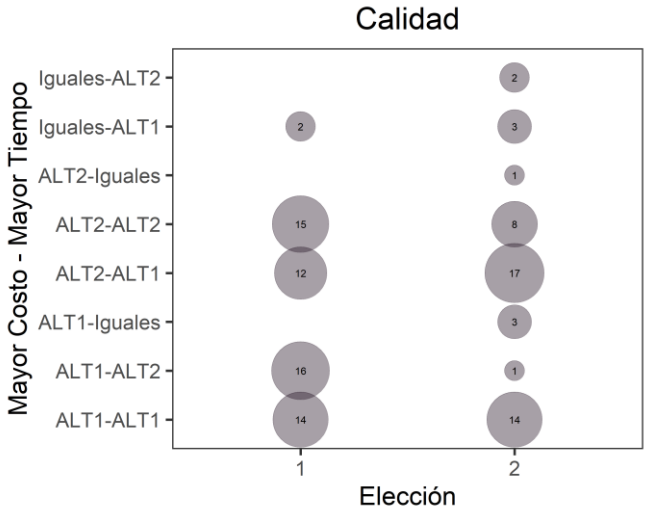
En confiabilidad se puede ver que cuando existe una alternativa con mayor costo y tiempo la elección está cargada hacia la de menor tiempo. Por otro lado, cuando existe un trade off entre tiempo y costo las elecciones están repartidas casi equitativamente entre las opciones 1 y 2.

De aquí se infiere que:

- Los encuestados realizan *trade off* entre tiempo medio presentado y el costo
- La variabilidad parece no ser tomada en consideración, debido a que hay escasa varianza en elecciones cuando hay dominancia de tiempo medio y costo.

Las elecciones según costo y tiempo para el experimento de calidad se presentan en el siguiente gráfico.

FIGURA Nº 2-30: PRE TEST - ANÁLISIS DOMINANCIA EXPERIMENTO DE CALIDAD – MODO AUTO

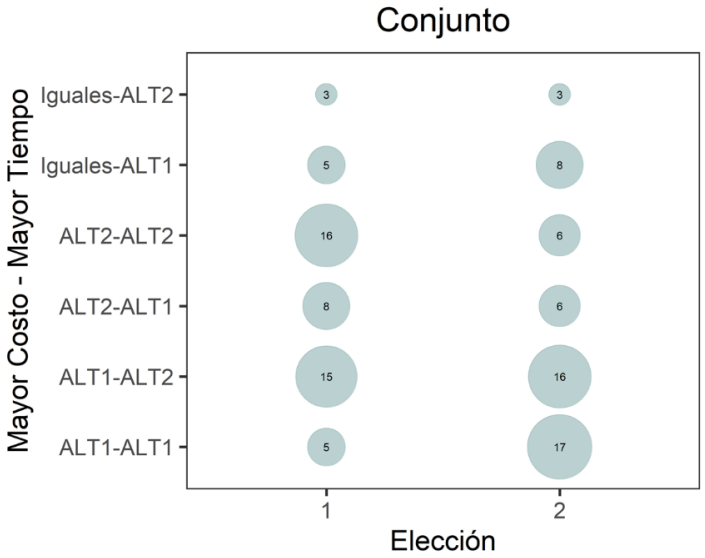


Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en pre-test

En este caso no se observa una respuesta a la dominancia por parte de las elecciones, teniendo que cuando la alternativa 1 es más cara y demorosa las elecciones son 14 para la alternativa 1 y 14 para la alternativa 2. Esto da indicios de que el experimento no se entendió, que quienes decidieron no estaban siendo racionales o bien que la distribución de tiempo de viaje afecta las elecciones en el experimento.

Las elecciones según costo y tiempo para el experimento de conjunto se presentan en el siguiente gráfico.

FIGURA Nº 2-31: PRE TEST - ANÁLISIS DOMINANCIA EXPERIMENTO DE CONJUNTO – MODO AUTO



Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en pre-test

En el experimento conjunto sí se observan respuestas a las dominancias de costos y tiempos de viaje. Esto se ve representado en que cuando la alternativa 1 es la más cara y demorosa, las elecciones están significativamente cargadas a la alternativa 2.

Modelos Preferencias Declaradas

Se analizaron los resultados iniciales de la modelación de las preferencias declaradas obtenidas del pre test.

Las formas funcionales de la utilidad en el experimento de confiabilidad es la siguiente:

$$U_1 = cost \cdot \beta_{tarifa} + tv \cdot \beta_{tv} + sdtv \cdot \beta_{sdtv} + asc_1$$
$$U_2 = cost \cdot \beta_{tarifa} + tv \cdot \beta_{tv} + sdtv \cdot \beta_{sdtv}$$

Donde:
tv: Tiempo de viaje medio [min]
$sdtv$: Desviación del tiempo de viaje [min]
$cost$: Costo del viaje [$]

Los resultados de este modelo se presentan en el siguiente cuadro. En este se puede apreciar que el tiempo medio y el costo son significativos, mientras que la variabilidad de los tiempos presentados y la constante no lo son.

CUADRO 2-55: PRE TEST - PARÁMETROS MODELO EXPERIMENTO AUTO - CONFIABILIDAD

Parámetros	Estimado	Error estándar.	t-ratio(0)	Error estándar robusto	Rob.t-ratio(0)
β_{tarifa}	-0,002	0,000	-4,382	0,000	-3,715
β_{tv}	-0,388	0,083	-4,690	0,091	-4,274
β_{sdtv}	-0,016	0,118	-0,134	0,174	-0,090
asc_1	-0,252	0,249	-1,010	0,285	-0,885
asc_2					

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de modelación de pre-test.

La forma funcional para el experimento de calidad utiliza el tiempo de viaje total sin hacer la distinción por categoría, debido a que el modelo con la participación fue descartado por presentar peores resultados.

CUADRO 2-56: PRE TEST - PARÁMETROS MODELO EXPERIMENTO AUTO - CALIDAD

Parámetros	Estimado	Error estándar.	t-ratio(0)	Error estándar robusto	Rob.t-ratio(0)
β_{tarifa}	0,000	0,000	-0,377	0,000	-0,308
β_{tv}	-0,024	0,009	-2,520	0,005	-5,001
asc_1	0,255	0,203	1,257	0,159	1,601
asc_2					

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de modelación de pre-test.

Estos resultados muestran que el modelo de calidad no presenta significancia en el costo del viaje, por lo cual no permitiría estimar correctamente valores del tiempo con la muestra de 18 encuestados.

En el caso del experimento conjunto se probó una forma funcional igual a la de confiabilidad pero con el tiempo medio total y las distribuciones según flujo libre, baja congestión y alta congestión. Sin embargo, estas últimas se descartaron por no aportar información al modelo. Los resultados se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO 2-57: PRE TEST - PARÁMETROS MODELO EXPERIMENTO AUTO - CONJUNTO

Parámetros	Estimado	Error estándar.	t-ratio(0)	Error estándar robusto	Rob.t-ratio(0)
β_{tarifa}	-0.001	0.000	-2.409	0.000	-1.738
β_{tv}	-0.075	0.032	-2.318	0.027	-2.741
β_{sdtv}	-0.009	0.055	-0.171	0.053	-0.177
asc_1	-0.072	0.207	-0.348	0.264	-0.272
asc_2					

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de modelación de pre-test.

Se observa que en este caso el tiempo de viaje medio total y el costo son significativos. No así la variabilidad del tiempo de viaje, ni la constante modal.

En resumen, se ha encontrado que el experimento de confiabilidad y conjunto recuperan los parámetros de tiempo de viaje y costo, mientras que calidad no es capaz de recuperar el costo.

CUADRO 2-58: PRE TEST - SIGNIFICANCIA PARÁMETROS EXPERIMENTOS DE MODO AUTO

Experimento	Significancia			
	$Cost$	tv*	$sdtv$	%ff, %lc,%hc**
Confiabilidad	Si	Si	No	-
Calidad	No	Si	-	No
Conjunto	Si	Si	No	No

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de modelación de pre-test.
*Especificación depende del experimento. **ff: % de tiempo a flujo libre, lc: % de tiempo a baja congestión y hc: %de tiempo a alta congestión

Finalmente, se utilizaron los modelos para tener nociones sobre el tiempo de viaje en auto. Para esto se calcula la tasa de sustitución entre el tiempo de viaje y el costo expresada como β_{tv}/β_{cost}. Esto representa la máxima disposición a pagar por ahorrar una unidad de tiempo. En el siguiente cuadro se presentan los valores medios del VTV obtenido para los modelos.

CUADRO 2-59: PRE TEST - VALORES SUBJETIVOS DEL TIEMPO – EXPERIMENTO AUTO

Experimento	Valor Subjetivo del Tiempo [$/h]
Confiabilidad	$ 14894
Calidad	-*
Conjunto	$ 7853

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de modelación de pre-test.
*Costo no significativo en experimento de calidad.

Conclusiones

Como conclusiones del pre test para usuarios de automóvil se tienen variados resultados que ayudan a enfocar el trabajo de terreno a realizar como parte del presente estudio. En primer lugar, la implementación en el programa SurveyEngine no presentó problemas en la

secuencia de la encuesta, almacenamiento de información y el post procesamiento de la misma. Es decir, el programa es apto para el levantamiento de la encuesta.

Por otro lado, llegaron comentarios de que las figuras que se presentaron en los experimentos presentaban complicaciones cuando se realizaba desde el celular, lo que se solucionaba al girar la pantalla y ponerla en modo "horizontal". La encuesta está dirigida para que sea respondida desde el computador, en caso de que alguien responda desde su celular se añadió la recomendación de girar la pantalla al modo horizontal.

Sobre los experimentos analizados se recibieron respuestas que aluden a la alta complejidad que algunos tenían, en particular el experimento de calidad y el conjunto. Se percibía que estos presentaban demasiados atributos y no era fácil realizar la elección.

Esta complejidad se traduce en **mejores percepciones hacia el experimento de confiabilidad y a mejores resultados en la estimación de los modelos de elección**. El experimento de confiabilidad estima robustamente tiempo de viaje medio y costo, mientras que el conjunto estima ambos significativamente (menor robustez) y calidad no estima el costo de forma significativa, al menos para las limitadas muestras de esta prueba exploratoria.

De acuerdo a esto, los experimentos de calidad y el conjunto no se recomendaron para ser lanzados al público general pues tuvieron mala recepción por su complejidad, ante una muestra que estaba enfocada en un sector de alto nivel educacional.

Lo que se encontró para auto se consideró válido también para los diseños para modos taxi colectivo y taxi y aplicaciones móviles, debido a que si no fue posible entender el experimento conjunto ni el de calidad en auto, menos lo será cuando los atributos del experimento se incrementen.

b) Pre test Transporte Público

Para el experimento de transporte público se plantearon dos experimentos, los que se denominaron confiabilidad y calidad. El experimento de confiabilidad en transporte público tiene como atributos los siguientes:

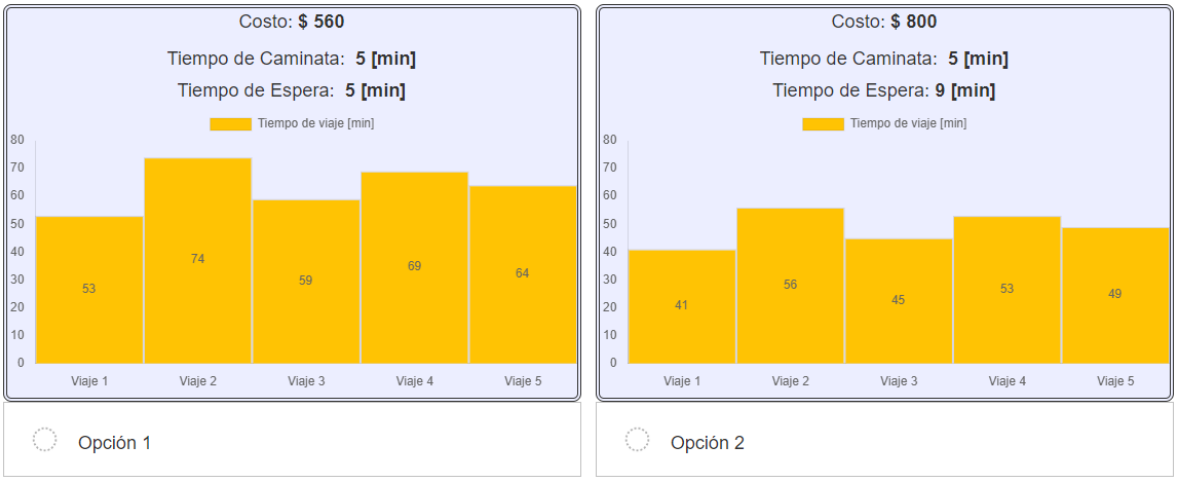
- Tiempo de viaje
- Tiempo de acceso
- Tiempo de espera
- Costo del pasaje
- Variabilidad en el tiempo de viaje

En el caso del experimento de calidad para transporte público los atributos utilizados corresponden a los siguientes:

- Tiempo de viaje
- Tiempo de acceso
- Tiempo de espera
- Costo del pasaje
- Nivel de hacinamiento

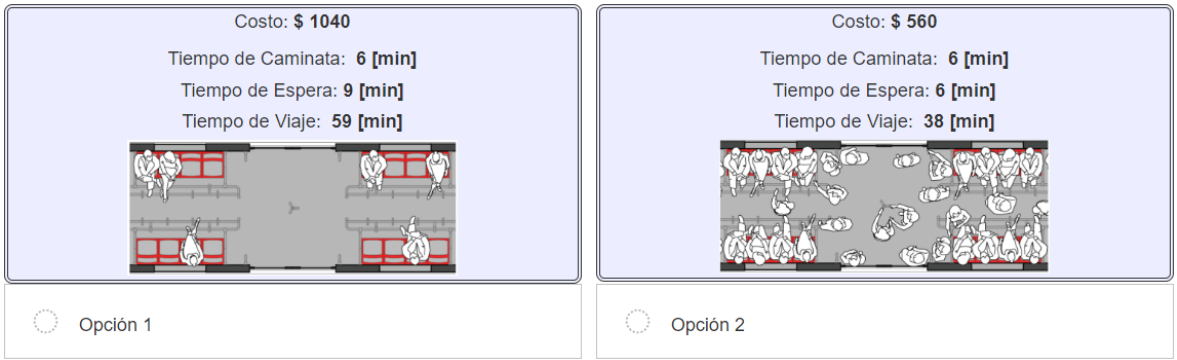
A continuación, se presentan algunas de las tarjetas implementadas en SurveyEngine para el pre test de los experimentos de preferencias declaradas para el transporte público.

FIGURA Nº 2-32: TARJETA EXPERIMENTO CONFIABILIDAD - MODO TRANSPORTE PÚBLICO



Fuente: Encuesta en SurveyEngine.

FIGURA Nº 2-33: TARJETA EXPERIMENTO CALIDAD - MODO TRANSPORTE PÚBLICO



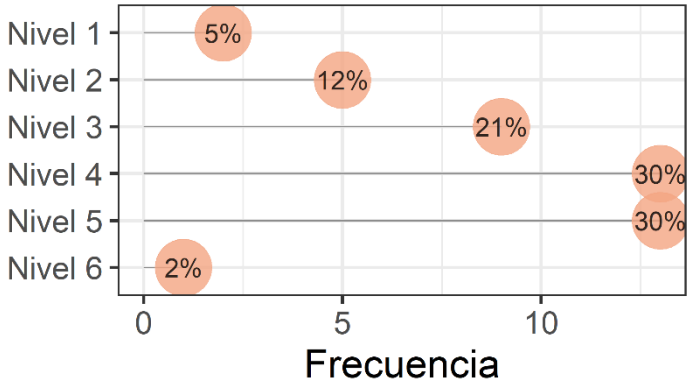
Fuente: Encuesta en SurveyEngine.

El pre test fue levantado mediante la plataforma online SurveyEngine durante el 30 de septiembre de 2022 hasta el 05 de octubre del mismo año. La forma de difusión fue a través de redes de contactos del equipo consultor y el mandante. Los resultados de esta etapa buscaban verificar la correcta implementación de los experimentos, la recepción por parte de los encuestados y determinar si los parámetros estimados con baja muestra tienen los signos esperados.

Se recibieron en total 43 encuestas, todas ellas para viajes de corta distancia en la Región Metropolitana. A cada encuestado se le presentaron ambos experimentos, pero en orden aleatorio, donde a algunos se les presentó en orden confiabilidad-calidad y a otros calidad-confiabilidad. Dado esto, cada experimento recibió 43 encuestados y la asignación para el orden de los experimentos fue aleatoria.

A continuación se presentan los niveles de hacinamiento declarados por los encuestados para el viaje en el cual estaban tomando como referencia. En esta se observa que el nivel de hacinamiento actual para los encuestados se encuentra en niveles 4-5 de los especificados anteriormente.

FIGURA Nº 2-34: PRE TEST - NIVELES DE HACINAMIENTO ACTUAL – MODO TRANSPORTE PÚBLICO



Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en pre-test.

Percepción de los Experimentos

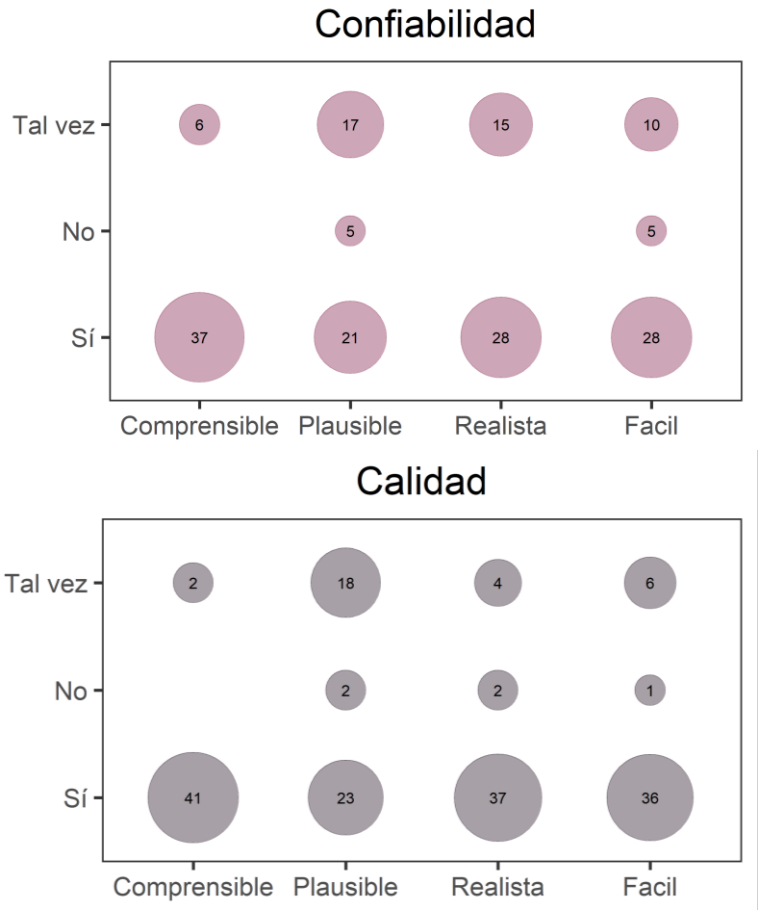
Los objetivos de realizar el pre test de cada uno de los experimentos eran verificar si los experimentos eran comprendidos, realistas y fáciles de responder para los encuestados. Además, se esperaba generar modelos simples y con ellos explorar cómo se comportan los signos y la significancia de los atributos considerados por experimento.

Para analizar el recibimiento del experimento por parte de los encuestados se preguntaron los siguientes aspectos:

- **Comprensible**: Pude entender las situaciones a las que me enfrenté (Si / No / Tal vez)
- **Plausible**: Fui capaz de elegir como si me enfrentara a mi situación real (Si / No / Tal vez)
- **Realista**: Encontré realistas las opciones presentadas (Si / No / Tal vez)
- **Fácil**: Me resulto fácil elegir entre las opciones presentadas (Si / No / Tal vez)

Los resultados obtenidos para la percepción de los experimentos se presentan en las siguientes figuras.

FIGURA Nº 2-35: PRE TEST - COMPRENSIÓN SEGÚN EXPERIMENTO - MODO TRANSPORTE PÚBLICO



Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en pre-test

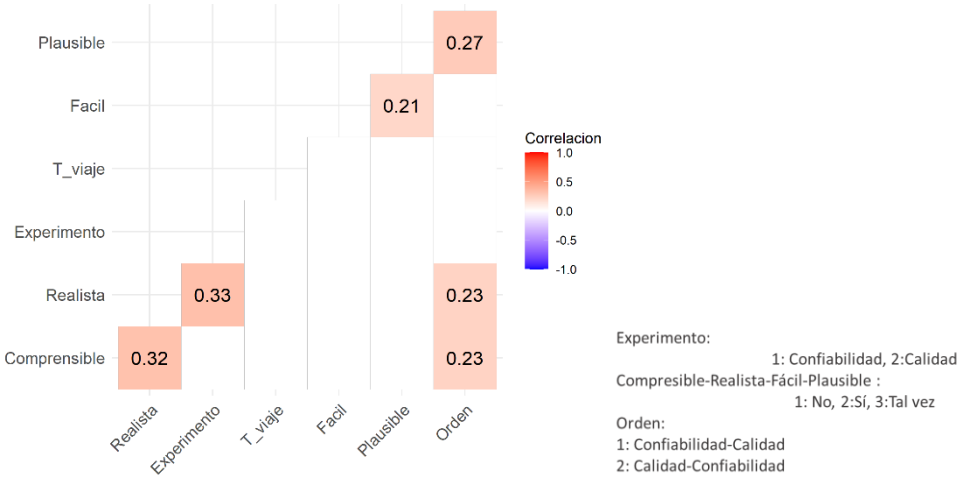
Se observa que el experimento de calidad es percibido como más comprensible, realista y fácil que el experimento de confiabilidad. Esto pues es el experimento con mayor cantidad de “sí’s” y menor cantidad de “no’s” en aquellas categorías.

En la categoría “Plausible”, ambos experimentos tienen niveles similares.

De acuerdo a la suma de “si’s”-“no’s” las percepciones generales sobre los experimentos indican que el experimento mejor percibido corresponde al de calidad (132) y luego confiabilidad (104).

Se realizó además un análisis de correlaciones para dar significancia a los resultados anteriores, para lo cual se utilizó el test de correlación de Kendall.

FIGURA Nº 2-36: PRE TEST - CORRELACIONES ENTRE VARIABLES - MODO TRANSPORTE PÚBLICO



Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en pre-test

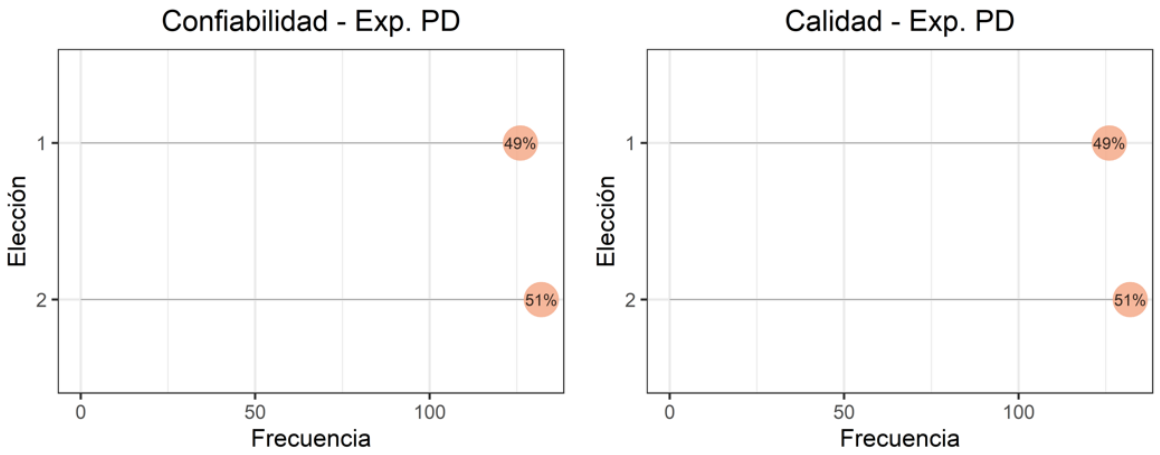
Se encontró que:

- Existe correlación positiva entre experimento y realista, mostrando que el experimento de calidad es percibido significativamente como más realista que el de confiabilidad.
- Existe correlación positiva entre realismo y comprensión, mostrando que cuando una mejora la otra también (sin necesariamente mostrar causalidad).
- Existe correlación positiva entre facilidad y plausibilidad, mostrando que cuando una mejora la otra también.
- Cuando se presentó calidad primero, hubo mejor percepción de comprensión, realismo y plausibilidad.

Elecciones Preferencias Declaradas

Otro aspecto relevante del pre test era el análisis de las respuestas ante los experimentos de preferencias declaradas. En un primer análisis se verificó que las respuestas no estuviesen cargadas a la opción 1 u 2, pudiendo mostrar indicios de personas con elecciones irracionales o experimento mal equilibrado.

FIGURA Nº 2-37: PRE TEST - RESPUESTAS ELECCIONES DE PREFERENCIAS DECLARADAS – MODO TRANSPORTE PÚBLICO



Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en pre-test

En este caso se encontró que todos los experimentos tienen variabilidad en las opciones elegidas en el experimento PD, donde los experimentos se centran en el 50% casi para cada opción.

Se preguntó en cada experimento sobre los atributos que habían considerado en las elecciones realizadas. Estos se presentaron de forma aleatoria según como se muestra la siguiente figura:

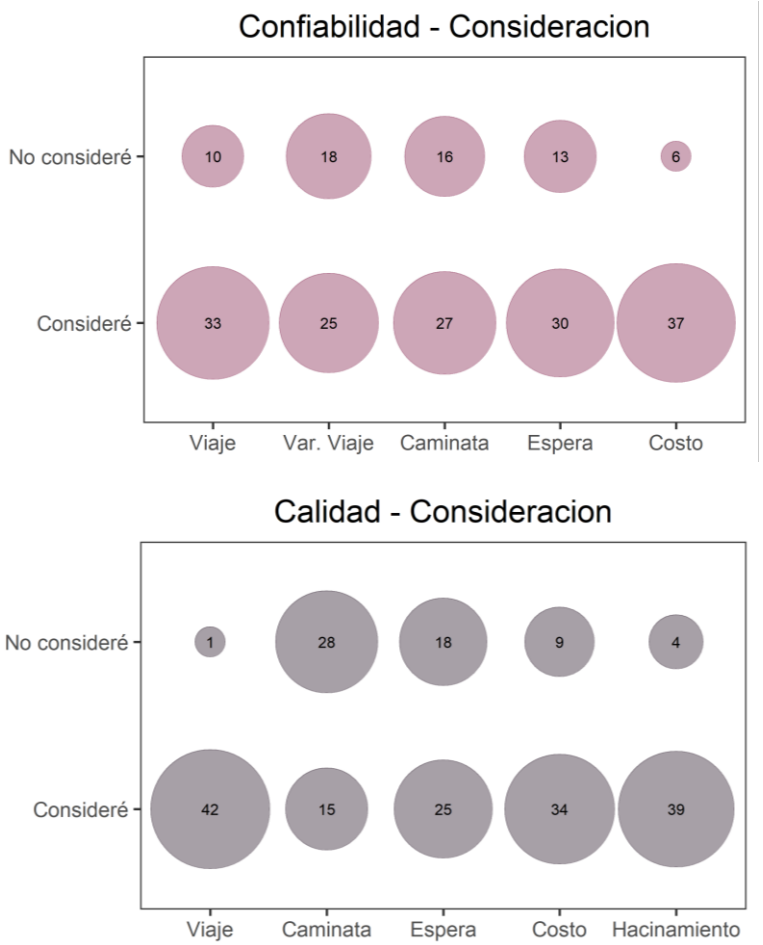
FIGURA Nº 2-38: PRE TEST - CONSIDERACIÓN DE ATRIBUTOS – MODO TRANSPORTE PÚBLICO

	Consideré	No consideré
Costo del viaje [$]	○	○
Tiempo de caminata [min]	○	○
Tiempo de espera [min]	○	○
Tiempo de viaje [min]	○	○
Variabilidad en el tiempo de viaje	○	○

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados por experimento se presentan en la siguiente figura:

FIGURA Nº 2-39: PRE TEST - CONSIDERACIÓN SEGÚN EXPERIMENTO TRANSPORTE PÚBLICO



Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en pre-test

Se observa que en orden decreciente los atributos considerados por experimento son los siguientes:

CUADRO 2-60: PRE TEST - ORDEN DE CONSIDERACIÓN SEGÚN EXPERIMENTO – MODO TRANSPORTE PÚBLICO

Experimento Confiabilidad	Experimento Calidad
Costo	Tiempo de viaje
Tiempo de viaje	Nivel de hacinamiento
Tiempo de espera	Costo
Tiempo de caminata	Tiempo de espera
Variabilidad	Tiempo de caminata

Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en pre-test

En el experimento de calidad se consideró con mayor frecuencia el tiempo de viaje que en el de confiabilidad. Mientras que en el experimento de confiabilidad se consideró con mayor frecuencia el tiempo de espera, tiempo de caminata y costo.

Cabe destacar que el nivel de hacinamiento fue considerado por casi toda la muestra, muy distante de la consideración que tuvo la variabilidad en el experimento de confiabilidad.

Los tiempos de espera y caminata no son considerados tanto como el resto de los atributos de diseño.

Además, en el experimento de confiabilidad 6/43 (14%) declararon considerar los cinco atributos en sus elecciones y 9/43 (21%) declararon considerar todos en el experimento de calidad.

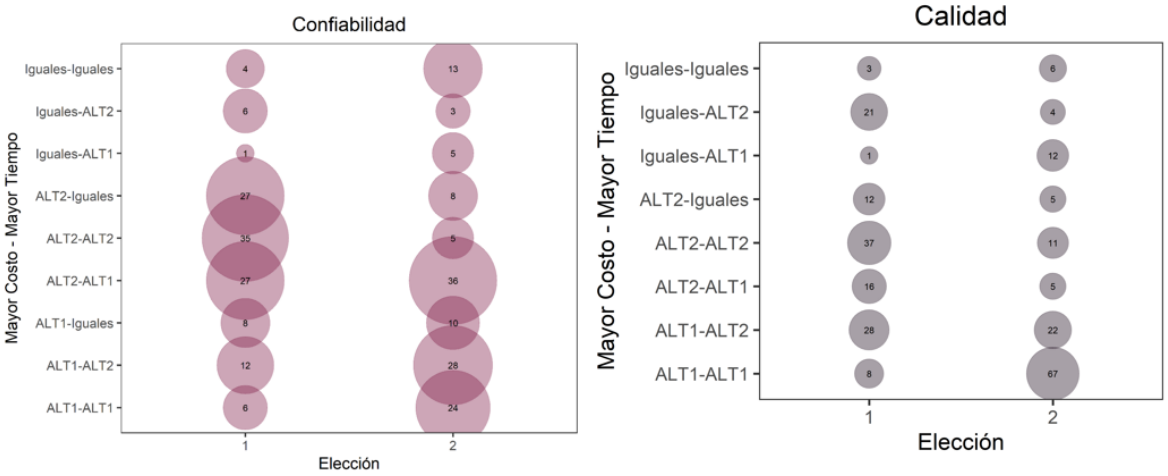
También importaba en esta sección analizar los efectos de posible dominancia entre el tiempo de viaje y costo, es decir, que pasa con las elecciones cuando tiempo y costo de una alternativa son mayores que la otra. Esto en parte permite ver indicios de racionalidad en las elecciones de los usuarios y también detectar variables que no entran en la decisión del encuestado, como podría ser la variabilidad en el experimento de confiabilidad.

Para esto se consideraron las siguientes variables de acuerdo al experimento.

- Experimento de confiabilidad: Tiempo de viaje medio y costo
- Experimento de calidad: Tiempo de viaje total y costo

A continuación se presentan las elecciones en los escenarios presentados para el experimento de confiabilidad según cual es la alternativa de mayor costo y mayor tiempo (según la definición anterior).

FIGURA Nº 2-40: PRE TEST - ANÁLISIS ESCENARIOS DOMINADOS EN COSTO Y TIEMPO – EXPERIMENTO TRANSPORTE PÚBLICO



Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en pre-test

En confiabilidad y calidad se puede ver que cuando existe una alternativa con mayor costo y tiempo la elección de la alternativa “dominada” presenta mayores elecciones, pero existen varios casos en donde se elige la alternativa “no dominada”. En los casos en donde no hay posible dominancia de costo y tiempo las elecciones se reparten entre las dos opciones.

De aquí se infiere que:

- Los encuestados realizan *trade off* entre tiempo medio presentado y el costo
- En los casos aparentemente dominados en tiempo y costo existen otras variables que llevan a los encuestados a elegir la opción "dominada", evidenciando la consideración de otros atributos que en ciertos casos generan mayor beneficio/molestia que el costo y tiempo.

Modelos Preferencias Declaradas

En este caso corresponde analizar los resultados iniciales de la modelación de las preferencias declaradas obtenidas del pre test. Esto para complementar los análisis realizados de forma previa.

La forma funcional de la utilidad en el experimento de confiabilidad es la siguiente:

$$U = cost \cdot \beta_{tarifa} + tv \cdot \beta_{tv} + sdtv \cdot \beta_{sdtv} + te \cdot \beta_{te} + tc \cdot \beta_{tc} + asc$$

Donde:
tv: Tiempo de viaje medio [min]
$sdtv$: Desviación del tiempo de viaje [min]
te: Tiempo de espera [min]
tc: Tiempo de caminata [min]
$cost$: Costo del viaje [$]

Los resultados de este modelo se presentan en el siguiente cuadro. En este se puede apreciar que el tiempo medio y el costo son significativos, mientras que la variabilidad de los tiempos presentados y la constante no lo son.

CUADRO 2-61: PRE TEST - PARÁMETROS MODELO EXPERIMENTO TRANSPORTE PÚBLICO - CONFIABILIDAD

Parámetros	Estimado	Error estándar.	t-ratio(0)	Error estándar robusto	Rob.t-ratio(0)
β_{tarifa}	-0,003	0,001	-5,129	0,001	-4,180
β_{tv}	-0,238	0,102	-2,346	0,081	-2,934
β_{sdtv}	0,089	0,226	0,392	0,188	0,471
β_{tc}	0,043	0,061	0,698	0,070	0,610
β_{te}	-0,045	0,060	-0,737	0,077	-0,576
asc_1	-0,174	0,146	-1,192	0,104	-1,668
asc_2					

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de modelación de pre-test.

Se obtiene en el experimento de confiabilidad que las variables significativas corresponden a la tarifa y al tiempo de viaje, donde la variabilidad, tiempo de caminata y espera resultan no significativas. El tiempo de espera tiene el signo del parámetro negativo, de acuerdo a lo esperado, sin embargo, la variabilidad y el tiempo de espera presentan signos positivos contrarios a lo esperado.

La constante asc_1, que busca revelar tendencias a elegir una opción por sobre la otra por su ubicación en la tarjeta, tiene significancia cercana al 90% mostrando cierta tendencia a elegir la alternativa 2 por sobre la 1 independiente de sus atributos.

La forma funcional de la utilidad en el experimento de calidad es la siguiente:

$$U = cost \cdot \beta_{tarifa} + tv \cdot \beta_{tv} + te \cdot \beta_{te} + tc \cdot \beta_{tc} + \sum_{x \in [1,6]} \beta_{hac_x} \cdot \delta_x + asc$$

Donde,
tv: Tiempo de viaje [min]
te: Tiempo de espera [min]
tc: Tiempo de caminata [min]
$cost$: Costo del viaje [$]
δ_x: Parámetro que vale 1 cuando el nivel de hacinamiento es "x" y 0 en caso contrario

Los resultados obtenidos para el modelo del experimento de calidad se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO 2-62: PRE TEST - PARÁMETROS MODELO EXPERIMENTO TRANSPORTE PÚBLICO - CALIDAD

Parámetros	Estimado	Error estándar.	t-ratio(0)	Error estándar robusto	Rob.t-ratio(0)
β_{tarifa}	-0,007	0,001	-5,709	0,001	-5,273
β_{tv}	-0,075	0,015	-4,949	0,028	-2,686
β_{hac_1}	0,000				
β_{hac_2}	-0,929	0,456	-2,038	0,469	-1,980
β_{hac_3}	-1,254	0,589	-2,129	0,714	-1,755
β_{hac_4}	-0,141	0,429	-0,328	0,515	-0,274
β_{hac_5}	-3,160	0,682	-4,637	0,804	-3,930
β_{hac_6}	-3,949	0,689	-5,727	0,915	-4,315
β_{tc}	-0,025	0,085	-0,296	0,075	-0,336
β_{te}	0,100	0,106	0,951	0,085	1,182
asc_1	0,247	0,215	1,151	0,180	1,372
asc_2	0,000				

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de modelación de pre-test.

En el experimento de calidad las variables del modelo que resultaron significativas y con el signo correcto corresponden al tiempo de viaje, costo, niveles de hacinamiento 2, 3, 5 y 6. Cabe destacar que los valores de los niveles de hacinamiento significativos son decrecientes mostrando que a mayor hacinamiento la desutilidad producida aumenta. El tiempo de caminata y el tiempo de espera no resultaron significativos, con el primero con el signo correcto.

Ambos experimentos son capaces de estimar significativamente los parámetros para el tiempo de viaje y costo. Sin embargo, el experimento de calidad es bastante más robusto para realizar (ver rob-t-ratio en los cuadros anteriores).

A modo de resumen se presentan las variables significativas por experimento para transporte público.

CUADRO 2-63: PRE TEST - SIGNIFICANCIA DE PARÁMETROS EXPERIMENTO TRANSPORTE PÚBLICO

Variable	Experimento Confiabilidad	Experimento Calidad
Tiempo de viaje*	SI	SI
Costo del viaje	SI	SI
Tiempo de caminata	NO	NO
Tiempo de espera	NO	NO
Variabilidad en tiempo de viaje	NO	-
Nivel de Hacinamiento	-	SI

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de modelación de pre-test.
*Especificación depende del experimento

Finalmente, se utilizaron los modelos para tener nociones iniciales sobre el valor subjetivo del tiempo de viaje en transporte público. Para esto se calcula la tasa de sustitución entre el tiempo de viaje y el costo expresada como $\beta_{tv}/\beta_{tarifa}$. Esto representa la máxima disposición a pagar por ahorrar una unidad de tiempo. En el siguiente cuadro se presentan los valores medios del VTV obtenido para los modelos.

CUADRO 2-64: PRE TEST - VALORES SUBJETIVOS DEL TIEMPO EXPERIMENTOS TRANSPORTE PÚBLICO

Experimento	Valor Subjetivo del Tiempo [$/h]
Confiabilidad	$ 4132
Calidad	$ 688

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de modelación de pre-test.

Por otra parte, en el modelo de calidad se pueden obtener tasas de sustitución entre el nivel de hacinamiento y costo o tiempo de viaje, representando disposición a pagar por reducir el nivel de hacinamiento en un viaje. A continuación, se presentan las tasas de sustitución para el nivel de hacinamiento:

CUADRO 2-65: PRE TEST - TASAS DE SUSTITUCIÓN DEL NIVEL DE HACINAMIENTO – EXPERIMENTO TPUB CALIDAD

Nivel	$\frac{\beta_{hac_x}}{\beta_{tv}}[min]$	$\frac{\beta_{hac_x}}{\beta_{tarifa}}$ [$]
Nivel 1	-	--
Nivel 2	12	$ 142
Nivel 3	17	$ 191
Nivel 4	-	-
Nivel 5	42	$ 482
Nivel 6	53	$ 603

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de modelación de pre-test.

Los valores se interpretan de la siguiente forma:

- Una persona está dispuesta a demorarse hasta un máximo de 53 minutos más en su viaje por cambiar de un nivel de hacinamiento 6 a nivel 1.
- Una persona está dispuesta a pagar hasta un máximo de $ 603 en su viaje por cambiar de un nivel de hacinamiento 6 a nivel 1.

Conclusiones

En general, la implementación del experimento de transporte público fue mejor recibido que el de auto debido a las mejoras que se incorporaron posterior a los comentarios recibidos en esta última. Esto se ve reflejado en los niveles de aceptación de la encuesta y las percepciones hacia los experimentos por parte de los encuestados.

Sobre los experimentos analizados se recibieron respuestas que aluden a la alta cantidad de atributos para cada uno de ellos, lo que resultaba en que las personas no eran capaces de considerar la totalidad de atributos presentados. Para solucionar esto, se consideró eliminar uno de los atributos del diseño experimental y volver a generar los diseños eficientes.

En cuanto a los experimentos se ha obtenido que el experimento de calidad es capaz de estimar significativamente los parámetros asociados al tiempo de viaje y al costo del viaje. Además, permite estimar valoraciones por el nivel de hacinamiento en el transporte público, lo cual presenta la oportunidad valiosa de obtener valor social por reducir los niveles de hacinamiento en el transporte público.

De acuerdo a esto, se propuso lanzar a terreno el experimento de calidad en transporte público y descartar el experimento de confiabilidad.

c) Pre test Bicicleta

Para el experimento de bicicletas se plantearon dos experimentos, uno enfocado en bicicleta propia y otro en bicicletas públicas. El experimento de bicicleta propia tiene como atributos los siguientes:

- Tiempo de viaje
- Costo: por viaje y asociado al estacionamiento en que dejará la bicicleta
- Tipo de estacionamiento
- Facilidades para la bicicleta

En el caso del experimento de bicicleta pública los atributos utilizados corresponden a los siguientes:

- Tiempo de viaje
- Tiempo de caminata a la estación de bicicletas
- Costo: por viaje y asociado al uso de la bicicleta pública
- Facilidades para la bicicleta

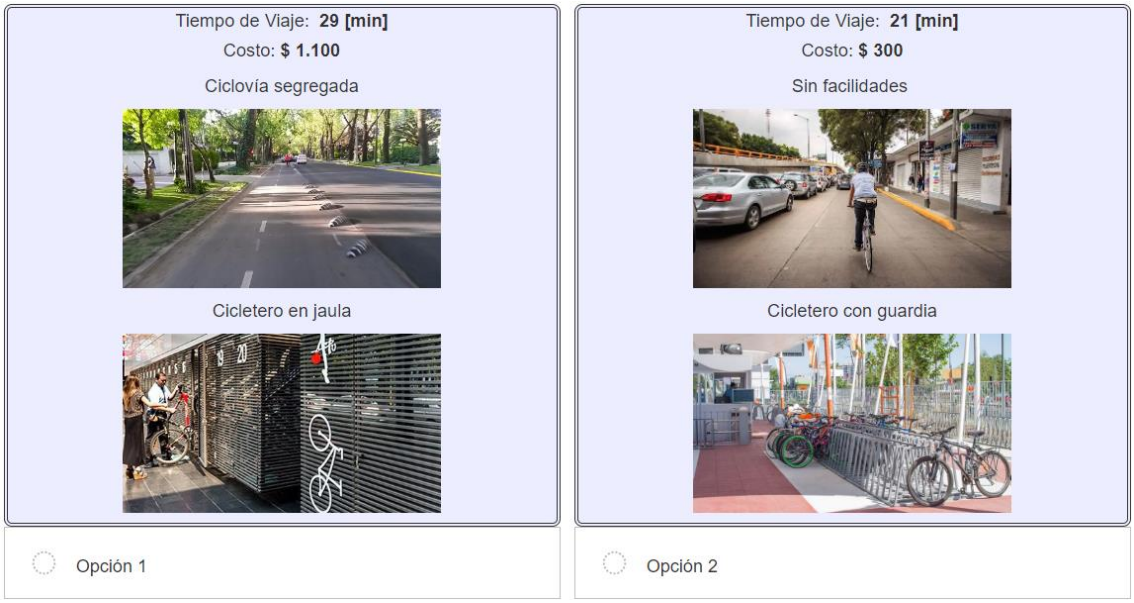
El pre test fue levantado durante el 07 de octubre de 2022 hasta el 15 de octubre del mismo año. La forma de difusión fue a través de redes de contactos del equipo consultor y el mandante. Los resultados de esta etapa buscan verificar la correcta implementación de los

experimentos, la recepción por parte de los encuestados y determinar si los parámetros estimados con baja muestra tienen los signos esperados.

Se recibieron en total 10 encuestas, todas ellas para viajes de corta distancia en la Región Metropolitana. A cada encuestado se le presentaron ambos experimentos, pero en orden aleatorio, donde a algunos se les presentó en orden bicicleta propia – bicicleta pública y a otros bicicleta pública – bicicleta privada. Dado esto, cada experimento recibió 10 encuestados y la asignación para el orden de los experimentos fue aleatoria.

A continuación se presentan algunas de las tarjetas implementadas en SurveyEngine para el pre test de los experimentos de preferencias declaradas para la bicicleta.

FIGURA Nº 2-41: PRE TEST - EXPERIMENTO DE BICICLETA PROPIA



Fuente: Encuesta en SurveyEngine.

FIGURA Nº 2-42: PRE TEST - EXPERIMENTO DE BICICLETA PÚBLICA

Fuente: Encuesta en SurveyEngine.

Percepción de los Experimentos

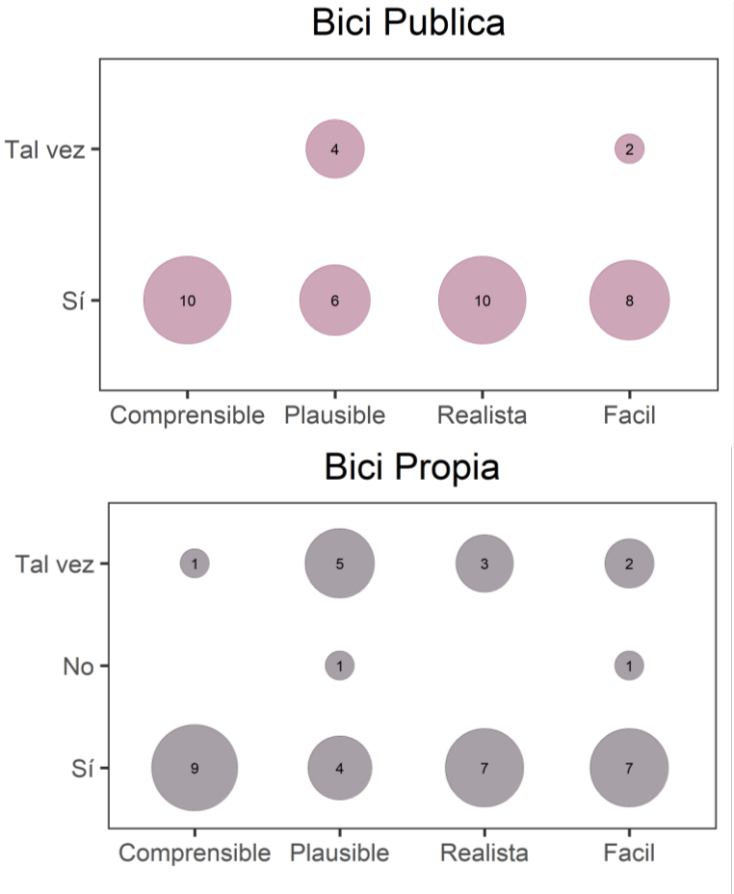
Los objetivos de realizar el pre test de cada uno de los experimentos eran verificar si los experimentos eran comprendidos, realistas y fáciles de responder para los encuestados. Además, se esperaba generar modelos simples y con ellos explorar cómo se comportan los signos y la significancia de los atributos considerados por experimento.

Para analizar el recibimiento del experimento por parte de los encuestados se preguntaron los siguientes aspectos:

- Comprensible: Pude entender las situaciones a las que me enfrenté (Si / No / Tal vez)
- Plausible: Fui capaz de elegir como si me enfrentara a mi situación real (Si / No / Tal vez)
- Realista: Encontré realistas las opciones presentadas (Si / No / Tal vez)
- Fácil: Me resulto fácil elegir entre las opciones presentadas (Si / No / Tal vez)

Los resultados obtenidos para la percepción de los experimentos se presentan en las siguientes figuras.

FIGURA Nº 2-43: PRE TEST - COMPRENSIÓN SEGÚN EXPERIMENTO - MODO BICICLETA



Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en pre-test

Se observa que el experimento de bicicletas públicas es percibido por toda la muestra como comprensible y realista. Fue también percibido como fácil por la mayoría. Además, este experimento no presenta ninguna respuesta “no” para las categorías definidas.

El experimento de bicicleta propia también fue bien recibido, con la salvedad que obtuvo dos respuestas “no”.

De acuerdo a la suma de “si’s”-“no’s” las percepciones generales sobre los experimentos indican que el experimento mejor percibido corresponde al de bicicleta pública (34) y luego el de bicicleta propia (27).

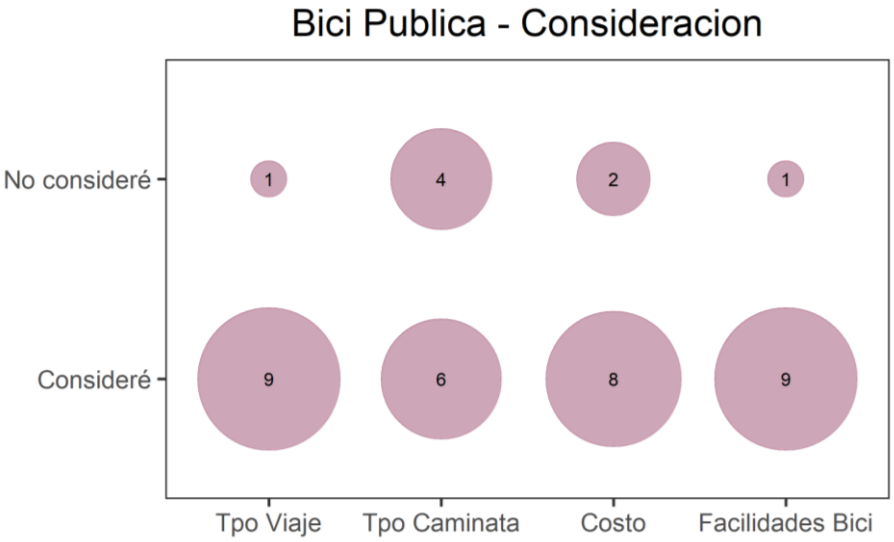
Elecciones de Preferencias Declaradas

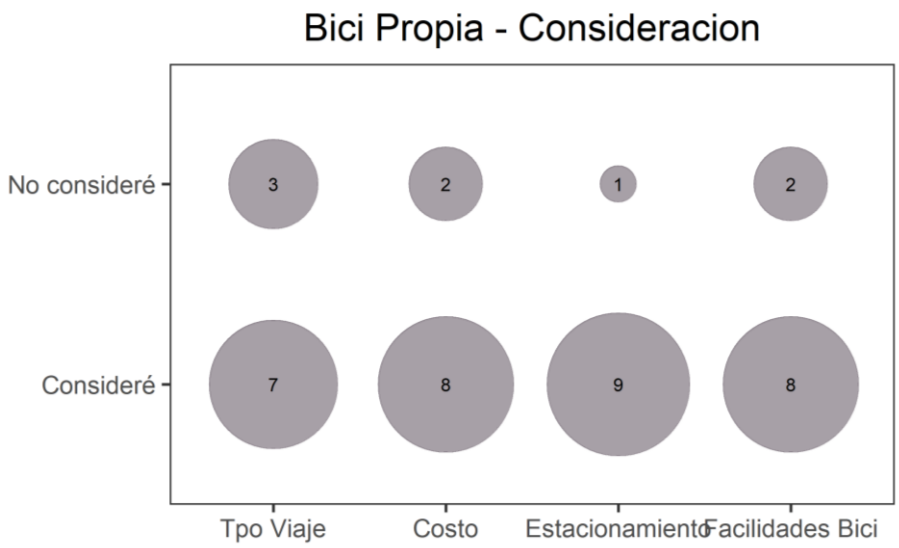
Otro aspecto relevante del pre test era el análisis de las respuestas ante los experimentos de PD. En un primer análisis se verificó que las respuestas no estuviesen cargadas a la opción 1 u 2, pudiendo mostrar indicios de personas con elecciones irracionales.

Se preguntó en cada experimento sobre los atributos que habían considerado en las elecciones realizadas. Estos se presentaron de forma aleatoria según como se muestra la siguiente figura:

Los resultados por experimento se presentan en la siguiente figura:

FIGURA Nº 2-44: PRE TEST - CONSIDERACIÓN SEGÚN EXPERIMENTO - MODO BICICLETA





Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en pre-test

Se observa que en orden decreciente los atributos considerados por experimento son los siguientes:

CUADRO 2-66: PRE TEST - CONSIDERACIÓN EXPERIENTOS DE BICICLETA

Experimento Bicicleta Propia	Experimento Bicicleta Pública
Estacionamiento	Tiempo de viaje
Facilidades	Facilidades
Costo	Costo
Tiempo de viaje	Tiempo de caminata

Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada en pre-test

En el experimento de bicicleta propia el atributo estacionamiento fue el más considerado dentro de los presentados. Además, en este experimento el atributo menos considerado fue el tiempo de viaje.

En cambio, en el experimento de bicicleta pública el tiempo de viaje fue el atributo que más se consideró.

Cabe destacar que las variables estacionamiento y facilidades para la bicicleta tienen niveles de consideraciones cercanas e incluso superiores a los atributos tiempos de viaje y costo. Esto muestra que para los viajes en bicicleta existen atributos de similar significancia para la elección de ruta, distintos a los clásicos de costo y tiempo.

Modelos Preferencias Declaradas

En este caso corresponde analizar los resultados iniciales de la modelación de las preferencias declaradas obtenidas del pre test de bicicletas. Esto para complementar los análisis realizados de forma previa.

La forma funcional de la utilidad en el experimento de bicicleta pública es la siguiente:

$$U = cost \cdot \beta_{tarifa} + tv \cdot \beta_{tv} + tc \cdot \beta_{tc} + \sum_{x \in [1,2,3,4]} \beta_{fac_x \cdot} \cdot \delta_x + asc$$

Donde:
$cost$: Costo de arrendar la bicicleta por un viaje [$]
tv: Tiempo de viaje [min]
tc: Tiempo de caminata [min]
δ_x: Parámetro que vale 1 cuando el nivel de facilidades para la bicicleta es "x" y 0 en caso contrario
asc: Constante para cada opción presentada

Los resultados de este modelo se presentan en el siguiente cuadro. En este se puede apreciar que el tiempo de viaje y las facilidades para la bicicleta son significativas al 90% de confianza, mientras que el costo es relativamente significante (p-valor de 0,61). Por otro lado, el tiempo de caminata y la constante de alternativa no lo son.

CUADRO 2-67: PRE TEST - PARÁMETROS MODELO EXPERIMENTO BICICLETA PÚBLICA

Parámetros	Estimado	Error estándar.	t-ratio(0)	Error estándar robusto	Rob.t-ratio(0)
β_{tarifa}	-2,674	1,620	-1,650	1,890	-1,415
β_{tv}	-0,122	0,046	-2,656	0,048	-2,540
β_{tc}	-0,044	0,075	-0,595	0,052	-0,859
$\beta_{fac_1 \cdot}$*					
$\beta_{fac_2 \cdot}$	1,713	0,802	2,137	0,963	1,779
$\beta_{fac_3 \cdot}$	1,881	0,729	2,581	0,955	1,970
$\beta_{fac_4 \cdot}$	2,697	0,796	3,386	0,883	3,052
asc_1	-0,279	0,346	-0,804	0,485	-0,574
asc_2*					

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de modelación de pre-test.*Variables fijas en 0

Se obtiene en el experimento de bicicletas públicas que las variables significativas corresponden a la tarifa, tiempo de viaje y a las facilidades de la ruta, donde el tiempo de caminata a la estación pierde relevancia. Cabe destacar que, aunque el tiempo de caminata es no significativo, al menos posee el signo esperado para la función de utilidad.

La constante asc_1, que busca revelar tendencias a elegir una opción por sobre la otra por su ubicación en la tarjeta, no tiene significancia, por lo que no hay indicios de que las personas hayan elegido la alternativa 1 u 2 sin considerar los atributos presentados.

La forma funcional de la utilidad en el experimento de bicicleta propia es la siguiente:

$$U = cost \cdot \beta_{tarifa} + tv \cdot \beta_{tv} + \sum_{x \in [1,2,3,4]} \beta_{fac_x \cdot} \cdot \delta_x + \sum_{y \in [1,2,3]} \beta_{est_y \cdot} \cdot \delta_y + asc$$

Donde,

$cost$: Costo de arrendar la bicicleta por un viaje [$]
tv: Tiempo de viaje [min]
δ_x: Parámetro que vale 1 cuando el nivel de facilidades para la bicicleta es "x" y 0 en caso contrario
δ_y: Parámetro que vale 1 cuando el nivel de estacionamiento es "y" y 0 en caso contrario
asc: Constante para cada opción presentada

Los resultados obtenidos para el modelo del experimento de calidad se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO 2-68: PRE TEST - PARÁMETROS MODELO EXPERIMENTO BICICLETA PROPIA

Parámetros	Estimado	Error estándar.	t-ratio(0)	Error estándar robusto	Rob.t-ratio(0)
β_{tarifa}	-0,704	0,753	-0,935	0,697	-1,011
β_{tv}	-0,011	0,033	-0,330	0,020	-0,558
β_{est_1}.*					
β_{est_2}.	1,806	0,735	2,456	0,649	2,781
β_{est_3}.	1,687	0,598	2,821	0,467	3,616
β_{fac_1}.*					
β_{fac_2}.	0,833	0,725	1,149	0,520	1,604
β_{fac_3}.	1,343	0,560	2,397	0,703	1,911
β_{fac_4}.	0,941	0,704	1,336	0,789	1,192
asc_1	-0,552	0,416	-1,325	0,376	-1,467
asc_2*					

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de modelación de pre-test.*Variables fijas en 0

En el experimento de bicicleta propia las variables del modelo que resultaron significativas y con el signo correcto corresponden al estacionamiento y la facilidad de bicicletas en nivel 3. Cabe destacar que los signos del tiempo de viaje, costo y los niveles 2 y 4 del estacionamiento corresponden a los esperados, pero no significativos al 95%.

La constante en la utilidad presenta un nivel de significancia mayor que los parámetros del costo y tiempo de viaje, lo que es preocupante para la identificabilidad de las dos variables más importantes de estimar del modelo.

En el caso de los experimentos de bicicleta, solo el experimento de bicicleta pública es capaz de estimar los parámetros del tiempo y el costo de forma significativa. Este además logra estimar significativamente los parámetros de las facilidades para las bicicletas (ver rob-t-ratio en los cuadros anteriores). Por el contrario, el experimento de bicicleta propia no es capaz de estimar los parámetros de costos y tiempo, solo pudiendo obtener los parámetros para el estacionamiento y algunos niveles de facilidad para la bicicleta.

A modo de resumen se presentan las variables significativas por experimento para bicicleta.

CUADRO 2-69: PRE TEST - SIGNIFICANCIA DE PARÁMETROS EXPERIMENTOS DE MODO BICICLETA

Variable	Experimento Bicicleta Pública	Experimento Bicicleta Propia
Tiempo de viaje	SI	NO
Costo del viaje	SI	NO
Tiempo de caminata	NO	-
Facilidades para bicicleta	SI	SI
Estacionamiento	-	SI

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de modelación de pre-test.

Finalmente, se utilizaron los modelos para tener nociones iniciales sobre el valor subjetivo del tiempo de viaje en bicicleta. Para esto se calcula la tasa de sustitución entre el tiempo de viaje y el costo expresada como $\beta_{tv}/\beta_{tarifa}$(solo cuando ambos son significativos). Esto representa la máxima disposición a pagar por ahorrar una unidad de tiempo. En el siguiente cuadro se presentan los valores medios del VTV obtenido para los modelos.

CUADRO 2-70: PRE TEST - VALORES SUBJETIVOS DEL TIEMPO EXPERIMENTOS MODO BICICLETA

Experimento	Valor Subjetivo del Tiempo [$/h]
Bicicleta Pública	$ 2738
Bicicleta Propia	-*

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de modelación de pre-test.*Parámetros no significativos

Por otra parte, en el modelo de bicicleta pública se pueden obtener tasas de sustitución entre el nivel de facilidades para bicicleta y costo o tiempo de viaje, representando disposición a pagar por aumentar/mejorar las facilidades en un viaje. A continuación se presentan las tasas de sustitución para las facilidades en bicicleta:

CUADRO 2-71: PRE TEST - TASAS DE SUSTITUCIÓN DE FACILIDADES PARA BICICLETA– EXPERIMENTO BICI PÚBLICA

Nivel	$\frac{\beta_{fac_x}}{\beta_{tv}}[min]$	$\frac{\beta_{fac_x}}{\beta_{tarifa}}$ [$]
Nivel 1	0	$ -
Nivel 2	-14	$ -641
Nivel 3	-15	$ -704
Nivel 4	-22	$ -1008

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de modelación de pre-test.

Los valores se interpretan de la siguiente forma:

- Una persona estaría dispuesta a demorarse hasta un máximo de 22 minutos más en su viaje por cambiar de facilidad para bicicleta de nivel 1 a nivel 4. Esto es, por pasar de irse en “calzada compartida” a ir en “ciclovía segregada”.
- Una persona estaría dispuesta a pagar hasta un máximo de $ 1008 en su viaje por cambiar de facilidad para bicicleta de nivel 1 a nivel 4.

Conclusiones

En general la implementación del experimento de bicicletas fue muy bien recibido debido a las mejoras que se incorporaron a partir de los comentarios recibidos a los otros pre test.

Esto se ve reflejado en los niveles de aceptación de la encuesta y las percepciones hacia los experimentos por parte de los encuestados.

Sobre los experimentos presentados, ha quedado en evidencia que el experimento de bicicleta pública tiene un mejor desempeño que el de bicicleta propia. Esto pues el primero logra estimar parámetros que permiten calcular el valor subjetivo del tiempo de viaje mientras que el segundo fue incapaz de hacerlo.

Además, cabe destacar que en el experimento de bicicleta propia los encuestados tendieron a elegir principalmente por el estacionamiento y las facilidades para las bicicletas. Esto en parte por la seguridad asociada al bien (bicicleta) y a la asociada al viaje (facilidades), así como también a lo difícil que es internalizar un costo de viaje en bicicleta propia cuando en la práctica los estacionamientos presentados no tienen cobro.

De acuerdo a esto, si se quiere obtener valores del tiempo de viaje para bicicletas el experimento que se debe plantear corresponde al experimento de bicicleta pública.

3. Tarea 3. Selección de la Muestra

3.1. Categorización de los Viajes

La correcta segmentación de la muestra es fundamental para la generación y aplicación de las encuestas PD-PR. Por esto, es relevante identificar cuáles son las variables claves para segmentar la población y los viajes, de tal manera de estimar VTV para cada grupo.

Siguiendo los lineamientos expuestos en las Bases Técnicas del estudio, y de acuerdo a los resultados de la Etapa 1 del estudio, se identifican tres variables clave para la segmentación de la demanda: **distancia de viaje, propósito de viaje y modo de viaje**.

Se considera más apropiado segmentar los viajes por distancia en vez de tiempo, ya que el tiempo es un resultado de las elecciones de los viajeros (para un par OD específico) mientras que la distancia es relativamente independiente. Otras variables que pueden ser relevantes para la valoración del tiempo, tales como el hacinamiento o el grado de congestión, tampoco se consideran para la segmentación, por la misma razón anterior (son una consecuencia de las elecciones). Así, estas últimas variables se consideran variables de decisión en las encuestas, y no como variables de segmentación propiamente tales.

3.1.1. Caracterización de Viajes Urbanos con Datos de Encuestas de Movilidad de Sectra

A partir de los datos reportados en las Encuestas de Movilidad, o encuestas origen destino de viajes (EOD) de las distintas ciudades en Chile se realizó un análisis de las distancias de los viajes según modo y propósito principal.

Por otra parte, en este análisis solo se tienen en cuenta los viajes internos, y son eliminados aquellos datos sin información de distancias. Razón por la cual, la suma total de viajes es inferior a la reportada en cada informe EOD. A continuación se listan las ciudades analizadas y el número de viajes de cada una.

CUADRO 3-1: CIUDADES CON EOD DE SECTRA PARA ANÁLISIS DE CATEGORIZACIÓN

Región	Ciudad	Año EOD	Viajes día normal	Viajes día normal para análisis	% considerado
Arica y Parinacota	Arica	2010	568.053	557.379	98%
Tarapacá	Iquique - Alto Hospicio	2010	653.181	644.610	99%
Antofagasta	Antofagasta	2010	831.484	802.023	96%
Atacama	Copiapó	2013	417.876	396.027	95%
Coquimbo	Coquimbo - La Serena	2010	928.203	911.287	98%
Valparaíso	Gran Valparaíso	2014	2.295.100	2.210.786	96%
Valparaíso	San Antonio	2017	211.805	186.960	88%
RM	Gran Santiago	2012	18.461.133	17.740.380	96%
Araucanía	Temuco - Padre Las Casas	2013	1.008.087	966.599	96%
Los Ríos	Valdivia	2010	561.830	549.660	98%
Los Lagos	Osorno	2013	468.652	437.740	93%
Los Lagos	Puerto Montt	2014	799.391	728.706	91%

Fuente: Elaboración propia.

Para cada una de estas ciudades, se han realizado cruces por distancia, modo y propósito. En el caso del Gran Santiago la encuesta reportó la distancia euclidiana entre cada par origen - destino, mientras que para el resto de las ciudades las distancias corresponden a las distancias euclidianas medidas entre centroides de cada zona EOD.

En anexo 3.1 se presentan fichas para cada ciudad.

3.1.2. Segmentación por Distancia

El análisis a nivel de ciudad anterior, que considera solo los viajes a nivel urbano, muestra grandes diferencias en cuanto a las distancias de viaje. Aun así, se identifican varias similitudes:

- Al considerar todos los viajes, en la mayor parte de las ciudades el primer cuartil es cercano a 0,8 Km, mientras que la mediana promedia 2 km (ver primer segmento del cuadro siguiente). En este contexto, Gran Valparaíso y Gran Santiago presentan un comportamiento anómalo, siendo los dos primeros cuartiles muy superiores al resto de las ciudades. Esto queda en evidencia al comparar los dos segmentos del cuadro siguiente, ya que al ponderar los viajes los resultados se asemejan fuertemente a los resultados para Gran Santiago, que representa el 68% del total de viajes analizados.

CUADRO 3-2: RESUMEN DE CUARTILES DE DISTANCIA SEGÚN MODO DE TRANSPORTE

Cuartil	Todos los modos	Privado	Público	Caminata	Bicicleta
Promedio para las ciudades analizadas					
25%	**0,76**	1,43	2,10	0,07	0,91
50%	**2,03**	2,62	3,47	0,46	1,77
75%	**4,21**	4,79	5,56	1,14	2,99
100%	**22,33**	21,66	16,89	13,94	13,82
Promedio ponderado por el número de viajes					
25%	**0,87**	1,78	3,14	0,16	0,84
50%	**2,79**	3,87	5,88	0,44	1,69
75%	**7,26**	7,99	10,07	0,89	3,20
100%	**57,66**	57,30	28,91	26,42	34,17

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Sectra.

- A partir del tercer cuartil (75%), y considerando la totalidad de los viajes, se empiezan a observar las diferencias entre ciudades, donde se identifican tres grupos:
  - Distancia máxima de viaje menor a 15 km: Iquique - Alto Hospicio, Copiapó, San Antonio y Osorno.
  - Distancia máxima de viaje entre 15 y 25 km: Arica, Antofagasta, Coquimbo - La Serena, Temuco - Padre Las Casas, Valdivia y Puerto Montt.
  - Distancia máxima de viaje superior a 25 km: Gran Valparaíso y Gran Santiago.
- En cuanto a los modos, como era esperable los modos no motorizados presentan consistentemente distancias menores que los modos motorizados. De acuerdo al

cuadro anterior, la gran mayoría de los viajes caminando no superan los 1,1 km (17 minutos de viaje, con una velocidad media de 4 km/h) y los de bicicleta no superan los 3,0 km (9 minutos de viaje, con una velocidad media de 20 km/h).

- En todas las ciudades, la distancia en transporte público es mayor que la distancia en transporte privado. Esto es llamativo dado que, salvo el caso de Santiago, la distancia considerada es una distancia centroide a centroide, y no la distancia de la ruta elegida.
- Con respecto a los propósitos de viaje, de acuerdo a los gráficos presentados en las fichas por ciudad, los viajes con propósito trabajo tienen una extensión mayor que los viajes por estudio y otros motivos.

3.1.3. Información de Viajes de Larga Distancia

Para el análisis de viajes de larga distancia se consideraron las siguientes fuentes de información:

- Encuestas origen – destino realizadas por la Dirección de Vialidad del MOP
- Matriz de viajes del estudio Asesoría para la modelación y evaluación del plan nacional de movilidad 2020-2050 de la Dirección de Planeamiento, MOP
- Estudio de flujos turísticos usando Bigdata de SERNATUR

3.1.3.1. Encuestas Origen Destino

Por intermedio de la contraparte de la Dirección de Vialidad se tuvo acceso a los informes ejecutivos e información de base de los siguientes estudios:

- Estudio Básico Diagnóstico Ruta 24 y 5 Sector: Chuquicamata – Crucero – Humberstone – Arica, Regiones de Antofagasta, Tarapacá, Arica y Parinacota. Dispone de 2000 encuestas a vehículos livianos en 5 puntos de control ubicados en las rutas 1, 5 Norte y 24.
- Estudio de Prefactibilidad Ampliación Rutas 210 y T-71 Comuna de La Unión y Río Bueno, Región de los Ríos". Se realizaron 8000 encuestas en temporada normal y 6500 en temporada de verano a vehículos livianos, en tres puntos de encuesta cercanos a la ciudad de La Unión.
- Estudio de Prefactibilidad Construcción y Mejoramiento Ruta N-114, 0-14 Cobquecura - Dichato, Región del Biobío. en 4 puntos de encuesta sobre las rutas N-14-O y 126. Contempla 3715 encuestas a vehículos livianos en temporada normal y 4.400 en temporada alta.
- Estudio de Prefactibilidad Construcción Puente Dalcahue en Ruta W–59, Isla de Quinchao en Chiloé, Región de Los Lagos. Considera 431 encuestas a vehículos livianos realizadas principalmente a bordo de naves, en la isla de Quinchao.

Se intentó utilizar la información disponible, pero las encuestas tendían a tener una buena cobertura en algunos pares origen – destino, probablemente asociado al proyecto

estudiado, y numerosas celdas vacías, con menos del 20% de los pares origen – destino con al menos un viaje registrado. En la matriz de mayor número de viajes, sólo 5 pares origen – destino explicaban más de la mitad de los viajes y menos del 10% de las celdas contenían información.

3.1.3.2. Matriz Plan Nacional de Movilidad

La Dirección de Planeamiento puso a disposición la información del del estudio "Asesoría para la modelación y evaluación del plan nacional de movilidad 2020-2050".

Para fines de construcción de la matriz de pasajeros, este estudio toma como punto de partida las estimaciones de población y empleo a nivel regional generadas por el módulo económico del Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad (PNIM). El PNIM considera un modelo que permita proyectar la actividad económica y productiva por corte temporal hasta el año 2050, lo que permite conocer las proyecciones de demanda de carga y pasajeros. Esto es realizado a través de un modelo insumo producto (MIP). El punto de partida para la calibración del modelo insumo producto son las Cuentas Nacionales, que publica el Banco Central de Chile.

Los viajes se asignan en función de la generación de viajes per cápita observadas para los distintos propósitos y se relacionan con las transacciones comerciales estimadas en el MIP. Para cada propósito de viaje se le relaciona una parte del MIP, así por ejemplo, los viajes al trabajo se estiman dividiendo las remuneraciones por el salario promedio en la matriz de cuentas. Para los viajes de comercio u servicio se calculan a partir del consumo privado, etc. Los orígenes de la carga y de los pasajeros se asignan a la producción y población residencial, respectivamente, mientras que los destinos se asignan al consumo y a los lugares de trabajo.

Empleando los vectores mencionados en el punto anterior, se procede a construir las matrices empleando un modelo simplemente acotado, tomando como restricción los viajes generados y dejando en forma libre el destino, tomando como factor de atracción los viajes atraídos estimados.

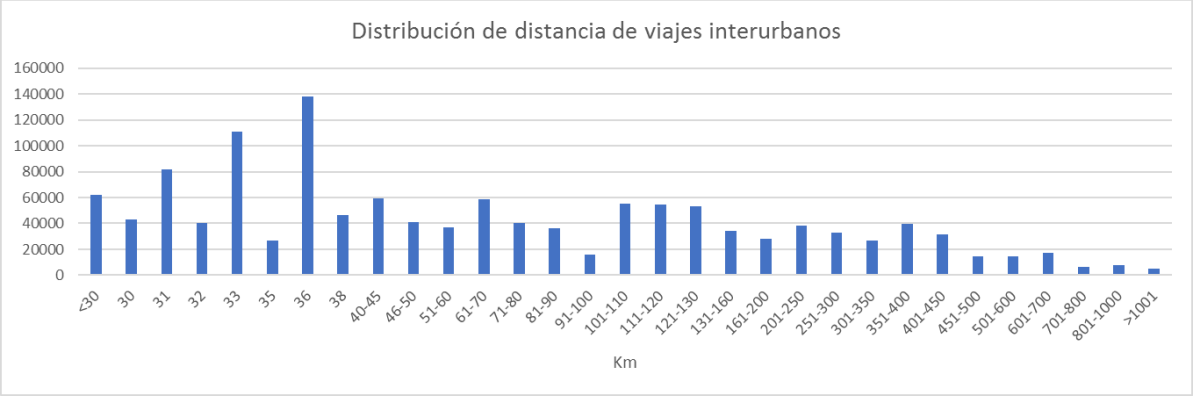
Los valores del parámetro de impedancia al costo (beta), al igual que el porcentaje de viajes interregionales, fueron determinados de forma tal de construir matrices que sean capaces de reproducir los niveles de flujo observados en la red vial de modelación. Por lo que los valores indicados son aquellos resultantes de la calibración del modelo.

La matriz de viajes disponible considera 90 zonas y un total de 50 millones de viajes diarios (62,5 millones proyectados al 2050), de los cuales un 70% corresponde a viajes intrazonales y no se consideran en el análisis. Una parte importante de los viajes corresponden a movimientos en conurbaciones como el Gran Santiago, Gran Concepción, La Serena – Coquimbo y San Felipe – Los Andes, entre otros, por lo que los viajes interurbanos estimados alcanzan a 1,3 millones de viajes diarios (2,6 % del total).

De acuerdo al modelo estimado, más del 40% de los viajes interurbanos se realizarían en distancias en el rango entre 22 y 38 kilómetros. Cabe destacar que muchos de esos viajes relacionan comunas aledañas a Santiago (Buin, Melipilla, Talagante) con otras áreas de la Región Metropolitana, lo que estaría asociado al área de influencia del Gran Santiago y la presencia de "comunas dormitorio".

En la figura se presenta la distribución de estos viajes interurbanos:

FIGURA Nº 3-1: DISTRIBUCIÓN DE VIAJES DE LARGA DISTANCIA PNM 2020-2050



Fuente: Elaboración propia usando matrices de Asesoría para la modelación y evaluación del plan nacional de movilidad 2020-2050

Al realizar un análisis por deciles, se tienen los siguientes rangos de interés:

CUADRO 3-3: RESUMEN DE DECILES DE DISTANCIA EN VIAJES INTERURBANOS

Decil	Viajes diarios	Intervalo de Distancias	Media distancia (km)	DE distancia (km)
1	128790	22-31 km	28,22	3,44
2	146404	31-33 km	32,39	0,72
3	126892	33-36 km	34,57	1,24
4	122030	36-38 km	36,75	1,10
5	125084	38-50 km	45,52	3,10
6	129476	51-80 km	65,96	7,90
7	127286	81-112 km	98,17	9,65
8	129798	113-162 km	134,10	13,92
9	130250	162-359 km	267,53	55,30
10	132386	> 360 km	705,48	292,10

Fuente: Elaboración propia usando matrices de Asesoría para la modelación y evaluación del plan nacional de movilidad 2020-2050

Como se observa, los cuatro primeros deciles presentan distancias relativamente uniformes y con baja dispersión, asociada a pocos pares origen – destino que concentrarían muchos viajes de acuerdo al modelo.

3.1.3.3. Estudio de Flujos Turísticos

Se utilizó la información disponible del Sernatur, actualizada mediante los estudios de "Flujos Turísticos Internos Usando Bigdata". Estos estudios usan datos de telefonía móvil

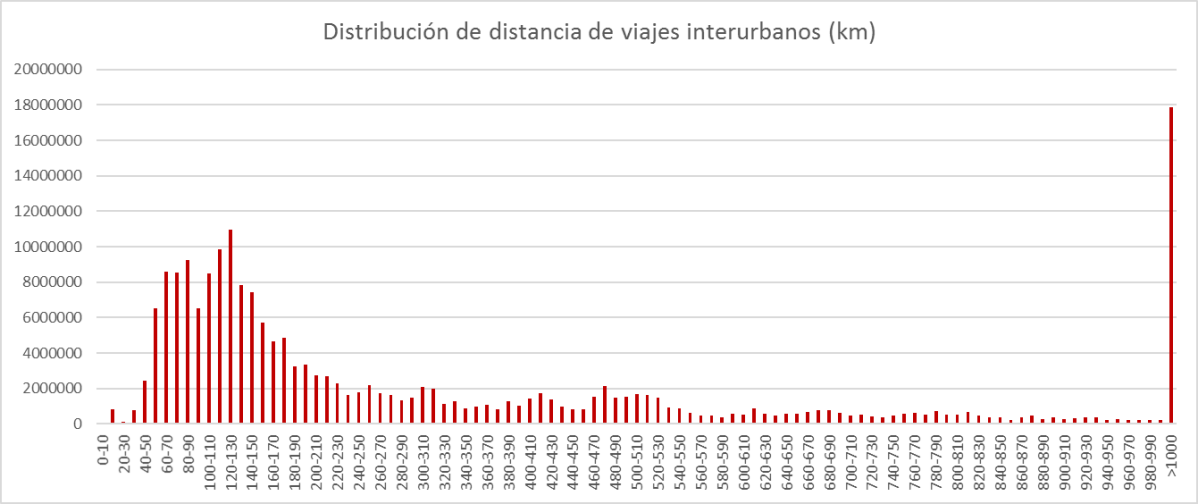
para identificar la residencia de las personas y los viajes de larga distancia11 efectuados a distintas comunas del país.

El análisis se basa en registros de permanencia nocturna de líneas de celular, determinando cuando la línea deja de pernoctar en el lugar habitual (que se presume es el domicilio) y pernocta una o más noches en una zona celular diferente. Cuando ello ocurre se presume que se ha realizado un viaje y genera el registro, donde se establecen viajes entre pares de zonas celulares asociadas a comunas de origen (residencia) y destino (segunda vivienda, destino turístico o vacacional). Como se observa, el propósito del viaje no puede ser determinado y se presume que tuvo un carácter turístico. Dada la eventual repetición de pares origen – destino de los registros, se establece el carácter frecuente o no frecuente del viaje.

La base de datos utilizada consideró los años 2019, 2020 y 2021 tanto de viajes frecuentes como no frecuentes, que corresponderían por ejemplo a viajes a segunda vivienda en el primer caso y viajes de vacaciones en el segundo caso, siempre dentro de Chile. La información reportada considera 217 millones de viajes en esos tres años, identificando el mes del viaje, el origen y destino. Se reportan 605 mil pares origen destino.

En la figura se presenta la distribución de estos viajes interurbanos:

FIGURA Nº 3-2: DISTRIBUCIÓN DATOS SERNATUR SOBRE VIAJES DE LARGA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia usando datos de SERNATUR.

[11] SERNATUR para todos sus estudios, adopta las Recomendaciones Metodológicas de la OMT (2008), en la cual conceptualmente se define lo siguiente "Los viajes turísticos son aquellos realizados a un lugar diferente al de su entorno habitual, que no tienen frecuencia regular, por un motivo distinto al trabajo remunerado en el destino y realizados por los siguientes motivos: descanso/ocio, visita a familiares/amigos, educación/formación, salud, religiosos/peregrinaciones, compras, negocios/profesionales y asistencia a congreso/seminarios."

Usando Google Maps se determinó la distancia y tiempo de viaje en automóvil de 561.493 pares origen destino (93% del total), lo que permite analizar la distribución de más de 201 millones de viajes con una precisión razonable.

Si bien existen algunos viajes de menos de 30 km, estos representan el 0,07% de los viajes y se concentran en torno a Talca, por lo que podrían ser considerados semi urbanos. Los viajes de menos de 40 km representan el 4,5 % del total de los viajes, en tanto el primer decil es hasta 71 km.

En el cuadro siguiente se muestra la distribución por deciles.

CUADRO 3-4: RESUMEN DE DECILES DE DISTANCIA EN VIAJES INTERURBANOS

Decil	Viajes*	Intervalo de Distancias	Media distancia (km)	DE distancia (km)
1	20300623,2	0-71 km	58,61	9,25
2	20627468,0	72-96 km	83,40	6,78
3	19941524,7	97-118 km	108,16	5,96
4	19853647,8	119-139 km	128,31	6,02
5	20275603,0	140-174 km	155,13	10,33
6	20056761,6	175-248 km	205,76	21,14
7	20206584,0	249-390 km	310,69	40,69
8	20089629,7	391-535 km	466,30	41,35
9	20142824,3	535-916 km	707,86	105,17
10	20134529,9	> 916 km	1597,24	620,44

Fuente: Elaboración propia usando datos de SERNATUR. * Total de viajes registrados en 2019, 2020 y 2021

El valor promedio está en torno a los 170 km, en tanto el último decil considera viajes de más de 916 km.

Dado el origen de esta información y el volumen de datos asociado, se considera de mejor calidad y por tanto más confiable para el análisis. Destaca el contraste en relación al volumen de viajes de menos de 40 kilómetros en este caso, respecto al modelo reportado en el punto anterior.

3.1.4. Categorización por Distancia

De acuerdo a los antecedentes de ciudades, una parte mayoritaria (75%) de los viajes se realizan en un rango de 5-10 km o menos, y cerca de la mitad de los viajes urbanos en las ciudades analizadas son de menos de 5 kilómetros. El cuarto cuartil resulta más heterogéneo, con distancias de viajes asociadas al tamaño de las ciudades, alcanzando los 15, 25 o más kilómetros. Del análisis de los viajes interurbanos, surge un rango de viajes entre 20 y 50 kilómetros, asociado principalmente al Gran Santiago en relación a “comunas dormitorio” localizadas principalmente al surponiente de la ciudad. En términos generales, una distancia mayor a 40 kilómetros se entiende como un viaje interurbano.

De la información de SERNATUR, la mitad de los viajes interurbanos son de menos de 175 km, y el 90% son de menos de 916 kilómetros.

La información de distancias permite fijar los principales volúmenes, pero para efectos de categorización se debe considerar además el alcance asociado a algunos modos de interés:

- El modo caminata tiene un límite que debería bordear los 2-3 km (30 minutos caminando).
- En general, los ciclistas recorren distancias de menos de 15 km. Existiría un umbral del orden de 45 minutos pedaleando, a partir del cual exige un esfuerzo físico mayor.
- Los sistemas de transporte público urbano cubren normalmente la extensión de la ciudad, si bien sistemas como metro o metrotren[12] tienen menor flexibilidad y alcance. Buses y taxis colectivos tienen mayor cobertura.
- El tren de pasajeros tiene servicios entre Alameda – Chillán (500 km) en larga distancia y cubre tramos de carácter semiurbano como Est. Central – Rancagua, Limache – Valparaíso, Est. Central – Nos, Talca – Constitución, Talcahuano – Laja, Victoria – Temuco.
- Existe una amplia cobertura de servicios de buses interurbanos y rurales, cubriendo la mayor parte del territorio nacional.
- El modo aéreo presta servicios regulares en aeropuertos localizados en las principales ciudades del país. En general, los vuelos nacionales tienen como base el aeropuerto de Santiago, salvo algunos servicios directos de norte a sur (e.g. Antofagasta – Concepción). Los servicios de menor distancia corresponden a Santiago – La Serena (390 km) y Santiago – Concepción (560 km).
- El automóvil particular está disponible para todas las distancias dentro de la ciudad y normalmente para todos los viajes interurbanos, si bien es menos utilizado para viajes superiores a los 1.000 km (e.g. Santiago – Puerto Montt).

De acuerdo a lo anterior, se proponen los siguientes rangos de distancia:

- D1 (caminable): Entre 0 y 3 km.
- D2 (pedaleable): Entre 3 y 15 km
- D3 (urbana): Entre 15 y 40 km
- D4 (interurbana): Entre 40 – 400 km
- D5 (larga distancia): Más de 400 km

Si bien la definición de larga distancia está asociada a la factibilidad de disponer el modo aéreo, se asocia también con la posibilidad de ir y volver al lugar de origen en el mismo día: hay impactos cualitativos en el costo y las características del propio viaje (pernoctar o no) para distancia que permiten volver al hogar. Esto puede ser especialmente relevante para los viajes por trabajo/negocios. Asimismo, esta distancia no considera factibles viajes de

[12] Servicios Biotren en Concepción, Merval en Valparaíso y Metrotren en Gran Santiago.

estudio/trabajo, ya que las personas que viajan regularmente por este propósito usualmente viven a distancias menores de sus centros educacionales o laborales.

3.1.5. Categorización de Viajes

Dado que esta es una encuesta piloto, uno de los objetivos es reconocer cuáles son las categorías que permitan obtener VTV diferenciables entre grupos, pero homogéneos intragrupos. De esta manera, se deben explorar todos los subsegmentos posibles para generar recomendaciones para la Etapa 3. Con esto, las categorías a explorar se listan a continuación.

CUADRO 3-5: CATEGORIZACIÓN PRELIMINAR DE LOS VIAJES POR MODO Y DISTANCIA

Modo	D1	D2	D3	D4	D5
Caminata	X				
Bicicleta	X	X			
Transporte público urbano: bus, txc, metro, tren	X	X	X		
Transporte público interurbano/rural: bus				X	X
Transporte privado: auto, taxi, moto	X	X	X	X	X
Avión					X
Tren de larga distancia*				X	

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la desagregación por modo de transporte, se han agrupado los modos de transporte público urbano en una sola componente, mientras que el tren se consideró como una categoría independiente de los buses rurales e interurbanos.

La estratificación anterior comprende **15 categorías de viajes** si bien la distinción principal está dada por el uso de modos urbanos o interurbanos, lo que está asociado al viaje que se analiza. Si se considera el propósito de viaje, se contemplan viajes habituales (al/desde trabajo o estudio), viajes por otros motivos (compras, trámites) y viajes por trabajo o negocios. De este modo se generan teóricamente 45 categorías de viajes, pero se descartan las combinaciones de modo para la distancia D5 y viajes habituales, de manera que se plantean **42 categorías en total**.

Esta categorización es de carácter preliminar, y debe ser validada en el desarrollo del estudio de tal manera de generar un estudio escalable a nivel nacional. En este contexto, siguiendo a Ben-Akiva y Lerman (1985), no solo es relevante la identificación de categorías, sino que también se deben considerar factores de aplicabilidad, como los costos asociados a la recolección de datos, y la viabilidad de acceder a cada uno de estos sub-mercados.

3.2. Definición de Tamaños Muestrales

El cálculo del tamaño muestral depende no solo de la estratificación definida, sino también del diseño experimental adoptado (número de alternativas, número de atributos, número de niveles para cada atributo y su correspondiente combinación). Más aún, el modelo de

elección discreta a estimar influye en el tamaño muestral requerido, dado que este impacta el número de parámetros a estimar. Consecuentemente, no es posible en esta etapa definir el tamaño muestral apropiado para el experimento PD.

El criterio que usualmente ha sido utilizado en la estimación de modelos desagregados de demanda consiste en señalar que con un total de 30 encuestas por segmento a modelar es suficiente para una estimación adecuada de los modelos. Sin embargo, como mencionan Pearmain et al (1992), no existe una base teórica sólida que respalde esta aseveración y por el contrario algunas experiencias (Bradley y Kroes, 1990) han indicado que en algunos casos son requeridas del orden de 75 a 100 encuestas por cada segmento a modelar.

En este contexto, el tamaño muestral consideró preliminarmente 30 encuestas para cada segmento. Dado que se estimaron 42 categorías iniciales de viajes, se propuso el levantamiento de 1260 encuestas en total. Adicionalmente, se contemplaron 30 encuestas a empleadores, para la caracterización del VTV de los viajes por trabajo/negocios, con lo que el total ascendía a 1290 encuestas. De este modo, la propuesta del consultor consideraba levantar un mínimo de 1290 encuestas y un máximo de 1500 encuestas. Se destaca que este número es consistente con el pilotaje realizado en el Reino Unido, donde se encuestó a 1431 personas. No obstante, como estas encuestas se deben distribuir entre el Gran Santiago, Gran Concepción, Calama y Villarrica, que presentan diferentes coberturas modales, se acordó con el mandante suplementar en 420 encuestas por lo que se contempló un total de 1.920 encuestas a distribuir entre las 4 localizaciones previstas.

Por último, para garantizar la heterogeneidad de la muestra, se busca que los totales muestrales sean consistentes con las características poblacionales en términos de edad, género e ingreso, de manera agregada. Así, la muestra no busca representar cada combinación de tipo de viaje - tipo de usuario, sino que se cumplan cuotas para cada variable socio-demográfica.

3.3. Selección de Lugares para la Toma de Datos

Con respecto a la selección de lugares para toma de datos, se distingue la necesidad de analizar la totalidad del territorio nacional en la Etapa 3, de los requerimientos necesarios en el marco de la encuesta piloto a realizar en el presente estudio.

3.3.1. Identificación de Lugares para Toma de Datos en Terreno

Con el objetivo de sentar lineamientos para el levantamiento de encuestas para la Etapa 3, se realizó una completa identificación de los lugares más apropiados para capturar cada uno de los segmentos bajo análisis.

En una primera etapa, a validar a través del presente estudio, se propone considerar el levantamiento de información en los siguientes lugares.

CUADRO 3-6: IDENTIFICACIÓN DE LUGARES PARA CAPTURA DE VIAJES POR CATEGORÍA

Modo del viaje	Longitud de viaje			
	D1	D2	D3-D4	D5
Caminata	Vía pública			
Bicicleta	Vía pública, ciclovías, estacionamientos privados de bicicletas, estacionamientos de bicicletas públicas			
Transporte público urbano	Paraderos, estaciones de tren y metro, estaciones de intercambio modal, a bordo de vehículos			
Transporte público interurbano/rural			Paraderos, terminales, estaciones de intercambio modal, a bordo de vehículos	
Transporte privado	Intersecciones, estacionamientos, bencineras		Autopistas, plazas de peaje, bencineras	
Avión				Aeropuertos
Tren			Estaciones de tren, a bordo del tren	Estaciones de tren, a bordo del tren
Todos los modos	Lugares de trabajo (oficinas, comercio, servicios, etc.)			

Fuente: Elaboración propia.

Se debe destacar que cada lugar tiene ventajas y desventajas. Por ejemplo, encuestar a usuarios de transporte público urbano en paraderos o estaciones tiene el riesgo que la persona no complete la encuesta dada la llegada del vehículo; a la vez, las personas tienen mayor disponibilidad para responder consultas cuando están esperando (tiempo muerto) y se puede capturar simultáneamente usuarios de varios modos (buses y taxicolectivos) cuando no existen paradas diferidas. Se destaca también que para realizar encuestas en estaciones se requiere la gestión de permisos por parte de los operadores.

Por otra parte, para capturar en cada caso los distintos propósitos de viaje es necesario realizar un análisis más detallado de horarios y lugares: por ejemplo, las encuestas a viajeros en avión se realizan en aeropuertos, pero se debe considerar que los viajeros por trabajo/negocios tienden a preferir los primeros vuelos de la mañana y los últimos de la tarde, mientras que quienes viajan por otros propósitos tienen mayor flexibilidad al respecto (los vuelos en horarios no-punta suelen ser más económicos). Este análisis no es único, ya que depende de las actividades que definan a la ciudad y la concentración de centros atractores, por lo que se definen algunas directrices clave que ayuden al levantamiento masivo de encuestas.

Cabe destacar que, si bien el realizar encuestas en aeropuertos y terminales tiene la ventaja de permitir lograr fácilmente cuotas por modo y distancia que son necesarias, este tipo de muestreo es endógeno, es decir, depende de la elección del entrevistado. Dado lo anterior, este sesgo se puede corregir utilizando los métodos propuestos por Manski y Lerman (1977).

Finalmente, se puede aprovechar la toma de encuestas en terminales para complementar y/o validar aspectos relevantes del catastro de niveles de servicio para usar en el modelo PR, especialmente en lo referido a las salidas diarias de servicios (tren, bus, avión).

3.3.2. Identificación de Lugares para Encuesta Piloto

Dado que este estudio no busca ser representativo de todo Chile, sino que fijar lineamientos y buenas prácticas para la aplicación de los instrumentos de recolección de información, se reconoce la necesidad de acotar espacialmente el análisis. Para esto, se propone realizar encuestas en cuatro ciudades de Chile: Calama, Gran Santiago, Gran Concepción y Villarrica. Estas ciudades fueron definidas en acuerdo con la contraparte técnica, buscando analizar diferentes tamaños de ciudades y tipologías de modos de transporte.

CUADRO 3-7: CARACTERIZACIÓN DE CIUDADES

Caracterización	Calama	Gran Santiago	Gran Concepción	Villarrica
Región	Antofagasta	Metropolitana	Biobío	Araucanía
Población urbana (Censo 2017)	158.487	6.159.580	935.410	36.480
Modos disponibles				
Caminata	Sí	Sí	Sí	Sí
Bicicleta	Sí	Sí, también bicicletas públicas	Sí	Sí
Transporte público urbano	Buses, txc,	Buses, txc; Metro	Buses, txc, Biotren	Buses, txc
Transporte público interurbano	Buses interurbanos y rurales	Buses interurbanos y rurales. Metrotren	Buses interurbanos y rurales	Buses interurbanos y rurales
Transporte privado	Auto, taxi, moto	Auto, taxi, moto	Auto, taxi, moto	Auto, taxi, moto
Avión	Aeropuerto El Loa	Aeropuerto internacional AMB	Aeropuerto Internacional Carriel Sur	-
Tren	-	Santiago – Chillán	Talcahuano – Laja, ocasionalmente Santiago – Concepción	-

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2.1. Calama

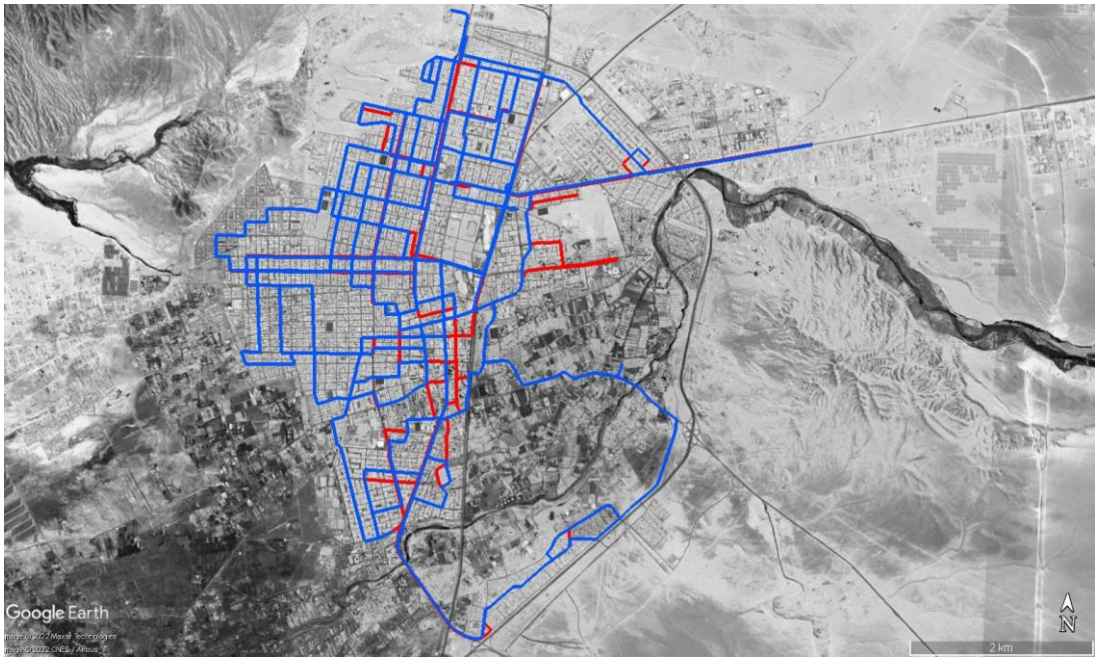
La ciudad de Calama es la capital de la provincia del Loa y se encuentra cercana a Chuquicamata y otros yacimientos de minería de cobre, destacando por su localización y actividad principal. Cuenta con servicios de transporte público, con dos líneas y diez recorridos de buses, junto a 26 líneas de taxis colectivos. La principal conectividad es por la Ruta 25 que la une con Antofagasta y por otras vías que la conectan con ciudades cercanas como Calama, San Pedro de Atacama y Chiuchiu. Dispone de una vía de circunvalación por el lado oriente, sin cobro para los usuarios. Se encuentra en obras la ampliación a doble calzada de la ruta 25, que será una vía concesionada y con peaje.

Si bien dispone de conectividad ferroviaria, esta es empleada exclusivamente para transporte de carga. El transporte interurbano de pasajeros se realiza por 8 empresas de buses, con paradas en la ciudad, y mediante el aeropuerto El Loa, que conecta principalmente con Santiago y algunos servicios directos a Concepción.

En base a lo anterior, la propuesta preliminar de lugares para el desarrollo de las encuestas es:

- Vía pública, para capturar viajeros de caminata y bicicleta
- Paraderos en la ciudad para los viajes urbanos en buses y taxicolectivos
- Sectores de parada para servicios de buses interurbanos
- Sobre Ruta 25, para detener a vehículos livianos
- Aeropuerto El Loa, para viajes en avión

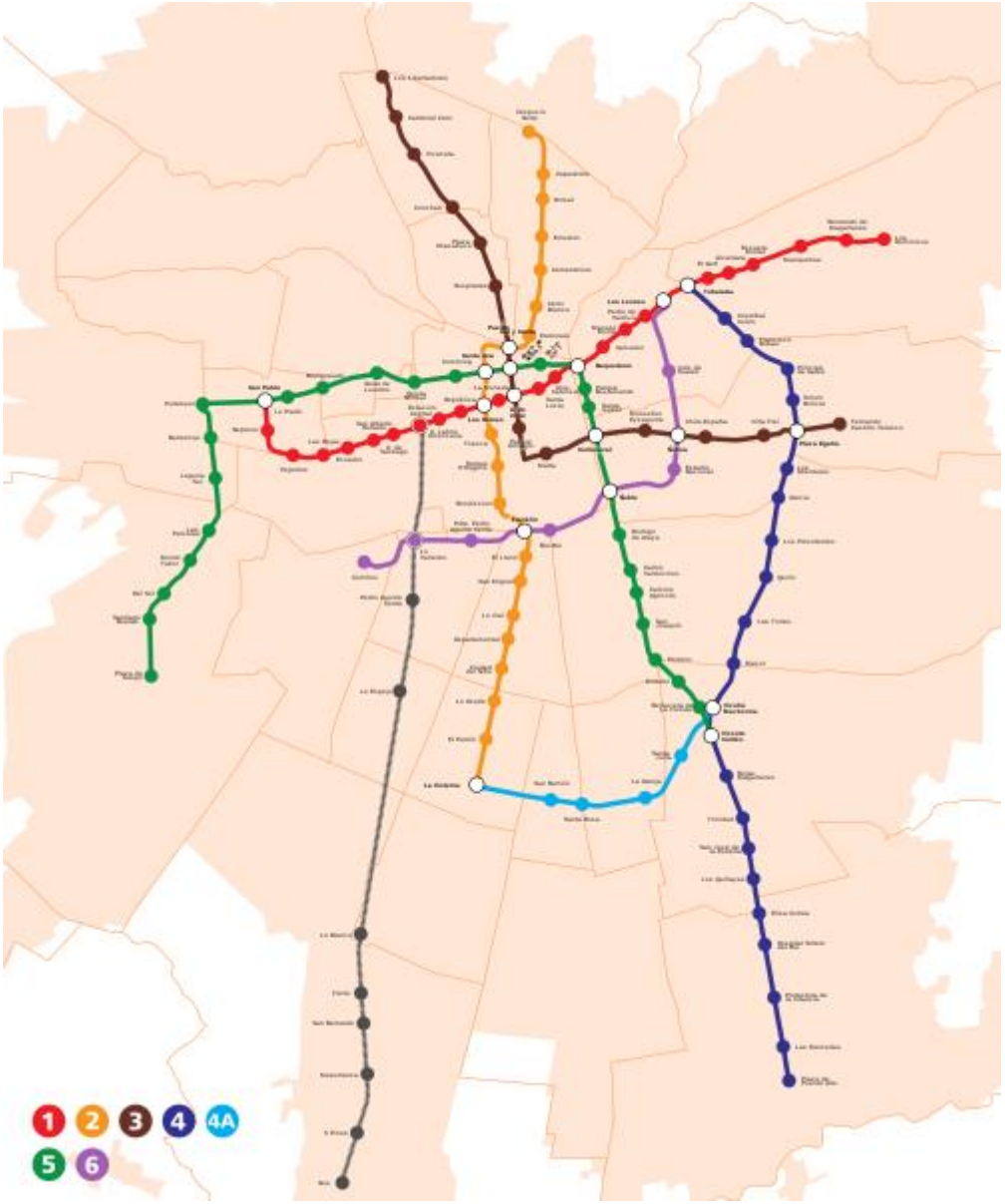
FIGURA Nº 3-3: COBERTURA SERVICIOS DE BUSES - CALAMA



3.3.2.2. Gran Santiago

El Gran Santiago es la principal conurbación del país y ciudad capital, donde están presentes todos los modos urbanos e interurbanos. Destacan una serie de servicios urbanos de características particulares, como una extensa red de Metro (a la fecha, cuenta con siete líneas, 136 estaciones y una extensión de 140 km) y un sistema de transporte público basado en buses de superficie e integrado con el metro y el servicio Nos Est. Central. De este modo, resulta factible observar viajes de combinación entre los diferentes servicios, aspecto que resulta de interés para el presente estudio.

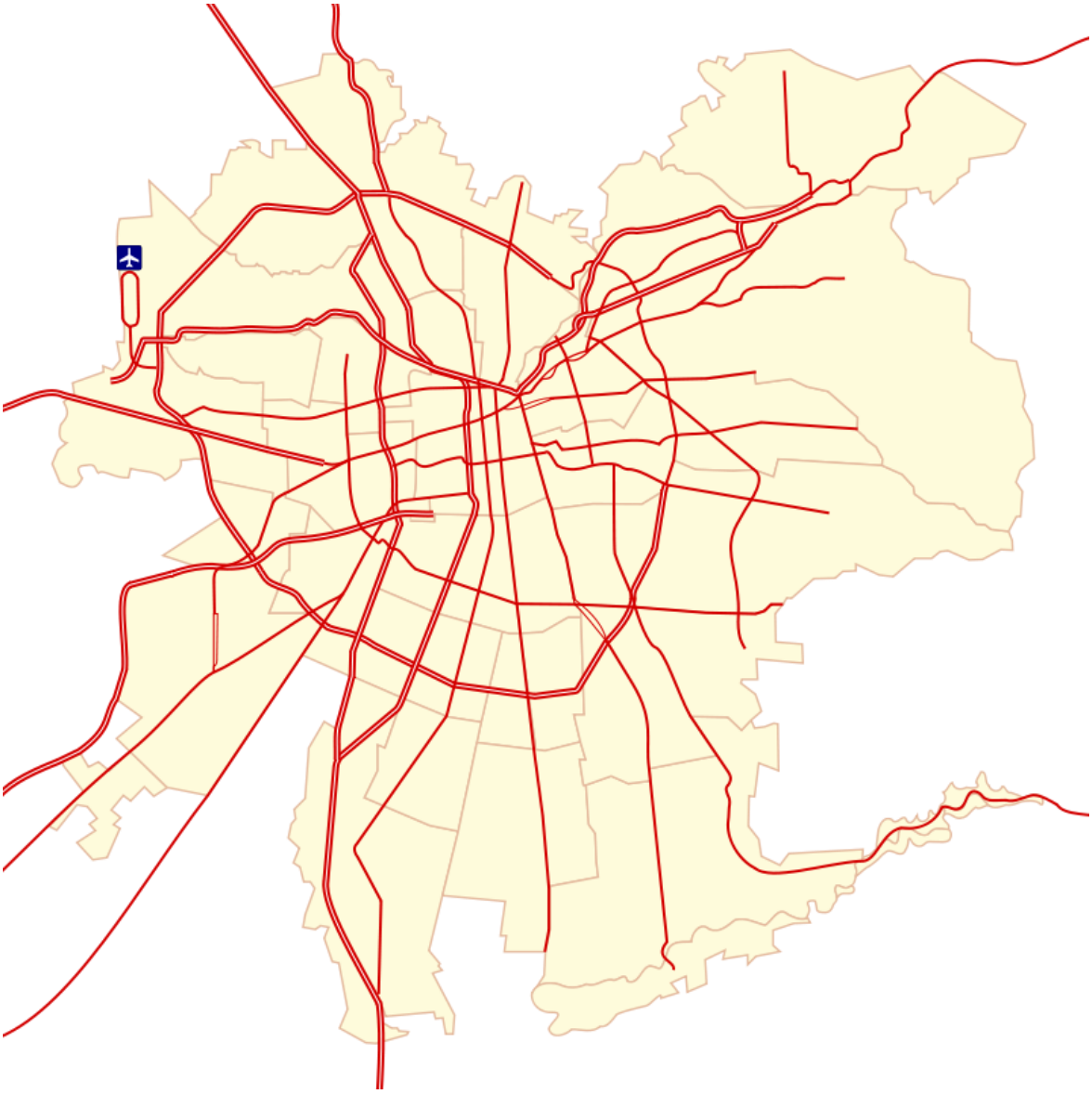
FIGURA Nº 3-4: RED DE METRO Y SERVICIO DE TRENES DE CERCANÍA – GRAN SANTIAGO



Fuente: Metro

Otro elemento destacado es el sistema de autopistas urbanas (autopista central, costanera norte, Vespucio Norte y Sur) con sistema de cobro free Flow y una serie de vías de conexión interurbana que han ido transformando las plazas de peaje a sistemas de pago sin detención (Autopista del Sol, Ruta 68, Radial Nororiente, Autopista Los Libertadores). Lo mismo ocurre con la principal vía interurbana (Ruta 5) que está concesionada al norte (autopista del Aconcagua) y al sur (Ruta del Maipo). La presencia de sistemas de tarificación facilita la comprensión de los experimentos donde se asume un cobro al uso del automóvil.

FIGURA Nº 3-5: RED VIAL PRINCIPAL – GRAN SANTIAGO



También dispone de servicios ferroviarios de corta distancia (tren Nos – Est Central) y mediana distancia (tren Rancagua – Est Central, Tren San Fernando – Est Central) además del principal servicio de larga distancia (Chillán – Santiago). Cuenta con el principal terminal aeroportuario del país, por el que pasa la mayoría de los servicios nacionales e

internacionales. Existen algunas estaciones intermodales y terminales de buses interurbanos, principalmente conectados a la red de Metro.

En base a lo anterior, la propuesta preliminar de lugares para el desarrollo de las encuestas es:

- Vía pública, para capturar viajeros de caminata
- Ciclovías y estaciones de bicicletas públicas, para usuarios de bicicleta
- Paraderos en la ciudad para los viajes urbanos en buses y taxicolectivos
- Estaciones de Metro para viajes en este modo
- Estaciones de Intercambio Modal, para representar viajes combinados
- Aeropuerto Internacional AMB, para viajes en avión
- Terminales de Buses Sur y San Borja para viajes rurales y de larga distancia
- Estación Central, para viajes en tren de media y larga distancia
- Estacionamientos públicos (e.g. malls, supermercados) para usuarios de automóvil

3.3.2.3. Gran Concepción

El Gran Concepción es una de las grandes conurbaciones del país, donde están presentes todos los modos urbanos (destaca el Biotren, que cumple un rol urbano/suburbano)[13] y opera un aeropuerto (Aeropuerto Internacional Carriel Sur).

Dada su extensión, se espera encontrar viajes de todas las categorías de distancia a definir, junto con un importante número de viajes de negocios debido a la fuerte actividad económica de la ciudad.

Por último, el Gran Concepción se conecta al resto del país por la Autopista del Itata, acceso norte a la ciudad, que conecta con la ciudad de Chillán y con la Carretera Panamericana, eje central de la red vial interurbana del país.

[13] El servicio de tren suburbano une siete comunas del Gran Concepción. Estas son Talcahuano, Hualpén, Concepción, Chiguayante, Hualqui, San Pedro de la Paz y Coronel; cuyos recorridos se extienden por 65 kilómetros: Talcahuano – Hualqui 36 kilómetros y Concepción – Coronel 29 kilómetros.

FIGURA Nº 3-6: ESTACIONES DE BIOTREN, CONCEPCIÓN

En base a lo anterior, la propuesta preliminar de lugares para el desarrollo de las encuestas es:

- Vía pública, para capturar viajeros de caminata y bicicleta
- Paraderos en la ciudad para los viajes urbanos en buses y taxicolectivos
- Estaciones de Biotren para viajes urbanos
- Aeropuerto Internacional Carriel Sur, para viajes en avión
- Terminal de Buses Collao en Concepción
- Estacionamientos públicos (e.g. malls, supermercados) para usuarios de automóvil
- Peaje Agua Amarilla en la Ruta 152 entre Concepción y Chillán.

3.3.2.4. Villarrica

Villarrica fue seleccionada por sus características de ciudad de menor tamaño, que no corresponde administrativamente a una capital regional o provincial. Presenta como

antecedente de interés el disponer de información en línea de los servicios de transporte público que operan en la ciudad. Se encuentra ubicada en la orilla sur poniente del lago del mismo nombre, siendo la principal ciudad de servicios del área cordillerana y junto con Pucón los principales centros turísticos de la zona lacustre en la región de La Araucanía.

Se conecta con la ruta 5 y la ciudad de Freire a través de la ruta 199-Ch, que se prolonga al oriente hacia Pucón y el paso internacional Mamuil Malal. En la comuna de Freire y a 64 km se encuentra el aeropuerto internacional de la Araucanía, que permite la conectividad aérea. También está disponible el aeródromo de Pucón, que no cuenta con servicios regulares.

En base a lo anterior, la propuesta preliminar de lugares para el desarrollo de las encuestas es:

- Vía pública, para capturar viajeros de caminata y bicicleta
- Paraderos en la ciudad para los viajes urbanos en buses y taxicolectivos
- Sobre Ruta 199-Ch, para detener a vehículos livianos
- Lugares de salida de servicios interurbanos de buses

FIGURA Nº 3-7: SERVICIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO - VILLARRICA

3.3.3. Selección de Lugares para el Gran Santiago

Inicialmente se habían contemplado encuestas en cuatro ciudades de Chile: Calama, Gran Santiago, Gran Concepción y Villarrica. En una primera etapa se planificó el levantamiento en el Gran Santiago, con el fin de que sirviera de referencia al resto de las ciudades.

En ese contexto se establecieron algunos lineamientos básicos para cada modo de transporte que se buscaba estudiar:

1. **Caminata**: Disponer de lugares donde poder capturar usuarios en vía pública.
2. **Bicicleta**: Identificar uso de estaciones de bicicletas públicas y estacionamientos controlador, como línea Cero de Metro de Santiago.
3. **Transporte público urbano:** Capturar usuarios en estaciones de intercambio modal.
4. **Transporte público rural:** Similar a transporte público urbano, se identifican Estaciones de intercambio modal más concurridas.
5. **Transporte privado:** Se limitó la elección de lugares para obtener información de viajes de corta distancia, principalmente estacionamientos en el caso de la vía pública.
6. **Avión:** El lugar natural para encuestar corresponde al terminal de pasajeros del Aeropuerto. No obstante, también es posible capturar usuarios en etapas anteriores, como por ejemplo en paraderos de buses en dirección al mismo.
7. **Tren:** Se limita únicamente a la Estación Central para viajes fuera de Santiago. Los trenes de cercanías como Alameda-Nos se tratan como transporte público urbano.

Para lugares de trabajo se evaluaron opciones en conjunto al mandante. Además se hicieron las gestiones para aplicar la encuesta en el edificio donde se encuentra la oficina del consultor.

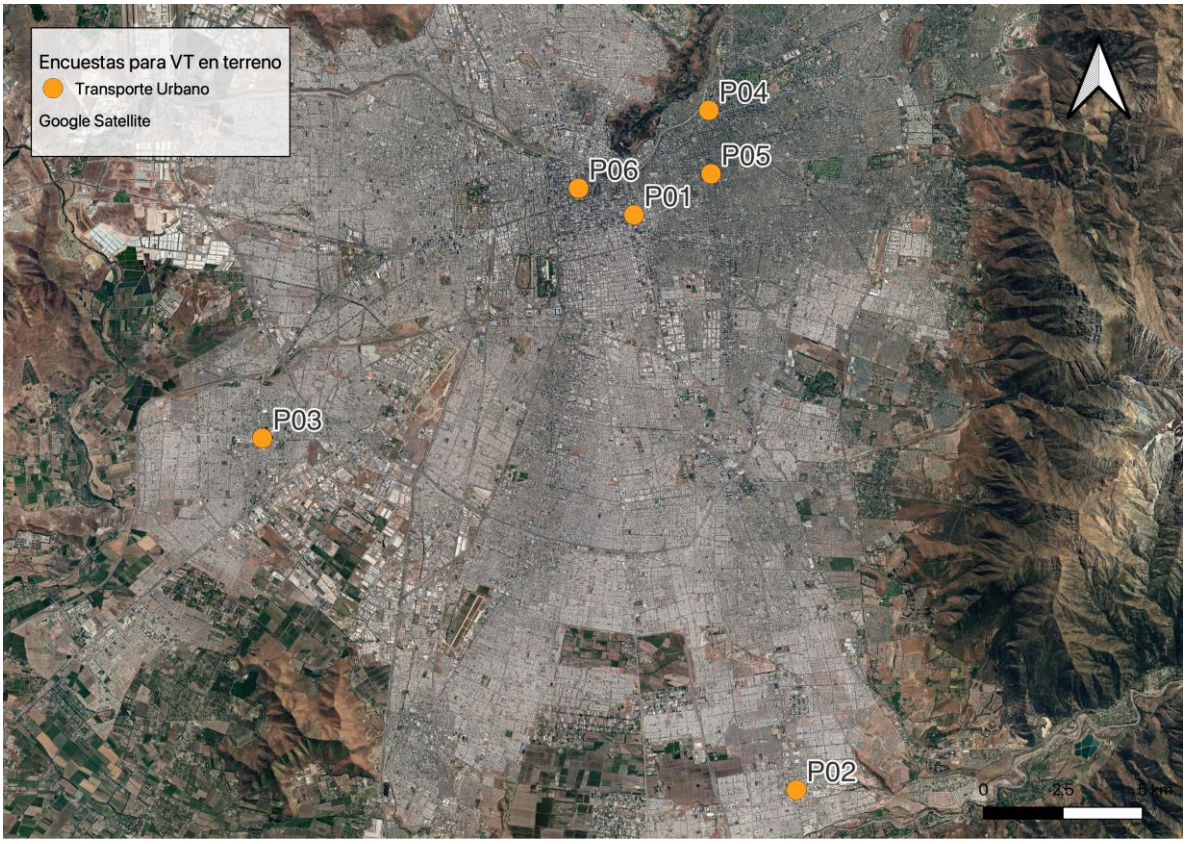
En función de los criterios antes mencionados, se elaboró una lista con puntos de interés para encuestas en el Gran Santiago. Estos se dividieron en base a tres categorías: Transporte urbano o de corta/media distancia, Transporte interurbano (o de larga distancia) y Transporte Privado.

CUADRO 3-8: LUGARES DE INTERÉS IDENTIFICADOS PARA TOMA DE ENCUESTAS – TRANSPORTE URBANO GRAN SANTIAGO

Punto de Control	Ubicación	Caminata	Bicicleta	Bus	Metro	Taxicolectivo
P01	Metro Santa Isabel	x	x		x	
P02	Metro Plaza de Puente Alto	x	x	x	x	x
P03	Metro Plaza de Maipú	x	x	x	x	x
P04	Costanera Center	x	x	x		
P05	Lyon / Pocuro	x	x			
P06	Ahumada / Huérfanos	x				

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 3-8: UBICACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS PARA TOMA DE ENCUESTA – TRANSPORTE URBANO GRAN SANTIAGO



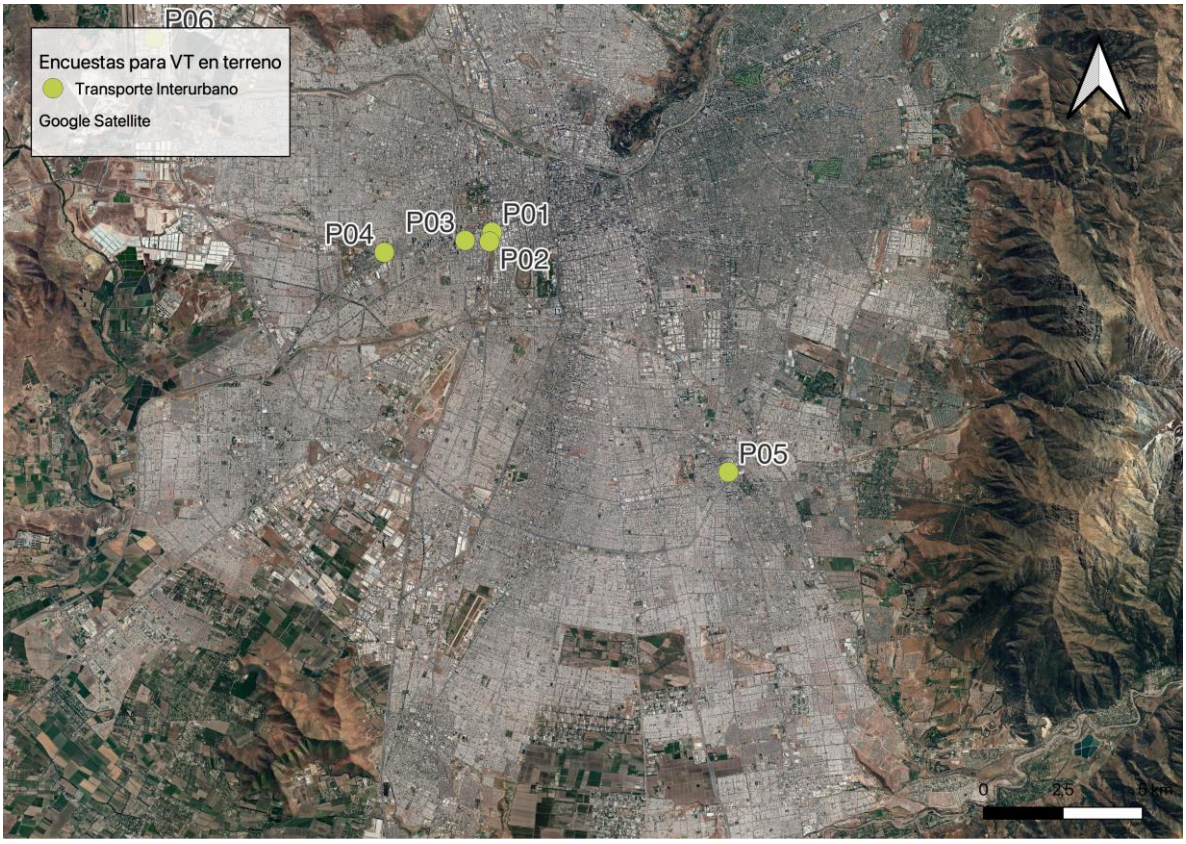
Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 3-9: LUGARES DE INTERÉS IDENTIFICADOS PARA TOMA DE ENCUESTAS – TRANSPORTE INTERURBANO GRAN SANTIAGO

Punto de Control	Ubicación	TP Interurbano	TP Rural	Tren	Avión
P01	EFE Estación Central			x	
P02	Terminal San Borja	x	x		
P03	Terminal Sur	x			
P04	Intermodal Pajaritos	x			x
P05	Intermodal Bellavista La Florida	x	x		
P06	Terminal 1 AMB				x

Fuente: Elaboración propia.
TP: Transporte Público.

FIGURA Nº 3-9: UBICACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS PARA TOMA DE ENCUESTA – TRANSPORTE INTERURBANO GRAN SANTIAGO



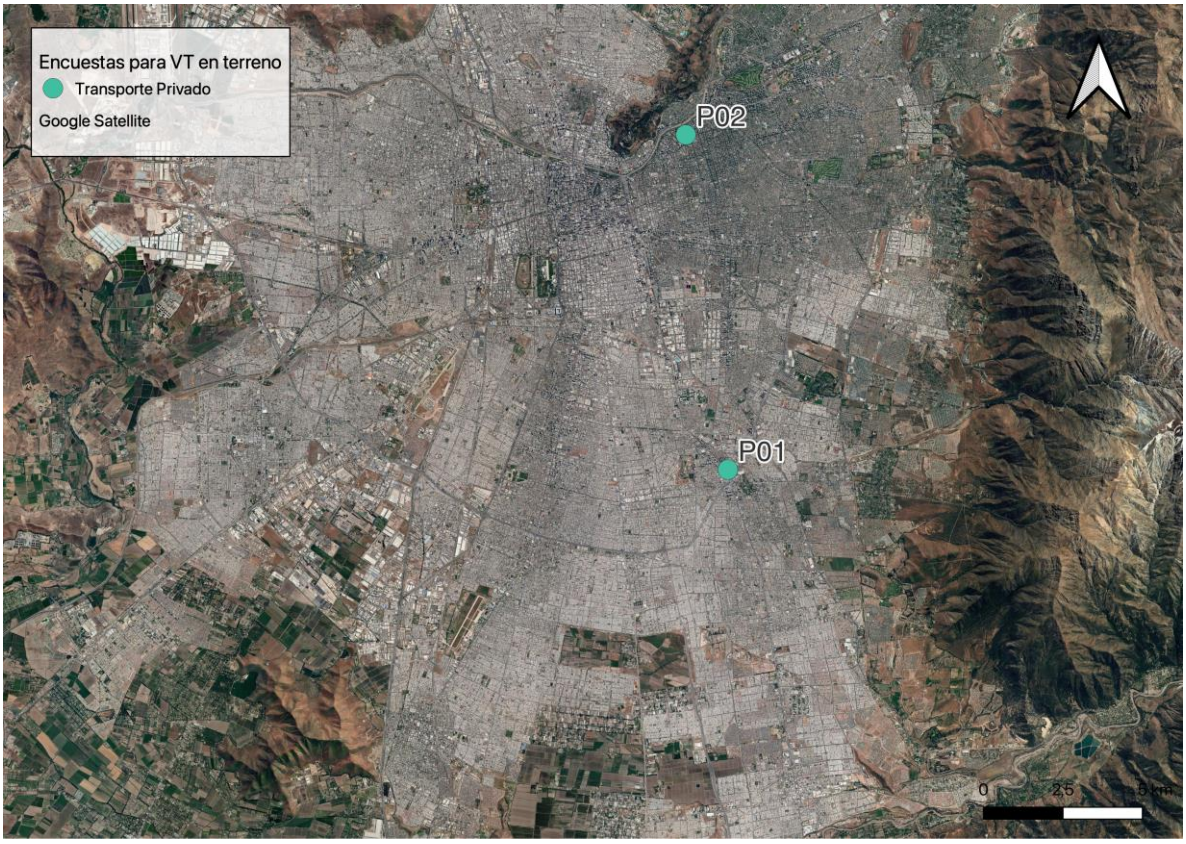
Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 3-10: LUGARES DE INTERÉS IDENTIFICADOS PARA TOMA DE ENCUESTAS – TRANSPORTE PRIVADO GRAN SANTIAGO

Punto de Control	Ubicación
P01	Mall Plaza Vespucio
P02	SABA Marchant Pereira

Fuente: Elaboración propia.
TP: Transporte Público.

FIGURA Nº 3-10: UBICACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS PARA TOMA DE ENCUESTA – TRANSPORTE PRIVADO GRAN SANTIAGO



Fuente: Elaboración propia.

Se presentó la propuesta de lugares al mandante, buscando realizar la gestión de permisos necesaria para disponer de personal en terreno en la toma de encuestas.

Como se explica posteriormente, hubo dificultades para obtener permisos en algunos de los lugares propuestos, por lo que se vio limitado el levantamiento de información en terreno. Dados los resultados de la aplicación en terreno, se optó finalmente por lograr muestras a través de encuestas de panel a usuarios del Gran Santiago, Gran Concepción y Calama. Además se desarrolló un levantamiento, mediante panel y a través de las redes sociales del MDSF, orientado a viajes de larga distancia entre las principales ciudades del país, lo que permitió recoger viajes de diversos orígenes y destinos, incluyendo viajes asociados a Villarrica.

4. Tarea 4: Recolección de Información y Creación de Banco de Datos

4.1. Levantamiento de Encuestas PR-PD

4.1.1. Implementación de las Encuestas

El levantamiento de las encuestas PR-PD fue realizado en su totalidad utilizando encuestas en línea a través de la plataforma SurveyEngine. Esto resulta útil para generar el diseño de la encuesta PD personalizada según el usuario entrevistado. Excepcionalmente se levantó parte de las encuestas en papel, lo que se discute en detalle en los métodos de levantamiento de encuestas.

El diseño de la encuesta en línea incluye una presentación del consultor, del mandante y del estudio llevado a cabo. Al entrevistado se le informa, ya sea de forma oral en terreno o escrita en el sitio web, acerca del tratamiento de su información y la seguridad de los datos. Respecto a aquello se garantiza la anonimidad de los resultados agregados y la no divulgación de información personal para fines ajenos de la propia encuesta.

4.1.2. Métodos de Levantamiento de Encuestas

4.1.2.1. Métodos Presenciales

Con este método el encuestador levanta la totalidad de la información haciendo uso de un dispositivo portátil (Celular o Tablet), que permite generar el experimento de PD en línea y recopilar la información individual de forma inmediata.

Los métodos de levantamiento de encuestas realizados presencialmente consideraron las siguientes situaciones:

- **En tránsito**

  Refiere a los casos donde el encuestador capta al usuario en el lugar donde inicia una etapa del viaje. En función de la disponibilidad y el medio de transporte utilizado, existe la posibilidad de acompañar al usuario durante el viaje para no demorar su viaje.

- **En lugares de trabajo**

  Corresponde a las situaciones donde el encuestador capta al usuario en el lugar de trabajo, permitiendo disponer del tiempo requerido para el levantamiento de información.

- **En la vía pública**

  Se capta al usuario en un lugar público, como una calle o avenida, solicitando su apoyo para la encuesta.

4.1.2.2. Método Mixto

El método mixto corresponde a un caso particular del método presencial, donde se dispone de un encuestador para levantar únicamente la componente de PR del experimento. En general esto permite recopilar información en menos tiempo, pero requiere una interacción a posteriori por parte del usuario encuestado para poder obtener resultados útiles en términos de VT.

El levantamiento de esta información se sigue realizando en línea, pero también permite la opción de trabajar en terreno con una encuesta en papel. Dicho formato facilita la captación del usuario por parte de los encuestadores, ya que mantiene los tiempos de respuesta en un rango aceptable al no depender de una aplicación móvil en terreno. Por contrapartida, se requiere realizar el trabajo de digitación posterior a realizar la encuesta.

Para continuar con el elemento de PD se generaron encuestas personalizadas a partir de cada encuesta PR recibida en terreno. Al final de estas encuestas se solicitó al usuario que entregara un método de contacto; ya sea correo electrónico o teléfono celular. Se estudiaron ambos métodos para entregar la información a las personas encuestadas:

- **Correo electrónico**

  Se utilizó una cuenta de correo institucional, vinculada al consultor, y se generó una publicación en redes sociales que permitiera dar visibilidad y seguimiento a la campaña. Dado el alto volumen de correos electrónicos enviados y la necesidad de enviar mensajes personalizados en cada uno; se evaluaron herramientas de marketing digital para realizar el envío de estos correos. A nivel comercial se evaluaron los programas de MailChimp y SendInBlue, que en primera instancia pudieran servir para el envío masivo de correos. En definitiva, se utilizó la plataforma de envío de Google, en vista que el volumen de correos no excedía el máximo diario para cuentas empresariales, actualmente fijado en 500 correos diarios.

- **Mensajería celular**

  Se evaluó como método alternativo para el envío de encuesta PD el uso de mensajería instantánea a través de Whatsapp. Si bien se realizaron envíos con este método, al estudiar en detalle los términos y condiciones del servicio se constató que no es posible utilizar su sistema para enviar el volumen de mensajes requeridos.

4.1.2.3. Método Online

El método online considera el envío de la encuesta de forma directa al usuario, sin requerir de encuestadores para su realización. Al respecto se estudiaron dos métodos:

- **Paneles**

  En este se dispone de una empresa externa, encargada de la distribución de la encuesta. El principal beneficio de este método es la gran base de usuarios que dispone para ser encuestados, por lo que es posible levantar una gran cantidad de encuestas en poco

tiempo. Además, permite ir seleccionando los grupos de encuestados requeridos en base al número de encuestas faltantes en cada caso.

- **Redes sociales**

  Se estudió también el envío de encuestas directamente a través de Redes Sociales. De forma similar al envío de mensajería por correo, se hizo difusión a través de medios oficiales del consultor para entregar confianza a los encuestados.

4.1.3. Planificación del Levantamiento de Encuestas

4.1.3.1. Cronograma Mediciones Presenciales Santiago

Se presenta la planificación de lugares de encuesta en la ciudad de Santiago, donde se trabajó de forma presencial en las siguientes fechas:

CUADRO 4-1: CRONOGRAMA DE ENCUESTAS EN TERRENO - GRAN SANTIAGO

Fecha Inicio	Fecha término	Método encuesta	Tipos de viaje capturados	Lugares de medición
28-nov-22	06-dic-22	Método mixto	Corta Distancia	EIM La Cisterna Plaza de Maipú Metro Bellavista La Florida Metro Estación Central
07-dic-22		Método presencial	Larga Distancia	Terminal San Borja
12-dic-22				Intermodal Bellavista La Florida
13-dic-22				Intermodal Pajaritos
14-dic-22			Corta Distancia	Estación EFE Lo Valledor
15-dic-22			Ambos	Estación Central EFE
16-dic-22			Corta Distancia	Torre Oteiza (Fidel Oteiza 1921)

Fuente: Elaboración propia.

Se trabajó inicialmente con el método mixto, realizando la encuesta de PR en terreno haciendo uso de personal dedicado a ello. Se capturaron viajes de carácter mayoritariamente de corta distancia: usuarios de metro, bus y en menor medida caminata o bicicleta. Los encuestadores fueron repartidos espacialmente entre los lugares de medición, buscando estudiar el nivel de respuesta obtenido en cada lugar.

A partir del día 7 de diciembre se hizo un cambio de enfoque, registrándose viajes de larga distancia en una encuesta completa de PR y PD. Si bien este método toma más tiempo para el encuestador en terreno, se logra obtener un buen número de respuestas de forma inmediata; es decir sin requerir de un segundo contacto por correo.

Como último punto a destacar, se menciona la actividad realizada en oficinas del consultor, donde se dispuso de encuestadores para la toma de información de trabajadores del edificio. Esto permitió capturar una mayor variedad de modos de transporte, particularmente aquellos que utilizan automóvil para su traslado.

4.1.3.2. Encuesta de Panel

A partir de las dificultades observadas para lograr autorizaciones para la realización de encuestas en terreno, de la baja tasa de respuesta lograda con los diversos ajustes realizados y del mejor desempeño de la encuesta completa a partir de los múltiples ajustes y correcciones realizados, y considerando el carácter de piloto del presente estudio se acordó con el mandante la realización de encuestas completas a través de encuestas a paneles de usuarios.

Para este efecto se contactó a dos empresas del rubro (Offerwise y Netquest) para analizar la factibilidad de realizar encuestas a viajeros de corta y larga distancia en las ciudades de interés. Se optó finalmente por Netquest ya que contaba con la posibilidad de realizar encuestas en Calama, además del Gran Santiago y Gran Concepción. Es importante indicar que este método es ampliable a los principales centros urbanos del país, ya que en la práctica, la gran mayoría de los inscritos en el panel realizan viajes frecuentes.

Si bien el programa Survey Engine cuenta con un indicador de cuotas, se requirió a la empresa un conjunto de usuarios por modo de transporte, basados en estimaciones generales de volúmenes de interés considerando combinaciones factibles de modo/distancia/propósito por ciudad. Los valores iniciales planteados fueron los siguientes:

CUADRO 4-2: CUOTAS INICIALES PARA ENCUESTAS DE PANELES VIAJES DE CORTA DISTANCIA (N° DE ENCUESTAS POR TIPO DE USUARIO Y CIUDAD)

Modo	Gran Santiago	Gran Concepción	Calama
Auto	110	70	70
Metro o bus urbano o combinación	230	-	-
Biotren	-	80	-
Bus urbano o combinación	-	110	-
Bus urbano	-	-	70
Taxi, taxi colectivo, uber o app	80	80	70
Bicicleta	40	40	-
Total	**460**	**380**	**210**

Fuente: Elaboración propia.

En algunos casos se incrementó la cuota dado que se disponía de un mayor número de personas respondiendo, en tanto en otros casos no fue posible completar la cuota definida.

Los volúmenes obtenidos y que se utilizaron para realizar las estimaciones, fueron los siguientes.

CUADRO 4-3: ENCUESTAS LOGRADAS DE PANELES VIAJES DE CORTA DISTANCIA (N° DE ENCUESTAS POR TIPO DE USUARIO Y CIUDAD)

Modo	Gran Santiago	Gran Concepción	Calama
Auto	111	120	47
Metro o bus urbano o combinación	235	-	-
Biotren	-	25	-
Bus urbano o combinación	-	165	-
Bus urbano	-	-	15
Taxi, taxi colectivo, uber o app	79	50	15
Bicicleta	35	7	1
Total	**460**	**367**	**78**

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, se realizaron encuestas para viajes de larga distancia mediante los métodos de paneles. En este caso se solicitaron 1.200 encuestas, las cuales tuvieron los siguientes requerimientos iniciales.

CUADRO 4-4: ENCUESTAS INICIALES DE PANELES VIAJES DE LARGA DISTANCIA (N° DE ENCUESTAS POR TIPO DE USUARIO Y CIUDAD)

Categoría	Ítem	Cuotas	Porcentaje
Origen	Temuco/Pucón/Villarrica	93	8%
	Resto	1.107	92%
Modo	Avión	522	44%
	Tren	25	2%
	Auto	492	41%
Propósito	Otro	161	13%
Total		1.200	100%

Fuente: Elaboración propia.

El siguiente cuadro resume la cantidad total de encuestas que fueron recogidas mediante paneles para los viajes de larga distancia.

CUADRO 4-5: ENCUESTAS LOGRADAS EN PANELES VIAJES DE LARGA DISTANCIA (N° DE ENCUESTAS POR MODO Y CIUDAD)

Ciudad	Auto	Avión	Bus	Tren	Total
Ancud	1		2		3
Antofagasta	15	28	18		61
Arica	9	13	14		36
Calama	8	4	5		17
Chillan	13		10	2	25
Concepción	34	14	45		93
Copiapó	11	7	14		32
Coquimbo	7	1	15		23
Curicó	14		11		25
Iquique	4	12	6		22
La Serena	22	15	28		65
Linares	9		4	1	14
Los Ángeles	17		6		23
Parral	1		2		3
Puerto Montt	17	12	18		47
Puerto Varas	5		3		8
Punta Arenas	1	9	1		11
Rancagua	24		20	7	51

Ciudad	Auto	Avión	Bus	Tren	Total
San Carlos	1		3	1	5
San Fernando	5		4		9
San Javier			1		1
Santiago	92	71	98	17	278
Talca	16		18	1	35
Talcahuano	11	4	13		28
Temuco	35	13	54		102
Valdivia	15	6	21		42
Valparaíso	25		36		61
Villarrica-Pucón	6		7		13
Viña del Mar	31		37		68
Total	**449**	**209**	**514**	**29**	**1201**

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de las respuestas según propósito hubo que relajar el tope inicialmente presentado debido a la dificultad de obtener respuestas de los propósitos “habitual” y “por trabajo”. Se obtuvieron 232 viajes con propósito “habitual”, 79 “por trabajo” y 890 viajes con propósito “otro”.

4.1.3.3. Redes Sociales

De manera complementaria a los levantamientos con encuesta directa y mediante panel, se realizó un llamado para responder la encuesta de viajes a través de la red social de la empresa consultora (Linkedin). Si bien es claro que esta modalidad presenta limitaciones y potenciales sesgos, se optó por considerarla bajo la premisa de que este estudio tiene un carácter de piloto y resulta de interés el explorar metodologías alternativas de levantamiento de encuestas.

Los volúmenes obtenidos y que se utilizaron para realizar las estimaciones, fueron los siguientes.

CUADRO 4-6: ENCUESTAS LOGRADAS EN REDES SOCIALES VIAJES DE CORTA DISTANCIA (N° DE ENCUESTAS POR MODO Y CIUDAD)

Modo	Gran Santiago	Gran Concepción	Calama
Auto	15	1	0
Metro o bus urbano o combinación	17	-	-
Biotren	-	0	-
Bus urbano o combinación	-	0	-
Bus urbano	-	-	0
Taxi, taxi colectivo, uber o app	2	0	0
Bicicleta	4	2	-
Total	**38**	**2**	**0**

Fuente: Elaboración propia.

Durante el mes de marzo se desarrolló un levantamiento complementario, usando las redes sociales del MDSF, orientado a viajes de larga distancia entre las principales ciudades del país. En total, se obtuvieron 100 encuestas de esta fuente de información.

CUADRO 4-7: ENCUESTAS LOGRADAS EN REDES SOCIALES VIAJES DE LARGA DISTANCIA (N° DE ENCUESTAS POR MODO Y CIUDAD)

Ciudad	Auto	Avión	Bus	Tren	Total
Antofagasta			1		1
Calama	1		1		2
Chillan			2	2	4
Concepción	1	2	3		6
Curicó	1				1
La Serena			1		1
Linares			1		1
Los Ángeles	1		1		2
Punta Arenas		1			1
Rancagua			1	1	2
San Fernando			1		1
Santiago	26	21	9	6	62
Talca	1		2		3
Talcahuano			1		1
Valdivia	2	1	2		5
Valparaíso			2		2
Villarrica-Pucón	1		1		2
Viña del Mar	1		2		3
Total	**35**	**25**	**31**	**9**	**100**

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Análisis de Mecanismos Recolección de Datos

En este punto se presentan los desempeños de diversos mecanismos de recolección de datos para las encuestas planteadas en el estudio. Esto con el objetivo de que la experiencia incurrida en esta etapa sirva de referencia para futuros trabajos de terreno.

Los mecanismos probados para la recolección de datos fueron las siguientes:

- Encuesta en dos etapas (método mixto)
- Encuesta de una etapa para viajes de larga distancia (método presencial)
- Encuesta de una etapa para viajes de corta distancia (método presencial)
- Encuesta en lugar de trabajo (método presencial)
- Encuesta mediante paneles (método online)
- Encuesta difundida mediante redes sociales (método online)

Todas estas experiencias fueron levantadas en el software SurveyEngine mediante dispositivos móviles en diversas locaciones donde fue posible interceptar viajeros de corta distancia y/o larga distancia en la ciudad de Santiago.

4.2.1. Encuesta en Dos Etapas

En esta experiencia se interceptó viajeros en mitad de su viaje y se aplicaba una encuesta referente al viaje que estaba realizando y otro posible viaje de larga distancia (etapa I). En

esta se recolectaba un método de contacto, correo y/o número de teléfono, para posteriormente enviar la encuesta con el experimento PD (corta o larga distancia) junto a otras preguntas (etapa II). La tasa de respuesta de la etapa II determina finalmente el desempeño de esta experiencia. Esto permitía evaluar qué experimento enviar al individuo, entre el experimento para su viaje de corta distancia o larga distancia que fuese reportado.

De acuerdo a los permisos obtenidos para realizar la encuesta, las estaciones de Metro donde se realizaron fueron las siguientes: Estación Central, Estación Intermodal La Florida, Intermodal La Cisterna, Plaza de Maipú, Metro Santa Isabel y Plaza Puente Alto.

Etapa I

En total se recibieron 478 encuestas completadas para la etapa I de la encuesta. Estas se realizaron entre los días 23 de noviembre al 7 de diciembre. De sus resultados es interesante mencionar que quienes tuvieron mejor afinidad a responder fueron principalmente personas de género femenino (62%) y el 67% realiza el viaje con propósito “otros”. El tiempo de respuesta promedio fue de 11,5 [min].

Es importante mencionar que se iniciaron un total de 723 encuestas, de las cuales 478 fueron completadas resultando en 245 (33%) encuestados que se fueron mientras eran encuestados.

Etapa II

Luego de recibir las encuestas de la etapa I se enviaron correos y mensajes mediante aplicaciones móviles a cada uno de los 478 encuestados de la etapa I. Entraron al link un total de 80 usuarios pero se recibieron un total de 12 encuestas (2,5% del universo muestral) realizadas en un horizonte de 4 semanas y el tiempo promedio de respuesta fue de 8 [min].

La tasa de respuesta de un 2,5% para la etapa II resulta completamente ineficiente para un levantamiento masivo de datos de esta encuesta. Para efectos prácticos, sin considerar que ciertos segmentos de la población pueden tener distintas tasas de respuesta a la obtenida, si se quisiese levantar 2.000 encuestas se tendrían que hacer 80.000 encuestas de etapa I. La encuesta se recolectó en 12 días laborales, por lo que la estimación simplista de cuanto demoraría en completarse las 2.000 encuestas es de 2.000 días laborales (¡400 semanas!).

Esta extrapolación de encuestas de etapa I necesarias para completar encuestas de etapa II con esta metodología se basa en la experiencia realizada en este estudio y no necesariamente es representativo de lo que podría ocurrir en un lanzamiento masivo, sin embargo es un indicador de ineficiencia en esta forma de recolección de datos masivos debido a la excesiva merma incurrida entre la etapa I y II de la encuesta. No se recomienda

por tanto este método de recolección de datos si bien existe experiencia internacional con mejores resultados.[14]

4.2.2. Encuesta en una Etapa para Viajes de larga distancia

La experiencia de encuestas en una etapa para viajes de larga distancia consistió en aplicar la encuesta de PR y PD completa, solo para viajes de larga distancia, en determinados lugares de la ciudad de Santiago. Es decir, en vez de dividir la encuesta en dos, se aplica la encuesta completa en cuanto se intercepta al viajero.

En un análisis breve, realizar esta encuesta toma mayor tiempo que la primera etapa de la descrita anteriormente, ocasionando una mayor probabilidad de abandono dado la duración. Sin embargo, cada encuesta completada presenta toda la información necesaria para los objetivos del estudio sin depender de una segunda respuesta por parte del encuestado. Además, en los viajes de larga distancia a veces requieren de varios minutos de espera por parte del viajero, por lo que puede existir una mayor disposición a responder una encuesta.

En este caso, la cantidad total de personas que comenzaron una encuesta fue de 472 y 253 individuos no la terminaron porque la encontraron larga o sus respuestas no fueron coherentes. De esta forma, la merma muestral en terreno fue de aproximadamente un 54%.

Una estimación simplista para cuanto tiempo se requeriría para levantar 2.000 encuestas, excluyendo trámites administrativos de permisos y asumiendo una tasa de encuesta igual a la obtenida en esta experiencia, arroja un total de 36,5 días. Esto, además, con la ventaja de que la recolección de información se realiza en una única etapa.

4.2.3. Encuesta en una Etapa para Viajes de corta distancia

La experiencia de encuestas en una etapa para viajes de corta distancia consistió en aplicar la encuesta de PR y PD completa, solo para viajes de corta distancia, en cuatro días laborales y fue llevada a cabo en los siguientes lugares: Estación Lo Valledor, Estación Central, Estación Pajaritos y edificio de oficinas. Para cada uno de estos sitios se requirió de un permiso especial para interceptar a los viajeros.

En total se recibieron 85 encuestas válidas completadas. En este caso, la cantidad total de personas que comenzaron una encuesta fue de 178 con lo que 93 individuos no terminaron la encuesta porque la encontraron larga, o bien fueron eliminados porque sus respuestas no fueron coherentes. De esta forma, la merma muestral en terreno fue de aproximadamente un 52%.

[14] En Schmid et al. (2022) se presenta una experiencia reciente de recolección de encuestas de dos etapas para un estudio de valor del tiempo en Suiza. Se envió un correo invitando a participar y se ofrecía un pago de 20 US$. Lograron un 12,5% de respuesta (1.797 encuestados de 14.343 invitaciones)

Una estimación simplista para cuanto tiempo se requeriría para levantar 2.000 encuestas, excluyendo trámites administrativos de permisos y asumiendo una tasa de encuesta igual a la obtenida en esta experiencia, arroja un total de 94 días. Esto además con la ventaja de que la recolección de información se realiza en una única etapa.

4.2.4. Encuestas On Line viajes de corta distancia

La aplicación de encuestas para viajes de corta distancia a través de un link se realizó considerando reclutamiento de encuestados mediante un panel y mediante aviso en red social institucional (Linkedin), lo que ha mostrado niveles de participación diferentes, probablemente vinculados al incentivo asociado. En el caso de las encuestas de panel, se han logrado 905 respuestas al 16 de febrero, en tanto en la encuesta difundida en redes sociales se han logrado solo 40 respuestas.

En el caso de la encuesta en panel se ha observado una mayor extensión en el tiempo de respuesta (casi 31 minutos, como promedio) y habían iniciado la encuesta 2.522 personas de las cuales completaron la encuesta 905 personas. Con esto, 1.617 personas se descartaron debido a que no completaron la encuesta o bien a que se había completado la cuota correspondiente.

Para las encuestas difundidas por redes sociales se tiene un tiempo de respuesta de cerca de 20 minutos. Iniciaron la encuesta 111 personas, de las cuales 31 la completaron.

4.2.5. Encuestas Online viajes de larga distancia

La aplicación de encuestas para viajes de larga distancia a través de un link se realizó considerando reclutamiento de encuestados mediante un panel y mediante aviso en red social institucional, Instagram y Twitter. En el caso de las encuestas de panel, se lograron 1201 respuestas, en tanto en la encuesta difundida en redes sociales se lograron solo 100 respuestas.

En el caso de la encuesta en panel se ha observado un tiempo de respuesta de 16.4 minutos. y habían iniciado la encuesta 2.946 personas de las cuales completaron la encuesta 1201 personas. Con esto, 1.745 personas se descartaron debido a que no completaron la encuesta o bien a que se había completado la cuota correspondiente.

Para las encuestas difundidas por redes sociales se tiene un tiempo de respuesta de 15.2 minutos. Iniciaron la encuesta 405 personas, de las cuales 100 la completaron. Cabe destacar que en esta etapa se contó con apoyo de la contraparte técnica del estudio en la difusión de la encuesta.

4.2.6. Comparación de Mecanismos

Luego de probadas las cinco experiencias de recolección de información presentadas en este capítulo, es relevante comparar las principales diferencias que existen entre estos, mostrando evidencia empírica de las principales diferencias y similitudes que se puedan encontrar para estos.

En el siguiente cuadro se presenta el total de encuestas alcanzadas durante el período de aplicación, el tiempo de respuesta promedio medido a través de la aplicación y la cantidad de encuestas iniciadas y completadas en cada caso.

CUADRO 4-8: CARACTERIZACIÓN GENERAL DE ENCUESTAS REALIZADAS

Tipo de Encuesta	N° Encuestas		Tiempo de respuesta [min]		Mermas en terreno	
Encuesta en dos etapas	478*	12**	11,5*	8,0**	245/723*	33%
Encuesta en una etapa viajes de corta distancia	85		17,4		93/178	52%
Encuesta mediante paneles viajes de corta distancia	905		30,5		1617/2522	64%
Encuesta en redes sociales viajes de corta distancia	40		19,7		71/111	64%
Encuesta en una etapa viajes de larga distancia	229		13,6		253/472	54%
Encuesta mediante paneles viajes de larga distancia	1201		16.4		1201/2946	60%
Encuesta en redes sociales viajes de larga distancia	100		15.2		100/405	75%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados. *Etapa I. **Etapa II

En el caso de las encuestas de viajes en modos para viajes de corta distancia, el tiempo de respuesta parece estar cercano a los 20 minutos salvo en el caso de la encuesta de panel, donde el tiempo promedio es cercano a los 31 minutos. En el caso de la encuesta de viajes de larga distancia, muestra un tiempo de encuesta menor cercano a 15 minutos para los tres tipos de encuestas realizadas.

Un aspecto de interés corresponde a las mermas observadas, es decir, personas que iniciaron la encuesta respecto de las que las terminaron. En la primera aplicación en terreno (encuesta en dos etapas) se tuvo una pérdida del 33% (723 personas comenzaron la encuesta, 478 la completaron), probablemente por la extensión de la encuesta correspondiente a la primera etapa. En las aplicaciones en terreno de una etapa, se tuvieron mermas del orden del 50%, probablemente asociadas a la extensión de la encuesta. Las aplicaciones on line muestran una menor eficiencia, con casi 2/3 de abandono durante la realización de la encuesta.

En el siguiente cuadro se muestra la distribución por género de quienes respondieron efectivamente las encuestas, lo que permitiría identificar potenciales sesgos en los resultados:

CUADRO 4-9: DISTRIBUCIÓN POR GÉNERO DE LOS ENCUESTADOS

Tipo de Encuesta	Total	Género		
		Femenino	Masculino	Otro
Encuesta en dos etapas	478*	62%	32%	0%
Encuesta en una etapa viajes de corta distancia	85	58%	42%	0%
Encuesta mediante paneles viajes de corta distancia	905	66%	34%	0%
Encuesta en redes sociales viajes de corta distancia	40	43%	55%	3%
Encuesta en una etapa viajes de larga distancia	229	45%	54%	1%
Encuesta mediante paneles viajes de larga distancia	1201	53%	47%	0%
Encuesta en redes sociales viajes de larga distancia	100	73%	26%	1%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados *Etapa I

Como se observa, sólo para la encuesta en una etapa para viaje de larga distancia y redes sociales de viajes corta distancia se tuvo una proporción mayoritaria de hombres respondiendo. En el resto de los casos, la proporción de respuesta femenina es mayoritaria y superior a la distribución real de la población (51,1% de mujeres según censo 2017). Es particularmente destacable el caso de la encuesta en dos etapas y mediante paneles, donde más del 60% de las personas que responden se identifican con el género femenino. Por otra parte, la encuesta de paneles de viajes de larga distancia presenta una distribución por género similar a la del censo de 2017.

Finalmente, a partir de los tiempos empleados en las distintas encuestas se estimó el tiempo total requerido para lograr una muestra referencial de 1.000 encuestas. Esto permitiría tener una noción de los plazos requeridos para un levantamiento a escala nacional, ponderando por las miles de encuestas que se estimen necesarias.

CUADRO 4-10: ESTIMACIÓN DE TIEMPO PARA LEVANTAMIENTO DE ENCUESTAS

Tipo de Encuesta	Total	Tiempo para 1.000 encuestas [días]	
Encuesta en dos etapas	478*	25*	1,000**
Encuesta en una etapa viajes de corta distancia	85	47	
Encuesta mediante paneles viajes de corta distancia	905	32	
Encuesta en redes sociales viajes de corta distancia	40	300	
Encuesta en una etapa viajes de larga distancia	229	19	
Encuesta mediante paneles viajes de larga distancia	1201	10	
Encuesta en redes sociales viajes de larga distancia	100	80	

Fuente: Elaboración propia en base a resultados *Etapa I. **Etapa II

Este análisis no considera los tiempos asociados a la obtención de permisos y tampoco contempla eventuales mejoras en la eficiencia que se puedan lograr con ajustes tecnológicos o incrementos en el rendimiento de encuestadores. Se debe considerar además que una parte importante de las encuestas corresponden al Gran Santiago, por lo que puede haber rendimientos decrecientes en ciudades de menor tamaño.

Del cuadro se aprecia que la mayor eficiencia se logra con encuestas en una etapa y particularmente mediante paneles, debiendo en principio descartarse la aplicación en dos etapas o a través de redes sociales, al menos sin una amplia y permanente difusión.

4.2.7. Incidencia en la estimación del VT

Con respecto a los efectos que pueden tener diferentes técnicas de muestreo en los resultados, la literatura de VT es bastante acotada, lo que se puede deber a que el uso de paneles es una herramienta relativamente nueva, al menos en el área de transporte.

Para estudiar disposición a pago de automovilistas por un nuevo túnel en Copenhague, Lu et al. (2021). Los datos fueron obtenidos de paneles, y también reclutando mediante la entrega de volantes a potenciales usuarios (detenidos en semáforos). En este último caso, la tasa de respuesta fue de 5%. Con estos datos, en la etapa de modelación se compararon los resultados entre la encuesta piloto y la encuesta oficial, los dos métodos de recolección de datos, y el dispositivo en el que se contestó la encuesta (celular, computador o tablet). En ninguno de estos ejercicios se encontraron diferencias significativas.

Otro caso interesante es el reportado brevemente por Börjesson et al. (2023), quienes estudian variaciones del VT en el tiempo. En este artículo se menciona que el 2009 las encuestas para estimar el VT en Países Bajos fueron obtenidas mediante paneles. Los resultados arrojaron VT muy bajos, lo que fue atribuido al método de recolección de datos: las personas que participan en paneles suelen tener tiempo libre y, más aún, pueden considerar la realización de encuesta como un trabajo adicional, ya que son remunerados. En vista de los resultados, se decidió repetir la encuesta el año 2011, esta vez con encuestas de interceptación.

En el mismo artículo de Börjesson et al. (2023), se comparan resultados de VT en Países Bajos y Suecia a lo largo del tiempo, observando una reducción en el VT para un mismo nivel de ingreso, lo que atribuyen a una autoselección en las muestras, en la que los usuarios más apurados tienen menor probabilidad de ser reclutados y responder a la encuesta.

Finalmente, en Halse et al. (2022) encontraron evidencia de que quienes reportaban ser miembros activos de un panel de internet presentaban un menor VT, en tanto quienes respondían la encuesta mientras realizaban un viaje mostraban un mayor VT, independiente de si fueron contactados in situ o por correo electrónico/mensaje de texto. En el primer caso, lo atribuyen a que quienes responden regularmente en encuestas de panel tienen un menor costo de oportunidad para su tiempo, lo que se reflejaría en el VT. En el segundo caso, estiman que al encuestado le resultaba más gravoso el tiempo de viaje al estar realizando el viaje que cuando tomó la decisión de realizarlo, lo que atribuyen a una inconsistencia temporal.

Recomiendan ponderar de menor manera las encuestas provenientes de miembros activos de paneles de internet. Si fuera extrapolable el que quienes responden a las encuestas de PD son los que tienen menor costo de oportunidad del tiempo, indican que podría afirmarse que todas las estimaciones de VT son conservadoras, es decir se subestimaría el VT al no llegar a las personas que tienen mayor valor del tiempo.

En este sentido, recomiendan lograr mayores tasas de respuesta y entrevistar a los usuarios mientras están realizando un viaje, lo que puede lograrse tanto con mayor trabajo de campo como mediante correo electrónico/mensaje de texto a los celulares de los viajeros.

4.3. Resultados de las Encuestas

Como se ha visto en el primer acápite de este capítulo, la encuesta PD se levantó de utilizando diversas metodologías utilizando la plataforma SurveyEngine. Estas son: presencial, online y mixto en dos etapas.

El trabajo de recopilación de información se efectuó en las fechas que se presentan en el siguiente cuadro. En esta se especifican los inicios, fin y la cantidad de días en que la encuesta estuvo activa recibiendo respuestas.

CUADRO 4-11: FECHAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Encuesta	Método	Fecha Inicio	Fecha Término	Días
2 Etapas	Mixto	23-11-22	08-12-22	12
Interceptación viajes de larga distancia	Presencial	07-12-22	15-12-22	4
Interceptación viajes corta distancia	Presencial	13-12-22	16-12-22	4
Panel viajes de corta distancia	Online	09-01-22	16-02-23	29
Redes Sociales de corta distancia	Online	16-01-22	30-01-22	12
Panel viajes de larga distancia	Online	09-03-23	22-03-23	12
Redes Sociales de larga distancia	Online	06-03-23	18-03-23	8

Fuente: Elaboración propia en base a resultados.

Para efectos del cumplimiento de cuotas establecidas se realizó un seguimiento diario de las características de los encuestados en cuanto a ingreso y ubicación geográfica. Asimismo, se revisó la composición de la muestra en cuanto a sexo y edad, de tal forma de identificar y en lo posible no tener ningún estrato sub o sobrerrepresentado. De esta manera, se cumplió con los tamaños muestrales definidos para la encuesta.

Luego del levantamiento de la encuesta, se hizo un análisis detallado de la consistencia de las respuestas, de tal forma de eliminar aquellas observaciones que no fueran representativas del fenómeno bajo estudio. Como, por ejemplo, viajes muy largos en la categoría de viajes de corta distancia o algunos con tiempos de viaje excesivos que no correspondiesen a lo esperado.

4.3.1. Muestras Alcanzadas

El total de muestra recolectada para todos los tipos de encuesta alcanzó un total de **2.572** encuestas. El desglose de acuerdo al tipo de encuesta realizado se presenta en el siguiente cuadro.

CUADRO 4-12: MUESTRA ALCANZADA POR TIPO DE ENCUESTA

Viaje	Encuesta	Método	Recibidas
Corta distancia	2 Etapas	Mixto	478*-12**
	Interceptación	Presencial	85
	Panel	Panel	905
	Redes Sociales	Redes Sociales	40
Larga distancia	2 Etapas	2 Etapas (Presencial y Online)	34-0
	Interceptación	Presencial	229
	Panel	Online	1.201
	Redes Sociales	Online	100

Fuente: Elaboración propia en base a resultados. * Etapa I. ** Etapa II

Para efectos del análisis, es relevante observar cómo se comportan estos datos de acuerdo a los segmentos que se habían definido en principio. Estos son, totales recolectados de acuerdo al propósito del viaje, género, nivel de ingreso del hogar, y la segmentación de distancias definida. En el siguiente cuadro se presenta la muestra alcanzada según propósito de viaje.

CUADRO 4-13: MUESTRA ALCANZADA POR ENCUESTA SEGÚN PROPÓSITO DE VIAJE

Encuesta	Método	Total	Propósito**		
			Habituales	Por trabajo	Otro
2 Etapas	Mixto	478*	30%	3%	67%
Interceptación viajes de larga distancia	Presencial	229	41%	2%	56%
Interceptación viajes corta distancia	Presencial	85	51%	2%	47%
Panel viajes de corta distancia	Online	905	40%	6%	54%
Redes Sociales de corta distancia	Online	40	60%	5%	35%
Panel viajes de larga distancia	Online	1201	19%	7%	74%
Redes Sociales viajes de larga distancia	Online	100	11%	2%	87%
Resultados EOD-2012 Gran Santiago			29,4%	2,9%	67,7%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados. * Etapa I.
** Se definen 3 propósitos: viajes habituales (al/desde trabajo o estudio), viajes por trabajo o negocios, y viajes por otros motivos (compras, trámites, etc.).

Es posible constatar que el propósito por trabajo es consistentemente el más difícil de conseguir para los métodos de recolección de información utilizados. En cambio, la categoría con mayor muestra corresponde al propósito “otros” en seis de las siete experiencias. Se destaca, sin embargo, que estas proporciones son muy similares a las encontradas en la EOD-2012 del Gran Santiago, las cuales se presentan en la última fila del cuadro anterior.

En el siguiente cuadro se presentan las muestras alcanzadas según modo de transporte para viajes de corta distancia para cada uno de los métodos utilizados.

CUADRO 4-14: MUESTRA ALCANZADA POR ENCUESTA SEGÚN MODO PARA VIAJES DE CORTA DISTANCIA

Encuesta	Método	Total	Modo				
			Auto	Tpte. Público	Taxi	Taxi colectivo	Bicicleta
2 Etapas	Mixto	478*	0%	100%	0%	0%	0%
Interceptación viajes corta distancia	Presencial	85	11%	80%	2%	1%	6%
Panel viajes de corta distancia	Online	905	31%	49%	12%	4%	5%
Redes Sociales de corta distancia	Online	40	40%	43%	5%	0%	13%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados. * Etapa I.

En el siguiente cuadro se presentan las muestras alcanzadas según modo de transporte para viajes de larga distancia de cada uno de los métodos utilizados.

CUADRO 4-15: MUESTRA ALCANZADA POR ENCUESTA SEGÚN MODO PARA VIAJES DE LARGA DISTANCIA

Encuesta	Método	Total	Modo			
			Bus interurbano	Tren	Avión	Auto
2 Etapas	Mixto	34*	49%	8%	5%	38%
Interceptación viajes de larga distancia	Presencial	229	79%	21%	0%	0%
Panel viajes de larga distancia	Online	1201	43%	2%	17%	37%
Redes Sociales viajes de larga distancia	Online	100	31%	9%	25%	35%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados. * Etapa I que contiene viaje interurbano.

Por otro lado, se presenta la distribución de las distancias de viaje de acuerdo al método de recolección de datos empleado. Se tiene que los viajes de menor distancia (“D1”) son especialmente difíciles de capturar por todos los métodos de recolección de información, donde la mayor captura representa solo un 3% de su muestra.

Las distribuciones de las distancias para la encuesta de una etapa de corta distancia y para la encuesta mediante paneles se parecen entre sí, en la participación de viajes de distancias entre 3-15 km (“D2”) y de distancias entre 0-3 km (“D1”). Sin embargo, la encuesta de panel contiene encuestas con viajes de 40-400 km, lo cual no fue posible obtener en la encuesta de interceptación.

En cuanto a los viajes de larga distancia, se tiene que estos están principalmente concentrados en distancias entre 40–400 km (“D4”) para la encuesta de interceptación de viajes de larga distancia, con un 90% de participación. Esto se puede deber principalmente a los lugares en donde se ha interceptado a los encuestado, con lo que se ha capturado viajes en tren y bus principalmente. En el caso del panel de larga distancia, la participación de viajes de distancia “D4” es de 54% y en redes sociales de larga distancia este es de 47%. Es decir, el porcentaje de viajes de distancia “D4” cae en panel y redes sociales respecto a lo obtenido en interceptación.

CUADRO 4-16: DISTRIBUCIÓN POR DISTANCIA DEL VIAJE

Tipo de Encuesta	Total	Categorías de Distancias				
		D1	D2	D3	D4	D5
2 Etapas	12*	0%	0%	100%	0%	0%
Interceptación viajes corta distancia	85	2%	51%	47%	0%	0%
Panel viajes de corta distancia	905	3%	55%	31%	10%	0%
Redes Sociales de corta distancia	40	3%	70%	25%	3%	0%
Interceptación viajes de larga distancia	229	0%	0%	0%	90%	10%
Panel viajes de larga distancia	1201	0%	0%	0%	54%	46%
Redes Sociales viajes de larga distancia	100	0%	0%	0%	47%	53%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados *Etapa II completa. D1: 0-3 km. D2: 3-15 km. D3: 15-40 km. D4: 40-400 km. D5: más de 400 km

En el siguiente cuadro se presentan las muestras alcanzadas según el ingreso individual reportado para cada uno de los métodos utilizados.

CUADRO 4-17: MUESTRA ALCANZADA POR ENCUESTA SEGÚN INGRESO INDIVIDUAL

Encuesta	Método	Total	Ingreso Individual							
			1	2	3	4	5	6	7	8
2 Etapas	Mixto	478*	13%	12%	8%	4%	1%	0%	4%	57%
Interceptación viajes de larga distancia	Presencial	229	-	-	-	-	-	-	-	-
Interceptación viajes corta distancia	Presencial	85	7%	5%	7%	4%	7%	4%	0%	66%
Panel viajes de corta distancia	Online	905	7%	4%	4%	4%	4%	2%	2%	73%
Redes Sociales de corta distancia	Online	40	3%	0%	0%	0%	8%	15%	0%	75%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados. * Etapa I.
1. Menos de $350.000. 2. Entre $351.000 y $500.000. 3. Entre $501.000 y $700.000. 4. Entre $701.000 y $1.000.000
5. Entre $1.001.000 y $1.800.000. 6. Más de $1.800.000. 7. No sé. 8. Prefiero no responder

Más de la mitad de los encuestados prefieren no responder su nivel de ingreso individual en todas las experiencias. En el siguiente cuadro se presentan las muestras alcanzadas según el ingreso del hogar para cada uno de los métodos utilizados.

CUADRO 4-18: MUESTRA ALCANZADA POR ENCUESTA SEGÚN INGRESO DEL HOGAR

Encuesta	Método	Total	Ingreso del Hogar							
			1	2	3	4	5	6	7	8
2 Etapas	Mixto	478*	14%	34%	17%	7%	4%	1%	0%	23%
Interceptación viajes corta distancia	Presencial	85	6%	16%	16%	12%	13%	6%	5%	26%
Panel viajes de corta distancia	Online	905	6%	15%	17%	18%	14%	15%	4%	13%
Redes Sociales de corta distancia	Online	40	0%	0%	0%	13%	10%	43%	30%	5%
Interceptación viajes de larga distancia	Presencial	212	8%	25%	20%	17%	6%	4%	0%	18%
Panel viajes de larga distancia	Online	1201	4%	15%	19%	20%	17%	14%	3%	7%
Redes Sociales viajes de larga distancia	Online	100	8%	16%	14%	9%	20%	23%	7%	3%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados. * Etapa I.
1. Menos de $400.000. 2. Entre $401.000 y $700.000. 3. Entre $701.000 y $1.000.000. 4. Entre $1.001.000 y $1.500.000
5. Entre $1.501.000 y $2.000.000. 6. Entre $2.001.000 y $4.000.000. 7. Más de 4.000.000. 8. Prefiero no responder

A diferencia de lo encontrado en el ingreso individual, el porcentaje de no respuesta se reduce de más de un 50% a un 20% aproximadamente. De esta forma se tiene una tasa de respuesta del nivel de ingreso significativamente superior en el ingreso del hogar por sobre en el ingreso individual.

4.3.2. Generación de Base de Datos

En esta sección se aborda la consolidación de las bases de datos de información a partir de la información recolectada según las encuestas realizadas. Esto es relevante de mencionar, puesto que los datos requieren de procesamiento para unificar las distintas fuentes de información, así como también unir las respuestas de las preguntas de la encuesta con lo que respondieron los individuos en el experimento PD asignado.

Se tienen dos bases de datos separadas: una para los viajes de corta distancia y otra para los viajes de larga distancia. La de viajes de corta distancia incluye información de: Encuesta en 2 etapas, Encuesta de interceptación urbana, Encuesta de Panel y Encuesta en Redes Sociales. Por otro lado, la base de viajes de larga distancia incorpora información

recolectada en la Encuesta de interceptación interurbana, encuesta de redes sociales y paneles.[15]

El software utilizado entrega la información de las secciones A, B, C de la encuesta PR en un mismo archivo para cada encuesta debido a que estas pertenecen un único módulo de encuesta. Sin embargo, los experimentos de PD utilizan otro sistema de almacenamiento que posteriormente se extrae en un archivo distinto a las otras secciones de la encuesta. Para poder identificar a los individuos se utiliza el indicador "RID" el cual identifica al individuo.

Debido a que cada una de las encuestas es un archivo distinto en SurveyEngine, cada una de estas corresponde a un archivo de salida distinto. Además, cada una inicia el conteo de "RID" en 1 y termina con el número de individuos que entraron a la encuesta. Esto plantea el asunto de que en todas las encuestas se repiten "RID", por lo que hay que generar identificadores diferentes para cada encuesta y los experimentos de modo de no repetir información.

Para guardar el orden en los "RID" se ajustaron los valores sumando lo siguiente presentados en el cuadro a continuación.

CUADRO 4-19: AJUSTE IDENTIFICADORES ÚNICOS "RID" POR ENCUESTA

Encuesta	Viaje	Tipo	Suma a RID
2 Etapas	Corta distancia	Mixto	20.000
Interceptación		Presencial	1.000.000
Panel		Online	0
Redes Sociales		Online	10.000.000
Interceptación	Larga distancia	Presencial	100.000
Panel		Online	0
Redes Sociales		Online	10.000.000

Fuente: Elaboración propia en base a resultados.

Con esto se logra que los "RID" no se repitan en las bases de datos para viajes de corta distancia. Esto se aplica tanto para las fuentes de información de las secciones A, B y C de la encuesta PR como para los archivos con los experimentos de PD.

Además, se incluye la columna "Encuesta" donde se especifica la fuente de información de donde se han obtenido los datos.

Para la confección de la base de datos de experimentos de PD se toman los datos de las secciones A, B y C de la encuesta PR y estas se unen a través del campo "RID" modificado. Se hizo un filtro con las variables que se utilizarían para los modelos para no sobrecargar de información la base de PD.

[15] SurveyEngine acepta 1000 encuestas por experiencia, por lo que la información levantada en panel se encuentra almacenada en dos archivos.

A fin de resguardar la identidad y datos sensibles para los encuestados se eliminaron de las bases de información referida a los números de teléfono, correos y métodos de contacto recolectados en la encuesta de dos etapas.

Las bases de datos iniciales por cada encuesta, así como también las resultantes de la consolidación para el experimento de PD se presentan en los anexos digitales.

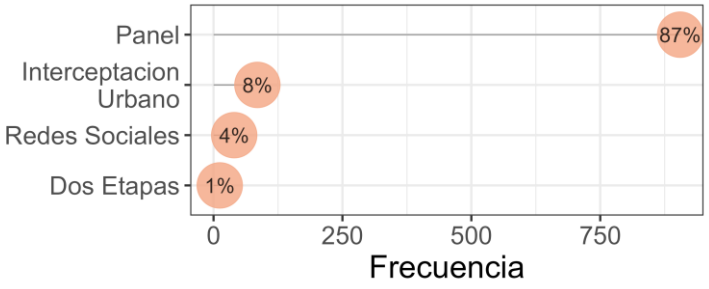
4.3.3. Caracterización de la Muestra de Viajes de Corta Distancia

4.3.3.1. Características Sociodemográficas de Viajeros de Corta Distancia

En las siguientes figuras se resumen las principales características socio-demográficas de la muestra bajo análisis. En resumen, la muestra está compuesta por:

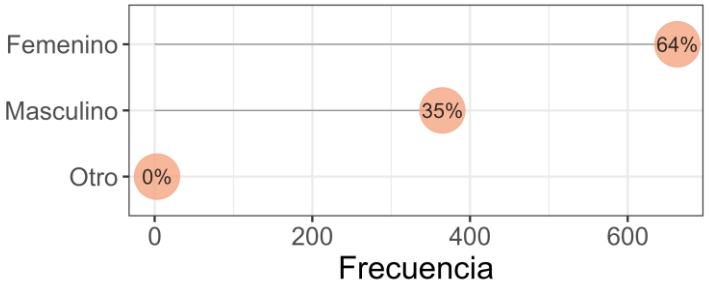
- Predominancia del género femenino (64%) por sobre el masculino (35%)
- 87% de los encuestados provienen de datos obtenidos a través de paneles, un 8% por interceptación de corta distancia y el restante entre las redes sociales y dos etapas.
- En cuanto al rango etario de la muestra, se cuenta con al menos un 10% de participación por categoría inicial (sin incluir menores de edad). Cabe destacar que los rangos etarios predominantes son el “18 a 35 años” junto con “36 a 45 años” con 43% y 27% respectivamente, mientras que el que menor participación tiene es el “Mayor de 55 años” con 10%.
- Existe una predominancia de nivel educacional universitario con un 53%, seguido por el nivel técnico con 20% y el postgrado con 14%.
- El tamaño del hogar promedio corresponde a 3,23 personas. El tamaño de hogar más frecuente corresponde al de 2 miembros, con 29%.
- El ingreso total del hogar con mayor frecuencia corresponde al nivel 4. $1.000.000 – 1.500.000 con un 17%. Si se estimara el nivel de ingreso como la media del rango declarado, el ingreso promedio de los hogares de la muestra corresponde a $1.400.000.

FIGURA Nº 4-1: DISTRIBUCIÓN POR MECANISMO DE RECOLECCIÓN DE DATOS – VIAJES DE CORTA DISTANCIA



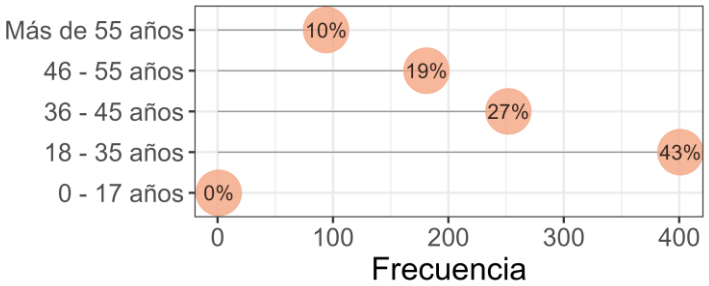
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 4-2: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR GÉNERO – VIAJES DE CORTA DISTANCIA



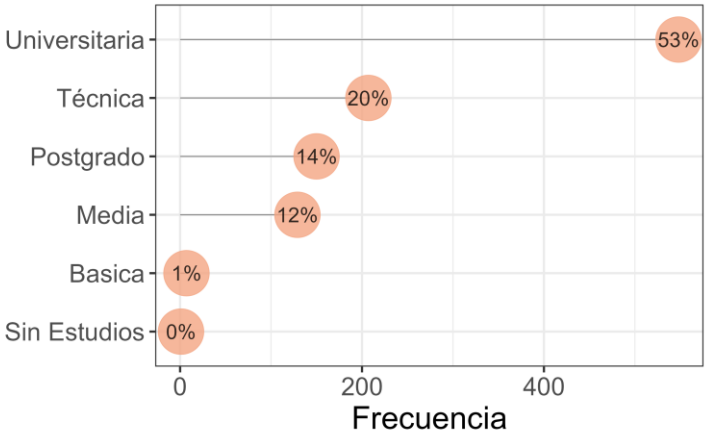
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 4-3: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR RANGO ETARIO – VIAJES DE CORTA DISTANCIA



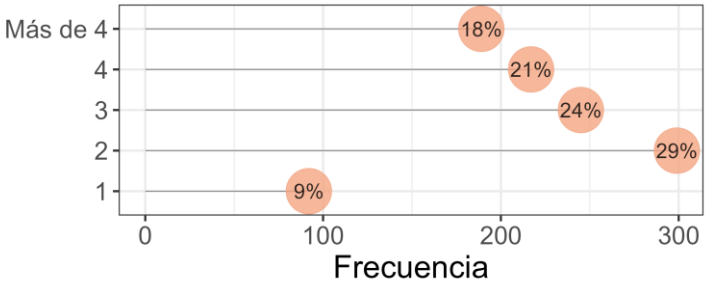
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 4-4: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR NIVEL EDUCACIONAL – VIAJES DE CORTA DISTANCIA



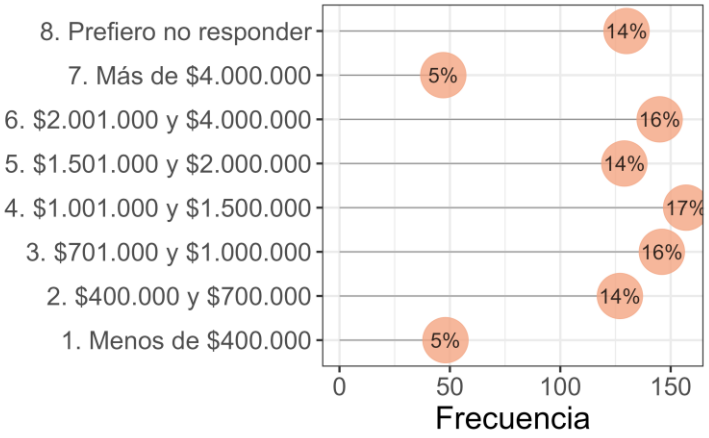
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 4-5: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR TAMAÑO DEL HOGAR – VIAJES DE CORTA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 4-6: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR INGRESO TOTAL DEL HOGAR [$ARS/MES] – VIAJES DE CORTA DISTANCIA



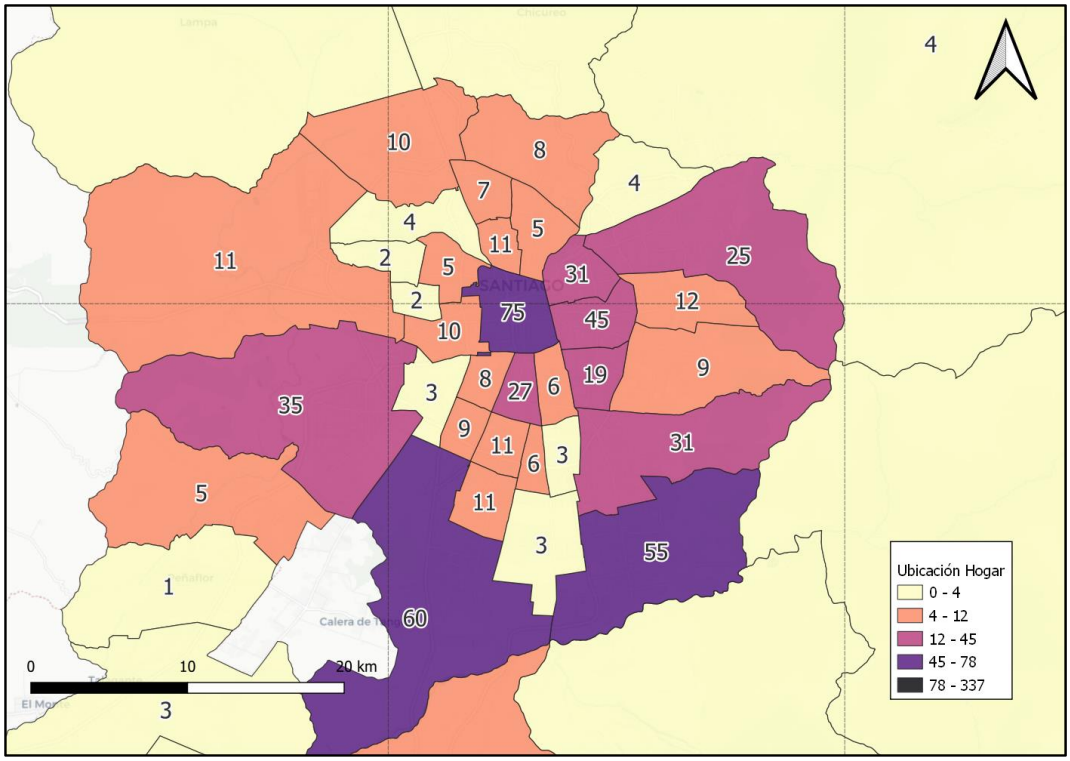
Fuente: Elaboración propia.

4.3.3.2. Características de Viajes de Corta Distancia

A continuación se presenta la información recopilada para los viajes referidas al viaje consultado. Se presentan las variables: frecuencia, origen, destino, lugar de encuesta, tiempo de viaje, horario de salida y llegada, clasificación de distancia, propósito.

A continuación se presenta la distribución muestral de acuerdo a la ubicación de los hogares de los encuestados. En este se puede ver que para el gran Santiago se tiene al menos una encuesta para cada una de las comunas, con excepción de Calera de Tango. Además, las comunas con mayor representación corresponden a Santiago, Puente Alto y San Bernardo.

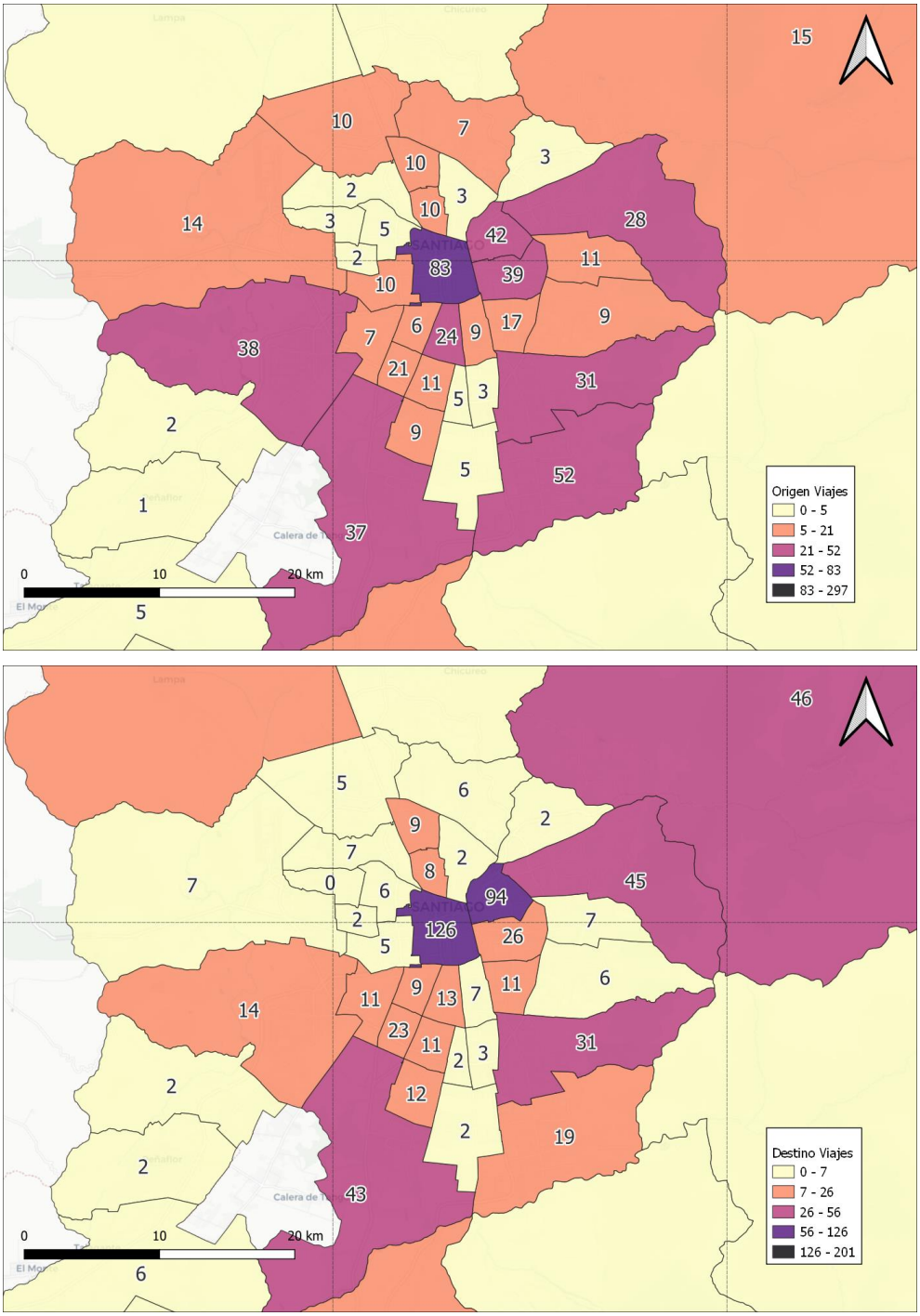
FIGURA Nº 4-7: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL SEGÚN UBICACIÓN DEL HOGAR – GRAN STGO – VIAJES DE CORTA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada.

Los viajes se originan principalmente en las comunas de Santiago y Puente Alto. Los destinos de los viajes muestreados que más destacan corresponden a Santiago y Providencia. La siguiente figura presenta los orígenes y los viajes por comuna en el Gran Santiago.

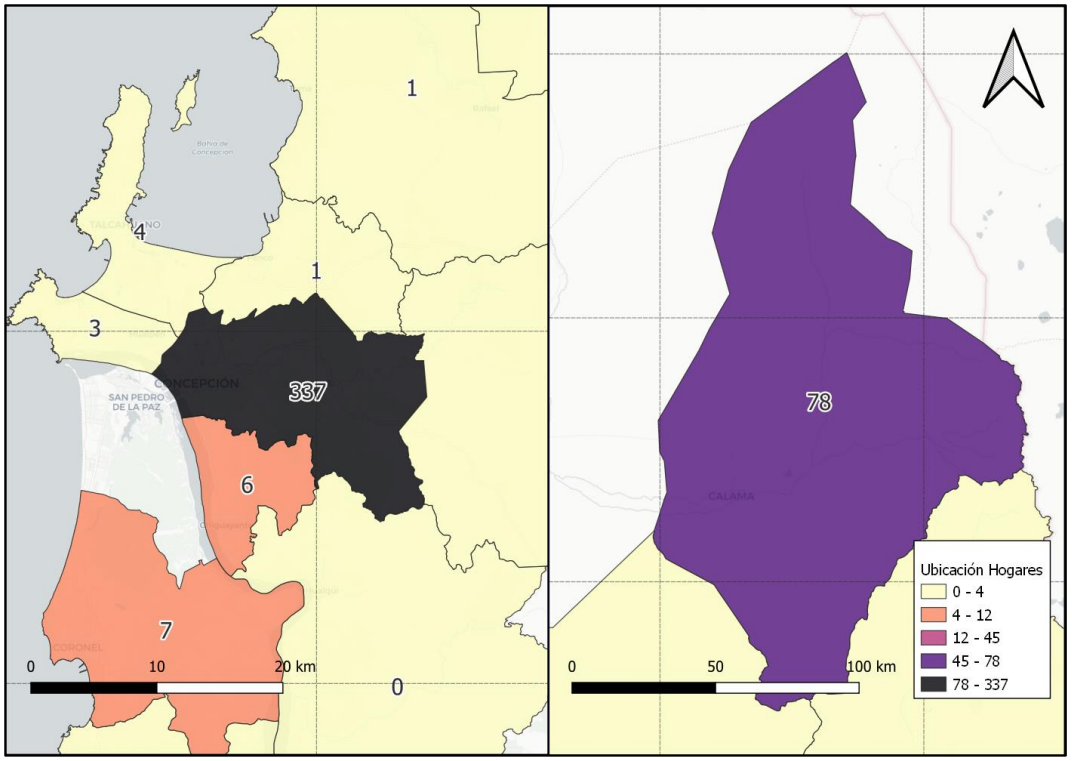
FIGURA Nº 4-8: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL SEGÚN ORIGEN Y DESTINO DEL VIAJE – GRAN STGO – VIAJES DE CORTA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada.

En el caso de los hogares en el Gran Concepción se tiene que casi la totalidad de los hogares se encuentran en la comuna de Concepción, con pequeña muestra para las comunas aledañas. En el caso de Calama, solo se encontraron hogares ubicados en la comuna de Calama.

FIGURA Nº 4-9: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL SEGÚN UBICACIÓN DEL HOGAR – GRAN CONCEPCÓN Y CALAMA – VIAJES DE CORTA DISTANCIA



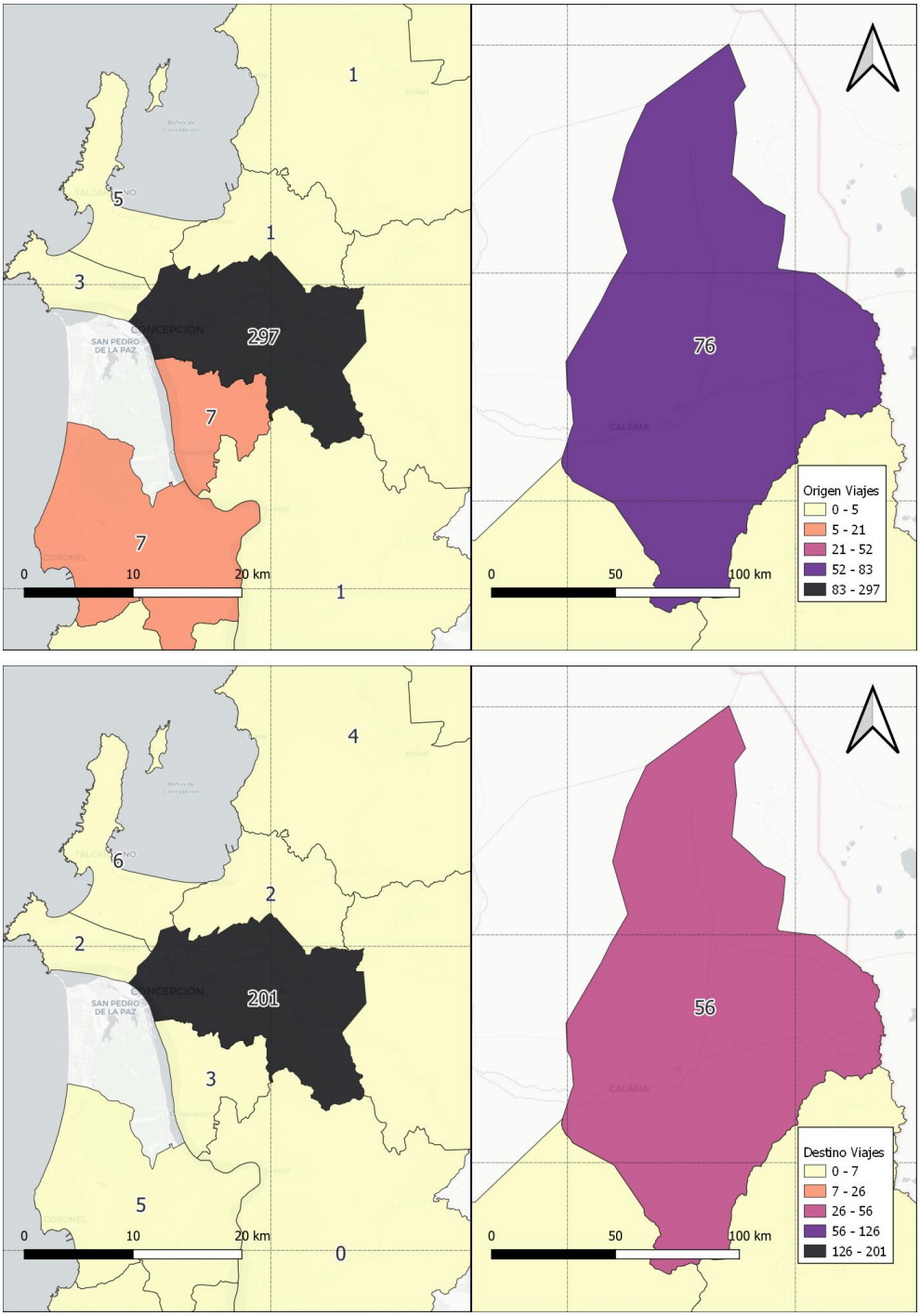
Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada.

Sobre los orígenes y destinos de los viajes por comuna en Concepción y Calama se tiene la distribución que presenta la siguiente figura.

Los viajes del Gran Concepción son generados en casi su totalidad en la comuna de Concepción, con pocos viajes comunas de Talcahuano, Hualpén y el resto de las que se encuentran en los alrededores próximos. En el caso de Calama ocurre algo similar, siendo la comuna de Calama la principal generadora de los viajes recolectados.

En relación al destino de los viajes se observa que Concepción sigue siendo la comuna donde van la mayor cantidad de viajes del gran Concepción y Talcahuano aparece como el segundo foco atractor de los viajes de la encuesta. En el caso de Calama, los viajes siguen siendo atraídos casi en su totalidad a la misma Calama y a comunas aledañas.

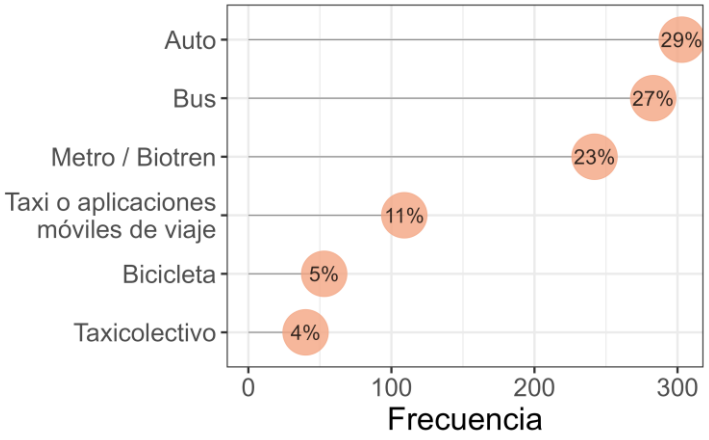
FIGURA Nº 4-10: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL SEGÚN ORIGEN Y DESTINO DEL VIAJE – GRAN CONCEPCION Y CALAMA – VIAJES DE CORTA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia en base a información recolectada.

La distribución de modos analizados se presenta en la siguiente figura. En esta se puede ver que la principal componente es el automóvil (29%), seguido del bus (27%) y luego por el metro/Biotren (23%). De aquí se desprende que el modo transporte público tuvo un 50% de participación. El modo con menor participación corresponde al taxicolectivo (4%) y le sigue la bicicleta (5%).

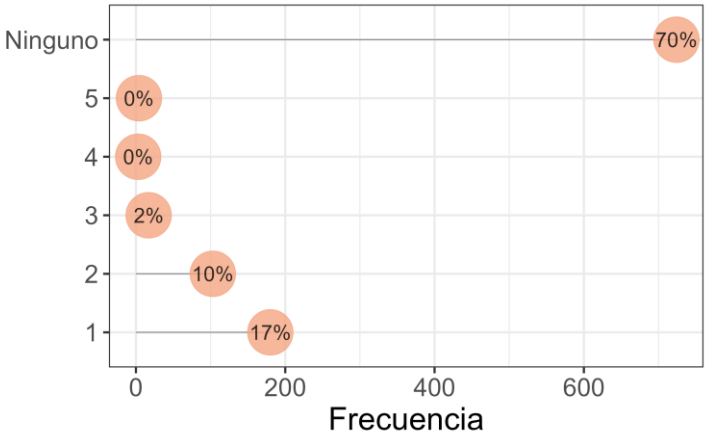
FIGURA Nº 4-11: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR MODO ANALIZADO– VIAJES DE CORTA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia.

Un 70% de la muestra no realiza transbordos en sus viajes, mientras que el 27% realiza 1 o 2. La distribución según transbordos en los viajes se presenta en la siguiente figura.

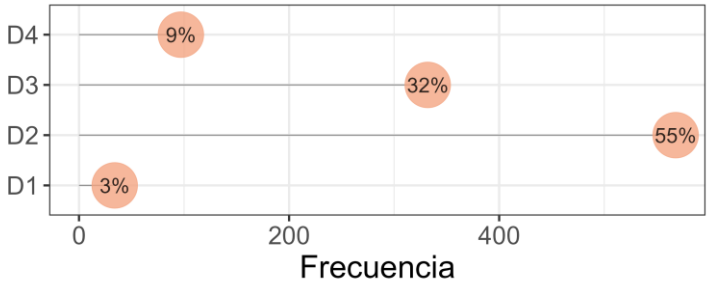
FIGURA Nº 4-12: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR TRANSBORDOS– VIAJES DE CORTA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la distribución según distancias de viaje, se tiene 55% de los viajes se concentran en el segmento D2 (3-15 km), seguido de 32% en el segmento D3 (15-40 km), 9% en el segmento D4 (40 – 400 km) y un 3% en D1 (0-3 km) en viajes cortos.

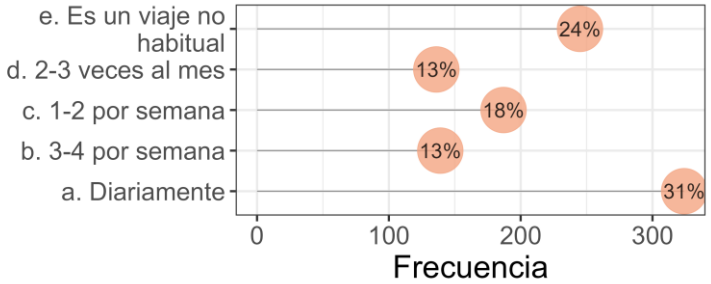
FIGURA Nº 4-13: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR CLASIFICACIÓN DE DISTANCIA– VIAJES DE CORTA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia. D1: 0-3 km. D2: 3-15 km. D3: 15-40 km. D4: 40-400 km.

Sobre la frecuencia del viaje, se ha encontrado que principalmente se observan viajes realizados diariamente (31%), viajes no habituales (24%), viajes 1-2 veces por semana (18%), viajes 3-4 veces por semana y viajes ocasionales 2-3 veces al mes (13%).

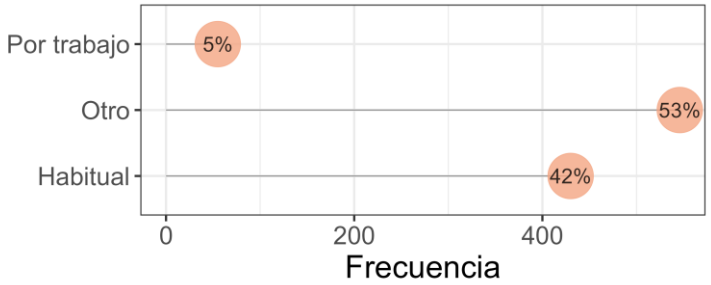
FIGURA Nº 4-14: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL SEGÚN FRECUENCIA DEL VIAJE– VIAJES DE CORTA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia

El propósito declarado corresponde principalmente a “otro” con un 53% de la muestra y al propósito habitual con un 42%. El propósito con menor muestra corresponde al propósito por trabajo, el cual se ha visto en experiencias anteriores que tiene significativamente baja participación.

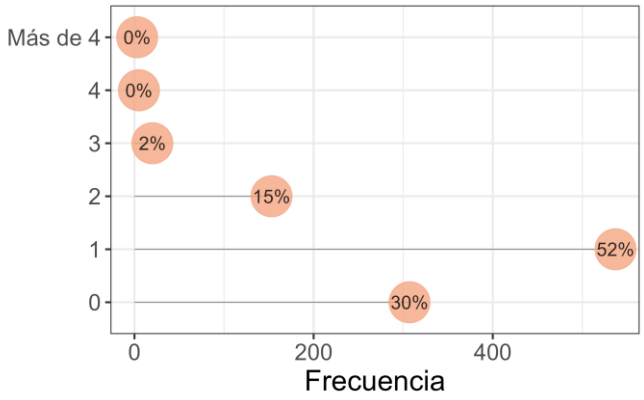
FIGURA Nº 4-15: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL SEGÚN PROPÓSITO– VIAJES DE CORTA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia.

La tasa de motorización muestral encontrada corresponde a un promedio de 0,91 vehículos por hogar, donde la categoría con mayor frecuencia de respuesta es 1 vehículo por hogar con un 52% y 0 con un 30%.

FIGURA Nº 4-16: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL SEGÚN TASA DE MOTORIZACIÓN– VIAJES DE CORTA DISTANCIA

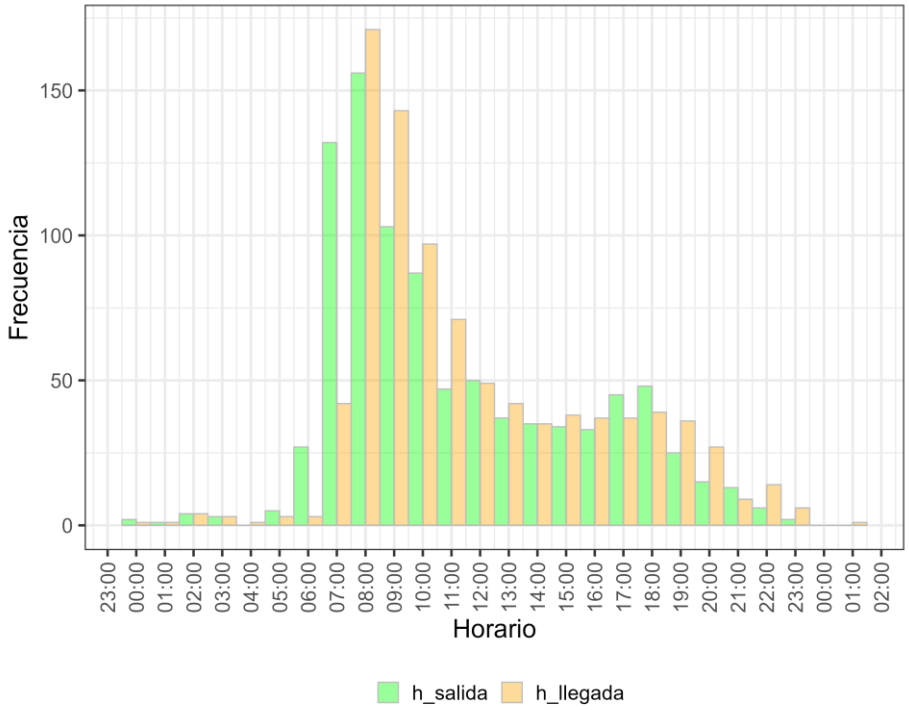


Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los horarios de salida de los viajes se ha encontrado que estos inician principalmente entre las 07:00 y las 10:00 de la mañana. Por su parte, los horarios de llegada se concentran entre las 08:00 y las 11:00 de la mañana. La siguiente figura presenta los horarios de salida y llegada para los Viajes de Corta Distancia recolectados.

En estos se observa que los viajes se concentran en la mañana significativamente y se tienen observaciones dentro de todas las horas del día.

FIGURA Nº 4-17: HORARIOS DE SALIDA Y LLEGADA DE LOS VIAJES RECOLECTADOS – VIAJES DE CORTA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia.

4.3.3.3. Percepciones sobre Viajes, Modos y Congestión de Viajeros de Corta Distancia

En esta sección se presentan las respuestas reportadas por los encuestados acerca de sus percepciones de ciertos temas relacionados a la movilidad en su ciudad, para los Viajes de Corta Distancia. En estas preguntas se debía responder sobre qué tan de acuerdo el encuestado está respecto a las correspondientes afirmaciones. Las respuestas posibles seguían una escala de Likert, correspondiendo a las siguientes: Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, En desacuerdo, Completamente en desacuerdo.

Cabe recordar que estas preguntas se presentaban al final de los cuestionarios, una vez que los encuestados habían completado el resto de las secciones. En el siguiente cuadro se presentan las preguntas realizadas y el grupo en el que se clasificaron:

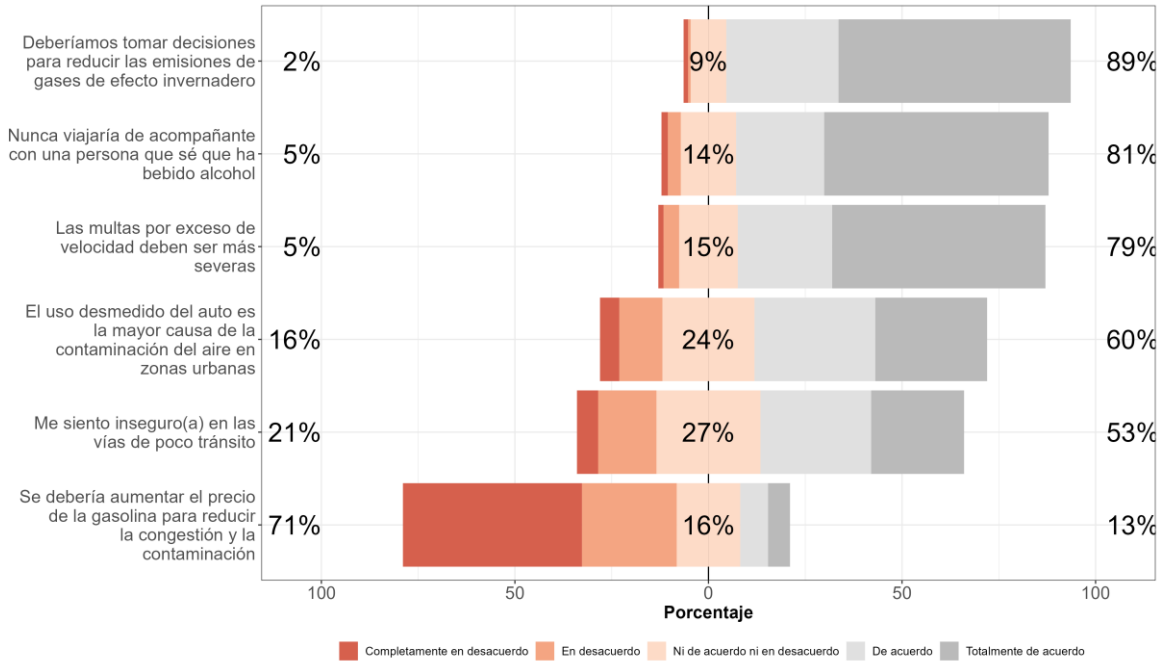
CUADRO 4-20: PERCEPCIONES SOBRE VIAJES, MODOS Y CONGESTIÓN – VIAJES DE CORTA DISTANCIA

Pregunta	Clasificación
Necesito un auto para sentirme libre	Percepción del auto*
Viajar en auto me relaja	
Viajar en auto me hace sentir seguro	
El auto siempre está disponible para realizar mi viaje	
El auto me permite llevar cómodamente mis cosas	
El auto me permite llevar a otras personas	
Al viajar en auto siempre se debe usar el cinturón de seguridad	
Se debería aumentar el precio de la gasolina para reducir la congestión y la contaminación	Percepción general viajes
Deberíamos tomar decisiones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero	
El uso desmedido del auto es la mayor causa de la contaminación del aire en zonas urbanas	
Me siento inseguro(a) en las vías de poco tránsito	
Las multas por exceso de velocidad deben ser más severas	
Nunca viajaría de acompañante con una persona que sé que ha bebido alcohol	
Me asusta la posibilidad de sufrir un robo en el transporte público	Percepción del transporte público
Usar transporte público-bicicleta-caminar es peligroso	
Desconozco cómo funciona el transporte público	
Usar bicicleta-caminar es beneficioso para el medio ambiente	Percepción de bicicleta
Usar bicicleta-caminar es bueno para la salud	
Usar bicicleta-caminar me ayuda a ahorrar tiempo-costos	
Usar bicicleta-caminar me permite moverme fácilmente aún en congestión vehicular	
Uso mascarilla cuando viajo durante pandemia	Percepción viajes en pandemia
El distanciamiento físico y social contribuye a la bioseguridad cuando viajo durante pandemia	
Frecuentemente lavo mis manos cuando viajo durante pandemia	
Me mantengo lejos de personas que no conozco cuando viajo durante pandemia	
Trato de evitar lugares públicos cuando viajo durante pandemia	
Opto por el modo para este tipo de viaje automáticamente	Apego modo utilizado
Dejar de usar el modo para este tipo de viaje sería muy difícil para mi	
Empiezo mi viaje en modo sin darme cuenta que ya lo estoy haciendo	
Elijo el modo para este tipo de viaje sin pensar en otro modo	

Fuente: Elaboración propia. *Solo consultada a usuarios de automóvil

Los resultados se presentan agrupados en las siguientes figuras según las clasificaciones mostradas en el cuadro anterior.

FIGURA Nº 4-18: PERCEPCIÓN GENERAL DE VIAJES – VIAJES DE CORTA DISTANCIA

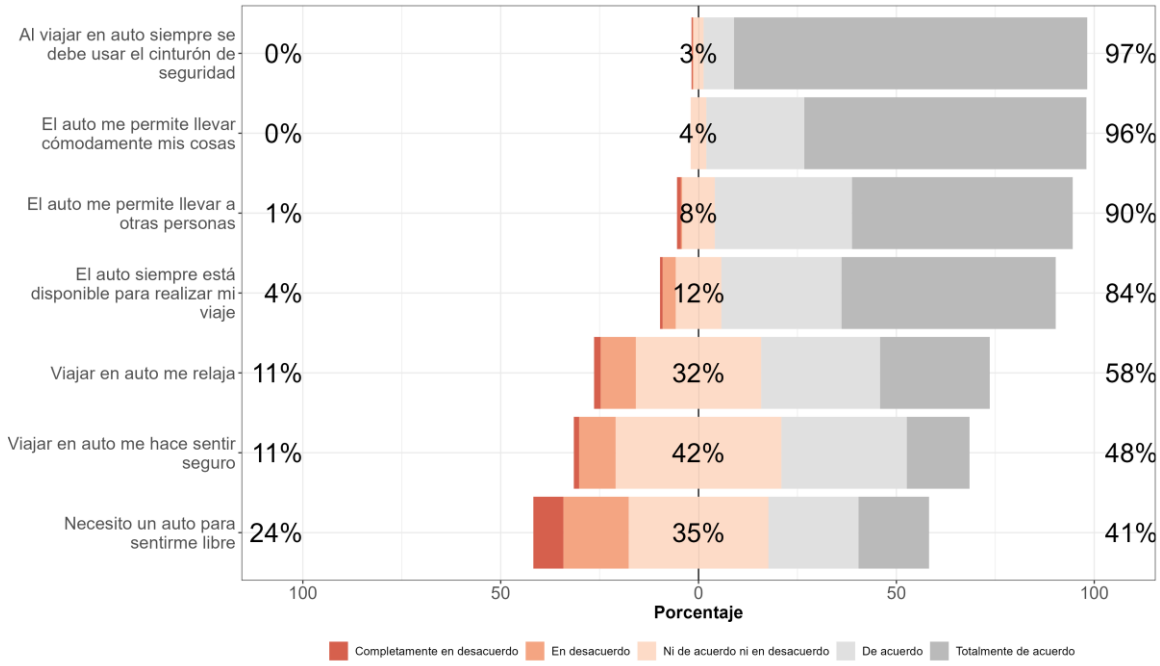


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la percepción general de viajes se ha encontrado que:

- El 89% de los encuestados está a favor de tomar medidas para reducir las emisiones de gases con efecto invernadero.
- El 81% está a favor de que las multas por exceso de velocidad sean más severas y a que nunca viajarían con un conductor en estado de ebriedad.
- Más de la mitad de los encuestados (60%) siente que el auto es el principal causante de la contaminación del aire en las zonas urbanas.
- Casi tres cuartos de la muestra (71%) está en desacuerdo con aumentar el precio de la bencina para reducir la congestión y contaminación en la ciudad.

FIGURA Nº 4-19: PERCEPCIÓN DEL AUTO* – VIAJES DE CORTA DISTANCIA

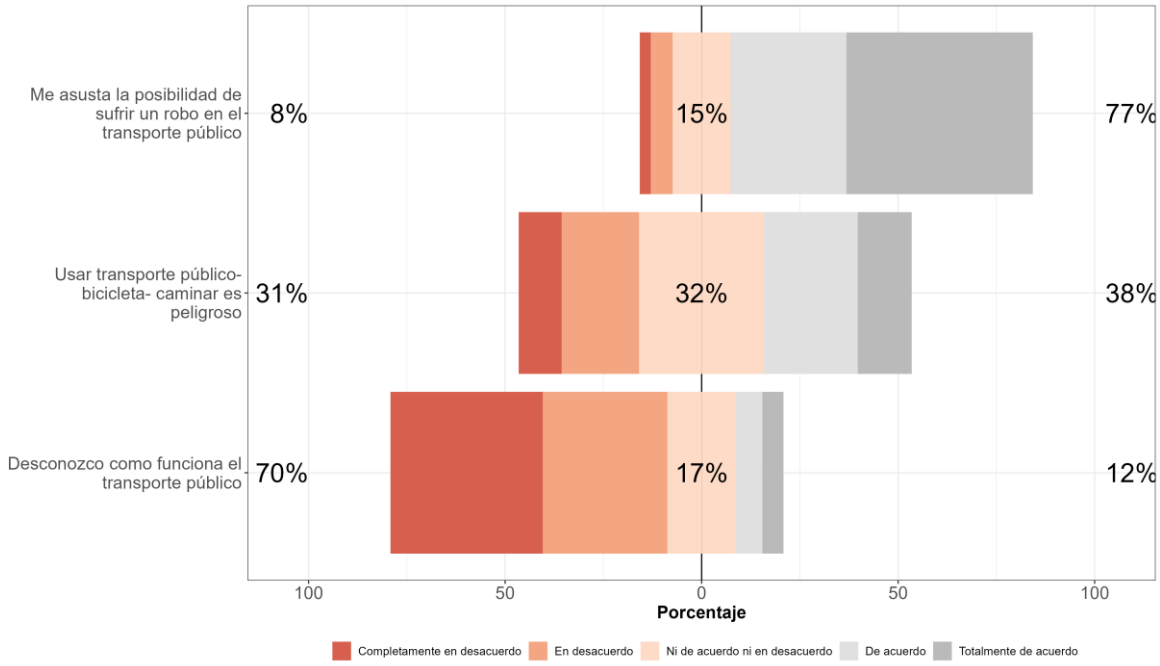


Fuente: Elaboración propia. *Solo aplicado a usuarios de auto

De acuerdo a la percepción del modo auto:

- Casi la totalidad de la muestra está de acuerdo en que siempre se debe usar cinturón de seguridad (97%) y a que el auto representa una comodidad para llevar sus pertenencias (96%).
- Gran parte de la muestra está de acuerdo en que el auto le permite llevar a otras personas (90%) y a que este se encuentra siempre disponible para sus viajes (84%).
- Un 58% de los encuestados considera que viajar en auto lo relaja.
- Un 48% de los encuestados se siente más seguro con su auto.
- Un 41% de la muestra dice sentir que necesita su auto para sentirse libre, mientras que un 24% está en contra de esa aseveración.

FIGURA Nº 4-20: PERCEPCIÓN GENERAL DEL TRANSPORTE PÚBLICO – VIAJES DE CORTA DISTANCIA

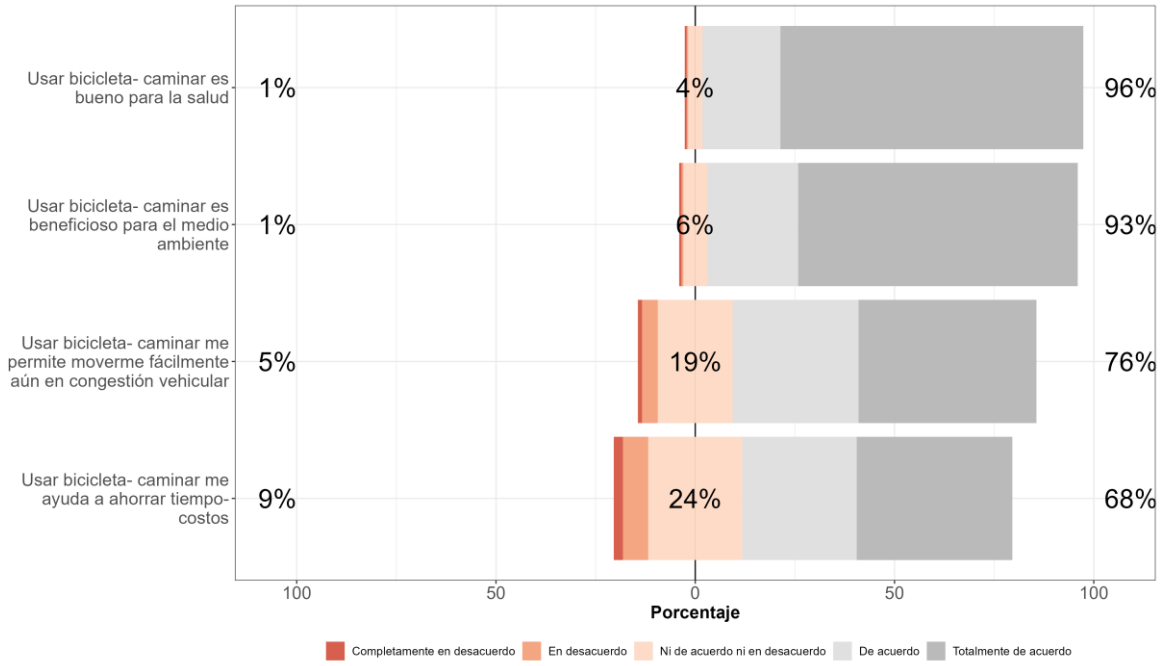


Fuente: Elaboración propia.

Sobre la percepción del transporte público se recolectó la siguiente información:

- Un **77% declara que le asusta la posibilidad de sufrir robos en el transporte público**. Solo un 7% está en desacuerdo.
- Un 38% considera que viajar en transporte público, caminar o andar en bicicleta es peligroso, mientras que un 31% no lo considera peligroso.
- Un 70% declara conocer cómo funciona el transporte público, mientras un 12% no conoce cómo funciona este.

FIGURA Nº 4-21: PERCEPCIÓN MODO BICICLETA – VIAJES DE CORTA DISTANCIA

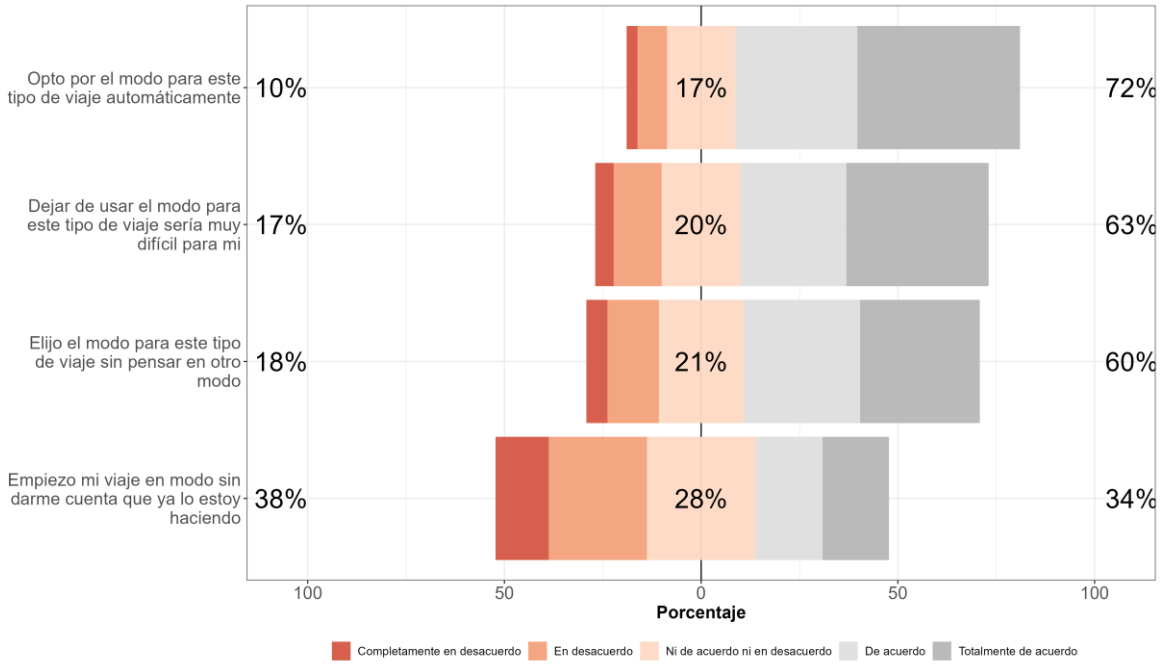


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la percepción de la bicicleta se tiene que:

- Casi la totalidad de la muestra está de acuerdo en que su uso es bueno para la salud (96%) y a que su uso es beneficioso para el medio ambiente (93%).
- Un76% está de acuerdo en que la bicicleta le permite moverse fácilmente aun mientras haya congestión vehicular.
- El 68% estima que usar bicicleta o caminar le ayuda a reducir su tiempo/costo de viaje.

FIGURA Nº 4-22: PERCEPCIÓN APEGO MODO UTILIZADO – VIAJES DE CORTA DISTANCIA

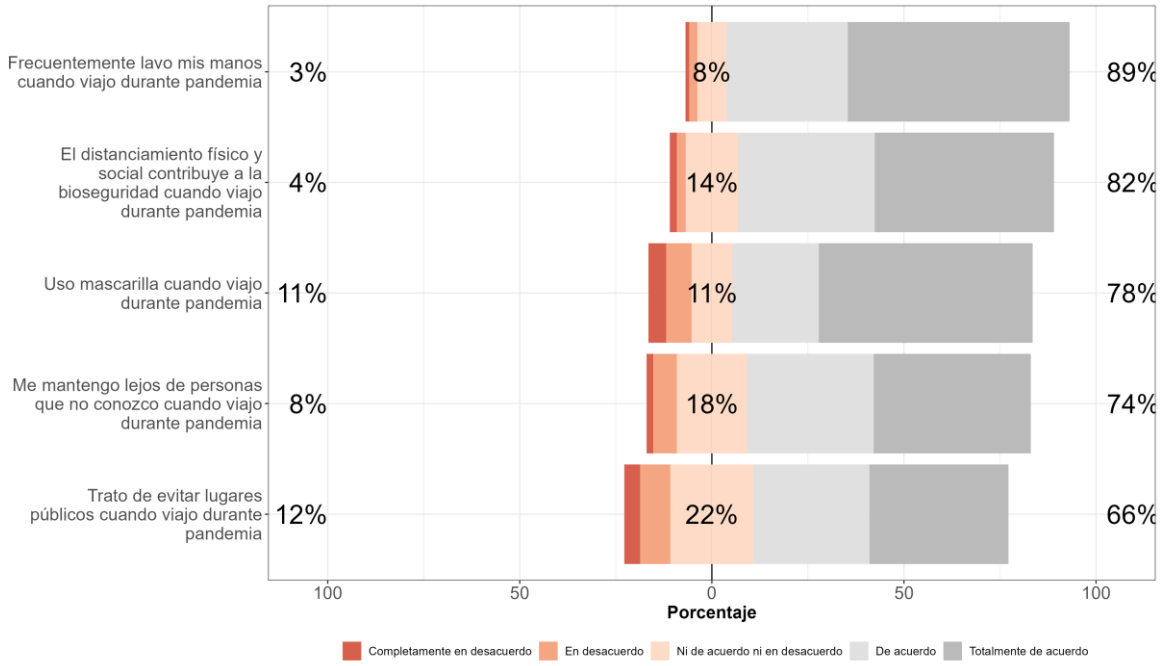


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al apego que las personas perciben sobre sus modos utilizados se encontró que:

- Un 72% elige utilizar su modo de manera automática.
- Un 63% considera que le sería difícil dejar de usar su modo habitual.
- Un 61% elige su modo sin siquiera pensar en otro modo alternativo.
- Hay opiniones divididas sobre si la gente empieza su viaje sin darse cuenta que lo está haciendo.

FIGURA Nº 4-23: PERCEPCIÓN VIAJES EN PANDEMIA – VIAJES DE CORTA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia.

Sobre la percepción de los viajes en pandemia se tiene que:

- Un 89% declara que se lavaba las manos frecuentemente cuando viajaba en pandemia.
- Un alto porcentaje está de acuerdo en que el distanciamiento social contribuye a la bioseguridad (82%) y un 78% usa mascarilla cuando viaja. Un 74% de la muestra se mantiene lejos de personas que no conoce mientras viaja durante pandemia.
- El 66% de la muestra trata de evitar lugares públicos cuando viaja durante la pandemia.

4.3.3.4. Cruces entre Variables para Viajes de Corta Distancia

Con el fin de poder identificar relaciones entre las variables la encuesta, se realizó un completo análisis de correlaciones que busca determinar cuáles de estas variables tienen un grado de correlación significativo. Para esto, se calculó el Test de Kendall, que permite clasificar las correlaciones en cuatro niveles: "muy débil", "débil", "moderada" y "fuerte". Más detalles se encuentran en los anexos digitales, y a continuación se resumen los resultados del test.

Para efectos del reporte se incorporan únicamente las correlaciones fuertes y moderadas encontradas en la base de datos. El resto de variables correlacionadas se encuentran en los anexos digitales.

CUADRO 4-21: GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES PARA VIAJES DE CORTA DISTANCIA

Variable 1	Variable 2	Coeficiente	Estimado	p-valor	Correlación
propósito	Motivo del Viaje	-18,794	-0,513	0,000	Fuerte
propósito	Frecuencia del Viaje	17,782	0,488	0,000	Fuerte
Comuna de Origen	Comuna de Destino	14,240	0,320	0,000	Fuerte
Comuna de Origen	Comuna Hogar	35,476	0,812	0,000	Fuerte
Comuna de Destino	Comuna de Origen	14,240	0,320	0,000	Fuerte
Comuna de Destino	Comuna Hogar	16,563	0,375	0,000	Fuerte
Género	No posee licencia	-9,352	-0,291	0,000	Fuerte
Comuna Hogar	Comuna de Origen	35,476	0,812	0,000	Fuerte
Comuna Hogar	Comuna de Destino	16,563	0,375	0,000	Fuerte
Ingreso Hogar	Ingreso Individual - Rango	14,103	0,541	0,000	Fuerte
No posee licencia	Género	-9,352	-0,291	0,000	Fuerte
No posee licencia	Licencia B, para autos y camionetas	-31,144	-0,970	0,000	Fuerte
No posee licencia	Modo o Exp	10,085	0,294	0,000	Fuerte
Licencia B, para autos y camionetas	No posee licencia	-31,144	-0,970	0,000	Fuerte
Motivo del Viaje	propósito	-18,794	-0,513	0,000	Fuerte
Frecuencia del Viaje	propósito	17,782	0,488	0,000	Fuerte
Transbordos	Modo o Exp	-14,849	-0,417	0,000	Fuerte
Consideración: Tiempo de espera [min]	Consideración: Tiempo de caminata [min]	4,544	0,374	0,000	Fuerte
Consideración: Tiempo de caminata [min]	Consideración: Tiempo de espera [min]	4,544	0,374	0,000	Fuerte
Ingreso Individual - Rango	Ingreso Hogar	14,103	0,541	0,000	Fuerte
Modo o Exp	No posee licencia	10,085	0,294	0,000	Fuerte
Modo o Exp	Transbordos	-14,849	-0,417	0,000	Fuerte
Modo o Exp	Modo Analizado	18,590	0,491	0,000	Fuerte
Modo Analizado	Modo o Exp	18,590	0,491	0,000	Fuerte
Tipo de Encuesta	¿En cuál de los siguientes aspectos ha experimentado cambios este viaje?	4,599	0,198	0,000	Moderada
Tipo de Encuesta	¿Ha realizado alguna vez este mismo viaje en otro modo de transporte?	7,656	0,235	0,000	Moderada
Comuna de Origen	Fecha	-8,687	-0,199	0,000	Moderada
Género	Licencia B, para autos y camionetas	8,480	0,264	0,000	Moderada
Comuna Hogar	Transbordos	-7,493	-0,193	0,000	Moderada
Comuna Hogar	Fecha	-9,236	-0,214	0,000	Moderada
No posee licencia	Consideración: Tiempo de caminata [min]	3,064	0,216	0,002	Moderada
No posee licencia	Modo Analizado	9,934	0,280	0,000	Moderada
Licencia B, para autos y camionetas	Género	8,480	0,264	0,000	Moderada
Licencia B, para autos y camionetas	Consideración: Tiempo de caminata [min]	-2,859	-0,201	0,004	Moderada
Licencia B, para autos y camionetas	Modo o Exp	-9,629	-0,281	0,000	Moderada

Variable 1	Variable 2	Coeficiente	Estimado	p-valor	Correlación
Licencia B, para autos y camionetas	Modo Analizado	-10,013	-0,282	0,000	Moderada
Motivo del Viaje	Frecuencia del Viaje	-8,693	-0,219	0,000	Moderada
Frecuencia del Viaje	Motivo del Viaje	-8,693	-0,219	0,000	Moderada
Confianza Variabilidad Tiempo de Viaje	Hacinamiento	-7,616	-0,286	0,000	Moderada
Hacinamiento	Confianza Variabilidad Tiempo de Viaje	-7,616	-0,286	0,000	Moderada
Transbordos	Comuna Hogar	-7,493	-0,193	0,000	Moderada
Transbordos	Modo Analizado	-10,172	-0,276	0,000	Moderada
¿Ha realizado alguna vez este mismo viaje en otro modo de transporte?	¿Ha usado alguna vez un/a forma distinta a la actual?	8,179	0,255	0,000	Moderada
¿Ha usado alguna vez un/a forma distinta a la actual?	¿Ha realizado alguna vez este mismo viaje en otro modo de transporte?	8,179	0,255	0,000	Moderada
Consideración: Tiempo de viaje [min]	Consideración: Tiempo de espera [min]	7,075	0,271	0,000	Moderada
Consideración: Tiempo de viaje [min]	Consideración: Tiempo de caminata [min]	2,772	0,195	0,006	Moderada
Consideración: Tiempo de espera [min]	Consideración: Tiempo de viaje [min]	7,075	0,271	0,000	Moderada
Consideración: Facilidades para la bicicleta	Pude entender las situaciones a las que me enfrenté	-2,140	-0,286	0,032	Moderada
Consideración: Tiempo de caminata [min]	No posee licencia	3,064	0,216	0,002	Moderada
Consideración: Tiempo de caminata [min]	Licencia B, para autos y camionetas	-2,859	-0,201	0,004	Moderada
Consideración: Tiempo de caminata [min]	Consideración: Tiempo de viaje [min]	2,772	0,195	0,006	Moderada
Modo o Exp	Licencia B, para autos y camionetas	-9,629	-0,281	0,000	Moderada
Modo Analizado	No posee licencia	9,934	0,280	0,000	Moderada
Modo Analizado	Licencia B, para autos y camionetas	-10,013	-0,282	0,000	Moderada
Modo Analizado	Transbordos	-10,172	-0,276	0,000	Moderada
Pude entender las situaciones a las que me enfrenté	Consideración: Facilidades para la bicicleta	-2,140	-0,286	0,032	Moderada
Pude entender las situaciones a las que me enfrenté	Fui capaz de elegir como si me enfrentara a mi situación real	9,474	0,285	0,000	Moderada
Fui capaz de elegir como si me enfrentara a mi situación real	Pude entender las situaciones a las que me enfrenté	9,474	0,285	0,000	Moderada
Fecha	Comuna de Origen	-8,687	-0,199	0,000	Moderada
Fecha	Comuna Hogar	-9,236	-0,214	0,000	Moderada

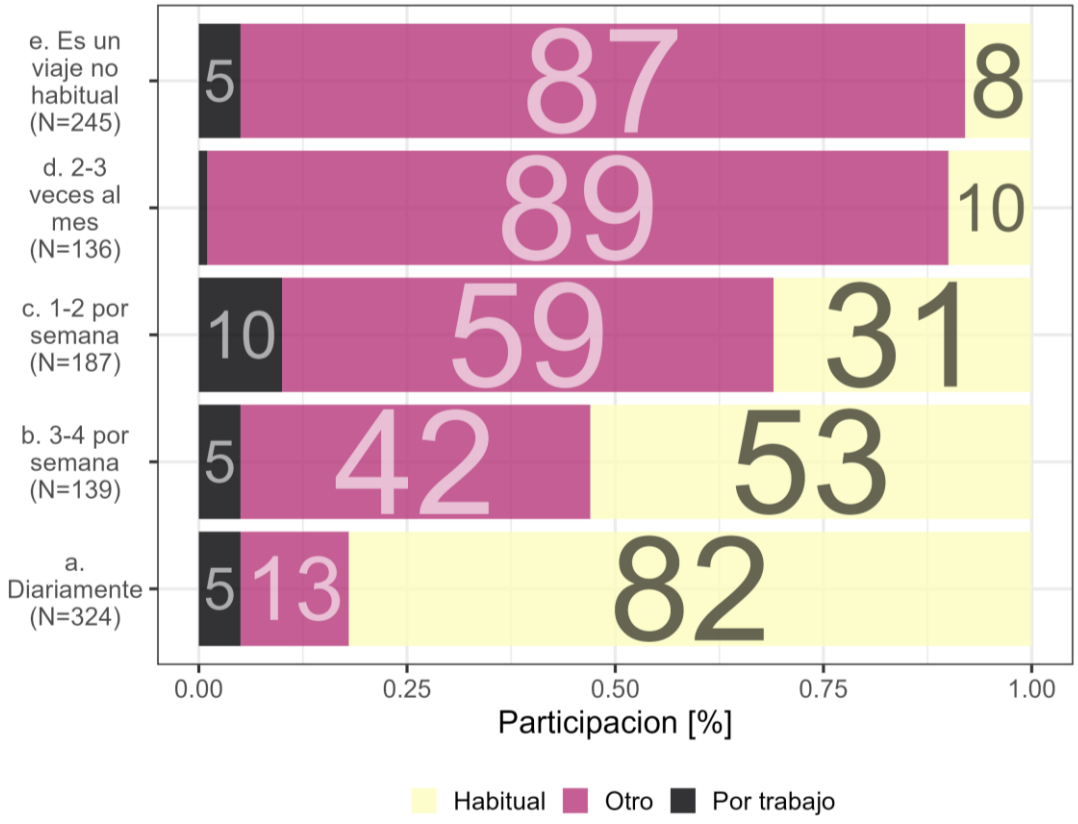
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa del cuadro anterior, existen varias variables correlacionadas en la base de datos. De estas, se tiene que algunas ocurren por construcción de variables como el propósito (3 categorías) y el motivo del viaje (9 categorías) en la cual la primera es un subconjunto de la primera.

Sin embargo, también existen correlaciones fuertes de variables que no son construidas entre ellas. Entre estas destacan:

- Frecuencia del viaje y propósito. Se observa que la participación del propósito habitual aumenta cuando aumenta la frecuencia del viaje, es decir los viajes de alta frecuencia tienen mayor participación de viajes con motivo trabajo. Esto se reduce a medida que se reduce la frecuencia del viaje. Caso contrario es lo que ocurre con el propósito "otro" el cual aumenta a medida que disminuye la frecuencia del viaje. La siguiente figura ilustra lo mencionado.

FIGURA Nº 4-24: RELACIÓN ENTRE FRECUENCIA DEL VIAJE Y PROPÓSITO

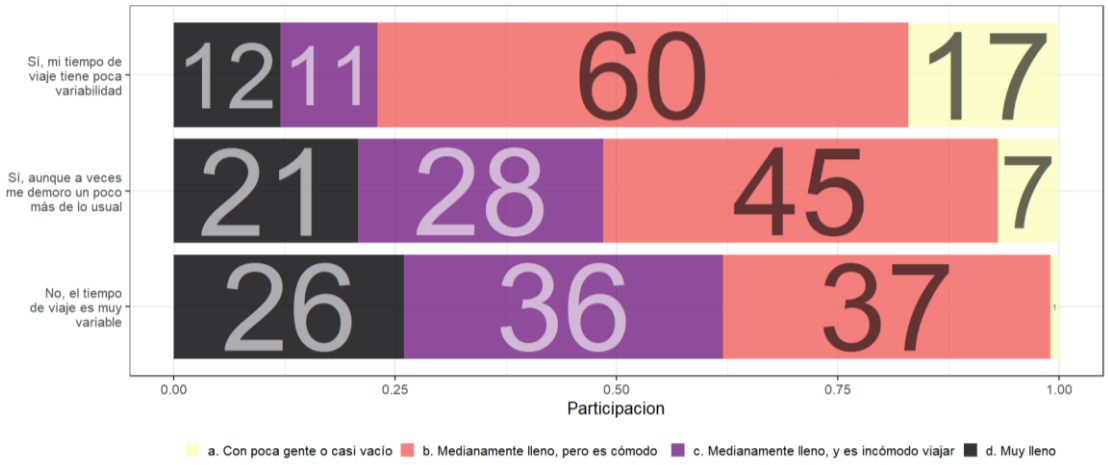


Fuente: Elaboración propia.

- Hacinamiento y variabilidad en el tiempo de viaje. Para los viajes de transporte público se ha encontrado correlación entre el nivel de hacinamiento experimentado en el viaje y la variabilidad esperada en el tiempo de viaje. Se ha encontrado que a medida que el modo de transporte posee un menor nivel de hacinamiento, el viaje es percibido con menor variabilidad. Esto es especialmente relevante puesto que el horario del viaje no

está relacionado con estas variables (que uno podría esperar), sino que esta correlación es debido a estas dos variables.

FIGURA Nº 4-25: RELACIÓN ENTRE HACINAMIENTO Y VARIABILIDAD EN TIEMPO DE VIAJE



Fuente: Elaboración propia.

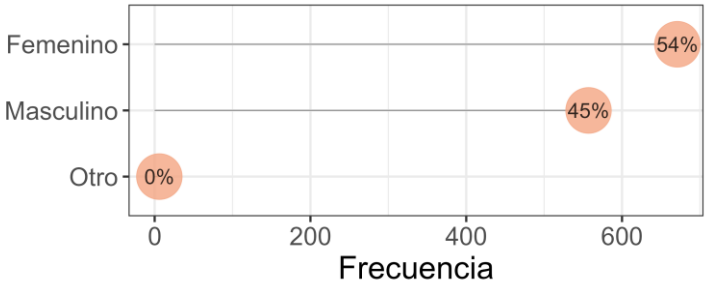
4.3.4. Caracterización de la Muestra de Viajes de Larga Distancia

4.3.4.1. Características Sociodemográficas de Viajeros de Larga Distancia

En las siguientes figuras se resumen las principales características socio-demográficas de la muestra bajo análisis. En resumen, la muestra está compuesta por:

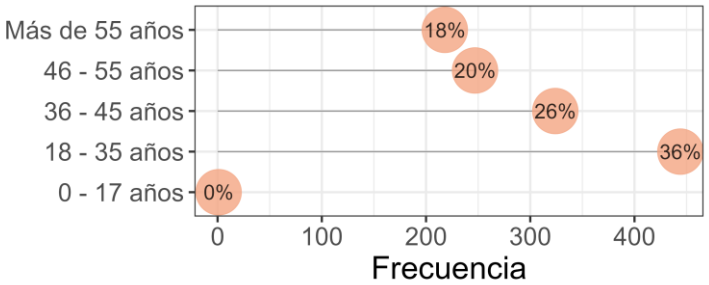
- Predominancia del género masculino (54%) por sobre el femenino (45%)
- En cuanto al rango etario de la muestra, se cuenta con al menos un 18% de participación por categoría. Cabe destacar que los rangos etarios predominantes son el “18 a 35 años” con un 36% de participación. Luego le siguen los rangos “36 a 45 años” y “46 a 55 años” ambos con 26% y 20% respectivamente, mientras que el que menor participación tiene es el “Mayor de 55 años” con 18%.
- Existe una predominancia de nivel educacional universitario con un 50% de la muestra. Luego, en segundo lugar, está el nivel técnico con un 21%, seguido del “media” con un 15%. Un 12% de la muestra tiene un nivel educacional con postgrado, mientras que un porcentaje ínfimo no posee estudios.
- La principal ocupación de los encuestados corresponde a “Trabajo full time” con un 62% de la muestra. En total, los trabajadores (full time, part time y trabajadores estudiantes) abarcan un 79% de la muestra.
- El tamaño del hogar promedio corresponde a 3,6 personas. El tamaño de hogar más frecuente corresponde al de 2 miembros, con 27%.
- En cuanto al rol del encuestado en el hogar, se tiene que predominan jefe(a) de hogar con un 57%, seguido de pareja con un 22% e hijo(a) con un 15%. Un porcentaje ínfimo declara no saber su rol, ser amigo/a u otro.

FIGURA Nº 4-26: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR GÉNERO – VIAJES DE LARGA DISTANCIA



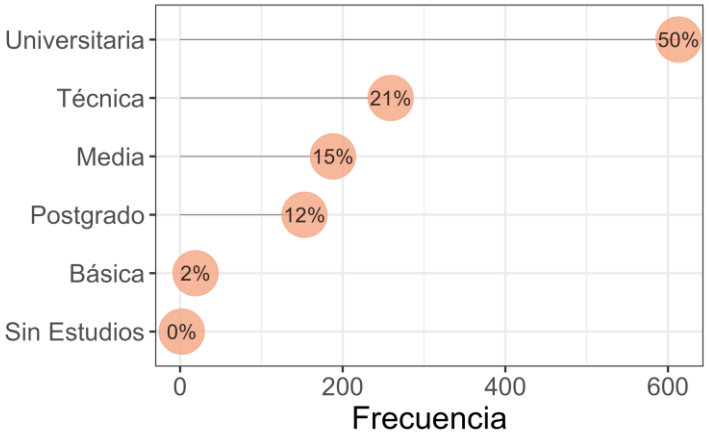
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 4-27: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR RANGO ETARIO – VIAJES DE LARGA DISTANCIA



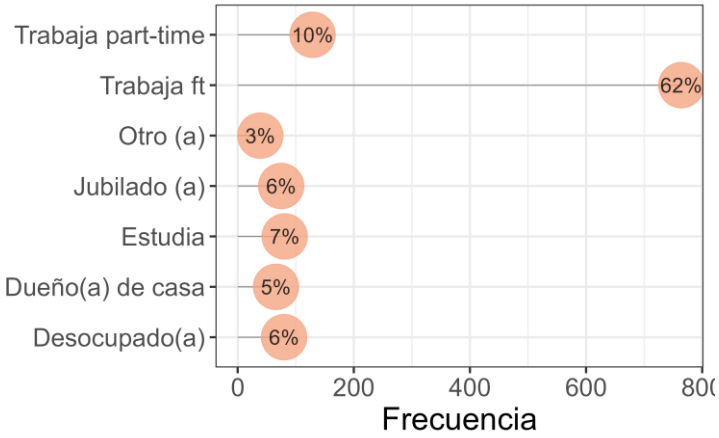
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 4-28: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR NIVEL EDUCACIONAL – VIAJES DE LARGA DISTANCIA



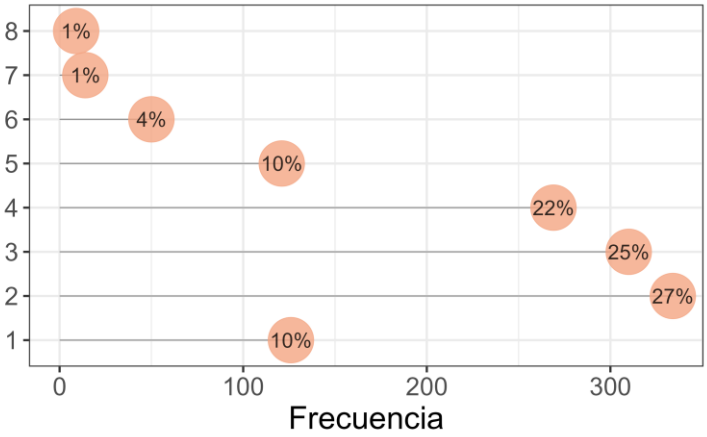
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 4-29: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR OCUPACIÓN – VIAJES DE LARGA DISTANCIA



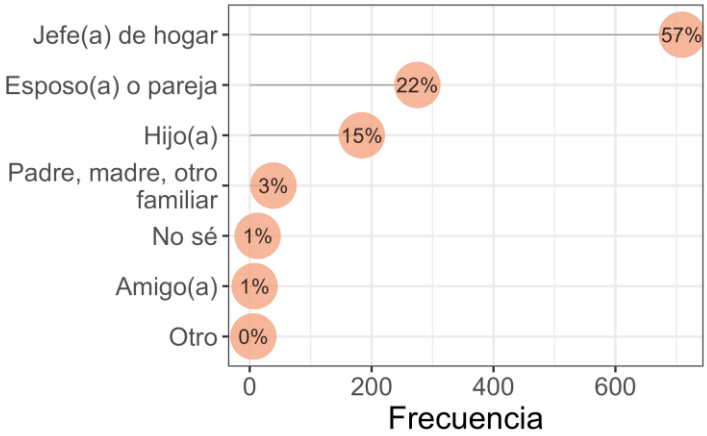
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 4-30: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR TAMAÑO DEL HOGAR – VIAJES DE LARGA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA Nº 4-31: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR ROL EN EL HOGAR – VIAJES DE LARGA DISTANCIA



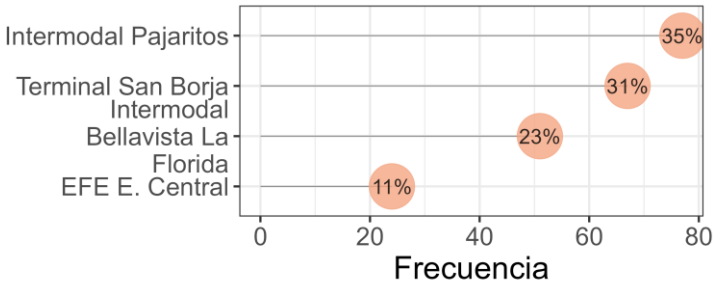
Fuente: Elaboración propia.

4.3.4.2. Caracterización de los Viajes de larga distancia

A continuación, se presenta la información recopilada para los Viajes de larga distancia referidas al viaje consultado. Se presentan las variables: frecuencia, origen, destino, lugar de encuesta, tiempo de viaje, horario de salida y llegada, clasificación de distancia, propósito.

En primer lugar, se presenta la distribución muestral de acuerdo al lugar en que se realiza la encuesta, solo válido para las encuestas de interceptación.

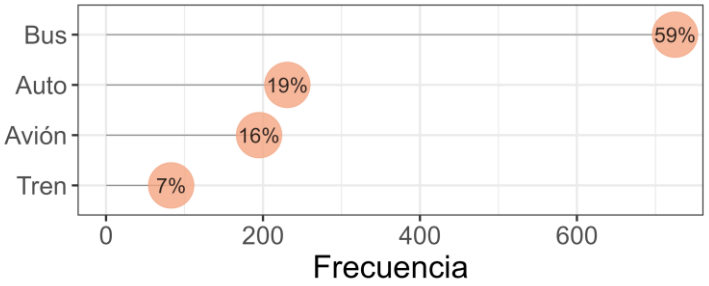
FIGURA Nº 4-32: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR LUGAR DE ENCUESTA– VIAJES DE LARGA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los modos analizados para cada encuestado, se tiene que el 59% de la muestra realiza el viaje reportado en bus, un 19% en auto, un 16% en avión y el 7% restante lo realiza en tren.

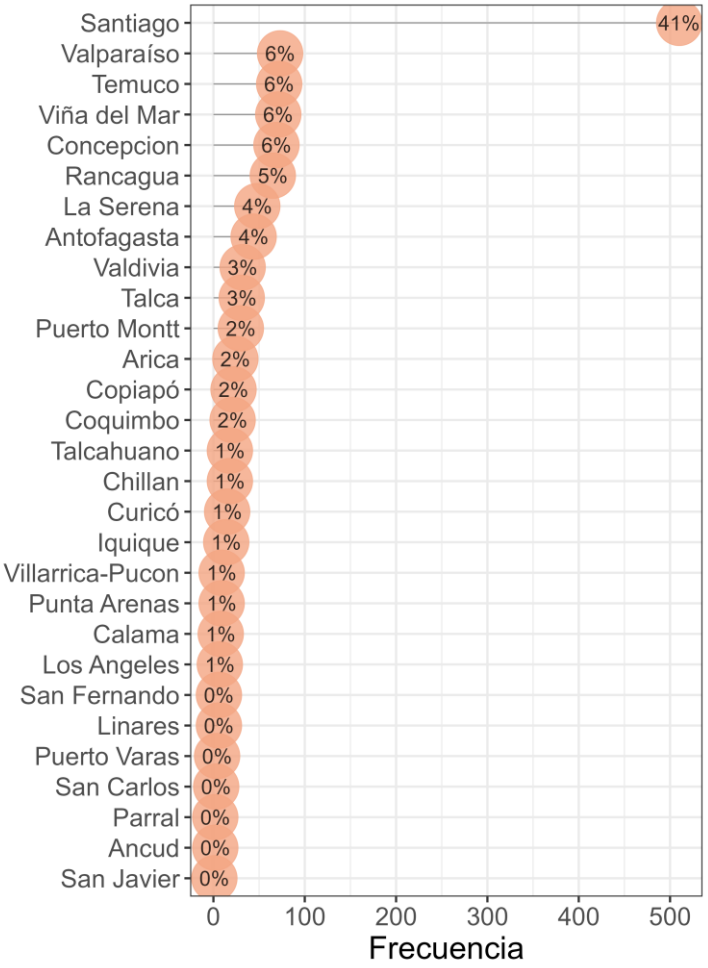
FIGURA Nº 4-33: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR MODO ANALIZADO– VIAJES DE LARGA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al origen del viaje, el 41% fue reportó un viaje partiendo desde Santiago. Las localidades que le siguen con un 6% de participación corresponden a: Valparaíso, Temuco, Viña del Mar, Concepción y Rancagua. Cabe destacar que para Villarrica-Pucón se tiene un total de 15 encuestas que inician el viaje en dicha localidad.

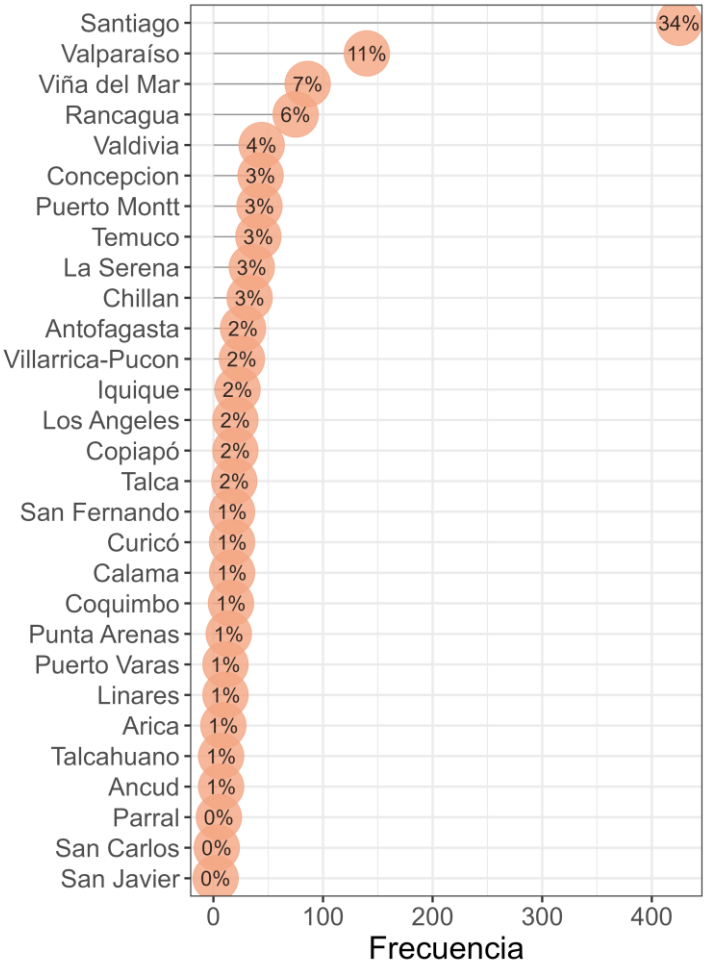
FIGURA Nº 4-34: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR ORIGEN DEL VIAJE– VIAJES DE LARGA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los destinos de los viajes, se tiene que el destino principal corresponde a Santiago (34%), seguido de Valparaíso (11%), Viña del Mar (7%) y Rancagua (6%). El resto de las ciudades presenta menos de un 5% de representación.

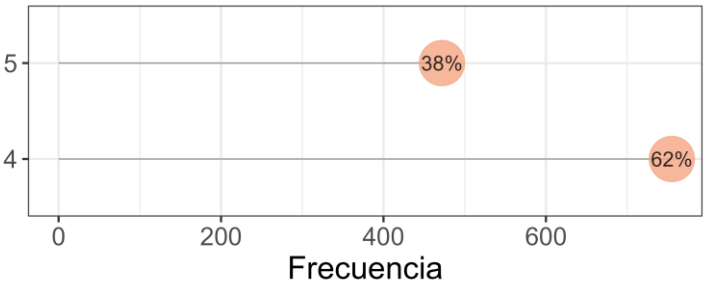
FIGURA Nº 4-35: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR DESTINO DEL VIAJE– VIAJES DE LARGA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia.

De aquí se desprende la siguiente distribución según distancias de viaje, donde se concentra en la categoría D4 (40-400 km) con un 62%, seguido por la categoría de larga distancia D5 con un 38%.

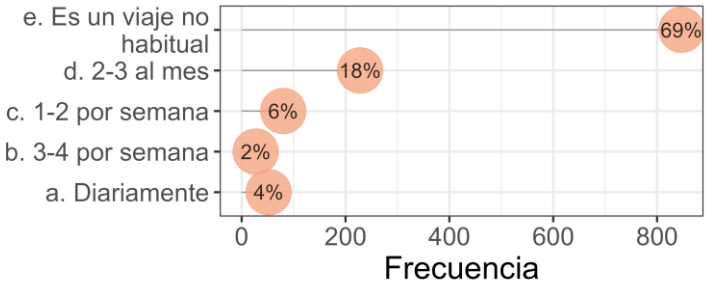
FIGURA Nº 4-36: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL POR CLASIFICACIÓN DE DISTANCIA– VIAJES DE LARGA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia. D4: 40-400 km. D5: Más de 400 km

Sobre la frecuencia del viaje, se ha encontrado que principalmente se observan viajes no habituales (69%), viajes ocasionales 2-3 veces al mes (18%) y viajes 1-2 veces por semana (6%).

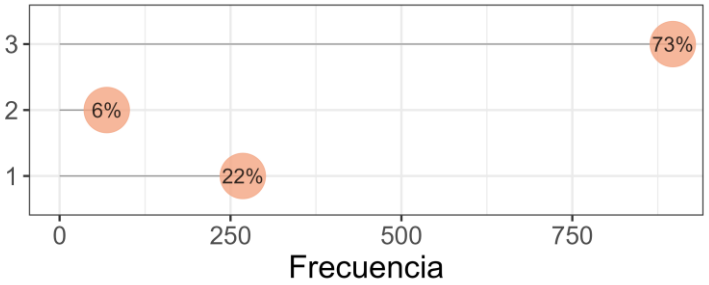
FIGURA Nº 4-37: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL SEGÚN FRECUENCIA DEL VIAJE– VIAJES DE LARGA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia

El propósito declarado corresponde principalmente a habitual con un 73% de la muestra y al propósito otro con un 22%. El propósito con menor muestra corresponde al propósito por trabajo (6%), el cual se ha visto en experiencias anteriores que tiene significativamente baja participación.

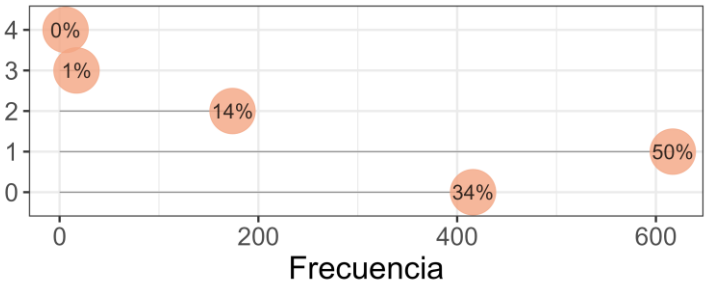
FIGURA Nº 4-38: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL SEGÚN FRECUENCIA DEL VIAJE– VIAJES DE LARGA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia. 1: Propósito otro. 2: Propósito por trabajo. 3: Propósito habitual.

La tasa de motorización muestral encontrada corresponde a un promedio de 0,8 vehículos por hogar, donde la categoría con mayor frecuencia de respuesta es 1 vehículo por hogar con un 50% y 0 con un 34%.

FIGURA Nº 4-39: DISTRIBUCIÓN MUESTRAL SEGÚN TASA DE MOTORIZACIÓN– VIAJES DE LARGA DISTANCIA



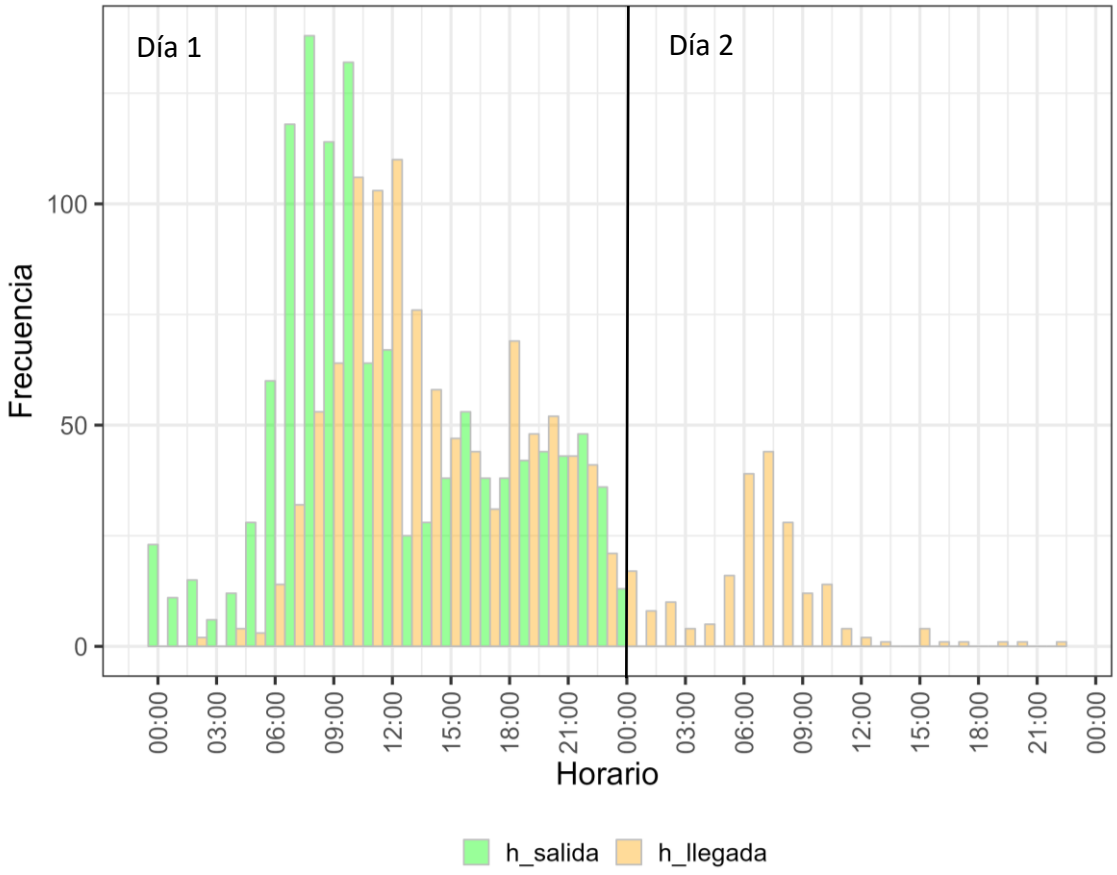
Fuente: Elaboración propia.

Los horarios de salida y llegada de los viajes encuestados se presentan en la siguiente figura. Se observa en estas que el horario de salida está concentrado entre las 07:00 – 11:00 hrs y 16:00 – 21:00 hrs, mientras que los horarios de llegada se encuentran desplazados principalmente a entre las 10:00 – 12:00 hrs y 18:00 – 00:00 hrs del día de salida. Además, se observa varias llegadas al día siguiente principalmente entre las 06:00 – 09:00 hrs

Dado que estos viajes son más largos que los de corta distancia, por definición, se observa un mayor desplazamiento entre los horarios de salida y llegada que en los viajes de corta distancia mostrados en la sección anterior. Esto también se observa en que ciertos viajes pueden cambiar de día de acuerdo a la duración y el horario de inicio de estos.

Por otro lado, se observa que no existen viajes de larga distancia de más de 24 horas en la muestra.

FIGURA Nº 4-40: HORARIOS DE SALIDA Y LLEGADA DE LOS VIAJES RECOLECTADOS – VIAJES DE LARGA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia.

4.3.4.3. Percepciones sobre Viajes, Modos y Congestión de Viajeros de Larga Distancia

En esta sección se presentan las respuestas reportadas por los encuestados acerca de sus percepciones de ciertos temas relacionados a la movilidad en su ciudad, para los viajes de larga distancia. En estas preguntas se debía responder sobre qué tan de acuerdo el encuestado está respecto a las siguientes afirmaciones. Las respuestas posibles seguían una escala de Likert, correspondiendo a las siguientes: Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, En desacuerdo, Completamente en desacuerdo.

Cabe recordar que estas preguntas se presentaban al final de los cuestionarios, una vez que los encuestados habían completado el resto de las secciones. En el siguiente cuadro se presentan las preguntas realizadas y el grupo en el que se clasificaron:

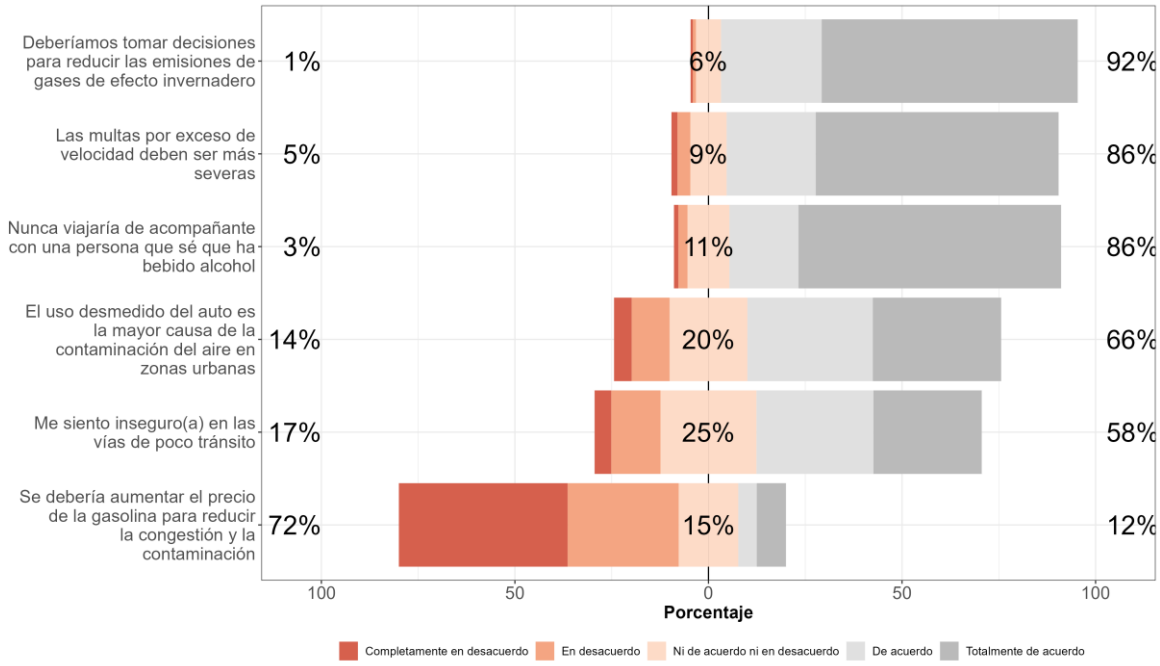
CUADRO 4-22: PERCEPCIONES SOBRE VIAJES, MODOS Y CONGESTIÓN – VIAJES DE LARGA DISTANCIA

Pregunta	Clasificación
Se debería aumentar el precio de la gasolina para reducir la congestión y la contaminación	Percepción general viajes
Deberíamos tomar decisiones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero	
El uso desmedido del auto es la mayor causa de la contaminación del aire en zonas urbanas	
Me siento inseguro(a) en las vías de poco tránsito	
Las multas por exceso de velocidad deben ser más severas	
Nunca viajaría de acompañante con una persona que sé que ha bebido alcohol	
Me asusta la posibilidad de sufrir un robo en el transporte público	Percepción del transporte público
Usar transporte público-bicicleta-caminar es peligroso	
Desconozco cómo funciona el transporte público	
Usar bicicleta-caminar es beneficioso para el medio ambiente	Percepción de bicicleta
Usar bicicleta-caminar es bueno para la salud	
Usar bicicleta-caminar me ayuda a ahorrar tiempo-costos	
Usar bicicleta-caminar me permite moverme fácilmente aún en congestión vehicular	
Uso mascarilla cuando viajo durante pandemia	Percepción viajes en pandemia
El distanciamiento físico y social contribuye a la bioseguridad cuando viajo durante pandemia	
Frecuentemente lavo mis manos cuando viajo durante pandemia	
Me mantengo lejos de personas que no conozco cuando viajo durante pandemia	
Trato de evitar lugares públicos cuando viajo durante pandemia	

Fuente: Elaboración propia. *Solo consultada a usuarios de automóvil

Los resultados se presentan agrupados en las siguientes figuras según las clasificaciones mostradas en el cuadro anterior.

FIGURA Nº 4-41: PERCEPCIÓN GENERAL DE VIAJES – VIAJES DE LARGA DISTANCIA

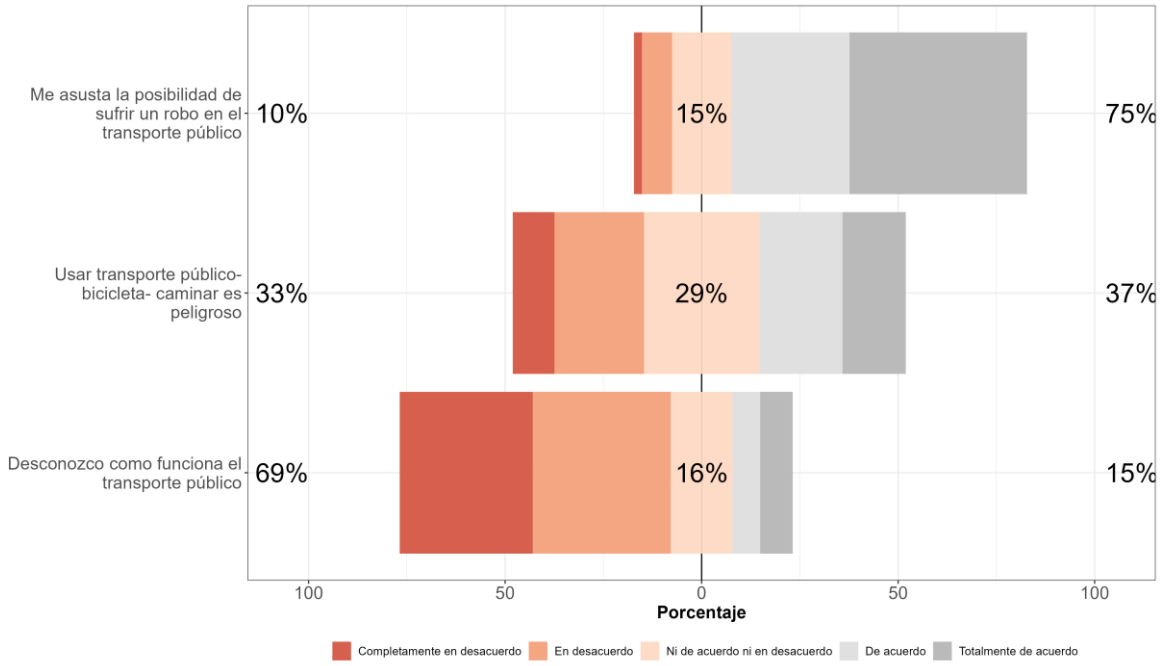


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la percepción general de viajes se ha encontrado que:

- El 92% de los encuestados está a favor de tomar medidas para reducir las emisiones de gases con efecto invernadero.
- El 86% está a favor de que las multas por exceso de velocidad sean más severas y a que nunca viajarían con un conductor en estado de ebriedad (86%).
- Más de la mitad de los encuestados (66%) siente que el auto es el principal causante de la contaminación del aire en las zonas urbanas. Un 58% se siente inseguro en vías de poco tránsito.
- Casi tres cuartos de la muestra (72%) está en desacuerdo con aumentar el precio de la bencina para reducir la congestión y contaminación en la ciudad.

FIGURA Nº 4-42: PERCEPCIÓN GENERAL DEL TRANSPORTE PÚBLICO – VIAJES DE LARGA DISTANCIA

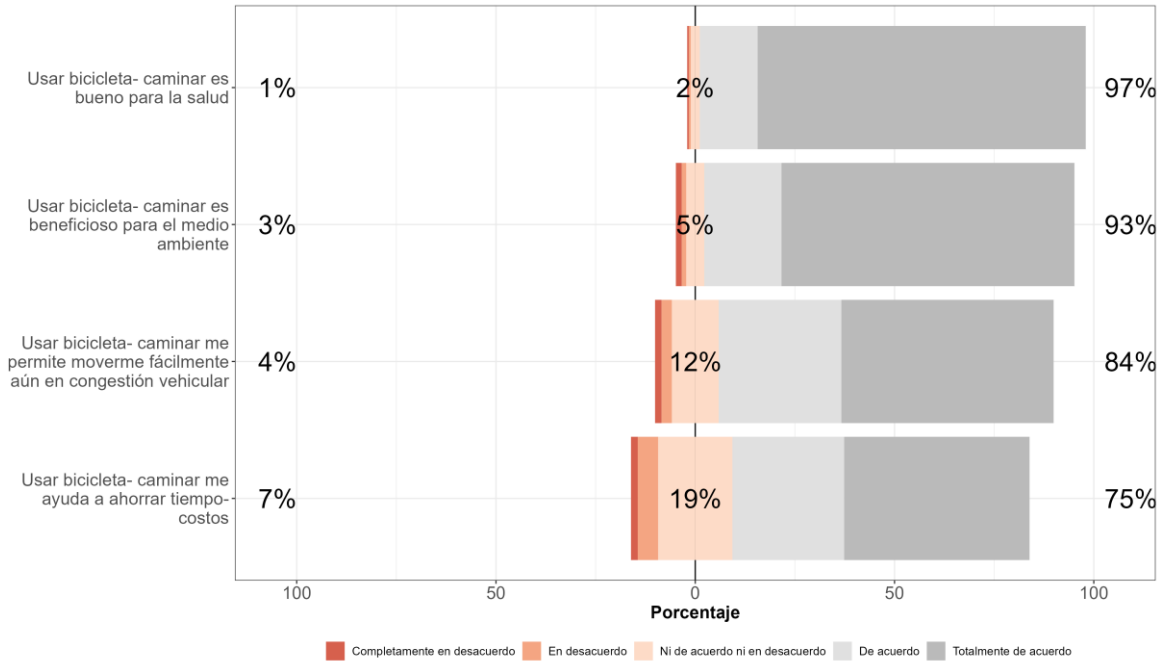


Fuente: Elaboración propia.

Sobre la percepción del transporte público se recolectó la siguiente información:

- Un **75% declara que le asusta la posibilidad de sufrir robos en el transporte público**. Solo un 10% está en desacuerdo.
- Un 37% considera que viajar en transporte público, caminar o andar en bicicleta es peligroso, mientras que un 33% no lo considera peligroso.
- Un 69% declara conocer cómo funciona el transporte público, mientras un 15% no conoce cómo funciona este.

FIGURA Nº 4-43: PERCEPCIÓN MODO BICICLETA – VIAJES DE LARGA DISTANCIA

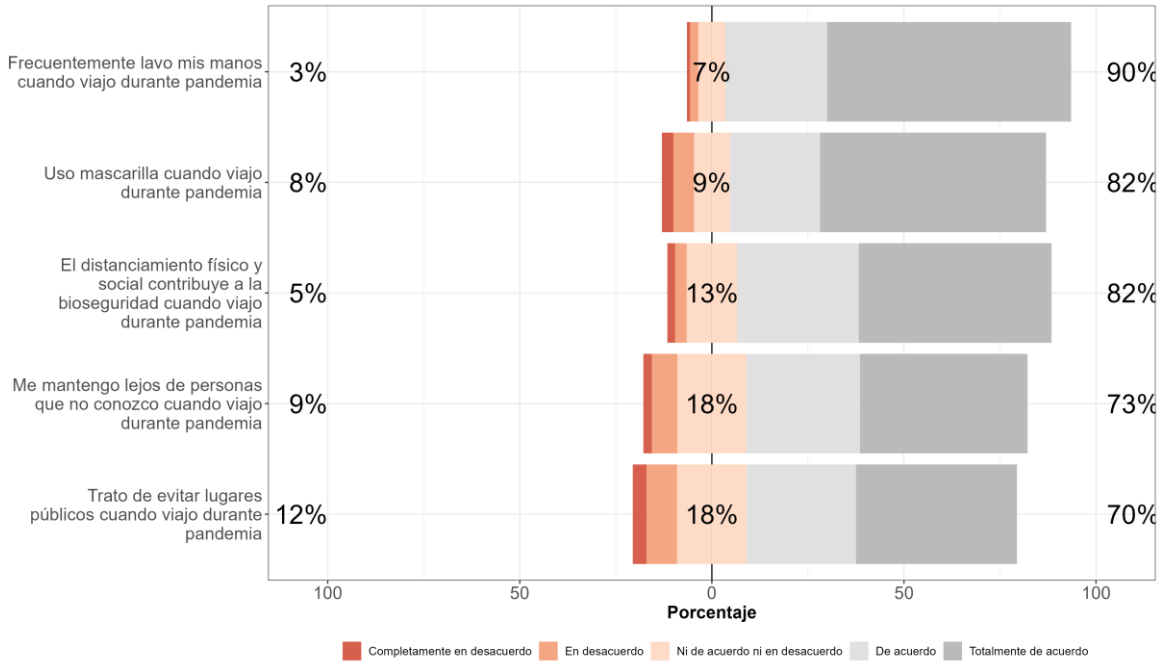


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la percepción de la bicicleta se tiene que:

- Casi la totalidad de la muestra está de acuerdo en que su uso es bueno para la salud (97%), a que su uso es beneficioso para el medio ambiente (93%) y a que esta permite moverse fácilmente en vías aún en congestión vehicular (84%).
- El 75% estima que usar bicicleta o caminar le ayuda a reducir su tiempo/costo de viaje.

FIGURA Nº 4-44: PERCEPCIÓN VIAJES EN PANDEMIA – VIAJES DE LARGA DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia.

Sobre la percepción de los viajes en pandemia se tiene que:

- Un 90% declara que se lavaba las manos frecuentemente cuando viajaba en pandemia.
- Un alto porcentaje está de acuerdo en que el distanciamiento social contribuye a la bioseguridad (82%) y un 82% usa mascarilla cuando viaja. Un 73% de la muestra se mantiene lejos de personas que no conoce mientras viaja durante pandemia.
- El 70% de la muestra trata de evitar lugares públicos cuando viaja durante la pandemia.

4.3.4.4. Cruces entre Variables para Viajes de larga distancia

Con el fin de poder identificar relaciones entre las variables la encuesta, se realizó un completo análisis de correlaciones que busca determinar cuáles de estas variables tienen un grado de correlación significativo. Para esto, se calculó el Test de Kendall, que permite clasificar las correlaciones en cuatro niveles: "muy débil", "débil", "moderada" y "fuerte". Más detalles se encuentran en los anexos digitales, y a continuación se resumen los resultados del test.

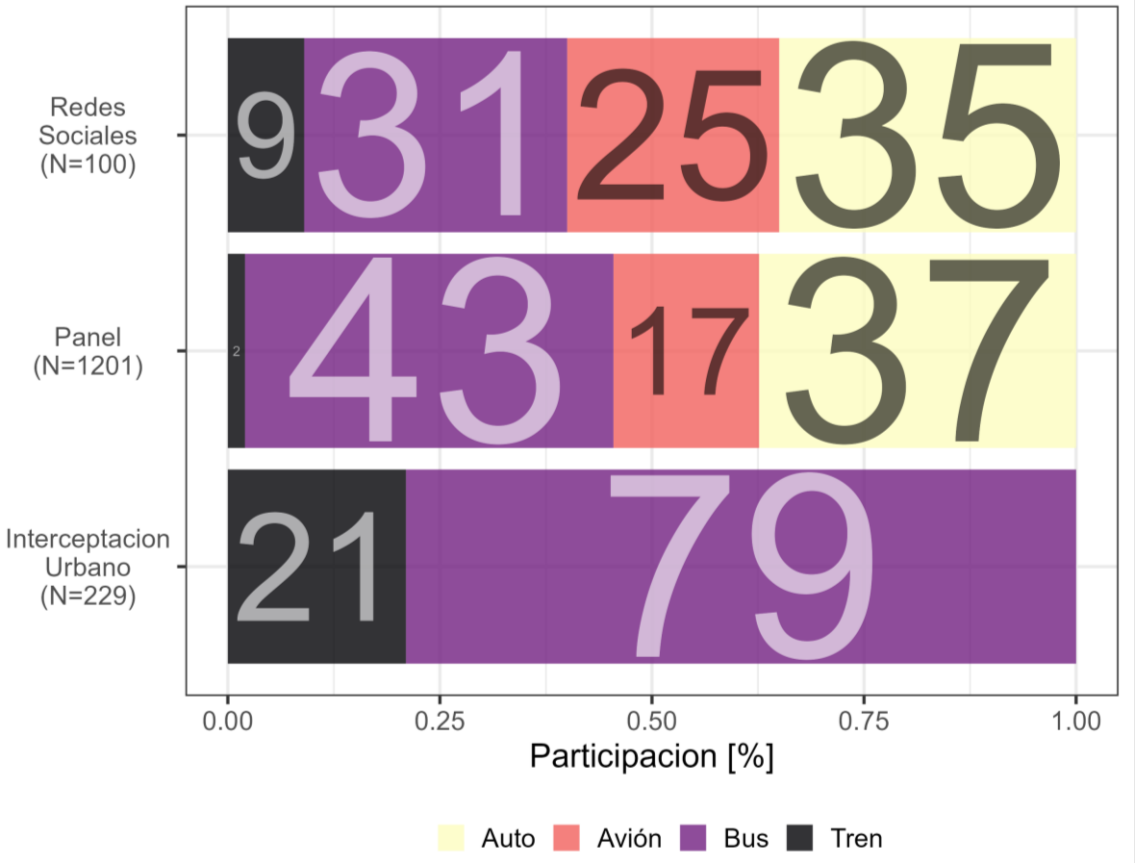
CUADRO 4-23: GRADO DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES PARA VIAJES DE LARGA DISTANCIA

Variable 1	Variable 2	Coeficiente	Estimado	p-valor	Correlación
Tiempo de acceso	Tiempo de viaje	15.546	0.398	0.000	Fuerte
Tiempo de viaje	Tiempo de acceso	15.546	0.398	0.000	Fuerte
Costo de acceso	Costo del pasaje	15.155	0.388	0.000	Fuerte
Costo del pasaje	Costo de acceso	15.155	0.388	0.000	Fuerte
Costo de acceso	Tiempo de acceso	14.517	0.371	0.000	Fuerte
Tiempo de acceso	Costo de acceso	14.517	0.371	0.000	Fuerte
Fuente de Recolección	Modo analizado	-13.818	-0.325	0.000	Fuerte
Fuente de Recolección	Modo analizado	-13.818	-0.325	0.000	Fuerte
Fui capaz de elegir como si me enfrentara a mi situación real	Pude entender las situaciones a las que me enfrenté	12.565	0.309	0.000	Fuerte
Pude entender las situaciones a las que me enfrenté	Fui capaz de elegir como si me enfrentara a mi situación real	12.565	0.309	0.000	Fuerte
Salidas por hora	Tiempo de acceso	11.559	0.386	0.000	Fuerte
Tiempo de acceso	Salidas por hora	11.559	0.386	0.000	Fuerte
Salidas por hora	Tiempo de viaje	9.047	0.302	0.000	Fuerte
Tiempo de viaje	Salidas por hora	9.047	0.302	0.000	Fuerte
Fuente de Recolección	Frecuencia del viaje	11.366	0.273	0.000	Moderada
Fuente de Recolección	Frecuencia del viaje	11.366	0.273	0.000	Moderada
Fuente de Recolección	Rango Distancia	9.591	0.241	0.000	Moderada
Fuente de Recolección	Cuál es el destino del viaje	-9.490	-0.203	0.000	Moderada
Fuente de Recolección	Cuál es el destino del viaje	-9.490	-0.203	0.000	Moderada
Rango distancia	Frecuencia del viaje	8.977	0.221	0.000	Moderada
Me resultó fácil elegir entre las opciones presentadas	Fui capaz de elegir como si me enfrentara a mi situación real	8.781	0.214	0.000	Moderada
Fui capaz de elegir como si me enfrentara a mi situación real	Me resultó fácil elegir entre las opciones presentadas	8.781	0.214	0.000	Moderada
Ha usado alguna vez una forma distinta a la actual	Modo analizado	8.140	0.279	0.000	Moderada
Modo analizado	Ha usado alguna vez una forma distinta a la actual	8.140	0.279	0.000	Moderada
Salidas por hora	Costo de acceso	8.032	0.268	0.000	Moderada
Costo de acceso	Salidas por hora	8.032	0.268	0.000	Moderada
Me resultó fácil elegir entre las opciones presentadas	Pude entender las situaciones a las que me enfrenté	7.822	0.191	0.000	Moderada
Pude entender las situaciones a las que me enfrenté	Me resultó fácil elegir entre las opciones presentadas	7.822	0.191	0.000	Moderada
Fuente de Recolección	Ha realizado este mismo viaje en otro modo de transporte	7.808	0.195	0.000	Moderada
Fuente de Recolección	Ha realizado este mismo viaje en otro modo de transporte	7.808	0.195	0.000	Moderada
Ha realizado este mismo viaje en otro modo de transporte	Auto disponible	6.301	0.195	0.000	Moderada
Auto disponible	Ha realizado este mismo viaje en otro modo de transporte	6.301	0.195	0.000	Moderada
Salidas por hora	Costo del pasaje	6.059	0.202	0.000	Moderada
Costo del pasaje	Salidas por hora	6.059	0.202	0.000	Moderada
Modo alternativo	Considera hacer el mismo viaje en auto	-3.332	-0.191	0.001	Moderada

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa del cuadro anterior, existen combinaciones que tienen grado de correlación "Fuerte" de acuerdo al parámetro estimado y al p-valor encontrado. Por ejemplo, para ilustrar esto se presenta la correlación entre el modo analizado y la fuente de recolección.

FIGURA Nº 4-45: RELACIÓN ENTRE FUENTE DE RECOLECCIÓN Y MODO ANALIZADO

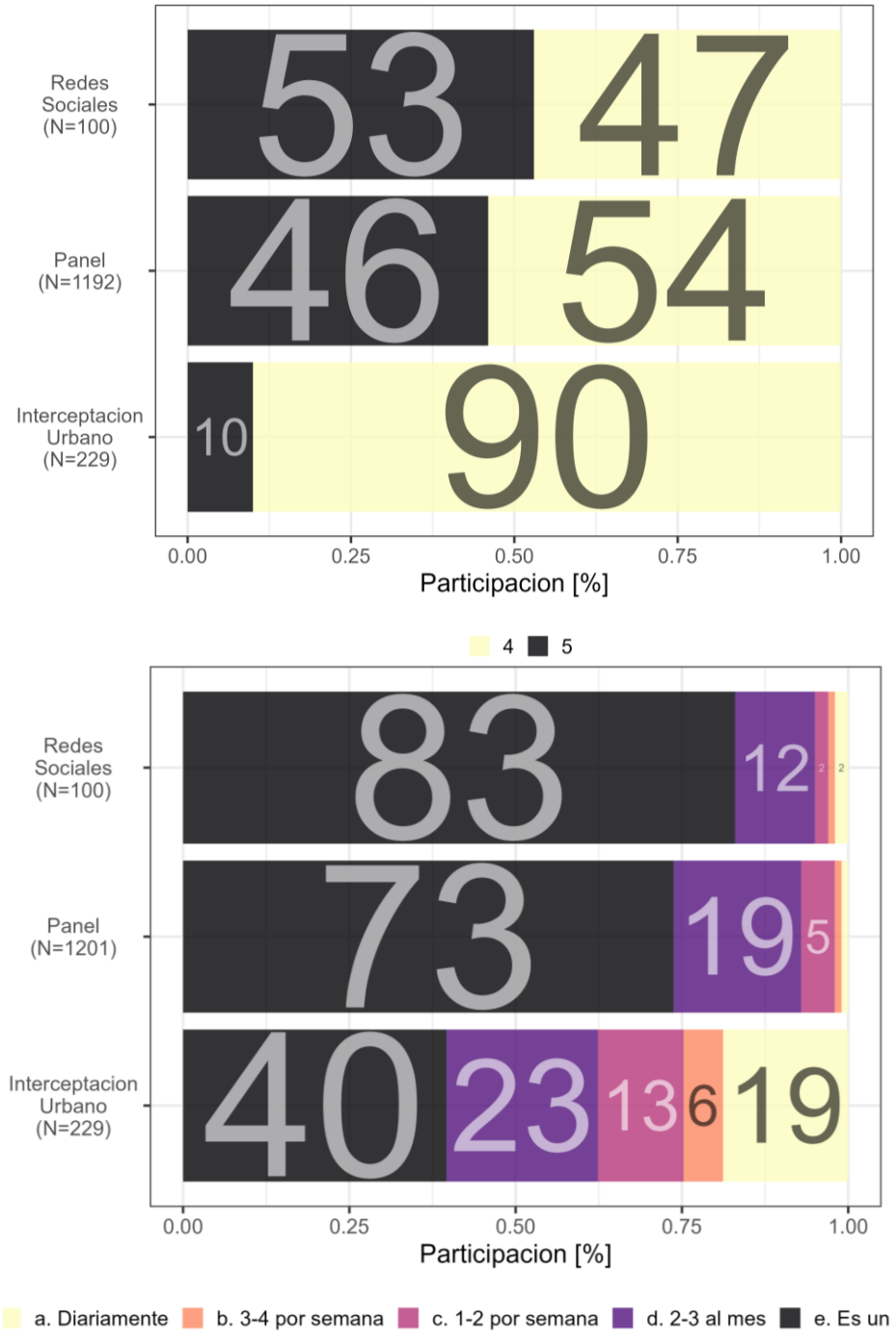


Fuente: Elaboración propia.

Se observa que en las encuestas de interceptación presentan solo viajes en bus y tren, lo cual es consistente con los lugares donde se encuestó (estaciones de trenes, metro, intermodales, entre otras). Por esto, las fuentes de recolección "panel" y "redes sociales" recogen mayor variedad de modos. Sin embargo, los métodos de panel y redes sociales recogen muy pocos viajes de modo tren, donde se observa un porcentaje significativamente mayor en la fuente de interceptación.

Otro factor relevante a mencionar es que se encontraron diferencias en las fuentes de información de acuerdo a las frecuencias de viaje y a las distancias de viaje. Esto debido a que "panel" y "redes sociales" presentan captura de viajes de avión y tren. La siguiente figura presenta la distribución para las frecuencias de viaje y distancia según la fuente de recolección.

FIGURA Nº 4-46: RELACIÓN ENTRE FUENTE DE RECOLECCIÓN PARA FRECUENCIA Y RANGO DE DISTANCIA



Fuente: Elaboración propia. 4: 40 – 400 km. 5: Más de 400 km.

Se observa mayor frecuencia de viaje en los viajes de interceptación, luego en las encuestas de panel y en último lugar los de redes sociales. En cuanto a las distancias de viaje, los viajes recolectados mediante interceptación son principalmente “D4”, mientras que en las encuestas de panel y redes sociales existe casi una proporción 50-50% entre viajes de distancia “D4” y “D5”.

El detalle de las correlaciones encontradas para las variables de viajes de larga distancia se adjunta en el anexo digital.

4.4. Estrategia Nacional para el Levantamiento de Encuestas

El siguiente apartado busca definir lineamientos para una estrategia de levantamiento de encuestas escalable a nivel nacional. Como primer punto se presentan las conclusiones obtenidas del piloto realizado.

- **Duración de la encuesta**

  Es fundamental controlar adecuadamente el tiempo de realización de la encuesta, entregando explicaciones concisas con el fin de poder levantar la información en un período de tiempo acotado. En una aplicación cara a cara, los usuarios de transporte público urbano poseen una ventana de tiempo similar a la frecuencia de servicio utilizada, medida en pocos minutos. Por otro lado, los usuarios que realizan viajes de larga distancia tienen mayor disposición producto que la espera para abordar el vehículo; bus, tren o avión, es superior. Esto se muestra de forma empírica con el número de encuestas obtenido en cada situación y en la cantidad de encuestas incompletas.

  El propósito del viaje es otra variable de consideración para el tiempo de respuesta. Esto se muestra en la dificultad para capturar usuarios en terreno con propósito de viaje por trabajo.

  Es decir, un enfoque de encuesta directa resulta adecuado para capturar viajes de larga distancia o viajes con propósito otros y al/desde el trabajo/estudio (habituales). Se debe revisar también la extensión de la encuesta, dado que si bien es recomendable metodológicamente el uso de variables de contexto, la obtención de la información asociada aumenta significativamente los tiempos de encuesta, y por tanto la posibilidad de no alcanzar a usuarios con mayor valor del tiempo.

- **Lugar de encuesta**

  En general, lugares de concentración de viajes por modo específico o centros intermodales resultaron adecuados para capturar encuestas, particularmente de transporte público, tanto de corta como larga distancia. La aplicación a lugares de trabajo fue bastante limitada pero sugiere una alternativa interesante para alcanzar usuarios con propósitos habituales y usuarios de modos individuales (v.g. automóvil y bicicleta, por ejemplo).

  El empleo de paneles de encuesta resulta también eficiente y permite, con un adecuado manejo de cuotas, evitar eventuales sesgos y alcanzar niveles muestrales adecuados en las principales ciudades del país.

  Una opción, que no fue explorada en esta aplicación piloto es la de llegar a los usuarios, principalmente de modos pasivos (transporte público de corta/larga distancia), en el modo. Un ejemplo sería disponer de encuestadores a bordo de un bus o tren que

realicen la entrevista y aplicación del experimento. Otra posibilidad sería aprovechar la mayor oferta de internet móvil a bordo de los vehículos, y entregar links de encuesta durante el viaje ya sea mediante avisos fijos o mediante mensajería.

De este modo, una combinación de encuestas de panel/links de encuesta para obtener muestras de los modos de transporte de interés en grandes ciudades y encuestas directas (frente a frente) en ciudades pequeñas, considerando nodos de transporte público o lugares de trabajo debería permitir la captura de la mayoría de los segmentos de interés.

Se debe destacar en este aspecto la complejidad de gestionar permisos para acceder a modos o lugares de encuesta cara a cara, lo que debe ser cuidadosamente estudiado en una aplicación a escala nacional.

- **Método de recolección de información**

  En general, el método de obtención de información puede influenciar varios aspectos relacionados a los resultados obtenidos de la encuesta. La consideración de atributos en el experimento de PD, las tasas de sustitución obtenidas o la captación de distintos grupos socioeconómicos, por ejemplo.

  En la encuesta de interceptación se presume que individuos con alto valor del tiempo rechazan con mayor probabilidad la toma de la encuesta, mientras que ese mismo individuo podría ser más propenso a responder en un sitio o formato que le resulte más cómodo.

  Por otro lado, al enfrentarse al experimento en un ambiente rodeado de distracciones (interceptación) resulta más difícil internalizar las diferencias en los atributos expuestos en las tarjetas de PD que si lo hiciese en otro lugar (panel). De aquí que las diferencias en los atributos pueden ser más o menos significativas en uno u otro método. Esto se observa en los factores de escala de las modelaciones de las respuestas a las PD o en las tasas de sustitución resultantes de estas (ver detalles en Tarea 5).

  Se espera también que algunos rangos etarios no sean capaces de responder mediante la aplicación de paneles, por lo que interceptar estos rangos puede ayudar a lograr cuotas de representación en estos casos.

  Cabe considerar también que los métodos de recolección presentaron correlaciones con el ingreso individual del encuestado, los transbordos realizados, el nivel educacional alcanzado, entre otros.

  Es por esto que es valioso considerar múltiples métodos de recolección de información, a modo de poder completar cuotas de sectores más amplios de la población.

- **Tecnología**

  Existe una relación directa entre la complejidad del experimento, reflejada en este caso en un diseño ad hoc al viaje de cada usuario, y la necesidad de contar con elementos tecnológicos (e.g. celular, Tablet o computador) y acceso a internet. La disponibilidad de elementos tecnológicos puede generar un sesgo en particular a grupos de mayor

edad o de menores recursos, en tanto el acceso a internet resultó crítico en la aplicación directa de la encuesta. Hubo problemas específicos en estaciones de metro, donde la baja conectividad impedía el paso de las sucesivas etapas de la encuesta y probablemente afectó el nivel de muestreo.

En ese sentido, considerar diseños fijos, posibles de montar en tarjeteros de papel no debe ser descartado, particularmente donde las condiciones de conectividad o el tipo de usuarios lo hagan recomendable. Cabe señalar que este tipo de aplicaciones, con tarjeteros fijos, ha sido la práctica habitual hasta años recientes, por lo que existe amplia experiencia nacional en este ámbito.

En este caso particular, dada la complejidad de los diseños generados inicialmente se optó por usar un software específico (SurveyEngine) basado en la web. Si bien esto resulta adecuado para la implementación en paneles de encuesta o difusión mediante correo electrónico, mensajería o redes sociales, presentó problemas para la implementación cara a cara. En ese contexto, resultaría recomendable considerar la factibilidad de generar desarrollos propios de herramientas computacionales, factibles de ser implementados y funcionar de manera aislada en un celular o Tablet, sin necesidad de acceder a internet.

Asociado a lo anterior, para facilitar la estimación de variables geográficas resultaría de utilidad el poder marcar la dirección de origen y destino del viaje sobre un sistema geográfico (e.g. Google Maps), lo que no estaba disponible en el software utilizado en esta aplicación. Esta facilidad debería estar considerada como un requerimiento para un desarrollo propio de herramienta computacional.

- **Propósito del viaje**

  Durante la aplicación de las encuestas se observó sistemáticamente una dificultad para lograr muestras asociadas al propósito por trabajo o negocios, aspecto que es también corroborado por los resultados de la EOD 2012 del Gran Santiago. Dado que se trata de una proporción minoritaria de los viajes, el logro de muestras significativas de este propósito puede resultar en niveles de encuestaje excesivos e incluso infactibles, al combinar con modo de transporte y otras variables socioeconómicas de interés.

  En ese sentido, se recomienda revisar si resulta efectivamente un propósito que incida de manera significativa en la valoración del tiempo, más allá de las particularidades que pueda presentar su análisis.

- **Complejidad de la encuesta**

  Si bien este estudio buscó desarrollar experimentos acordes con el estado del arte en materia de preferencias reveladas y declaradas, durante la aplicación de los pre test se vio claramente que la mayor complejidad no necesariamente favorecía el obtener un valor del tiempo más ajustado, dado que los usuarios tenían dificultades para comprender gráficos o escoger en condiciones en las cuales tenían múltiples variables a considerar.

En este ámbito, la recomendación es a realizar diseños técnicamente correctos pero no excesivamente complejos, limitando particularmente el número de variables que debe considerar el usuario.

A modo de síntesis, una estrategia de levantamiento de encuestas a nivel nacional para determinar el valor del tiempo debería considerar una combinación de metodologías de muestreo, diferenciadas por lugar geográfico, condiciones de conectividad y población a alcanzar. Debería contemplar además un diseño riguroso de los experimentos pero que no resulte excesivamente complejo de comprender por el usuario, limitando el número de variables idealmente a no más de 3-4. Preferentemente, se debería considerar un desarrollo computacional de una herramienta ad hoc para la aplicación en terreno, lo que permitiría superar algunas limitaciones detectadas en un software comercial.

5. Tarea 5. Estimación de Modelos y Derivación de Valores del Tiempo de Viaje

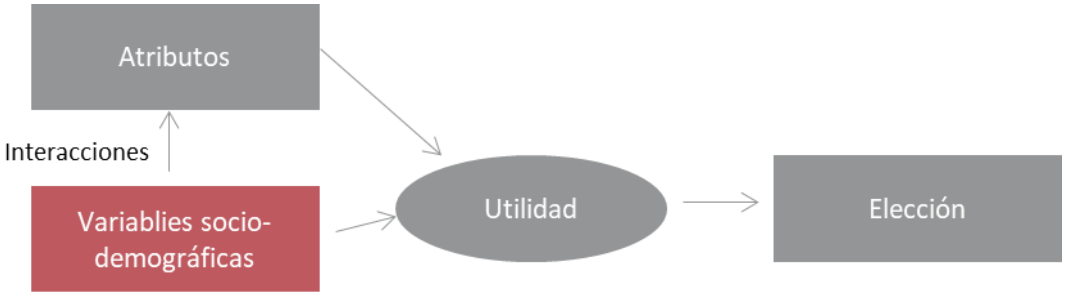
5.1. Enfoque de Modelación

Para efectos de la modelación, se consideró la muestra levantada sin utilizar factores de expansión, debido a que los objetivos del presente estudio no buscan encontrar un valor del tiempo representativo de la población chilena, sino más bien tiene carácter piloto y está enfocado en el diseño de instrumentos de medición y recolección para un lanzamiento masivo.

Se eliminan de la muestra de análisis para los viajes de corta distancia y larga distancia aquellos individuos que declararon no entender los experimentos de PD. Además, para los viajes de corta distancia se han descartado aquellos viajes que tienen una duración superior a las 3 horas, o que tienen desplazamiento desde una ciudad hacia otra.

Los modelos econométricos están diseñados con la siguiente estructura, planteando un modelo simple, donde las funciones de utilidad se definen en base a los atributos de los escenarios planteados. La siguiente figura ilustra el esquema de modelación general planteado para el análisis exploratorio.

FIGURA Nº 5-1: ESQUEMA DE MODELACIÓN ECONOMÉTRICA



Fuente: Elaboración propia.

Existe la posibilidad de generar variables latentes, incorporando los resultados de las preguntas de Likert. Sin embargo, dada el tamaño muestral por experimentos esto no resultaría relevante para el análisis, no siendo parte del objetivo del estudio.

En el caso de los viajes de corta distancia se estimaron en total seis modelos, los cuales se describen a continuación:

1. Modo Auto. Este corresponde al experimento de confiabilidad de automóvil. Como variables de las alternativas incluye tiempo de viaje medio presentado, desviación de tiempo de viaje y costo del viaje.
2. Modo Transporte Público. Este experimento corresponde al experimento de calidad para transporte público. Como variables de modelación para cada alternativa cuenta con tiempo de viaje, costo del viaje, nivel de hacinamiento y tiempo de espera.

3. Modo Taxicolectivo. Este corresponde al experimento de confiabilidad de taxi. Como variables de las alternativas incluye tiempo de viaje medio presentado, desviación de tiempo de viaje, costo del viaje, tiempo de caminata y tiempo de espera.
4. Modo Taxi y Aplicaciones Móviles. Este corresponde al experimento de confiabilidad de taxi. Como variables de las alternativas incluye tiempo de viaje medio presentado, desviación de tiempo de viaje, costo del viaje, tiempo de caminata y tiempo de espera.
5. Modo Bicicleta. Este corresponde al experimento de bicicleta pública. Como atributos de las alternativas incorpora al tiempo de viaje, costo del viaje (asociado al arriendo de la bicicleta), tiempo de caminata y nivel de facilidad hacia el modo bicicleta.
6. Modelo Conjunto. Este modelo incorpora las variables de los cinco modelos anteriores, considerando los parámetros solo cuando en el experimento existe dicho parámetro. Se toma como supuesto que el tiempo de viaje (transporte público y bicicleta) es percibido de la misma forma que el promedio de los tiempos de viaje presentados (experimento auto, taxi y taxicolectivo)

Estos modelos consideran dos alternativas cada uno, donde el modo a utilizar es el mismo y solo cambian los atributos entre estas. Además, cada uno de estos modelos es una unidad independiente de la otra, por lo que los parámetros obtenidos en uno u otro pueden ser significativamente distintos, así como también la relación entre estos.

Para poder combinar muestras que provienen de fuentes diferentes, se usó un parámetro de escala que permitiera identificar las muestras provenientes de cada uno. Dado que la cantidad de datos recolectados por cada metodología es diferente, se agruparon las encuestas provenientes de redes sociales, dos etapas e interceptación urbana en los modelos de corta distancia.

Para analizar posibles diferencias sociodemográficas en los valores del tiempo, se propone estimar un modelo de elección discreta basado en variables socio-demográficas, para identificar las diferencias en elección. Por ejemplo, se esperaría que de niveles de ingresos altos sean menos sensibles al costo del viaje, mientras que personas de menor nivel de ingreso sean más sensibles.

En el caso de los viajes de larga distancia se estimaron un total de dos modelos, los que se describen a continuación:

1. Elección de ruta, bus interurbano. Este corresponde a un experimento de confiabilidad utilizado para el bus. Como atributos considera el tiempo de viaje, costo del viaje, tiempo de acceso al terminal, costo de acceso al terminal y salidas por hora (solo para viajes de corta distancia).
2. Elección modal, viajes de larga distancia. Este corresponde a un experimento de elección modal en donde los modos disponibles dependen según el par origen-destino declarado por el encuestador. Estos pueden ser auto, bus, tren o avión.

Los modelos de elección discreta estimados son de tipo logit jerárquico con efecto de panel, usando el paquete *Apollo* en el software R (Hess y Palma, 2019). Como metodología de modelación, se partió estimando modelos muy desagregados que incluyeran el mayor número de variables de interés posible y, en un proceso secuencial, se fueron eliminando o agregando aquellas variables que no eran estadísticamente significativas. En estos se incorporan variables para estudiar los efectos del **ingreso** del hogar, **propósito**, **distancia**, **género** y **fuente de recolección de información** en la función de utilidad y en específico en el valor del tiempo.

A continuación se presentan la cantidad de individuos por modo y por variables de interés para el análisis de los efectos en la valoración del tiempo de viaje para los viajes de corta distancia. En estos ya se han realizado los filtros respectivos.

CUADRO 5-1: INDIVIDUOS POR MODO Y POR CATEGORÍA DE DISTANCIA – CORTA DISTANCIA

Distancias	BIC	TPUB	AUTO	TAXI	TXC
D1	2	3	0	0	0
D2	48	337	97	83	34
D3	3	143	112	14	4
Total	53	483	209	97	38

Fuente: Elaboración propia. D1: 0-3 km. D2: 3-15 km. D3: 15-40 km.

CUADRO 5-2: INDIVIDUOS POR MODO Y POR PROPÓSITO DE VIAJE – CORTA DISTANCIA

Propósito	BIC	TPUB	AUTO	TAXI	TXC
Habitual	27	228	91	23	14
Por Trabajo	4	23	12	4	2
Otro	22	224	106	70	22
Total	53	475	209	97	38

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 5-3: INDIVIDUOS POR MODO Y RANGO DE INGRESO DEL HOGAR – CORTA DISTANCIA

Ingreso Hogar	BIC	TPUB	AUTO	TAXI	TXC
I. Alto	19	63	60	25	4
I. Medio	23	229	103	38	14
I. Bajo	5	111	21	20	14
NR	6	80	25	14	6
Total	53	483	209	97	38

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 5-4: INDIVIDUOS POR MODO Y POR GÉNERO – CORTA DISTANCIA

Género	BIC	TPUB	AUTO	TAXI	TXC
Femenino	22	323	114	74	26
Masculino	31	159	94	22	12
Otro	0	1	1	1	0
Total	53	483	209	97	38

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 5-5: INDIVIDUOS POR MODO Y POR FUENTE DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN – CORTA DISTANCIA

Encuesta	BIC	TPUB	AUTO	TAXI	TXC
Panel	43	390	188	93	37
Interceptación corta distancia	5	68	8	2	1
Redes Sociales	5	17	13	2	0
Dos Etapas	0	8	0	0	0
Total	53	483	209	97	38

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los viajes de larga distancia se tienen 3054 observaciones (509 individuos) para el experimento de elección modal y 3288 (548 individuos) para la elección de ruta de bus. El detalle por categorías de interés para viajes de larga distancia se presenta en los siguientes cuadros.

CUADRO 5-6: INDIVIDUOS POR MODO Y POR CATEGORÍA DE DISTANCIA – LARGA DISTANCIA

Distancias	Elección Modal	Bus Interurbano
D4	325	349
D5	223	160
Total	548	509

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 5-7: INDIVIDUOS POR MODO Y POR PROPÓSITO DE VIAJE – LARGA DISTANCIA

Propósito	Elección Modal	Bus Interurbano
Habitual	115	114
Por Trabajo	28	31
Otro	405	364
Total	548	114

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 5-8: INDIVIDUOS POR MODO Y RANGO DE INGRESO DEL HOGAR – LARGA DISTANCIA

Ingreso Hogar	Elección Modal	Bus Interurbano
I. Alto	89	63
I. Medio	116	153
I. Bajo	287	243
NR	492	82
Total	548	509

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 5-9: INDIVIDUOS POR MODO Y POR GÉNERO – LARGA DISTANCIA

Género	Elección Modal	Bus Interurbano
Femenino	302	291
Masculino	242	216
Otro	4	2
Total	548	509

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 5-10: INDIVIDUOS POR MODO Y POR FUENTE DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN – LARGA DISTANCIA

Encuesta	Elección Modal	Bus Interurbano
Panel	84	141
Interceptación corta distancia	403	348
Redes Sociales	61	20
Total	548	509

Fuente: Elaboración propia.

Además de este, se presenta un modelo depurado por tipo de vehículo en el cual se eliminan algunas especificaciones que el modelo inicial o se desanida. Cuando se mencione que una variable es estadísticamente significativa se hace con relación a que lo es con un 95% de confianza.

Por otro lado, se espera que los parámetros asociados al costo y el tiempo de viaje tengan los signos esperados y sean estadísticamente significativos.

5.2. Resultados de la Modelación

5.2.1. Modelo de Auto

La forma funcional para la utilidad en este modelo se presenta en la siguiente ecuación. En el modelo inicial se consideró un parámetro de escala distinto para las encuestas provenientes de los datos de panel (μ_{panel}), otro para las provenientes de las redes sociales e interceptación (μ_{iu-rs}). Dado esto, el modelo inicial se encuentra anidado según fuente de información.

Por otro lado, para considerar el efecto panel en las respuestas se estiman las constantes de las alternativas como variable aleatoria (σ_{panel}).

$$U = cost \cdot (\beta_{cost} + \beta_{work} \cdot \delta_{work} + \beta_{forw} \cdot \delta_{forw} + \beta_{mi} \cdot \delta_{mi} + \beta_{hi} \cdot \delta_{hi}) \cdot \delta_{cost} +$$
$$tt \cdot (\beta_{tt} + \beta_{fem} \cdot \delta_{fem} + \beta_{d2} \cdot \delta_{d2} + \beta_{d3} \cdot \delta_{d3}) \cdot \delta_{tt} + sdtt \cdot \beta_{sdtt} \cdot \delta_{tt} + asc$$

Donde:
tt: Tiempo de viaje [min]
$sdtt$: Desviación del tiempo de viaje [min]
$cost$: Costo del viaje [$]
δ_{work}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado viaja con propósito “habitual”
$\delta_{forwork}$: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado viaja con propósito “por trabajo”
δ_{mi}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado presenta nivel de ingreso medio.
δ_{hi}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado presenta nivel de ingreso alto.
δ_{fem}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado declara ser de género femenino.
δ_{d2}: Indicatriz que vale 1 cuando el viaje corresponde a categoría distancia 2 (3-15 km).
δ_{d3}: Indicatriz que vale 1 cuando el viaje corresponde a categoría distancia 3 (15-40 km).
$\delta_{cost}, \delta_{tt}$: Indicatrices que valen 1 cuando el encuestado declara haber considerado el atributo en sus elecciones.
asc: Constante estimada como variable aleatoria. $asc_1 = cte_1 + \sigma_{panel} \cdot d_{N_1}$ y $asc_2 = cte_2 + \sigma_{panel} \cdot d_{N_2}$.

De acuerdo a los resultados del modelo inicial, se pudo observar que había diferencia en la percepción de las variaciones de los atributos entre aquellas personas que respondían desde distintas fuentes de información. Es por esto que el modelo final se elimina el nido

para obtener parámetros de percepción de costo y tiempo de acuerdo a la fuente de información. En consiguiente esto permitiría estimar distintas valoraciones del tiempo de acuerdo a fuentes de información. La función utilidad del modelo final se presenta a continuación:

$$U = cost \cdot \left(\beta_{cost} + \beta_{work} \cdot \delta_{work} + \beta_{forw} \cdot \delta_{forw} + \beta_{mi} \cdot \delta_{mi} + \beta_{hi} \cdot \delta_{hi} + \beta_{panel-c} \cdot \delta_{panel} + \beta_{iu-c} \cdot \delta_{iu}\right) \cdot \delta_{cost} +$$

$$tt \cdot (\beta_{tt} + \beta_{fem} \cdot \delta_{fem} + \beta_{d2} \cdot \delta_{d2} + \beta_{d3} \cdot \delta_{d3} + \beta_{panel-t} \cdot \delta_{panel} + \beta_{iu-t} \cdot \delta_{iu}) \cdot \delta_{tt} + sdtt \cdot \beta_{sdtt} \cdot \delta_{tt} + cte$$

Donde:
δ_{panel}: Indicatriz que vale 1 cuando la encuesta se realizó mediante paneles.
δ_{iu}: Indicatriz que vale 1 cuando la encuesta no se realizó mediante paneles.

Los resultados de los modelos para elección de ruta en modo auto se presentan a continuación. Los parámetros del costo, el tiempo de viaje promedio y la desviación del tiempo de viaje presentado tienen los signos esperados y son estadísticamente significativos. Esto es especialmente relevante puesto que la variabilidad del tiempo de viaje no resultaba significativa en los pre test.

Sobre los parámetros de escala se ha encontrado que esta variable es significativa, evidenciando que los encuestados mediante el método de panel son menos sensibles ante los cambios de los atributos presentados en los experimentos que los encuestados que vienen de los otros modos de recolección de información. Esto se ve reflejado también en que en el modelo final se ha encontrado significancia en el parámetro del tiempo para los encuestados que no son de panel, evidenciando una diferencia en la percepción del tiempo de viaje y por ende en la valoración del tiempo.

En cuanto al propósito del viaje, se ha encontrado significancia en la variable del propósito “por trabajo”. El nivel de ingreso alto es significativo pero con el signo distinto al esperado, mientras que el ingreso medio resulta no significativo.

No se encontraron diferencias significativas de acuerdo al género y tampoco las hubo en cuanto a la categoría de distancia del viaje.

CUADRO 5-11: MODELO DE AUTO (IND = 209)

Modelo Inicial: "HL_CAR_5" Logit Anidado en fuente de información				Modelo Final: "MNL_CAR_4" Logit Multinomial con efecto por Fuente de Información			
Variable	**Parámetro**	**Error Estándar**	**t-ratio(0)**	**Variable**	**Parámetro**	**Error Estándar**	**t-ratio(0)**
β_{cost}	-0.0020	0.0009	-2.2419	β_{cost}	-0.0009	0.0003	-3.1181
β_{tt}	-0.4775	0.1699	-2.8113	β_{tt}	-0.1908	0.0551	-3.4612
β_{sdtt}	-0.5928	0.2080	-2.8495	β_{sdtt}	-0.3086	0.0582	-5.3074
Características del viaje							
β_{work}	0.0004	0.0006	0.6630	β_{work}	0.0001	0.0003	0.2498
$\beta_{forwork}$	-0.0025	0.0015	-1.6605	$\beta_{forwork}$	-0.0012	0.0006	-1.9219
β_{other}	0			β_{other}	0		
β_{d1}	0			β_{d1}	0		
β_{d2}	0			β_{d2}	0		
β_{d3}	-0.0043	0.0977	-0.0439	β_{d3}	-0.0255	0.0541	-0.4719
Características del viajero							
β_{li}				β_{li}			
β_{mi}	-0.0012	0.0009	-1.4073	β_{mi}	-0.0005	0.0004	-1.4025
β_{hi}	-0.0022	0.0009	-2.3684	β_{hi}	-0.0015	0.0005	-2.9712
β_{male}	0			β_{male}	0		
β_{fem}	0.1229	0.0945	1.3016	β_{fem}	0.0434	0.0486	0.8926
Efecto panel							
σ_{panel}	-0.0229	0.6687	-0.0343	σ_{panel}			
Parámetros de escala (por fuente información)							
μ_{panel}	0.4912	0.1611	3.0488	μ_{panel}			
μ_{iu-rs}	1			μ_{iu-rs}			
Efecto fuente de información							
$\beta_{panel-t}$				$\beta_{panel-t}$	0		
β_{iu-t}				β_{iu-t}	-0.3450	0.1304	-2.6450
$\beta_{panel-c}$				$\beta_{panel-c}$			
β_{iu-c}				β_{iu-c}	-0.0010	0.0007	-1.3854
Constantes alternativas							
cte_1	0.2310	0.1663	1.3893	cte_1	0		
cte_2	0			cte_2	-0.1387	0.0871	-1.5920

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2. Modelo de Transporte Público (Bus, Metro, Metrotren)

La forma funcional para la utilidad en el modelo inicial se presenta en la siguiente ecuación. Se consideró un parámetro de escala distinto para las encuestas provenientes de los datos de panel (μ_{panel}), otro para las provenientes de las redes sociales, dos etapas e interceptación (μ_{iu}). Por otro lado, para considerar el efecto panel en las respuestas se estiman las constantes de cada alternativa como variable aleatoria (σ_{panel}).

$$U = cost \cdot \left(\beta_{cost} + \beta_{work} \cdot \delta_{work} + \beta_{forw} \cdot \delta_{forw} + \beta_{mi} \cdot \delta_{mi} + \beta_{hi} \cdot \delta_{hi} + \beta_{panel-c} \cdot \delta_{panel} + \beta_{iu-c} \cdot \delta_{iu}\right) \cdot \delta_{cost} +$$

$$tt \cdot (\beta_{tt} + \beta_{fem} \cdot \delta_{fem} + \beta_{d2} \cdot \delta_{d2} + \beta_{d3} \cdot \delta_{d3} + \beta_{panel-t} \cdot \delta_{panel} + \beta_{iu-t} \cdot \delta_{iu}) \cdot \delta_{tt} + \sum_{x \in [1,6]} \beta_{hac_x} \cdot \delta_x \cdot \delta_{hac} + wt \cdot \beta_{wt} \cdot \delta_{wt} + asc$$

Donde:
tt: Tiempo de viaje [min]
$sdtt$: Desviación del tiempo de viaje [min]
wt: Tiempo de espera [min]
$cost$: Costo del viaje [$]
hac: Nivel de hacinamiento entre 1 y 6.
δ_{work}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado viaja con propósito “habitual”
$\delta_{forwork}$: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado viaja con propósito “por trabajo”
δ_{li}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado presenta nivel de ingreso bajo.
δ_{mi}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado presenta nivel de ingreso medio.
δ_{hi}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado presenta nivel de ingreso alto.
δ_{d2}: Indicatriz que vale 1 cuando el viaje corresponde a categoría distancia 2 (3-15 km).
δ_{d3}: Indicatriz que vale 1 cuando el viaje corresponde a categoría distancia 3 (15-40 km).
δ_{fem}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado declara ser de género femenino.
$\delta_{cost}, \delta_{tt}, \delta_{wt}, \delta_{hac}$: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado declara haber considerado el atributo en sus elecciones.
asc: Constante estimada como variable aleatoria. $asc_1 = cte_1 + \sigma_{panel} \cdot d_{N_1}$ y $asc_2 = cte_2 + \sigma_{panel} \cdot d_{N_2}$.

De acuerdo a los resultados del modelo inicial, se pudo observar que había diferencia en la percepción de las variaciones de los atributos entre aquellas personas que respondían desde distintas fuentes de información. Es por esto que el modelo final se elimina el nido para obtener parámetros de percepción de costo y tiempo de acuerdo a la fuente de información. En consiguiente esto permitiría estimar distintas valoraciones del tiempo de acuerdo a fuentes de información. La función utilidad del modelo final se presenta a continuación:

$$U = cost \cdot \left(\beta_{cost} + \beta_{work} \cdot \delta_{work} + \beta_{forw} \cdot \delta_{forw} + \beta_{mi} \cdot \delta_{mi} + \beta_{hi} \cdot \delta_{hi} + \beta_{panel-c} \cdot \delta_{panel} + \beta_{iu-c} \cdot \delta_{iu}\right) \cdot \delta_{cost} +$$

$$tt \cdot (\beta_{tt} + \beta_{fem} \cdot \delta_{fem} + \beta_{d2} \cdot \delta_{d2} + \beta_{d3} \cdot \delta_{d3} + \beta_{panel-t} \cdot \delta_{panel} + \beta_{iu-t} \cdot \delta_{iu}) \cdot \delta_{tt} + \sum_{x \in [1,6]} \beta_{hac_x} \cdot \delta_x \cdot \delta_{hac} + wt \cdot \beta_{wt} \cdot \delta_{wt} + asc$$

Donde:
δ_{panel}: Indicatriz que vale 1 cuando la encuesta se realizó mediante paneles.
δ_{iu}: Indicatriz que vale 1 cuando la encuesta no se realizó mediante paneles.

Los modelos para el modo transporte público se presentan a continuación. Se ha encontrado que el tiempo de viaje, tiempo de espera, costo y cuatro de los niveles de hacinamiento son significativos. Además, los factores de los niveles de hacinamientos son decrecientes de acuerdo al nivel de hacinamiento, es decir, a medida que existe mayor nivel de hacinamiento este genera mayor desutilidad en el individuo lo cual es consistente con lo esperado.

Las variaciones en los atributos afectan más en aquellos encuestados que respondieron a través del panel que en el resto de los encuestados. Por otro lado, el efecto panel no es significativo.

En este modelo se experimentan diferencias en la percepción del costo de viaje de acuerdo al propósito del viaje. En este caso, aquellos que viajan con propósito “otro” son más sensibles al costo que aquellos con propósito “habitual” y estos son a su vez más sensibles que los viajeros con propósito “por trabajo”.

Se ha detectado evidencias casi significativas en las percepciones sobre el costo para los niveles de ingreso alto, donde estos son menos sensibles a este parámetro que las categorías medio y bajo.

De acuerdo a la categoría de distancia, se tiene que los viajes más largos (d3, 15-40 km) son menos sensibles al tiempo que los viajes cortos.

En cuento a los efectos de la fuente de información en la valoración del tiempo de viaje se encontró significancia en los parámetros asociados al tiempo y al costo. De estos se infiere que los individuos que no responden en panel son menos sensibles al tiempo y más sensibles al costo que los usuarios que provienen desde el panel.

CUADRO 5-12: MODELO DE TRANSPORTE PÚBLICO (IND = 483)

Modelo Inicial: "HL_TPUB_6" Logit Anidado en fuente de información				Modelo Final: "MNL_TPUB_4" Logit Multinomial con efecto por Fuente de Información			
Variable	**Parámetro**	**Error Estándar**	**t-ratio(0)**	**Variable**	**Parámetro**	**Error Estándar**	**t-ratio(0)**
β_{cost}	-0.0033	0.0005	-6.4057	β_{cost}	-0.0036	0.0006	-6.0932
β_{tt}	-0.0501	0.0070	-7.1491	β_{tt}	-0.0793	0.0059	-13.4238
β_{wt}	-0.0807	0.0138	-5.8545	β_{wt}	-0.1023	0.0147	-6.9677
β_{hac2}	0.0436	0.1087	0.4009	β_{hac2}	0.0436	0.1386	0.3147
β_{hac3}	-0.4831	0.1115	-4.3339	β_{hac3}	-0.5896	0.1341	-4.3982
β_{hac4}	-0.5595	0.1242	-4.5064	β_{hac4}	-0.7002	0.1452	-4.8229
β_{hac5}	-1.3859	0.1713	-8.0907	β_{hac5}	-1.7601	0.1462	-12.0404
β_{hac6}	-1.9606	0.2205	-8.8927	β_{hac6}	-2.4811	0.1571	-15.7919
Características del viaje							
β_{work}	-0.0011	0.0004	-2.8046	β_{work}	-0.0016	0.0005	-3.3783
$\beta_{forwork}$	-0.0028	0.0011	-2.5832	$\beta_{forwork}$	-0.0038	0.0013	-2.9166
β_{other}	0			β_{other}	0		
β_{d1}	0.2288	0.1535	1.4909	β_{d1}	0.2537	0.1835	1.3829
β_{d2}	0			β_{d2}	0		
β_{d3}	0.0112	0.0055	2.0323	β_{d3}	0.0148	0.0068	2.1890
Características del viajero							
β_{li}				β_{li}			
β_{mi}	0.0004	0.0004	0.8963	β_{mi}	0.0001	0.0006	0.1915
β_{hi}	0.0010	0.0006	1.6724	β_{hi}	0.0012	0.0008	1.5362
β_{male}	0			β_{male}			
β_{fem}	-0.0100	0.0057	-1.7482	β_{fem}			
Efecto panel							
σ_{panel}	-0.1008	0.1149	-0.8779	σ_{panel}			
Parámetros de escala (por fuente información)							
μ_{panel}	1.3611	0.1555	8.7528	μ_{panel}			
μ_{iu-rs}	1			μ_{iu-rs}			
Efecto fuente de información							
$\beta_{panel-t}$				$\beta_{panel-t}$	0		
β_{iu-t}				β_{iu-t}	0.0317	0.0078	4.0508
$\beta_{panel-c}$				$\beta_{panel-c}$	0		
β_{iu-c}				β_{iu-c}	-0.0014	0.0006	-2.4408
Constantes alternativas							
cte_1	-0.0661	0.0397	-1.6635	cte_1	0		
cte_2	0			cte_2	0.0877	0.0496	1.7662

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3. Modelo de Taxicolectivo

Para el modelo de taxicolectivo el modelo que mejor ajuste presenta no incorpora efecto panel, ni tampoco parámetros de escala según fuente de información. Esto es debido a que para este modo se cuentan solo con respuestas tipo panel. En la estimación solo se consideran aquellos encuestados que declaran haber entendido el experimento. La forma funcional utilizada se presenta en la siguiente ecuación.

$$U = cost \cdot \left(\beta_{cost} + \beta_{work} \cdot \delta_{work} + \beta_{forw} \cdot \delta_{forw} + \beta_{mi} \cdot \delta_{mi} + \beta_{hi} \cdot \delta_{hi}\right) \cdot \delta_{cost} +$$
$$tt \cdot \left(\beta_{tt} + \beta_{fem} \cdot \delta_{fem} + \beta_{d2} \cdot \delta_{d2} + \beta_{d3} \cdot \delta_{d3}\right) \cdot \delta_{tt}$$
$$+wt \cdot \beta_{wt} \cdot \delta_{wt} + at \cdot \beta_{at} \cdot \delta_{at} + cte$$

Donde:
tt: Tiempo de viaje [min]
$sdtt$: Desviación del tiempo de viaje [min]
wt: Tiempo de espera [min]
at: Tiempo de caminata [min]
$cost$: Costo del viaje [$]
δ_{work}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado viaja con propósito “habitual”
$\delta_{forwork}$: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado viaja con propósito “por trabajo”
δ_{li}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado presenta nivel de ingreso bajo.
δ_{mi}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado presenta nivel de ingreso medio.
δ_{hi}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado presenta nivel de ingreso alto.
δ_{d2}: Indicatriz que vale 1 cuando el viaje corresponde a categoría distancia 2 (3-15 km).
δ_{d3}: Indicatriz que vale 1 cuando el viaje corresponde a categoría distancia 3 (15-40 km).
δ_{fem}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado declara ser de género femenino.
$\delta_{cost}, \delta_{tt}, \delta_{wt}, \delta_{at}$: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado declara haber considerado la variable en sus elecciones.
cte: Constante para cada alternativa, estimada como promedio.

El modelo para el modo taxicolectivo se presenta a continuación. Se tiene que los parámetros del costo, tiempo de espera son significativos. Los parámetros asociados al tiempo de viaje, tiempo de acceso y a la variabilidad en el tiempo de viaje no resultaron significativos.

Se encontró que los viajes con propósito trabajo son menos sensibles al costo que los viajes con propósito otros.

Por otra parte, no se observa que la alternativa presentada en la posición de la izquierda o la derecha tenga una utilidad distinta a la de la otra posición. A su vez, los niveles de ingreso alto son más sensibles al costo, lo cual es contra intuitivo. No se ha encontrado tampoco diferencias en la percepción del tiempo de acuerdo al género del encuestado.

El parámetro del tiempo de espera es casi tres veces más que el del tiempo de viaje.

CUADRO 5-13: MODELO DE TAXICOLECTIVOS (IND = 38)

Modelo "MNL_TXC_3"			
Variable	**Parámetro**	**Error Estándar.**	**t-ratio(0)**
β_{cost}	-0.0042	0.0016	-2.5373
β_{tt}	-0.1031	0.0825	-1.2498
β_{sd}	-0.1257	0.3300	-0.3809
β_{wt}	-0.3417	0.1126	-3.0341
β_{at}	-0.1228	0.0979	-1.2546
Características del viaje			
β_{work}	0.0042	0.0016	2.5771
$\beta_{forwork}$	-0.1149	3.8691	-0.0297
β_{other}	0		
β_{d1}	0		
β_{d2}	0		
β_{d3}	-0.7031	64.4164	-0.0109
Características del viajero			
β_{li}	0		
β_{mi}	-0.0021	0.0020	-1.0628
β_{hi}	-0.0106	0.0044	-2.4382
β_{male}	0		
β_{fem}	0.0112	0.0838	0.1332
Constante alternativas			
cte_1	0		
cte_2	0.3609	0.2127	1.6970

Fuente: Elaboración propia.

5.2.4. Modelo de Taxi y Aplicaciones Móviles

Para el modelo de taxi y/o aplicaciones móviles se tiene que la forma funcional utilizada es la misma que se utiliza en el modelo de taxicolectivos, pero en este caso el modelo inicial se encuentra anidado según fuente de información.

El modelo para el modo taxi y aplicaciones móviles se presenta a continuación. Se observa que en el modelo anidado ninguna variable del experimento resulta significativa, mientras que en el modelo final sin anidar son significativos el costo, tiempo de viaje, tiempo de espera y tiempo de acceso.

En el modelo final los parámetros significativos son el costo, tiempo de viaje, tiempo de espera y el tiempo de acceso. La variabilidad en el tiempo de viaje no resulta significativa, al igual que la constante de las alternativas.

El parámetro con propósito "habitual" resulta significativo, mostrando menor sensibilidad al costo que el propósito "otros". El parámetro de los viajes de categoría de distancia d3 es casi significativo apuntando a que viajes de mayor distancia son menos sensibles a variaciones en tiempo de viaje. Por su parte, so se encontró significancia los parámetros asociados al género, ni en los niveles de ingreso.

En este caso, las relaciones $\frac{\beta_{wt}}{\beta_{tt}}$ y $\frac{\beta_{at}}{\beta_{tt}}$ son ambas cercanas a 3, donde el tiempo de espera tiene un valor mayor que el tiempo de acceso.

CUADRO 5-14: MODELO DE TAXI Y APLICACIONES MÓVILES (IND = 97)

Modelo Inicial: "HL_TAXI_1" Logit Anidado en fuente de información				Modelo Final: "MNL_TAXI_4" Logit Multinomial			
Variable	**Parámetro**	**Error Estándar**	**t-ratio(0)**	**Variable**	**Parámetro**	**Error Estándar**	**t-ratio(0)**
β_{cost}	-0.0006	0.0005	-1.2042	β_{cost}	-0.0013	0.0003	-4.1083
β_{tt}	-0.0555	0.0480	-1.1570	β_{tt}	-0.1184	0.0382	-3.0979
β_{sdtt}	-0.0303	0.0671	-0.4515	β_{sdtt}	-0.0606	0.1357	-0.4467
β_{wt}	-0.1860	0.1485	-1.2525	β_{wt}	-0.3906	0.0754	-5.1797
β_{at}	-0.1790	0.1434	-1.2485	β_{at}	-0.3885	0.0635	-6.1206
Características del viaje							
β_{work}	0.0002	0.0002	1.0832	β_{work}	0.0006	0.0002	2.7572
$\beta_{forwork}$	0.0002	0.0002	0.9207	$\beta_{forwork}$	0.0005	0.0003	1.5367
β_{other}	0			β_{other}	0		
β_{d1}	0			β_{d1}	0		
β_{d2}	0			β_{d2}	0		
β_{d3}	0.0278	0.0269	1.0345	β_{d3}	0.0566	0.0338	1.6765
Características del viajero							
β_{li}				β_{li}			
β_{mi}	0.0002	0.0002	0.8051	β_{mi}	0.0003	0.0004	0.9325
β_{hi}	0.0002	0.0002	0.7980	β_{hi}	0.0004	0.0004	1.1619
β_{male}	0			β_{male}	0		
β_{fem}	0.0208	0.0244	0.8541	β_{fem}	0.0467	0.0355	1.3166
Efecto panel							
σ_{panel}	0.1277	0.1368	0.9341	σ_{panel}			
Parámetros de escala (por fuente información)							
μ_{panel}	2.2911	1.8291	1.2526	μ_{panel}			
μ_{iu-rs}	1			μ_{iu-rs}			
Constantes alternativas							
cte_1				cte_1	0		
cte_2				cte_2	0.0632	0.1228	0.5147

Fuente: Elaboración propia.

5.2.5. Modelo Bicicleta

Para los usuarios de bicicletas el modelo inicial es de tipo anidado en las fuentes de información, buscado con este evidenciar que estos podrían percibir diferencias de atributos con mayor o menor intensidad. En la modelación se consideran aquellos encuestados que declaran haber entendido el experimento. La forma funcional utilizada se presenta en la siguiente ecuación.

$$U = cost \cdot \left(\beta_{cost} + \beta_{work} \cdot \delta_{work} + \beta_{forw} \cdot \delta_{forw} + \beta_{mi} \cdot \delta_{mi} + \beta_{hi} \cdot \delta_{hi}\right) \cdot \delta_{cost} + tt \cdot \left(\beta_{tt} + \beta_{fem} \cdot \delta_{fem} + \beta_{d2} \cdot \delta_{d2} + \beta_{d3} \cdot \delta_{d3}\right) \cdot \delta_{tt} + at \cdot \beta_{at} \cdot \delta_{at} + \sum_{x \in [1,2,3,4]} \beta_{fac_x} \cdot \delta_x + asc$$

Donde:

$cost$: Costo de arrendar la bicicleta por un viaje [$]
tt: Tiempo de viaje [min]
at: Tiempo de caminata [min]
fac: Nivel de facilidades para la bicicleta.
δ_x: Parámetro que vale 1 cuando el nivel de facilidades para la bicicleta es "x" y 0 en caso contrario
δ_{work}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado viaja con propósito "habitual"
$\delta_{forwork}$: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado viaja con propósito "por trabajo"
δ_{mi}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado presenta nivel de ingreso medio.
δ_{hi}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado presenta nivel de ingreso alto.
δ_{fem}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado declara ser de género femenino.
δ_{d2}: Indicatriz que vale 1 cuando el viaje corresponde a categoría distancia 2 (3-15 km).
δ_{d3}: Indicatriz que vale 1 cuando el viaje corresponde a categoría distancia 3 (15-40 km).
$\delta_{cost}, \delta_{tt}, \delta_{at}$: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado declara haber considerado la variable en sus elecciones.
asc: Constante estimada como variable aleatoria. $asc_1 = cte_1 + \sigma_{panel} \cdot d_{N_1}$ y $asc_2 = cte_2 + \sigma_{panel} \cdot d_{N_2}$.

De acuerdo a los resultados del modelo inicial, se pudo observar que había diferencia en la percepción de las variaciones de los atributos entre aquellas personas que respondían desde distintas fuentes de información. Es por esto que el modelo final se elimina el nido para obtener parámetros de percepción de costo y tiempo de acuerdo a la fuente de información.

Los modelos para el modo bicicleta se presentan a continuación. Se tiene que el parámetro del costo no es significativo, pero uno de los parámetros asociados al costo " β_{work}" si lo es por lo que es posible obtener un valor del tiempo para los viajes habituales.

Los parámetros que si resultaron significativos son el tiempo de viaje, el tiempo de acceso y los tres niveles de facilidades para la bicicleta. Además, los valores de los parámetros de facilidades para la bicicleta son crecientes, por lo que a mayor facilidad mayor utilidad para la alternativa. Por otro lado, no se ha encontrado significancia en la constante de ninguna de las dos alternativas.

En cuanto al propósito del viaje se encontró que el parámetro del viaje habitual es significativo, mostrando que los viajes habituales son más sensibles al costo que los viajes con propósito "otros". Se encontró significancia también en el parámetro del tiempo de viaje para quienes no respondieron en panel, los que son más sensibles a variaciones en dicho atributo. No se encontró significancia en los parámetros asociados al género ni a las categorías de distancias de viaje.

Pese a que no se pueda encontrar un valor subjetivo del tiempo, es posible obtener la tasa de sustitución entre las facilidades para la bicicleta y el tiempo de viaje. Esto podría ser interesante para determinar cuánto tiempo más está dispuesto un ciclista a sacrificar por ir

en una vía con ciclovía segregada por sobre ir en la calzada en un determinado viaje. Esto podría aplicarse a un modelo de asignación en donde se incorpore el modo bicicleta.

CUADRO 5-15: MODELO DE BICICLETA PÚBLICA (IND = 53)

Modelo Inicial: "HL_BIKE_6" Logit Anidado en fuente de información				Modelo Final: "MNL_BIKE_5" Logit Multinomial con efecto por Fuente de Información			
Variable	**Parámetro**	**Error Estándar**	**t-ratio(0)**	**Variable**	**Parámetro**	**Error Estándar**	**t-ratio(0)**
β_{cost}	-0.0016	0.0033	-0.5020	β_{cost}	-0.0013	0.0034	-0.3899
β_{tt}	-0.0741	0.0409	-1.8102	β_{tt}	-0.0662	0.0306	-2.1622
β_{at}	-0.1716	0.0743	-2.3088	β_{at}	-0.2142	0.0607	-3.5286
β_{fac1}	0			β_{fac1}	0		
β_{fac2}	0.6721	0.4685	1.4347	β_{fac2}	0.6391	0.4135	1.5456
β_{fac3}	1.1773	0.5321	2.2123	β_{fac3}	1.2145	0.3623	3.3524
β_{fac4}	1.7198	0.6404	2.6857	β_{fac4}	1.8464	0.3434	5.3775
Características del viaje							
β_{work}	-0.0046	0.0025	-1.8466	β_{work}	-0.0042	0.0021	-1.9697
$\beta_{forwork}$	0.0025	0.0030	0.8336	$\beta_{forwork}$	0.0029	0.0030	0.9770
β_{other}	0			β_{other}	0		
β_{d1}	0			β_{d1}	0		
β_{d2}	0			β_{d2}	0		
β_{d3}	0.0769	0.0529	1.4549	β_{d3}	0.0715	0.0464	1.5407
Características del viajero							
β_{li}				β_{li}			
β_{mi}	0.0017	0.0036	0.4737	β_{mi}	0.0009	0.0037	0.2435
β_{hi}	0.0030	0.0037	0.7982	β_{hi}	0.0026	0.0037	0.6968
β_{male}	0			β_{male}	0		
β_{fem}	0.0115	0.0346	0.3319	β_{fem}	0.0110	0.0372	0.2967
Efecto panel							
σ_{panel}	-0.0077	0.3093	-0.0248	σ_{panel}			
Parámetros de escala (por fuente información)							
μ_{panel}	1.0634	0.4484	2.3714	μ_{panel}			
μ_{iu-rs}	1			μ_{iu-rs}			
Efecto fuente de información							
$\beta_{panel-t}$				$\beta_{panel-t}$	0		
β_{iu-t}				β_{iu-t}	-0.1357	0.0625	-2.1707
$\beta_{panel-c}$				$\beta_{panel-c}$			
β_{iu-c}				β_{iu-c}	-0.0019	0.0026	-0.7437
Constantes alternativas							
cte_1	-0.1310	0.1820	-0.7195	cte_1	0		
cte_2	0			cte_2	0.1607	0.1671	0.9620

Fuente: Elaboración propia.

5.2.6. Modelo Conjunto para viajes corta distancia

El modelo conjunto de corta distancia es una combinación de los otros experimentos de corta distancia, debido a que se trata de elecciones de ruta. Sin embargo, para poder realizar este modelo hay que tomar como supuesto que el tiempo de viaje total (presentado en los experimentos de bicicleta y transporte público) es percibido de la misma forma que el promedio del tiempo de viaje (presentado en los experimentos de taxi, auto y taxicolectivo).

La forma funcional de este modelo corresponde a la combinación de las formas funcionales anteriores, con la salvedad de que los parámetros se estiman agregando indicatrices para que si el experimento no contiene un atributo no sea estimado con esa información. Por ejemplo, si el experimento es de auto, no se va a utilizar para la estimación de las facilidades de bicicleta, pero todos los experimentos aportan en la estimación de los parámetros del costo y tiempo de viaje.

Se estiman los efectos de las variables asociadas al viaje y al viajero del mismo modo que con los otros modelos de corta distancia en un primer modelo anidado en las fuentes de información. En el segundo modelo se estima un logit con los efectos de fuente de información.

El siguiente cuadro presenta los modelos estimados. En este se observa que todos los parámetros asociados a atributos resultan significativos, salvo el nivel de hacinamiento 2 para transporte público.

Sobre las características del viaje se tiene que los parámetros de las distancias de viaje resultan significativos mientras que los del propósito no resultan significativos. En cuanto a las características de los viajeros se observa que el ingreso es casi significativamente influyente en el nivel “Alto” y se desestima el efecto del género.

Sobre el efecto de las fuentes de información se encontró que este afecta significativamente al costo y al tiempo de viaje.

El modelo conjunto estimado muestra que a medida que aumenta el grado de hacinamiento, expresado en seis niveles, la desutilidad crece. Dada la modelación realizada, donde el hacinamiento es independiente del tiempo de viaje, no es posible con ello obtener una función del valor del tiempo sobre el hacinamiento pero se puede obtener una valoración monetaria por pasar desde un nivel de hacinamiento a otro. Esto evidencia la disposición a pagar por los individuos por reducir el nivel de hacinamiento en cierta cantidad de niveles.

CUADRO 5-16: MODELO DE CONJUNTO (IND = 880)

Modelo Inicial: "corta_dist_1" Logit Anidado en fuente de información				Modelo Final: "corta_dist_2" Logit Multinomial con efecto por Fuente de Información			
Variable	**Parámetro**	**Error Estándar**	**t-ratio(0)**	**Variable**	**Parámetro**	**Error Estándar**	**t-ratio(0)**
β_{cost}	-0.0011	0.0002	-5.310	β_{cost}	-0.0014	0.0002	-6.9037
β_{tt}	-0.0437	0.0063	-6.904	β_{tt}	-0.0671	0.0051	-13.2617
β_{sd}	-0.1802	0.0394	-4.577	β_{sd}	-0.2494	0.0452	-5.5235
β_{wt}	-0.0653	0.0121	-5.399	β_{wt}	-0.0879	0.0132	-6.6609
β_{at}	-0.1513	0.0299	-5.067	β_{at}	-0.1950	0.0338	-5.7695
β_{fac1}	0			β_{fac1}	0		
β_{fac2}	0.1478	0.0993	1.488	β_{fac2}	0.1746	0.1295	1.3485
β_{fac3}	-0.3758	0.1002	-3.749	β_{fac3}	-0.4859	0.1254	-3.8754
β_{fac4}	-0.3054	0.1015	-3.008	β_{fac4}	-0.4263	0.1294	-3.2932
β_{hac1}	-1.0723	0.1466	-7.314	β_{hac1}	-1.4322	0.1325	-10.8124
β_{hac2}	-1.4167	0.1767	-8.018	β_{hac2}	-1.8994	0.1372	-13.8448
β_{hac3}	0			β_{hac3}	0		
β_{hac4}	0.6530	0.2983	2.189	β_{hac4}	0.8876	0.3872	2.2922
β_{hac5}	1.0505	0.2938	3.575	β_{hac5}	1.4147	0.3649	3.8770
β_{hac6}	1.4643	0.2856	5.128	β_{hac6}	1.9117	0.3289	5.8120
Características del viaje							
β_{work}	-0.0002	0.0001	-1.425	β_{work}	-0.0002	0.0002	-0.8908
$\beta_{forwork}$	0.0001	0.0003	0.233	$\beta_{forwork}$	0.0000	0.0003	0.0959
β_{other}	0			β_{other}	0		
β_{d1}	0			β_{d1}	0.3473	0.1866	1.8613
β_{d2}	0			β_{d2}	0		
β_{d3}	0.0097	0.0048	2.0304	β_{d3}	0.0136	0.0060	2.2610
Características del viajero							
β_{li}				β_{li}	0		
β_{mi}	0.0001	0.0002	0.7815	β_{mi}	0.0001	0.0002	0.3723
β_{hi}	0.0002	0.0002	1.2095	β_{hi}	0.0004	0.0003	1.7530
β_{male}	0			β_{male}	0		
β_{fem}	-0.0037	0.0048	-0.7819	β_{fem}	0		
Efecto panel							
σ_{panel}	0.1074	0.0714	1.51	σ_{panel}			
Parámetros de escala (por fuente información)							
μ_{panel}	1.4082	0.1705	8.2570	μ_{panel}			
μ_{iu-rs}	1			μ_{iu-rs}			
Efecto fuente de información							
$\beta_{panel-t}$				$\beta_{panel-t}$	0		
β_{iu-t}				β_{iu-t}	0.0225	0.0070	3.2281
$\beta_{panel-c}$				$\beta_{panel-c}$	0		
β_{iu-c}				β_{iu-c}	-0.0016	0.0003	-4.6714
Constantes alternativas							
cte_1	-0.0137	0.0276	-0.4989	cte_1	0	NA	NA
cte_2	0			cte_2	0.0248	0.0361	0.6880

Fuente: Elaboración propia.

5.2.7. Modelo de Elección de Ruta para Bus Interurbano

Para el modelo de elección de rutas para bus interurbano que mejor ajuste presenta no incorpora efecto panel, ni tampoco parámetros de escala según fuente de información. En este solo se consideran aquellos encuestados que declaran haber entendido el experimento. La forma funcional utilizada se presenta en la siguiente ecuación.

$$U = cost \cdot \left(\beta_{cost} + \beta_{work} \cdot \delta_{work} + \beta_{other} \cdot \delta_{other} + \beta_{mi} \cdot \delta_{mi} + \beta_{hi} \cdot \delta_{hi} + \beta_{panel-c} \cdot \delta_{panel} + \beta_{iu-c} \cdot \delta_{iu} + \beta_{rs-c} \cdot \delta_{rs}\right) \cdot \delta_{cost} + tt \cdot (\beta_{tt} + \beta_{fem} \cdot \delta_{fem} + \beta_{d4} \cdot \delta_{d4} + \beta_{d5} \cdot \delta_{d5} + \beta_{panel-t} \cdot \delta_{panel} + \beta_{iu-t} \cdot \delta_{iu} + \beta_{rs-t} \cdot \delta_{rs}) \cdot \delta_{tt} + sdtt \cdot \beta_{sdtt} \cdot \delta_{tt} + asc$$

Donde:
$cost$: Costo del viaje [$]
tt: Tiempo total de viaje [min]
sal: Salidas por hora [veh/h]
$sdtt$: Variabilidad en el tiempo de viaje [min]
δ_{work}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado viaja con propósito “habitual”
δ_{other}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado viaja con propósito “otro”
δ_{mi}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado presenta nivel de ingreso medio.
δ_{hi}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado presenta nivel de ingreso alto.
δ_{fem}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado declara ser de género femenino.
δ_{d4}: Indicatriz que vale 1 cuando el viaje corresponde a categoría distancia 4 (40-400 km).
δ_{d5}: Indicatriz que vale 1 cuando el viaje corresponde a categoría distancia 5 (más de 400 km).
δ_{panel}: Indicatriz que vale 1 cuando la encuesta se realizó mediante paneles.
δ_{iu}: Indicatriz que vale 1 cuando la encuesta se realizó mediante interceptación.
δ_{rs}: Indicatriz que vale 1 cuando la encuesta se realizó mediante redes sociales.
$\delta_{cost}, \delta_{tt}$: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado declara haber considerado la variable en sus elecciones.
asc: Constante para cada opción presentada

Los resultados del modelo se presentan a continuación. Se observa que los parámetros significativos son el costo, tiempo de viaje, la variabilidad del tiempo de viaje y el tiempo de acceso. La variable frecuencia de las salidas no resulta significativa, pero tiene el signo positivo esperado.

Se observan indicios de que viajes con propósito “habitual” no tienen diferencias en la sensibilidad al tiempo de viaje en comparación con el propósito “otros”. En el caso de la categoría D5 (más de 400 km), estos tienen casi significativamente, una menor sensibilidad a las variaciones de tiempo de viaje que los viajes de categoría D4 (40 - 400 km), pero esto no alcanza a ser significativo al 95%. Por otro lado, es significativo y positivo el parámetro de altos ingresos, mostrando que personas de ingreso más altos tienen menor sensibilidad al costo.

Se tiene que los viajeros de ingreso medio son significativamente menos sensibles al costo que los de ingreso bajo. Por otro lado, se observan diferencias según el género de los individuos, donde el género femenino es menos sensible a variaciones de tiempo (por lo que tienen un valor del tiempo menor que el género masculino y otro).

De acuerdo a la fuente de recolección de información se tiene que los individuos de redes sociales son significativamente más sensibles al costo que los de panel. Los individuos de interceptación son más sensibles también que los de panel, en menor magnitud que los de redes sociales.

CUADRO 5-17: MODELO ELECCIÓN DE RUTA DE BUS INTERURBANO (IND = 509)

Modelo "MNL_BUS_INT_4"			
Variable	**Parámetro**	**Error Estándar.**	**t-ratio(0)**
β_{cost}	-0.0002	0.0000	-9.7582
β_{tt}	-0.0100	0.0028	-3.5834
β_{sdtt}	0.0443	0.0120	3.6920
β_{sal}	0.0026	0.0055	0.4683
Características del viaje			
β_{work}	0.0029	0.0029	0.9936
β_{other}	0		
β_{d4}	0		
β_{d5}	0.0034	0.0022	1.5541
Características del viajero			
β_{li}	0		
β_{mi}	0.0000	0.0000	0.0743
β_{hi}	0.0001	0.0000	2.5743
β_{male}	0		
β_{fem}	0.0063	0.0026	2.3642
Fuente de información			
$\beta_{panel-t}$	0		
β_{iu-t}	0.0032	0.0026	1.2141
β_{rs-t}	-0.0048	0.0059	-0.8218
$\beta_{panel-c}$	0		
β_{iu-c}	-0.0009	0.0001	-10.5822
β_{rs-c}	-0.0002	0.0001	-2.1875
Constante alternativas			
cte_1	0		
cte_2	0.0199	0.0459	0.4325

Fuente: Elaboración propia.

5.2.8. Modelo de Elección Modal para Viaje de Larga Distancia

Para el modelo de elección modal de viajes de larga distancia se tiene que el modelo de mejor ajuste no incorpora efecto panel, ni tampoco parámetros de escala según fuente de información. En este solo se consideran aquellos encuestados que declaran haber entendido el experimento. La forma funcional utilizada se presenta en la siguiente ecuación.

$$U = cost \cdot \left(\beta_{cost} + \beta_{work} \cdot \delta_{work} + \beta_{other} \cdot \delta_{other} + \beta_{mi} \cdot \delta_{mi} + \beta_{hi} \cdot \delta_{hi} + \beta_{panel-c} \cdot \delta_{panel} + \beta_{iu-c} \cdot \delta_{iu} + \beta_{rs-c} \cdot \delta_{rs}\right) \cdot \delta_{cost} + tt \cdot (\beta_{tt} + \beta_{fem} \cdot \delta_{fem} + \beta_{d4} \cdot \delta_{d4} + \beta_{d5} \cdot \delta_{d5} + \beta_{panel-t} \cdot \delta_{panel} + \beta_{iu-t} \cdot \delta_{iu} + \beta_{rs-t} \cdot \delta_{rs}) \cdot \delta_{tt} + at \cdot \beta_{at} \cdot \delta_{at} + sal \cdot \beta_{sal} \cdot \delta_{sal} + asc$$

Donde:
$cost$: Costo del viaje [$]
tt: Tiempo de viaje [min]
sal: Salidas por hora [veh/h]
at: Tiempo de acceso al terminal [min]
δ_{work}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado viaja con propósito “habitual”
δ_{other}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado viaja con propósito “otro”
δ_{mi}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado presenta nivel de ingreso medio.
δ_{hi}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado presenta nivel de ingreso alto.
δ_{fem}: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado declara ser de género femenino.
δ_{d4}: Indicatriz que vale 1 cuando el viaje corresponde a categoría distancia 4 (40-400 km).
δ_{d5}: Indicatriz que vale 1 cuando el viaje corresponde a categoría distancia 5 (más de 400 km).
δ_{panel}: Indicatriz que vale 1 cuando la encuesta se realizó mediante paneles.
δ_{iu}: Indicatriz que vale 1 cuando la encuesta se realizó mediante interceptación.
δ_{rs}: Indicatriz que vale 1 cuando la encuesta se realizó mediante redes sociales.
$\delta_{cost}, \delta_{tt}, \delta_{at}, \delta_{sal}$: Indicatriz que vale 1 cuando el encuestado declara haber considerado la variable en sus elecciones.
asc: Constante modal para cada alternativa.

Resultan significativas las variables de costo, tiempo de viaje, la constante modal del auto, del avión y la constante del tren. No resulta significativo el tiempo de acceso ni las frecuencias de salida.

En cuanto a las características del viaje, no resulta significativo el parámetro asociado al propósito “habitual”, donde se tiene que no existe evidencia que presente distinta sensibilidad al costo que el propósito “otros”. Se encuentra significancia en los parámetros asociados a la distancia del viaje D5 (más de 400 km), donde estos viajes son menos sensibles a las variaciones de tiempo de viaje.

Sobre las características de los viajeros se tiene que los individuos de ingreso medio son significativamente menos sensibles al costo que los de ingreso bajo. A su vez, las personas del género femenino son menos sensibles al tiempo de viaje que los de género masculino y otros.

Según fuente de recolección, los individuos de redes sociales son menos sensibles al costo y más sensibles al tiempo de viaje que los individuos de panel. En el caso de los individuos de interceptación no se encontraron diferencias respecto a los de panel.

Del resultado de las constantes modales se infiere que, ante igualdad de condiciones, la gente preferiría viajar en auto, luego en tren, bus y en último lugar el avión. Sin embargo, es conocido que las condiciones entre estos cuatro modos no son similares para los viajes que experimentan los usuarios.

CUADRO 5-18: MODELO ELECCIÓN MODAL PARA VIAJE DE LARGA DISTANCIA (IND = 548)

Modelo "MNL_EM_3"			
Variable	**Parámetro**	**Error Estándar.**	**t-ratio(0)**
β_{cost}	0.0000	0.0000	-5.9760
β_{tt}	-0.0050	0.0005	-10.1824
β_{atime}	-0.0012	0.0006	-1.9337
β_{sal}	0.0286	0.0097	2.9600
Características del viaje			
β_{work}	0.0002	0.0003	0.5010
β_{other}	0		
β_{d4}	0		
β_{d5}	0.0022	0.0004	5.3592
Características del viajero			
β_{li}	0		
β_{mi}	0.0000	0.0000	2.3267
β_{hi}	-0.0099	0.0804	-0.1229
β_{male}	0		
β_{fem}	0.0012	0.0003	4.1371
$\beta_{panel-t}$	0		
β_{iu-t}	-0.0003	0.0007	-0.4846
β_{rs-t}	-0.0009	0.0004	-1.9878
$\beta_{panel-c}$	0		
β_{iu-c}	0.0000	0.0000	-1.2458
β_{rs-c}	0.0000	0.0000	6.1018
Constante alternativas			
ASC_{bus}	0		
ASC_{car}	0.7110	0.1102	6.4516
ASC_{train}	0.0711	0.0956	0.7438
ASC_{plane}	-0.6971	0.1095	-6.3649

Fuente: Elaboración propia.

5.3. Estimación de Valores del Tiempo

El valor del tiempo (VT) se obtiene de la función de utilidad para cada uno de los diseños generados para la PD, calculando:

$$VT = \frac{\frac{\partial U}{\partial tt}}{\frac{\partial U}{\partial cost}} = \frac{\beta_{tt}}{\beta_{cost}}$$

Esto representa un valor puntual del valor del tiempo. Para calcular el intervalo de confianza del valor del tiempo se calcula el error estándar para la razón de dos variables como se recomienda en Daly et al. (2012). Esta se presenta a continuación:

$$var\left(\frac{\beta_1}{\beta_2}\right) = \left(\frac{\beta_1}{\beta_2}\right)^2 \cdot (\frac{\omega_{11}}{\beta_1^2} + \frac{\omega_{22}}{\beta_2^2} - 2 \cdot \frac{\omega_{12}}{\beta_1 \beta_2})$$

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 tiempo estimado en los modelos son composiciones aritméticas de varios parámetros asociados a características del viaje y del viajero, el cálculo de ω_{11}, ω_{22} y ω_{12} no es directo. Es necesario emplear y desarrollar las siguientes expresiones:

$$Var(X+Y) = Var(X) + Var(Y) + 2 \cdot Cov(X,Y)$$
$$Cov(aX+bY, cW+dZ) = acCov(X,W) + adCov(X,Z) + bcCov(Y,W) + bdCov(Y,Z)$$

Donde X, Y, W, Z son variables aleatorias y a, b, c, d son constantes.

A continuación, se presentan los valores del tiempo para cada uno de los modelos estimados, en conjunto con su intervalo de confianza al 95% generado en base a la varianza mostrada anteriormente.

5.3.1. Viajes de corta distancia

Los valores del tiempo y el intervalo de confianza por categorías de interés (significativas) se derivan de los resultados presentados en la sección 5.2 para viajes de corta distancia, en conjunto con las ecuaciones descritas en este capítulo.

Los resultados obtenidos se presentan en los siguientes cuadros. Estos han sido calculados de acuerdo al modelo final de cada modo.

CUADRO 5-19: VALOR DEL TIEMPO VIAJES DE CORTA DISTANCIA - TPUB – CON INTERVALO DE CONFIANZA

Modo	Propósito	Ingreso	Distancia	Fuente de Recolección	OBS**	VT_{inf} [$/h]	VT [$/h]	VT_{sup} [$/h]
TPUB	Habitual	Bajo/Medio	D1 y D2	Panel	105	922	926	930
	Habitual	Bajo/Medio	D1 y D2	Interceptación y RS	20	434	435	436
	Habitual	Bajo/Medio	D3	Panel	59	749	753	756
	Habitual	Bajo/Medio	D3	Interceptación y RS	13	299	300	300
	Habitual	Alto*	D1 y D2	Panel	17	1.200	1.207	1.214
	Habitual	Alto*	D1 y D2	Interceptación y RS	9	530	532	534
	Habitual	Alto*	D3	Panel	5	975	981	987
	Por Trabajo	Bajo/Medio	D1 y D2	Panel	15	643	647	651
	Por Trabajo	Bajo/Medio	D1 y D2	Interceptación y RS	2	324	325	327
	Por Trabajo	Bajo/Medio	D3	Panel	3	523	526	529
	Por Trabajo	Alto*	D1 y D2	Panel	2	767	773	779
	Por Trabajo	Alto*	D1 y D2	Interceptación y RS	1	375	377	379
	Otro	Bajo/Medio	D1 y D2	Panel	114	1.330	1.337	1.345
	Otro	Bajo/Medio	D1 y D2	Interceptación y RS	27	571	573	575
	Otro	Bajo/Medio	D3	Panel	47	1.081	1.087	1.093
	Otro	Bajo/Medio	D3	Interceptación y RS	15	394	395	396
	Otro	Alto*	D1 y D2	Panel	23	1.997	2.015	2.034
	Otro	Alto*	D1 y D2	Interceptación y RS	5	750	755	759
	Otro	Alto*	D3	Interceptación y RS	1	517	520	523

Fuente: Elaboración propia. Para ingreso alto se relajó la significancia al 13%. **Observaciones del segmento específico de la muestra. La suma no representa el total muestral necesariamente.

Se tiene que los valores del tiempo de viaje para el transporte público aumentan según el ingreso. Además, este es mayor para el propósito “otros”, luego el “habitual” y el de menor valor resulta el “por trabajo”. De acuerdo a las fuentes de información, el VT es mayor para las fuentes de panel. En cuanto a las distancias, el VT es mayor en viajes de menor distancia. Los VT encontrados se encuentran entre 300 a 2.015 [$/h]

CUADRO 5-20: VALOR DEL TIEMPO VIAJES DE CORTA DISTANCIA - CAR – CON INTERVALO DE CONFIANZA

Modo	Propósito	Ingreso	Distancia	Fuente de Recolección	OBS*	VT_{inf} [$/h]	VT [$/h]	VT_{sup} [$/h]
CAR	Por Trabajo	Bajo/Medio	D1 y D2	Panel	4	5.209	5.277	5.345
	Por Trabajo	Alto	D1 y D2	Panel	2	3.077	3.110	3.144
	Otro	Bajo/Medio	D1 y D2	Panel	40	11.905	12.075	12.244
	Otro	Bajo/Medio	D1 y D2	Interceptación y RS	2	16.129	16.322	16.515
	Otro	Alto	D1 y D2	Panel	7	4.605	4.655	4.704
	Otro	Alto	D1 y D2	Interceptación y RS	2	9.177	9.235	9.294

Fuente: Elaboración propia. *Observaciones del segmento específico de la muestra. No representa el total muestral necesariamente.

En el caso del auto, se obtienen VT entre 3.110 a 16.322 [$/h]. En estos se observa que el VT es mayor en fuentes distintas al panel, mayor en propósito “otro” y contra intuitivamente menor en personas de ingreso alto. Se debe tener en cuenta que los tamaños muestrales son reducidos.

CUADRO 5-21: VALOR DEL TIEMPO VIAJES DE CORTA DISTANCIA - TAXI – CON INTERVALO DE CONFIANZA

Modo	Propósito	Ingreso	Distancia	Fuente de Recolección	OBS*	VT_{inf} [$/h]	VT [$/h]	VT_{sup} [$/h]
TAXI	Habitual	Bajo/Medio	D1 y D2		13	9.039	9.207	9.374
	Habitual	Bajo/Medio	D3		2	4.698	4.801	4.904
	Otro	Bajo/Medio	D1 y D2		46	5.220	5.288	5.356
	Otro	Bajo/Medio	D3		8	2.710	2.758	2.805

Fuente: Elaboración propia. *Observaciones del segmento específico de la muestra. No representa el total muestral necesariamente.

En el caso del taxi y aplicaciones móviles el VT está entre 2.758 a 9.207 [$/h]. El VT es mayor en viajes de distancias cortas y en viajes con propósito “habitual”.

CUADRO 5-22: VALOR DEL TIEMPO VIAJES DE CORTA DISTANCIA – TXC – CON INTERVALO DE CONFIANZA

Modo	Propósito	Ingreso	Distancia	Fuente de Recolección	OBS*	VT_{inf} [$/h]	VT [$/h]	VT_{sup} [$/h]
TXC	Habitual	Alto	D1 y D2		2	568	585	602
	Otro	Bajo/Medio	D1 y D2		20	1.446	1.488	1.530
	Otro	Alto	D1 y D2		1	407	419	430

Fuente: Elaboración propia. *Observaciones del segmento específico de la muestra. No representa el total muestral necesariamente.

En el caso del TXC el VT encontrado se encuentra en el rango 419 a 1.488 [$/h]. Se observa un mayor valor en personas de ingreso bajo/medio lo cual es contra intuitivo, pero el número de observaciones es bastante limitado.

CUADRO 5-23: VALOR DEL TIEMPO VIAJES DE CORTA DISTANCIA - BICICLETA – CON INTERVALO DE CONFIANZA

Modo	Propósito	Ingreso	Distancia	Fuente de Recolección	OBS*	VT_{inf} [$/h]	VT [$/h]	VT_{sup} [$/h]
BIC.	Habitual	Bajo/Medio	D1 y D2	Panel	10	708	725	742

Fuente: Elaboración propia. *Observaciones del segmento específico de la muestra. No representa el total muestral necesariamente.

En el caso de la bicicleta el único valor del tiempo que se tiene corresponde a 725 [$/h]. Esto se debe principalmente a que el parámetro del costo no resultó significativo (así como otros parámetros asociados a este).

Se tiene que el modo con tiempo de mayor magnitud corresponde al automóvil, seguido por el taxi y aplicaciones, el taxicolectivo, luego el transporte público y el menor valor del tiempo de viaje corresponde a la bicicleta.

Los valores del tiempo desprendidos del modelo conjunto para corta distancia se presentan a continuación.

CUADRO 5-24: VALOR DEL TIEMPO VIAJES DE CORTA DISTANCIA - CONJUNTO – CON INTERVALO DE CONFIANZA

Modo	Propósito	Ingreso	Distancia	Fuente de Recolección	VT_{inf} [$/h]	VT [$/h]	VT_{sup} [$/h]
CONJ	Otro	Bajo/Medio	D1 y D2	Panel	2.787	2.801	2.816
	Otro	Bajo/Medio	D1 y D2	Interceptación y RS	879	881	883
	Otro	Bajo/Medio	D3	Panel	2.221	2.233	2.245
	Otro	Bajo/Medio	D3	Interceptación y RS	610	612	613
	Otro	Alto	D1 y D2	Panel	4.033	4.057	4.082
	Otro	Alto	D1 y D2	Interceptación y RS	1.029	1.032	1.034
	Otro	Alto	D3	Panel	3.214	3.235	3.255
	Otro	Alto	D3	Interceptación y RS	715	717	719

Fuente: Elaboración propia.

En este se tiene que el VT es mayor en segmentos de mayor ingreso, mayor según fuente de información en panel y mayor en segmentos de menor distancia. El VT se encuentra entre 612 a 4.057 [$/h].

5.3.2. Viajes de larga distancia

Los valores del tiempo y el intervalo de confianza se derivan de los resultados presentados en la sección 5.2 para viajes de larga distancia, en conjunto con las ecuaciones descritas en este capítulo.

CUADRO 5-25: VALOR DEL TIEMPO VIAJES DE LARGA DISTANCIA – CON INTERVALO DE CONFIANZA

Experimento	Propósito	Ingreso	Distancia	Fuente de Recolección	Género	OBS*	VT_{inf} [$/h]	VT [$/h]	VT_{sup} [$/h]
Elección Modal	Otro	Medio/Alto	D4	Panel	fem	79	18.867	19.007	19.148
	Otro	Medio/Alto	D5	Panel	fem	66	8.209	8.288	8.368
	Otro	Bajo	D4	Panel	fem	21	11.440	11.535	11.630
	Otro	Bajo	D4	Redes sociales	fem	4	161.417	180.509	199.601
	Otro	Bajo	D5	Panel	fem	23	4.975	5.030	5.085
	Otro	Bajo	D5	Redes sociales	fem	5	85.218	97.334	109.451
	Otro	Medio/Alto	D4	Panel	masc	52	24.807	24.948	25.089
	Otro	Medio/Alto	D5	Panel	masc	46	14.149	14.229	14.309
	Otro	Bajo	D4	Panel	masc	8	15.045	15.140	15.235
	Otro	Bajo	D4	Redes sociales	masc	2	207.512	226.605	245.697
	Otro	Bajo	D5	Panel	masc	8	8.580	8.635	8.690
	Otro	Bajo	D5	Redes sociales	masc	1	131.314	143.430	155.547
Bus Interurbano	Otro	Alto	D4	Panel	fem	7	1.486	1.493	1.500
	Otro	Alto	D4	Interceptación	fem	1	30	32	33
	Otro	Alto	D4	Redes sociales	fem	1	1.622	1.626	1.630
	Otro	Bajo/Medio	D4	Panel	fem	103	964	968	973
	Otro	Bajo/Medio	D4	Interceptación	fem	36	28	30	31
	Otro	Bajo/Medio	D4	Redes sociales	fem	4	1.288	1.291	1.295
	Otro	Alto	D4	Panel	masc	7	3.969	3.975	3.982
	Otro	Alto	D4	Interceptación	masc	1	376	377	379
	Otro	Alto	D4	Redes sociales	masc	1	2.808	2.812	2.816
	Otro	Bajo/Medio	D4	Panel	masc	45	2.573	2.577	2.582
	Otro	Bajo/Medio	D4	Interceptación	masc	29	349	351	352
	Otro	Bajo/Medio	D4	Redes sociales	masc	2	2.230	2.233	2.236

Fuente: Elaboración propia. *Observaciones del segmento específico de la muestra. No representa el total muestral necesariamente.

Para el modelo de elección modal se tiene que:

- Capta diferencias en VT por segmento de ingreso, de modo que a mayor ingreso existe una mayor disposición a pagar por hora, lo cual era el resultado esperado.
- El VT para personas del género femenino es menor que para el género masculino.
- Las redes sociales presentan valores mayores de VT que panel. Sin embargo, se observa que estos son de una magnitud no plausible y se trata de muestras bastante reducidas.
- El VT disminuye según la longitud del viaje, donde el VT es mayor para los viajes D4 (40-400 km) que los D5 (más de 400 km).
- El **VT** para individuos encuestados mediante **panel** oscila entre **5.000 a 25.000 [$/h]**

En el modelo de elección de ruta para viajes de larga distancia se tiene que:

- El VT de personas de altos ingresos es mayor que el de ingresos bajo y medio. No se evidencian diferencias en VT para ingresos medio y bajo.
- El VT del género masculino es mayor que el femenino.
- No hay efecto de la distancia de viaje en el VT.
- Los VT para individuos de interceptación es pequeño.
- El VT de los individuos de **panel** oscila entre **1.000 a 3.000** [$/h]

En términos generales, los VT calculados para viajes de larga distancia resultan mayores que los de corta distancia. Esto al comparar el rango de individuos de panel que enfrentaron experimentos de elección modal y el modelo conjunto de viajes de corta distancia. Si se considera los usuarios de bus interurbano que enfrentaron elección de ruta, el VT obtenido resulta igualmente mayor que el segmento comparable de viajes de corta distancia, que serían los usuarios de transporte público.

5.3.3. Comparación con Experiencia Internacional

En esta sección se comparan los valores del tiempo obtenidos en este estudio con la experiencia internacional en sus respectivos estudios nacionales, así como su comportamiento por modo y propósito. Para esto se utiliza la revisión presentada en el "Estudio Valor Social del Tiempo de Viaje en el Contexto del Sistema Nacional de Inversiones, Etapa I".

Debido a que los valores están expresados en distintas monedas, los precios se actualizaron al año 2023 con el IPC para cada uno de los países de referencia y posteriormente estos valores se transforman a dólar para tener una misma unidad de media comparable entre sí. En el anexo digital se incluyen los VT por país-año, junto con la actualización y cambio a dólar.

Dado que no se tienen los mismos modos o propósitos en los estudios analizados, es posible que falten casillas en los siguientes cuadros. Además, cuando en los resultados para Chile se omitan casillas esto es debido a que no hubo significancia en los parámetros asociados.

Los siguientes cuadros presentan las comparaciones del valor del tiempo para el modo auto por propósito y por distancia.

CUADRO 5-26: COMPARACIÓN VT POR PROPÓSITO– MODO AUTO CHOFER

País	Año	VT [$USD/h]*		
		Habitual	Por Trabajo**	Otro
Chile	2023	-	5.5	13.7
Suiza	2002	37.6	61.7	32.9
Dinamarca	2007	15.6	-	13.9
Suecia	2007-2008	14.1	-	8.8
Noruega	2007-2010	11.2	-	9.9

País	Año	VT [$USD/h]*		
		Habitual	Por Trabajo**	Otro
Holanda	2009-2011	12.9	36.5	10.4
Alemania	2012	7.4	-	5.4
Reino Unido	2014-2015	32.9	-	-
Noruega	2018-2019	24.7	55.8	13.8
Nueva Gales del Sur	2013-2015	13.9	-	12.0

Fuente: Resultados del estudio y "Estudio Valor Social del Tiempo de Viaje en el Contexto del Sistema Nacional de Inversiones, Etapa I"
*Promedio simple de los valores encontrados por propósito en caso de existir diferencias por ingreso, distancia u otro. Dólar 2022
** Viajes por trabajo aluden generalmente a viajes de "Negocios" en estudios internacionales

CUADRO 5-27: COMPARACIÓN VT POR DISTANCIA – MODO AUTO CHOFER

País	Año	VT [$USD/h]	
		Corta Distancia	Larga Distancia
Chile***	2023	11.0	17.4**
Suiza	2002	-	-
Dinamarca	2007	-	-
Suecia****	2007-2008	11.5	16.9
Noruega	2007-2010	10.6	-
Holanda	2009-2011	-	-
Alemania	2012	-	-
Reino Unido*****	2014-2015	25.9	39.9
Noruega	2018-2019	-	-
Nueva Gales del Sur	2013-2015	-	-

Fuente: Resultados del estudio y "Estudio Valor Social del Tiempo de Viaje en el Contexto del Sistema Nacional de Inversiones, Etapa I"
*Promedio simple de los valores encontrados por propósito en caso de existir diferencias por ingreso, distancia u otro. Dólar 2022
** Valor obtenido del experimento de elección modal de larga distancia sin considerar outliers a causa de la fuente "redes sociales".
*** Corta distancia < 40 km, larga distancia > 40 km. ****Corta distancia < 100 km, larga distancia > 100 km
*****Corta distancia < 160 km, larga distancia > 160 km

En los resultados presentes se observa que la tendencia por propósito en el estudio nacional no sigue lo observado en la experiencia internacional. En primer lugar, porque no se encuentra diferencia significativa en los viajes habituales. En segundo lugar, el propósito por trabajo entrega un valor que es la mitad del propósito "otro", mientras que en la experiencia internacional esta es entre 2-4 veces el valor del propósito otro. Sin embargo, puede existir una diferencia respecto de la definición del viaje "por trabajo" en la experiencia nacional con la de viaje de "negocios" de la experiencia internacional.

En cuanto al propósito habitual, no se encontró diferencias en comparación al valor del propósito otros en el estudio nacional. De acuerdo a la experiencia internacional, los viajes habituales debieran tener un valor levemente mayor que el del propósito otros, salvo en el caso de Noruega 2018-2019 donde el tiempo de viaje en propósito "habitual" es el doble que el de "otros". Los resultados de la experiencia internacional sugieren que los valores del tiempo por propósito debiesen seguir la siguiente relación: $VT_{por_trabajo} > VT_{Habitual} \sim VT_{Otro}$

En el caso del tiempo de viaje por distancia para auto se tiene que para viajes de larga distancia el valor del tiempo incrementa (entre viajes de corta distancia <40 km y viajes de más de 40 km). En la experiencia internacional se tiene el mismo resultado, donde el valor

del tiempo en auto incrementa a medida que aumenta la distancia. Sin embargo, cabe destacar que los tramos de distancia utilizados en la experiencia internacional son más amplios que los usados en el presente estudio.

Los siguientes cuadros presentan las comparaciones del valor del tiempo para el modo transporte público por propósito y por distancia.

CUADRO 5-28: COMPARACIÓN VT POR PROPÓSITO– MODO TRANSPORTE PÚBLICO

País	Año	VT [$USD/h]*		
		Habitual	Por Trabajo**	Otro
Chile	2023	0.95	0.69	1.24
Suiza	2002	34.1	60.9	24.3
Dinamarca	2007	10.3	-	8.8
Suecia	2007-2008	7.6	-	4.0
Noruega	2007-2010	10.1	-	7.8
Holanda	2009-2011	10.8	26.4	8.3
Alemania	2012	6.9	-	6.1
Reino Unido	2014-2015	-	-	-
Noruega	2018-2019	18.1	47.6	10.0
Nueva Gales del Sur	2013-2015	10.4	-	7.2

Fuente: Resultados del estudio y "Estudio Valor Social del Tiempo de Viaje en el Contexto del Sistema Nacional de Inversiones, Etapa I".
Los modos considerados como transporte público no coinciden en todos los estudios analizados.
*Promedio simple de los valores encontrados por propósito en caso de existir diferencias por ingreso, distancia u otro. Dólar 2022
** Viajes por trabajo aluden generalmente a viajes de "Negocios" en estudios internacionales

CUADRO 5-29: COMPARACIÓN VT POR DISTANCIA – MODO TRANSPORTE PÚBLICO

País	Año	VT [$USD/h]*	
		Corta Distancia	Larga Distancia
Chile	2023	1.1	1.9
Suiza	2002	-	-
Dinamarca	2007	-	-
Suecia	2007-2008	5.8	5.5
Noruega	2007-2010	6.9	11.0
Holanda	2009-2011	-	-
Alemania	2012	-	-
Reino Unido	2014-2015	-	-
Noruega	2018-2019	-	-
Nueva Gales del Sur	2013-2015	-	-

Fuente: Resultados del estudio y "Estudio Valor Social del Tiempo de Viaje en el Contexto del Sistema Nacional de Inversiones, Etapa I"
Los modos considerados como transporte público no coinciden en todos los estudios analizados.
*Promedio simple de los valores encontrados por propósito en caso de existir diferencias por ingreso, distancia u otro. Dólar 2022

En los resultados presentes se observa que la tendencia por propósito en el estudio nacional no sigue lo observado en la experiencia internacional. Esto dado que el propósito "por trabajo" tiene el menor valor del tiempo de los tres propósitos analizados, mientras que la experiencia internacional muestra que este es hasta más de cuatro veces el valor del propósito "otros". La relación esperada debiera ser: $VT_{por_trabajo} > VT_{Habitual} > VT_{Otro}$

En el caso del tiempo de viaje por distancia para transporte público se tiene que para largas distancias el valor del tiempo es casi el doble que para los viajes de corta distancia. En el

estudio de Noruega 2007-2010 se ha encontrado la misma tendencia, mientras que en Suecia 2007-2008 se ha encontrado que los viajes de larga distancia en transporte público tienen un mayor valor del tiempo de viaje que aquellos de corta distancia. Dado esto, la experiencia internacional no es concluyente sobre los resultados a esperar.

6. Tarea 6. Diseño Definitivo y Conclusiones

6.1. Diseño de los Instrumentos

Si bien el estudio tiene carácter de piloto y las muestras obtenidas no necesariamente son significativas, se destaca dentro de los resultados que los valores del tiempo mostraron diferencias entre viajes de corta y larga distancia, lo que estaría relacionado con la frecuencia o habitualidad del viaje, además de que se dispone de diferentes modos de transporte. Dado que existen diferencias en los diseños experimentales, se recomienda mantener estas tipologías de viaje como se muestra en las secciones siguientes.

6.1.1. Viajes de corta distancia

Los instrumentos diseñados para obtener valores del tiempo de viaje han resultado suficientes para la estimación de los parámetros incluidos en algunos experimentos. En el caso de los viajes de corta distancia, el siguiente cuadro resume la significancia lograda para cada atributo incorporado.

CUADRO 6-1: SIGNIFICANCIA PARÁMETROS - EXPERIMENTOS VIAJES DE CORTA DISTANCIA

Parámetro /Experimento	Descripción	Experimento					
		CONJ	TPUB	CAR	TAXI	TXC	BIKE
β_{cost}	Costo	Significativo	Significativo	Significativo	Significativo	Significativo	-0.390
β_{tt}	Tiempo de viaje	Significativo	Significativo	Significativo	Significativo	-1.250	Significativo
β_{sdtt}	Varianza tiempo de viaje	Significativo	-	Significativo	-0.447	-0.381	-
β_{wt}	Tiempo de espera	Significativo	Significativo	-	Significativo	Significativo	-
β_{at}	Tiempo de acceso	Significativo	-	-	Significativo	-1.255	Significativo
β_{hac2}	Hacinamiento 2	1.348	0.315	-	-	-	-
β_{hac3}	Hacinamiento 3	Significativo	Significativo	-	-	-	-
β_{hac4}	Hacinamiento 4	Significativo	Significativo	-	-	-	-
β_{hac5}	Hacinamiento 5	Significativo	Significativo	-	-	-	-
β_{hac6}	Hacinamiento 6	Significativo	Significativo	-	-	-	-
β_{fac2}	Facilidades ciclo 2	Significativo	-	-	-	-	Significativo
β_{fac3}	Facilidades ciclo 2	Significativo	-	-	-	-	Significativo
β_{fac4}	Facilidades ciclo 2	Significativo	-	-	-	-	Significativo
cte_1	Constante 1	-	-	-	-	-	-
cte_2	Constante 2	-	1.766	-1.592	0.515	1.697	0.962
Individuos		**880**	**483**	**209**	**97**	**38**	**53**

Fuente: Elaboración propia. No se incluyen las variables de segmentación en este cuadro.

Se tiene que el experimento de elección de ruta de transporte público y auto todos los atributos considerados son significativos en algún nivel a menos. Esto también guarda relación con que son los experimentos con mayor cantidad de individuos. Además, como se presentó en la sección 5.2, los parámetros asociados a estos atributos presentan los signos esperados.

Sobre el experimento de elección de ruta de taxi, se encontró que solo el parámetro de la varianza del tiempo de viaje no resultó significativo, mientras que el resto resultaron significativos y con el signo esperado.

Donde no se pudo obtener valores robustos y significativos para el valor del tiempo fue en los modelos de taxicolectivo y bicicleta, ambos experimentos con la menor cantidad de individuos. Sin embargo, como lo discuten Hess et al. (2020), la no-significancia de parámetros se puede deber a bajos tamaños muestrales, y no la irrelevancia de los atributos. En esta línea, se destaca que en ambos experimentos los signos son los esperados. El modelo de taxicolectivo podría mejorar la eficiencia en la obtención de parámetros eliminando el atributo "varianza del tiempo de viaje".

En el experimento de elección de ruta de bicicleta se tiene que el parámetro asociado al costo no resulta significativo, mientras que los demás parámetros sí lo son. En este experimento parece difícil hacer que los encuestados incorporen el costo en su decisión puesto que en general los viajes en bicicleta no tienen costo monetario directo asociado (estacionamientos de bicicleta son usualmente gratis). Para esto se consideró el experimento de bicicleta pública, en donde se incorporó un costo por viaje extraído de la mensualidad de la suscripción. Si bien esto pudo resultar extraño para algunos encuestados que no están familiarizados con las bicicletas públicas, las posibles razones para no encontrar significancia en el costo pueden ser las siguientes:

- Muestra insuficiente para la estimación de parámetros
- Parámetros (betas) a priori utilizados no fueron adecuados en el diseño. Se presumen que el parámetro asociado a facilidades para la bicicleta era inferior al percibido por los ciclistas, mostrando alternativas dominadas en este parámetro.
- El experimento de bicicleta pública representa un costo no internalizado por los ciclistas

Con respecto a este último punto, en la revisión bibliográfica realizada no se encontró estimaciones de VT para ciclistas, solo disposiciones al pago por mejoras en infraestructura y seguridad. Esto se explica porque las diferencias en tiempos de viaje, para un para OD particular, son muy bajas y no afectan la experiencia de viaje propiamente tal. Esta consideración fue levantada en las entrevistas en profundidad, antes del diseño de las encuestas. El especialista entrevistado indicó su expectativa de que el VT fuera muy bajo, y que incorporar el costo como un atributo de elección podía ser poco realista.

Dados los resultados obtenidos revisados, se recomienda utilizar los diseños experimentales para transporte público, auto, taxi y taxicolectivo con las recomendaciones comentadas en este acápite. La pertinencia de utilizar el diseño de bicicleta pública requiere de un análisis mayor, lo cual se analiza en los comentarios de eficiencia del diseño.

Para el caso del taxi colectivo se sugiere aumentar la muestra si es que este modo es de interés para el estudio en la siguiente etapa. En el caso de la bicicleta pública, se sugiere utilizar el experimento rediseñado partiendo de los betas a priori obtenidos en este estudio, esto debido a que probablemente con estos se reduzcan los tamaños muestrales necesarios y sea posible encontrar un VT para el modo bicicleta.

Cabe destacar que en transporte público se encontró significancia para cuatro niveles de hacinamiento, donde la desutilidad se incrementa a medida que se presenta más hacinamiento, en línea de los resultados de Tirachini et al. (2017). Esto presenta una métrica para la disposición a pagar por la reducción de los niveles de hacinamiento en el transporte público, lo cual se podría considerar en la evaluación de proyectos que mejoren los niveles de hacinamiento (aumentos de frecuencia en horas punta, por ejemplo).

De acuerdo a la cantidad de niveles utilizados para mostrar el hacinamiento, se presentaron seis niveles, los cuales podrían reducirse pues el nivel 2 no es significativamente distinto al 1 y a que la magnitud de los parámetros para los niveles 3-4 y 5-6 son similares. Por otro lado, la especificación utilizada brinda una mayor cobertura sobre el hacinamiento que fue recogida incluso en los pre test de baja muestra. Dado esto, si se quiere indagar en el hacinamiento se recomienda usar cinco (quitando el nivel 2) o seis niveles. Se podría explorar el empleo de solo tres de estos en pos de mayor eficiencia (niveles 1-3-5 por ejemplo), de acuerdo a la potencial incidencia de este parámetro en el desarrollo de políticas de transporte urbano.

CUADRO 6-2: PARÁMETROS ASOCIADOS AL HACINAMIENTO – TRANSPORTE PÚBLICO

Variable	Descripción	Parámetro	t-ratio
β_{hac2}	Hacinamiento 2	0.0436	0.315
β_{hac3}	Hacinamiento 3	-0.5896	-4.398
β_{hac4}	Hacinamiento 4	-0.7002	-4.823
β_{hac5}	Hacinamiento 5	-1.7601	-12.040
β_{hac6}	Hacinamiento 6	-2.4811	-15.792

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, es recomendable para los viajes de corta distancia generar el diseño experimental en base al tiempo de viaje, y no a la distancia, pues esto permite un mayor manejo de las variaciones en el tiempo de viaje, y es más realista para los encuestados. En caso de considerar las distancias de viaje, la accesibilidad a vías expresas marca diferencias significativas en las variaciones posibles de tiempo de viaje.

6.1.2. Viajes de larga distancia

En caso de los experimentos para viajes de larga distancia se ha encontrado un VT significativo para ambos experimentos. El siguiente cuadro resume la significancia de los parámetros incluidos en estos experimentos.

CUADRO 6-3: SIGNIFICANCIA PARÁMETROS - EXPERIMENTOS VIAJES DE LARGA DISTANCIA

Parámetro /Experimento	Descripción	Experimento	
		EM	BUSINT
β_{cost}	Costo	Significativo	Significativo
β_{tt}	Tiempo de viaje	Significativo	Significativo
β_{sdtt}	Varianza del tiempo de viaje	-	Significativo
β_{atime}	Tiempo de acceso	Significativo	-
β_{sal}	Salidas	Significativo	0.468
ASC_{car}	Constante modal auto	Significativo	-
ASC_{train}	Constante modal tren	0.7438	-

ASC_{plane}	Constante modal avión	Significativo	-
Individuos		**548**	**509**

Fuente: Elaboración propia. EM Experimento de Elección Modal. BUSINT: Elección de ruta Bus Interurbano

En el caso del modelo de elección modal, todos los atributos resultan ser significativos, excepto la constante modal del tren lo que puede ser atribuido al número de encuestas disponibles y/o a la baja participación de este modo en los viajes de larga distancia.

Por su parte, en el modelo de bus interurbano se tiene que solo el parámetro asociado a las salidas por hora no resulta significativo; este último efecto se puede deber a que muchos buses interurbanos tienen horarios de salida fijo, por lo que su frecuencia no es relevante para los viajeros o también a que las diferencias entre los atributos presentados no fueron suficientes para afectar la toma de decisiones. Se sugiere explorar aumentos en las diferencias de las salidas entre alternativas en caso de buscar obtener significancia en salidas para el experimento de bus interurbano.

Así entonces, con estos diseños fue posible calcular VT en ambos experimentos. De acuerdo a estos resultados, la recomendación en este caso es utilizar los diseños generados pero tener especial cuidado con la eficiencia de estos, pues ambos experimentos para viajes de larga distancia presentan tamaños muestrales superiores a los 500 individuos.

En el caso de viajes de larga distancia es más sencillo obtener las distancias de acuerdo a los pares O/D y las variaciones de tiempo para viajes de similar distancia no difieren tanto entre sí en general. Por tanto, es posible generar diseños basados en distancia o bien en tiempo.

6.2. Eficiencia de los Experimentos

Determinar la eficiencia de los experimentos va a servir de guía para determinar las cuotas mínimas necesarias por segmento para la Etapa 3 del estudio, que corresponde a un levantamiento de encuestas PD a escala nacional. En un inicio los diseños fueron creados a partir de parámetros a priori obtenidos en la literatura u otros estudios asociados al valor del tiempo.

En esta sección se plantea ejemplificar el análisis sobre la muestra necesaria para estimar los parámetros de los experimentos con los valores a priori utilizados al inicio del estudio en comparación con el diseño obtenido utilizando los parámetros betas resultantes de la sección 5.2.

Para esto se usan los valores de “Sp estimate”[16] y “Sb mean estimate”[17] entregados por el software Ngene al diseñar y re-diseñar los experimentos. Estos representan la cantidad de

[16] Cota inferior de muestra para encontrar significancia en parámetro fijo
[17] Cota inferior de muestra para encontrar significancia en parámetro bayesiano

encuestas necesarias para estimar los parámetros asumiendo que los **betas a priori son verdaderos** y que todos los **encuestados enfrentan los mismos escenarios de elección**. Dado esto último, se debe considerar como referencia los valores obtenidos multiplicados por 5 (número de bloques en cada experimento). Aquí se obtiene un valor para cada atributo a estimar por experimento.

Estos valores solo proveen una cota inferior para la muestra necesaria y no garantiza que se encuentre significancia debido a la componente aleatoria en el comportamiento de elección y al supuesto que todas las componentes aleatorias son independientes. Además, cuando un encuestado enfrenta múltiples escenarios de elección también puede afectar el valor obtenido. Así entonces, la métrica presentada es un indicador para comparar entre diferentes diseños sobre la cota inferior para los tamaños muestrales.

El siguiente cuadro presenta la comparación de diseños generados con los parámetros iniciales del estudio con los generados con los parámetros obtenidos del estudio para el experimento de transporte público. En este se observa que la cota inferior para la muestra se reduce significativamente para los tres rangos de tiempo y que a su vez el parámetro que cuesta más estimar corresponde al tiempo de espera. Luego, producto de las encuestas piloto, los tamaños muestrales mínimos se reducen, en comparación con el diseño original, entre un 43% y 73%.

CUADRO 6-4: MUESTRA NECESARIA CON PARÁMETROS FINALES DEL ESTUDIO – EXPERIMENTO TPUB

TPO	VAR	PARÁMETROS INICIALES				PARÁMETRO FINALES*				MUESTRA TOTAL	
		β_{tt}	β_{wt}	β_{cost}	β_{hac_x}	β_{tt}	β_{wt}	β_{cost}	β_{hac_x}	Inicial	Final
	Beta	-0.036	-0.072	-0.720	-0.414	-0.079	-0.102	-3.600	-2.480		
T1	Sp esti	27	20	26	15	5	15	1	1	27	15
	Sb mean	269	197	260	145	53	154	13	6	269	154
	Beta	-0.036	-0.072	-0.720	-1.792	-0.079	-0.102	-3.600	-2.480		
T2	Sp esti	3	31	26	1	1	13	1	1	31	13
	Sb mean	25	311	269	11	11	137	9	6	311	137
	Beta	-0.036	-0.072	-0.720	-4.104	-0.079	-0.102	-3.600	-2.480		
T3	Sp esti	2	40	22	1	1	11	1	1	40	11
	Sb mean	23	436	240	3	5	124	10	6	436	124

Fuente: Elaboración propia. T1: 0-10 min. T2: 10-60 min. T3: Más de 60 min.
(*) Parámetros obtenidos de los experimentos piloto realizados en el presente estudio

El siguiente cuadro presenta la comparación de muestra para el experimento de elección de ruta de auto. En este se tiene que la muestra mejora drásticamente en comparación a la inicial (la disminución de tamaño muestral representa más de un 90% del valor inicial) y que esta decrece a medida que aumenta el rango de tiempo. Sin embargo, se observa que los rangos T1 y T2 presentan cotas muy altas para el tamaño muestral. Esto ocurre en principal medida por las bajas diferencias que se generan en los diseños T1-T2 con variaciones de entre -4 a +4 minutos en torno al cero. Una opción para mejorar la eficiencia de estos diseños podría ser variar hacia arriba el tiempo de viaje, iniciando desde el pivote hasta un valor +16 min. Esto presentaría mayores variaciones en los atributos, pero con el contrapunto de presentar valores eventualmente no reales para los viajes de los encuestados. Este análisis se retoma en la sección de segmentación y cuotas.

CUADRO 6-5: MUESTRA NECESARIA CON PARÁMETROS FINALES DEL ESTUDIO – EXPERIMENTO CAR

TPO	VAR	PARÁMETROS INICIALES			PARÁMETRO FINALES*			MUESTRA TOTAL	
		β_{tt}	β_{sd}	β_{cost}	β_{tt}	β_{wt}	β_{cost}	Inicial	Final
T1	Beta	-0.036	-0.072	-0.144	-0.079	-0.309	-0.950		
	Sp esti	84	3494	9396	20	207	202	9396	207
	Sb mean	839	34953	93996	198	2066	2017	93996	2066
T2	Beta	-0.036	-0.072	-0.144	-0.079	-0.309	-0.950		
	Sp esti	19	2221	2375	5	206	96	2375	206
	Sb mean	186	22237	23777	45	2086	966	23777	2086
T3	Beta	-0.036	-0.072	-0.144	-0.079	-0.309	-0.950		
	Sp esti	5	375	250	1	23	5	375	23
	Sb mean	46	3786	2513	5	235	44	3786	235
T4	Beta	-0.036	-0.072	-0.144	-0.079	-0.309	-0.950		
	Sp esti	2	123	48	1	8	2	123	8
	Sb mean	13	1270	486	4	90	19	1270	90

Fuente: Elaboración propia. T1: 0-5 min. T2: 5-10 min. T3: 10-60 min.T4: Más de 60 min.
(*) Parámetros obtenidos de los experimentos piloto realizados en el presente estudio

El siguiente cuadro presenta la comparación de muestra para el experimento de elección de ruta de taxi. En este se observa que la cantidad de muestra se reduce para el tiempo de viaje, tiempo de acceso, tiempo de espera y costo, mientras que la variación del tiempo de viaje aumenta una cantidad sobre las 10.000 encuestas (T1) lo cual es extremadamente costoso para efectos de la Etapa 3 del estudio. Dado esto, se recomienda eliminar el parámetro de la varianza del tiempo de viaje en el experimento de taxi.

CUADRO 6-6: MUESTRA NECESARIA CON PARÁMETROS FINALES DEL ESTUDIO – EXPERIMENTO TAXI

TPO	VAR	PARÁMETROS INICIALES					PARÁMETRO FINALES*					MUESTRA TOTAL	
		β_{tt}	β_{sdtt}	β_{at}	β_{wt}	β_{cost}	β_{tt}	β_{sdtt}	β_{at}	β_{wt}	β_{cost}	Inicial	Final
T1	Beta	-0.036	-0.072	-0.072	-0.072	-0.144	-0.118	-0.061	-0.389	-0.391	-1.300		
	Sp esti	21	3779	23	27	134	4	11300	1	1	2	3779	11300
	Sb mean	208	37932	228	270	1340	37	118925	10	9	18	37932	118925
T2	Beta	-0.036	-0.072	-0.072	-0.072	-0.144	-0.118	-0.061	-0.389	-0.391	-1.300		
	Sp esti	3	386	23	21	11	1	733	1	1	1	386	733
	Sb mean	25	3898	231	213	104	6	8467	13	10	4	3898	8467
T3	Beta	-0.036	-0.072	-0.072	-0.072	-0.144	-0.118	-0.061	-0.389	-0.391	-1.300		
	Sp esti	1	152	23	31	2	1	629	3	2	0	152	629
	Sb mean	10	1580	234	318	18	4	7944	36	19	1	1580	7944

Fuente: Elaboración propia. T1: 0-10 min. T2: 10-60 min. T3: Más de 60 min.
(*) Parámetros obtenidos de los experimentos piloto realizados en el presente estudio

El siguiente cuadro presenta la comparación de muestra para el experimento de elección de ruta de taxicolectivo. Al igual que en el experimento de taxi, se reducen las cantidades de muestra necesaria para el tiempo de viaje, tiempo de acceso, tiempo de espera y costo. Sin embargo, la varianza del tiempo de viaje requiere de un número significativamente alto de muestreo. Dado esto se recomienda eliminar el parámetro de la varianza del tiempo de viaje en el experimento de taxicolectivo.

CUADRO 6-7: MUESTRA NECESARIA CON PARÁMETROS FINALES DEL ESTUDIO – EXPERIMENTO TAXICOLECTIVO

TPO	VAR	PARÁMETROS INICIALES					PARÁMETRO FINALES*					MUESTRA TOTAL	
		β_{tt}	β_{sdtt}	β_{at}	β_{wt}	β_{cost}	β_{tt}	β_{sdtt}	β_{at}	β_{wt}	β_{cost}	Inicial	Final
T1	Beta	-0.036	-0.072	-0.072	-0.072	-0.144	-0.103	-0.126	-0.123	-0.342	-0.420		
	Sp esti	22	21172	22	22	444	3	9660	9	1	73	21172	9660

TPO	VAR	PARÁMETROS INICIALES					PARÁMETRO FINALES*					MUESTRA TOTAL	
		β_{tt}	β_{sdtt}	β_{at}	β_{wt}	β_{cost}	β_{tt}	β_{sdtt}	β_{at}	β_{wt}	β_{cost}	Inicial	Final
	Sb mean	216	212607	221	215	4462	28	96786	88	11	756	212607	96786
	Beta	-0.036	-0.072	-0.072	-0.072	-0.144	-0.103	-0.126	-0.123	-0.342	-0.420		
T2	Sp esti	3	449	19	25	329	1	220	8	2	52	449	220
	Sb mean	31	4529	185	249	3320	5	2271	83	20	553	4529	2271
	Beta	-0.036	-0.072	-0.072	-0.072	-0.144	-0.103	-0.126	-0.123	-0.342	-0.420		
T3	Sp esti	1	151	21	26	55	1	89	11	2	10	151	89
	Sb mean	10	1544	211	270	560	3	966	116	13	114	1544	966

Fuente: Elaboración propia. T1: 0-10 min. T2: 10-60 min. T3: Más de 60 min.
(*) Parámetros obtenidos de los experimentos piloto realizados en el presente estudio

El siguiente cuadro presenta la comparación de muestra para el experimento de elección de ruta de bicicleta pública. Se tenía inicialmente que el parámetro más difícil de estimar eran las facilidades para los ciclistas, esto presumiblemente porque el parámetro de la facilidad para ciclistas era un mal punto de partida. Esto se ve al comparar el beta a priori inicial de 0.015 con el final de 0.615. Una vez se incorporan estos valores es posible estimar el modelo para bicicletas con una cantidad de encuestas significativamente menor.

Aquí se tendría un diseño más eficiente para estimar parámetros de VT para ciclistas, con lo que se podría intentar obtener un VT para ellos, si este valor es relevante para la evaluación de proyectos de transporte.

CUADRO 6-8: MUESTRA NECESARIA CON PARÁMETROS FINALES DEL ESTUDIO – EXPERIMENTO BIKE

VAR	PARÁMETROS INICIALES				PARÁMETRO FINALES*				MUESTRA TOTAL	
	β_{tt}	β_{cost}	β_{at}	β_{fac_x}	β_{tt}	β_{cost}	β_{at}	β_{fac_x}	Inicial	Final
Beta	-0.048	-0.002	-0.073	0.015	-0.118	-0.001	-0.214	0.615		
Sp esti	11	4	6	675	2	7	1	1	675	7
Sb mean	107	33	48	3598	18	33	9	7	3598	33

Fuente: Elaboración propia. D1: 0-3 km. D2: 3 -15 km. D3: 15-40 km
(*) Parámetros obtenidos de los experimentos piloto realizados en el presente estudio

El siguiente cuadro presenta la comparación de muestra para el experimento de elección modal para viajes de larga distancia. En el caso de los viajes de rango de distancia D4 se reducen la cantidad de encuestas necesarias para estimar el parámetro de salidas por hora, en desmedro de aumentar las del costo y tiempo. Dado esto, para el rango D4 se sugiere mantener los diseños iniciales y eliminar la variable “salidas por hora”.

En el caso del rango de distancia D5, la muestra decrece significativamente para los experimentos bus-auto y bus-auto-avión. En esos casos se recomienda utilizar el diseño final. En el caso del experimento bus-avión, se recomienda utilizar el diseño inicial puesto que requiere una menor cantidad de muestra en el parámetro del costo.

CUADRO 6-9: MUESTRA NECESARIA CON PARÁMETROS FINALES DEL ESTUDIO – EXPERIMENTO EM LARGA DISTANCIA

DIST	MODOS	VAR	PARÁMETROS INICIALES			PARÁMETRO FINALES*			MUESTRA TOTAL	
			β_{tt}	β_{cost}	β_{sal}	β_{tt}	β_{cost}	β_{sal}	Inicial	Final
		Beta	-0.075	-0.224	0.005	-0.005	-0.020	0.029		
D4	Bus Car	Sp esti	11	9	10688	75	102	40	10688	102
		Sb mean	71	1165	569002	769	965	394	569002	965
D4	Bus	Beta	-0.075	-0.224	0.005	-0.005	-0.020	0.029		

DIST	MODOS	VAR	PARÁMETROS INICIALES			PARÁMETRO FINALES*			MUESTRA TOTAL	
			β_{tt}	β_{cost}	β_{sal}	β_{tt}	β_{cost}	β_{sal}	Inicial	Final
	Car	Sp esti	2	2	2187	68	74	18	2187	74
	Train	Sb mean	22	93	69033	670	691	180	69033	691
D4	Bus	Beta	-0.075	-0.224	0.005	-0.005	-0.020	0.029		
	Train	Sp esti	1	3	1372	74	97	18	1372	97
		Sb mean	8	34	24020	733	919	174	24020	919
D5	Bus	Beta	-0.008	-0.224		-0.005	-0.020			
	Car	Sp esti	73	39		3	5		73	5
		Sb mean	0	2		35	42		2	42
D5	Bus	Beta	-0.008	-0.224		-0.005	-0.020			
	Car	Sp esti	20	4		8	8		20	8
	Plane	Sb mean	2174	11		52	57		2174	57
D5	Bus	Beta	-0.008	-0.224		-0.005	-0.020			
	Plane	Sp esti	8	1		8	40		8	40
		Sb mean	818	10		57	572		818	572

Fuente: Elaboración propia. D4: 40-400 km. D5: Más de 400 km
(*) Parámetros obtenidos de los experimentos piloto realizados en el presente estudio

El siguiente cuadro presenta la comparación de muestra para el experimento de elección de ruta para buses interurbanos para viajes de larga distancia. En este se observa que la muestra mejoró con el diseño final para el parámetro del tiempo de viaje y el costo, mientras que empeora para el tiempo de acceso al terminal y las salidas por hora. Dado esto se propone utilizar el diseño final, donde se podrían eliminar las salidas por hora y el tiempo de acceso al terminal.

CUADRO 6-10: MUESTRA NECESARIA CON PARÁMETROS FINALES DEL ESTUDIO – EXPERIMENTO BUSINT LARGA DISTANCIA

DIST	VAR	PARÁMETROS INICIALES					PARÁMETRO FINALES*					MUESTRA TOTAL	
		β_{tt}	β_{sdtt}	β_{COST}	β_{at}	β_{sal}	β_{tt}	β_{sdtt}	β_{COST}	β_{at}	β_{sal}	Inicial	Final
	Beta	-0.007518	-0.2	-0.2236	-0.01127	0.0051	-0.010015	-0.2	-0.233	-0.010015	0.002561		
D4	Sp esti	26	1	2	118	193	14	2	1	142	675	193	675
	Sb mean	18	12	16	88	2797	135	14	12	1444	6988	2797	6988
	Beta	-0.007518	-0.6	-0.2236	-0.01127		-0.007518	-0.6	-0.233	-0.01127			
D5	Sp esti	3	1	1	144		3	0	1	213		144	213
	Sb mean	23	1	11	1484		22	1	11	2163		1484	2163

Fuente: Elaboración propia. D4: 40-400 km. D5: Más de 400 km
(*) Parámetros obtenidos de los experimentos piloto realizados en el presente estudio

6.3. Segmentación y Cuotas

Determinar el número de cuotas por segmento objetivo está directamente relacionado con los objetivos propios del estudio y con la eficiencia que tienen los diseños experimentales que se implementen.

Los antecedentes expuestos en el análisis de la eficiencia de los experimentos han entregado cotas inferiores para la estimación de los tamaños muestrales requeridos por experimento. 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).

CUADRO 6-11: MUESTRAS SUGERIDAS POR EL EXPERIMENTO – CORTA DISTANCIA

Tipo	Experimento	TPO	Cota inferior Muestral (Todos los parámetros)	Cota inferior VT (Parámetros de tiempo de viaje y costo)	Muestra sugerida por segmento
Corta Distancia	TPUB	T1	15	2	8
Corta Distancia	TPUB	T2	13	2	10
Corta Distancia	TPUB	T3	11	2	12
Corta Distancia	CAR	T1' (0-5 min)	207	202	1008*
Corta Distancia	CAR	T2' (5-10 min)	206	96	478*
Corta Distancia	CAR	T3' (10-60 min)	23	5	23
Corta Distancia	CAR	T4' (> 60 min)	8	2	10
Corta Distancia	TAXI	T1	11300	4	19
Corta Distancia	TAXI	T2	733	1	5
Corta Distancia	TAXI	T3	629	1	3
Corta Distancia	TXC	T1	9660	73	366*
Corta Distancia	TXC	T2	220	52	262*
Corta Distancia	TXC	T3	89	10	52
Corta Distancia	BIKE	-	7	7	34

Fuente: Elaboración propia. T1: 0-10 min. T2: 10-60 min. T3: Más de 60 min.
Los valores presentados no aseguran significancia en los parámetros, son una cota inferior.
*Se recomienda no considerar estos tiempos experimentos

En el cuadro anterior se observa que el experimento de transporte público requiere entre 8 a 12 encuestas por segmento dependiendo del rango de tiempo analizado.

Para el experimento de auto, no se recomienda enfocar la muestra en viajes de menos de 10 minutos (T1'-T2') debido a que estos viajes son poco razonables, muy difíciles de encuestar y requieren un significativo tamaño muestral. En taxicolectivo sucede algo similar, donde se sugiere no recolectar viajes de menos de 10 minutos (T1).

En el caso del taxi se obtiene que los tamaños muestrales sugeridos van desde 3-19 encuestas dependiendo del rango de tiempo. Para el experimento de bicicletas se requieren alrededor de 35 encuestas por segmento definido en el estudio.

El siguiente cuadro presenta las muestras sugeridas para los viajes de larga distancia.

CUADRO 6-12: MUESTRAS SUGERIDAS POR EL EXPERIMENTO – LARGA DISTANCIA

Tipo	Experimento	DIST	Cota inferior Muestral (Todos los parámetros)	Cota inferior VT (Parámetros de tiempo de viaje y costo)	Muestra sugerida por segmento
Larga Distancia	EM- Bus/Car	D4	10688	11	55
Larga Distancia	EM-Bus/Car/Train	D4	2187	2	12
Larga Distancia	EM-Bus/Train	D4	1372	3	13
Larga Distancia	EM-Bus/Car	D5	5	5	24
Larga Distancia	EM-Bus/Car/Plane	D5	8	8	42
Larga Distancia	EM-Bus/Plane	D5	40	40	200
Larga Distancia	BUSINT	D4	675	14	68
Larga Distancia	BUSINT	D5	213	3	13

Fuente: Elaboración propia. d4: 40-400 km. D5: Más de 400 km.

En el caso de los viajes de larga distancia se tiene que para el experimento de bus interurbano se requieren entre 13-68 encuestas dependiendo del rango de distancia.

Sobre el experimento de elección modal de larga distancia la muestra varía dependiendo de los modos disponibles para el encuestado. Es por esto que los valores obtenidos son considerando que cada modelo se estima por separado. Teniendo esto presente, se recomienda que la muestra por segmento sea de 50 encuestas por cada segmento.

Luego, dependiendo del número de segmentos a estudiar como propósitos, ingreso, rango de distancia y nivel de ingreso se puede estimar las cuotas necesarias para el levantamiento.

6.4. Metodología para el Levantamiento de Información

En el presente estudio se probaron varias modalidades de levantamiento de información, que se discuten en el punto 4.2.6. Se descartó la opción de generar la encuesta en dos etapas por la bajísima tasa de respuesta a la segunda etapa, y no resulta recomendable para aplicaciones futuras, por lo que en todos los escenarios se contempla realizar una encuesta única y completa a cada usuario. A partir de los resultados obtenidos, resulta recomendable que se incorporen consultas respecto a un viaje específico y la encuesta de PD sea pivoteada a partir de las características de dicho viaje.

Dentro de las metodologías probadas, las de mejor costo/efectividad son las de panel y empleando redes sociales, si bien las últimas tuvieron un peor resultado en este estudio no deben ser desestimadas, en particular considerando opciones de pago que aumenten significativamente su cobertura. Ambos métodos permitirían lograr una masividad importante y necesaria para cubrir la mayor parte de las muestras requeridas, sugiriéndose el uso de otros métodos para abordar tipologías de viajes o categorías de usuario que resulten más complicadas de lograr con métodos masivos.

En general, las aplicaciones realizadas fueron ex ante o ex post el viaje de interés. De acuerdo a los resultados de Halse et al. (2022), habría una diferencia en el VT entre quienes responde la encuesta mientras realizan un viaje respecto al VT de quienes responden después de realizado el viaje. Esta hipótesis podría ser de interés en su exploración en futuras aplicaciones, lo que obligaría a reconsiderar la modalidad de implementación. Este método podría orientarse a viajeros en modos pasivos (transporte público) a través de links disponibles en modos que disponen de internet libre, como en la actualidad ocurre en aviones, trenes, buses de larga distancia y recientemente en algunos buses del sistema de transporte público de Santiago.

Otro aspecto a considerar en la propuesta metodológica es si se considerará un único levantamiento de datos, o una secuencia de levantamientos, eventualmente por tipologías de usuarios/viajes/localizaciones. La primera opción es más eficiente para ejecutar en conjunto con una campaña masiva de difusión. La segunda opción es empleada en algunos países para el levantamiento de encuestas de valor del tiempo, lo que permite disminuir los riesgos de fallas en el levantamiento pero además se realizan en el contexto de

levantamiento periódicos y sistemáticos del VT, que permiten estudiar variaciones temporales de este parámetro. En principio, resulta recomendable proponer el desarrollo de varios estudios, con una periodicidad definida en el tiempo, similar por ejemplo al caso de la encuesta CASEN. En el cuadro siguiente se presentan algunas ventajas o desventajas de cada caso:

CUADRO 6-13: COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Metodología	Ventaja	Desventaja
Levantamiento único	- Concentración de recursos en un único levantamiento (única solicitud de recursos) - Campaña informativa única	- No permite comparar resultados o evolución temporal de VTV - Mayor riesgo de falla en la implementación
Secuencias de levantamientos	- Puede ser dirigida a tipologías de usuarios o de viajes de interés - Puede ser segmentada geográficamente - Permite analizar evolución temporal de parámetros	- Varias campañas de información - Mayor costo, si bien podrían obtenerse economías de escala - Requiere financiamiento más permanente

Fuente: Elaboración propia

Si bien el diseño de las encuestas requiere una componente técnica propia de la ingeniería de transporte, el levantamiento de las mismas no es muy diferente a otras encuestas o levantamiento de información, donde la experiencia de firmas que realizan estas actividades de manera habitual podría ser una ventaja significativa. De este modo, se recomienda separar la tarea de levantamiento de encuestas de las tareas de diseño y modelación. Esto es particularmente relevante si se considera lo indicado en el párrafo anterior, con una secuencia de levantamientos en el tiempo.

6.5. Modelos de Elección Discreta a Utilizar

En el presente estudio se reportaron los resultados de dos modelos utilizados para la estimación del valor del tiempo, el logit multinomial y el logit jerárquico. Ambos entregaron resultados razonables en la estimación de parámetros que permiten estudiar el valor del tiempo y otras variables. En el logit multinomial se utilizaron los parámetros asociados a la fuente de información para estimar diferencias entre valores del tiempo en ella y en el logit jerárquico se utilizó la fuente de información como factores de escala, mostrando que unos son más o menos sensibles ante variaciones de los atributos.

Dado los resultados que se han obtenido de la modelación de las elecciones de ruta en viajes de corta distancia si se quiere tener un único valor del tiempo independiente de la fuente de información en el estudio (interceptación, panel, redes sociales u otras), el modelo a emplear debe incluir un parámetro de escala distinto según origen de las encuestas. Esto

sustentado en que para los modos auto, transporte público y bicicleta se detectaron diferencias significativas en los parámetros de escala asociados a la fuente de información, así como también es recomendado en la literatura.

En cuanto al efecto que tienen las fuentes de información en el modelo, se sugiere que al utilizar diversas fuentes (panel, interceptación, redes sociales u otras) se realice la modelación mediante logit anidados con nidos en las categorías de fuentes de información. Esto debido a que se encontraron diferentes niveles de sensibilidad en todos los modelos donde se incorporó el efecto de la fuente de información. De esta forma, se obtiene un único valor del tiempo considerando las distintas categorías.

En otro aspecto, se recomienda la implementación o exploración de modelos con variables latentes. Esto debido la capacidad de capturar las variables subyacentes no observables y tener en cuenta la heterogeneidad en las preferencias de los individuos. Al incorporar variables latentes, el modelo puede mejorar su precisión y capacidad predictiva sobre el valor del tiempo, entre otros aspectos. Esto requiere tener una alta cantidad de respuestas y suficiente varianza en las preguntas con las cuales se planee generar dichas variables, lo cual no se alcanzó en el presente estudio.

En cuanto a la estimación del valor del tiempo con este modelo se sugiere utilizar las ecuaciones referidas en el capítulo 5.3, en particular la correspondiente a la varianza del de la división de parámetros, utilizada para el cálculo del intervalo de confianza valor del tiempo. Esto ya que la manera de cálculo de Daly et al. (2012) es una forma más simple, transparente y que corresponde a una aproximación de Taylor.

6.6. Aprendizajes del Estudio

Validez de atributos referenciales

Los datos de la Encuesta Origen Destino, inicialmente utilizados para los diseños experimentales, no fueron lo suficiente finos para diseñar experimentos que presenten tiempos de viaje razonables. En específico, el uso de las velocidades de desplazamiento en la ciudad que inicialmente se usaron para determinar variaciones de tiempos de viaje y generar experimentos. Para corregir esto hubo que realizar un análisis exhaustivo a partir de información levantada de la API de Google, con la que se pudo acotar las variaciones de tiempo de modo que estuviesen dentro de un rango razonable y obtener velocidades de desplazamiento más recientes.

Se destaca que este tipo de información está disponible para las principales urbes (Gran Santiago, Gran Valparaíso, Gran Concepción) con mayor o menor número de modos, pero no necesariamente para ciudades de menor tamaño o para cobertura nacional en viajes de larga distancia. Esto podría representar una limitación que puede abordarse usando como

proxy la información de ciudades de mayor tamaño, tomando en consideración las distancias de viaje.

El uso de esto como proxy se justifica en que lo relevante no es la duración de los tiempos de viaje, sino tener cotas para que las variaciones presentadas en los experimentos no se alejen de variaciones "realistas" para los encuestados. En la experiencia de este reporte, las variaciones presentadas en las regiones y en las ciudades más pequeñas mostraron que no hubo problemas de realismo con las variaciones de los tiempos de viaje presentados en los experimentos utilizados.

Software para el levantamiento de encuestas

La implementación de una encuesta de interceptación con un software, como SurveyEngine, que requiere estar conectado a internet, mostró un lento desempeño en estaciones de Metro en términos del tiempo de respuesta de la encuesta. El problema más relevante fueron las demoras en la aplicación al avanzar la página en las encuestas. Cuando las demoras fueron superiores al intervalo de pasada del metro, con muy alta probabilidad los encuestados abandonaron.

Las demoras de la encuesta en terreno se observaron por faltas de internet en ciertas estaciones de metro, así como también algunas se debieron a problemas de conexión con el servidor de la aplicación utilizada.

La experiencia en terreno por parte de los encuestadores con estos tiempos de respuesta mostró que se perdieron varias encuestas para el método "interceptación", en especial cuando se estaba realizando en estaciones de metro donde el intervalo de pasada de los trenes es menor que la duración de la encuesta completa. Sin embargo, el mismo procedimiento realizado en terminales de buses no tuvo este problema, debido a que la gente tenía tiempo disponible para responder la encuesta pese a las demoras puesto que el tiempo de partida de su bus era superior a la duración de la encuesta.

Sin embargo, para la encuesta de interceptación utilizar un software presenta ventajas de utilizar que el método alternativo, que sería realizar las encuestas en papel no presenta. A continuación se presentan los pros y contras encontrados en la aplicación de las encuestas en software en comparación a hacerlas en papel.

CUADRO 6-14: COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO DE ENCUESTAS

Metodología	Ventaja	Desventaja
Software con conexión a internet	• Permite realizar experimentos pivote. El experimento es sobre los atributos del encuestado • Lógica de la encuesta es tratada por el software • Permite revisar respuestas en tiempo real	• Más caro que el papel • Lento en estaciones donde la señal se pierde • Requiere mayor preparación del personal en terreno

Metodología	Ventaja	Desventaja
	• Permite revisar y ajustar cuotas en tiempo real (mejor gestión del terreno) • Nulos errores de digitación • No requiere tiempo de digitación de respuestas	
Software en servidor local	• Permite realizar experimentos pivote. El experimento es sobre los atributos del encuestado • Lógica de la encuesta es tratada por el software • Medidas de gestión se ejecutan una vez que el servidor local es subido a internet (un día al menos) • Nulos errores de digitación • No requiere tiempo de digitación de respuestas • Soluciona el problema de la señal en estaciones o lugares sin buena señal-	• Requiere desarrollar un software propio o realizar el desarrollo a partir d software comercial, lo que lo hace más costoso. • Requiere mayor preparación del personal en terreno
Encuesta en papel	• Es más rápido para completar la encuesta en terreno	• No permite diseños pivotes que se adapten en gran medida a atributos del encuestado • Posibles errores de digitación • Requiere tiempo adicional para digitar • Menos amigable con el medio ambiente

Fuente: Elaboración propia en base a conclusiones de la experiencia del estudio

Dado esto, en caso de optar por esta opción se requiere que la aplicación a utilizar se levante en un servidor local. Esto implica realizar un desarrollo informático propio[18] asociado al levantamiento, lo que tiene desventajas en término de costo y confiabilidad, pero podría facilitar la incorporación de requerimientos particulares.

Segmentación por propósitos de viaje

Los viajes con propósito "por trabajo" fueron los con menor muestra alcanzada, esto en parte porque son pocos: 2.9% en la EOD 2012 Gran Santiago y 4% entre las encuestas levantadas en este estudio. Para viajes cortos son difíciles de interceptar mientras se encuentran realizando su viaje, por lo que se sugiere no considerarlos y dejar solo propósitos "habituales" y "no habituales". En cambio, en viajes de larga distancia estos viajes se prevé que sean localizables en aeropuertos, estaciones de ferrocarril o terminales de buses donde el encuestado tenga que estar esperando por iniciar su viaje. En este caso, si se estima necesario, se podría considerar mantener los 3 propósitos "habitual"/"por

[18] Los desarrolladores de Survey Engine han desarrollado aplicaciones de encuestas en modo local, lo que tiene un costo asociado, lo que podría configurar una alternativa al desarrollo completo de una nueva aplicación.

trabajo”/”no habitual”, o bien eliminar el propósito “por trabajo” tal como se recomienda para los viajes de corta distancia.

Segmentación por distancia de viaje

Se utilizaron 3 rangos de distancia para viajes cortos y 2 rangos para viajes de larga distancia. En los primeros rangos de distancia no se encontraron diferencias significativas en la estimación de parámetros de tiempo de viaje ni de costo. Además, los viajes de 0-3 kilómetros son viajes muy difíciles de interceptar, ya que el tiempo de la encuesta puede ser muy superior a su tiempo de viaje. Por otro lado, en la experiencia internacional de estudios nacionales son pocos los países que segmentan por distancia (Suecia 2007-2008, Reino Unido 2014-2015). Los estudios que han segmentado presentan entre dos o tres rangos de distancias para sus viajes, donde en Suecia es: menos de 100 km y más de 100 km. En el caso de Reino Unido los tramos son de <20 millas, 20-100 millas y > 100 millas.

Dados estos antecedentes, se recomienda combinar los rangos de distancia más corta, obteniendo 4 rangos de distancia. Estos serían: 0-15 km, 15-40 km, 40-400 km y más de 400 km. Otro escenario pudiese ser tener tres rangos, combinando los dos primeros obteniendo así 0-40 km, 40-400 y más de 400 km.

Segmentación por ingreso

Tradicionalmente las preguntas asociadas al ingreso tienen una baja tasa de respuesta, principalmente por temas de privacidad. Para aminorar este efecto, se consultó por el ingreso del hogar, en comparación con el ingreso individual directamente y en rangos. La tasa de no respuesta para el ingreso individual es de 70%, mientras que para el ingreso del hogar es un 20%. Aun cuando se mejora en la tasa de respuesta, se mantiene un nivel de no respuesta significativo, el cual se sugiere tratar con mecanismos de imputación para las personas que no respondan el ingreso.

En esta línea, se recomienda usar en la estimación del VTV las encuestas que tienen información incompleta del ingreso. Para esto, se propone estimar el ingreso socioeconómico en base a un análisis de clúster con la información obtenida en la encuesta (cantidad de autos, comuna del hogar, miembros del hogar, nivel educacional, entre otras). El enfoque clásico para lidiar con información incompleta es el método de imputación múltiple, propuesto por Carpenter y Kenward (2012); otras referencias son Sanko et al. (2014) y Gopalakrishnan et al (2020).

Experiencia con el método panel

El método panel sin duda fue el método más eficiente en el tiempo de recolección de datos. Sin embargo, este ha sido cuestionado en la literatura internacional por diversos motivos dentro de los cuales destaca el supuesto de que los encuestados viven de responder encuestas, distorsionando la representatividad de los resultados obtenidos con este método. Esto no está comprobado, pero ante la posibilidad de que las personas de los métodos de panel distorsionen los resultados es recomendable utilizar varios métodos de

recolección de información, para luego modelar la información recibida con un logit anidado según fuente de información.

Otro aspecto que hay que considerar al trabajar con paneles es la claridad con la que hay que solicitar el "tipo de encuestado" y las cuotas necesarias. La empresa que maneja el panel debe tener abastecimiento suficiente de muestra para que alcance a cubrir las cuotas establecidas por modo/propósito/ingreso/etc. considerando la tasa de respuesta propia de la encuesta y los abandonos.

Además, se sugiere que el equipo encargado de la encuesta utilice "segmentos" (posibles de implementar en software de encuestas) para ir observando en tiempo real la cantidad de respuestas según cuotas comprometidas y realizar verificaciones periódicas junto con la empresa que maneje los paneles. Esto ayuda a una mejor gestión de los esfuerzos, ya sea para dejar de buscar a un segmento que alcanzó las cuotas o atender con mayor atención donde falten usuarios. Por otra parte, sirve para dejar de recibir encuestas de un segmento con cuota cumplida, como parte de la gestión del equipo a modo de no consumir más encuestas de las necesarias.

Para trabajar con paneles se requiere además de contar con un diccionario del código identificador que el software de encuestas entrega al equipo consultor, junto con el que obtienen ellos. Otro aspecto relevante es que la información que tiene el panel sobre sus usuarios puede estar distorsionada por cambios de las personas (edad, género, ubicación, ingreso, entre otros). Dado esto, se recomienda revisar con cuidado dichas similitudes o diferencias, y en caso de ocurrir esto último considerar como verídicas las respuestas obtenidas en la encuesta (ultima fuente de actualización).

7. Bibliografía

Atasoy, B., Glerum, A., Bierlaire, M. (2013). Attitudes towards mode choice in Switzerland. The Planning Review, 49:2, 101-117.

Bradley, M. A., Kroes, E. P. (1992). Forecasting issues in stated preference survey research. In Selected Readings in Transport Survey Methodology. Edited Proceedings of the 3rd International Conference on Survey Methods In Transportation, January 5-7 1990, Washington, DC.

Ben-Akiva, M., Lerman, S. R. (1985). Discrete choice analysis: theory and application to travel demand. Transportation Studies.

Börjesson, M., Kouwenhaven, M., de Jong, G. and Daly, A. (2023) Can repeated surveys reveal the variation of the value of travel time over time? Transportation, 50: 245-284.

Carpenter, J., & Kenward, M. (2012). Multiple imputation and its application. John Wiley & Sons.

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.

De Vos, J., Alemi, F. (2020). Are young adults car-loving urbanites? Comparing young and older adults' residential location choice, travel behavior and attitudes. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 132, 986-998.

Dubernet, I., Axhausen, K. (2019). The German value of time and value of reliability study: the survey work. Transportation 47, 1477-1513.

Gopalakrishnan, R., Guevara, C. A., Ben-Akiva, M. (2020). Combining multiple imputation and control function methods to deal with missing data and endogeneity in discrete-choice models. Transportation research part B: methodological, 142, 45-57

Guevara, C. A., Hess, S. (2019). A control-function approach to correct for endogeneity in discrete choice models estimated on SP-off-RP data and contrasts with an earlier FIML approach by Train & Wilson. Transportation Research Part B: Methodological, 123, 224-239.

Gutierrez, M. (2021). Factores Latentes que Afectan la Propensión a Usar bicicletas en Viajes Obligados. Tesis Doctoral. Pontificia Universidad Católica de Chile

Gutierrez, M., Hurtubia, R., Ortúzar, J de D. (2020). The role of habit and the built environment in the willingness to commute by bicycle. Travel Behaviour and Society 20, 62-73.

Halse, A. H., Flügel, S., Kouwenhoven, M., de Jong, G., Sundfør, H. B., Hulleberg, N., ... , Lindhjem, H. (2022). A minute of your time: The impact of survey recruitment method and interview location on the value of travel time. Transportation, 1-32.

Hess, S., Palma, D. (2019), Apollo: a flexible, powerful and customisable freeware package for choice model estimation and application, Journal of Choice Modelling, Volume 32, September 2019, 100170

Hess, S., Daly, A., Börjesson, M. (2020). A critical appraisal of the use of simple time-money trade-offs for appraisal value of travel time measures. Transportation, 47(3), 1541-1570

Kim, M.J., Hall, C.M., Bonn, M. (2021). Can the value-attitude-behavior model and personality predict international tourists' biosecurity practice during the pandemic? Journal of Hospitality and Tourism Management, 48, 99-109.

Koster, P., Kroes, E., Verhoef, E. (2011). Travel time variability and airport accessibility. Transportation Research Part B: Methodological, 45(10), 1545-1559.

Li, Z., Wang, W., Yang, C., Ragland, D. (2013). Bicycle commuting market analysis using attitudinal market segmentation approach. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 47, 56-58.

Lu, H., Hess, S., Daly, A., Rohr, C., Patruni, B., Vuk, G. (2021). Using state-of-the-art models in applied work: Travellers willingness to pay for a toll tunnel in Copenhagen. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 154, 37-52.

Malokin, A., Circella, G., Mokhtarian, P. (2021). Do millenials value travel time differently because of productive multitasking? A revealed-preference study of Northern California commuters. Transportation 48, 2787-2823.

Manski, C. F., Lerman, S. R. (1977). The estimation of choice probabilities from choice based samples. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 1977-1988.

McIlroy, R. C., Nam, V. H., Bunyasi, B. W., Jikyong, U., Kokwaro, G. O., Wu, J., ... Stanton, N. A. (2020). Exploring the relationships between pedestrian behaviours and traffic safety attitudes in six countries. Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 68, 257-271.

Mehdizadeh, M., Nordfjaern, T., Mamdoohi, A. R., Mohaymany, A. S. (2017). The role of parental risk judgements, transport safety attitudes, transport priorities and accident experiences on pupils' walking to school. Accident Analysis & Prevention, 102, 60-71.

Mohammadi, A., Kermanshah, M., Moeinaddini, A. (2021). Investigation of safety attitude on passenger vehicle type choice: An integrated choice and latent variable (ICLV) approach. IATSS research, 45(3), 336-346.

Ortúzar, J.D., Simonetti, C. (2008). Modelling the demand for medium distance air travel with the mixed data estimation method. Journal of Air Transport Management, 14(6), 297-303.

Pearmain, D., Swanson, J. (1992). In Mathematics In Transport Planning And Control (Institute of The use of stated preference techniques in the quantitative analysis of travel behaviour Mathematics & its Applications Conference Series 38).

Reguant Alvarez, M. Fonseca, M. (2016). El método Delphi-. Reire. 9. 87-102. 10.1344/reire2016.9.1916.

Román, C., Espino, R., Martín, J.C. (2007). Competition of high-speed train with air transport: the case of Madrid-Barcelona. Journal of Air Transportation Management 13, 277-284.

Rose, J.M., 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.

Rossetti, T., Guevara, A.C., Galilea, P., Hurtubia, R. (2018). Modelling safety as a perceptual latent variable to assess cycling infrastructure. Transportation Research Part A: Policy and Practice 111, 252–265.

Sanko, N., Hess, S., Dumont, J., Daly, A. (2014). Contrasting imputation with a latent variable approach to dealing with missing income in choice models. Journal of choice modelling, 12, 47-57.

Schmid B., Schatzmann, Winkler C., Axhausen K. (2022) A two-stage RP/SP survey to estimate the value of travel time in Switzerland Short- versus long-term choice behavior. Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung 1724 IVT, ETH Zurich. https://doi.org/10.3929/ethz-b-000536709

Significance, VU University Amsterdam, John Bates Services (2013) Values of Time and Reliability in Passenger and Freight Transport in The Netherlands. Report for the Ministry of Infrastructure and the Environment.

Small, K.A. (1999). Valuation of travel-time savings and predictability in congested conditions for highway user-cost estimation (Vol. 431). Transportation Research Board.

Tang, J., Zhen, F., Cao, J., Mokhtarian, P.L. (2018) How do passengers use travel time? A case study of Shanghai- Nanjing high speed rail. Transportation 45, 451–477.

Thorhauge, M., Swait, J., Cherchi, E. (2020). The habit-driven life: Accounting for inertia in departure time choices for commuting trips. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 133, 272-289.

Tirachini, A., Hurtubia, R., Dekker, T., Daziano, R. (2017). Estimation of crowding discomfort in public transport: Results from Santiago de Chile. Transportation Research Part A 103, 311-326.

TOI (Institute of Transport Economics – Norwegian Centre for Transport Studies) (2020). Value of travel time and related factors – Technical report. TOI Report 1762/2020.

Train, K., Wilson, W.W. (2008). Estimation on stated-preference experiments constructed from revealed-preference choices. Transportation Research Part B: Methodological, 42(3), 191-203.

Verplanken, B., Orbell, S. (2003). Reflections on past behavior: a self-report index of habit strength 1. Journal of applied social psychology, 33(6), 1313-1330.

Zhang, J., Timmermans, H. (2010) Scobit-based panel analysis of multitasking behavior of public transport users. Transportation Research Record 2157, 46–53.