



CIS ASOCIADOS CONSULTORES EN TRANSPORTE S.A.

JUNIO 2023

INFORME EJECUTIVO



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

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
Objetivos del Estudio.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos	5
Tareas del Estudio	6
1. TAREA 1: AJUSTE METODOLÓGICO	7
2. TAREA 2: DISEÑO DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y MEDICIÓN	8
2.1. Antecedentes para el Diseño de Encuestas.....	9
2.1.1. Identificación Preliminar de Atributos	9
2.1.2. Grupos Focales	11
2.1.3. Entrevistas en Profundidad	14
2.1.4. Encuesta de Delphi.....	17
2.1.4.1. Consideraciones para el Diseño de Encuestas.....	18
2.2. Enfoque General de Diseño y Levantamiento de los Datos.....	19
2.3. Diseño Encuesta PR	20
2.4. Diseño Encuesta PD	24
2.4.1. Insumos para el Diseño Inicial de Encuestas PD.....	24
2.4.2. Diseños Iniciales de Encuestas PD	25
a) Auto	25
b) Transporte Público (bus, metro, metrotren).....	28
c) Taxi Colectivo	30
d) Taxi y Aplicaciones Móviles	30
e) Bicicleta	31
f) Modos de larga distancia (Bus, Avión, Tren y Auto)	32
g) Resumen de Diseños.....	34
2.4.3. Pre test Encuestas PD.....	34
a) Pre test Auto	35
b) Pre test Transporte Público	36
c) Pre test Bicicleta.....	38
3. TAREA 3. SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	40
3.1. Categorización de los Viajes.....	40
3.1.1. Categorización por Distancia	40

3.1.2.	Categorización de Viajes.....	42
3.2.	Definición de Tamaños Muestrales	42
B.	Definición de Tamaños Muestrales	¡Error! Marcador no definido.
3.3.	Selección de Lugares para la Toma de Datos	43
3.3.1.	Identificación de Lugares para Toma de Datos en Terreno	43
3.3.2.	Identificación de Lugares para Encuesta Piloto.....	44
4.	TAREA 4: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y CREACIÓN DE BANCO DE DATOS.....	46
4.1.	Levantamiento de Encuestas PR-PD	46
4.1.1.	Implementación de las Encuestas	46
4.1.2.	Métodos de Levantamiento de Encuestas	46
4.1.2.1.	<i>Métodos Presenciales.....</i>	<i>46</i>
4.1.2.2.	<i>Método Mixto.....</i>	<i>47</i>
4.1.2.3.	<i>Método Online.....</i>	<i>47</i>
4.1.3.	Planificación del Levantamiento de Encuestas	48
4.1.3.1.	<i>Cronograma Mediciones Presenciales Santiago</i>	<i>48</i>
4.1.3.2.	<i>Encuesta de Panel</i>	<i>49</i>
4.1.3.3.	<i>Redes Sociales</i>	<i>51</i>
4.2.	Análisis de Mecanismos Recolección de Datos	52
4.2.1.	Encuesta en Dos Etapas.....	52
4.2.2.	Encuesta en una Etapa para Viajes de larga distancia	54
4.2.3.	Encuesta en una Etapa para Viajes de corta distancia	54
4.2.4.	Encuestas On Line viajes de corta distancia	55
4.2.5.	Encuestas Online viajes de larga distancia	55
4.2.6.	Comparación de Mecanismos	56
4.2.7.	Incidencia en la estimación del VT	58
4.3.	Resultados de las Encuestas.....	59
4.3.1.	Caracterización de la Muestra de Viajes de Corta Distancia	60
4.3.2.	Caracterización de la Muestra de Viajes de Larga Distancia	61
4.4.	Estrategia Nacional para el Levantamiento de Encuestas.....	61
5.	TAREA 5. ESTIMACIÓN DE MODELOS Y DERIVACIÓN DE VALORES DEL TIEMPO DE VIAJE.....	65
5.1.	Enfoque de Modelación.....	65
5.2.	Estimación de Valores del Tiempo	67
5.2.1.	Viajes de Corta Distancia	67
5.2.2.	Viajes de Larga Distancia	70
6.	TAREA 6. DISEÑO DEFINITIVO Y CONCLUSIONES	71
6.1.	Principales Resultados y Conclusiones	71
6.2.	Principales Aprendizajes del Estudio	73
7.	BIBLIOGRAFÍA	74

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

Casen	Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional
API	Interfaz 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 ejecutivo 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 Subsecretaría 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

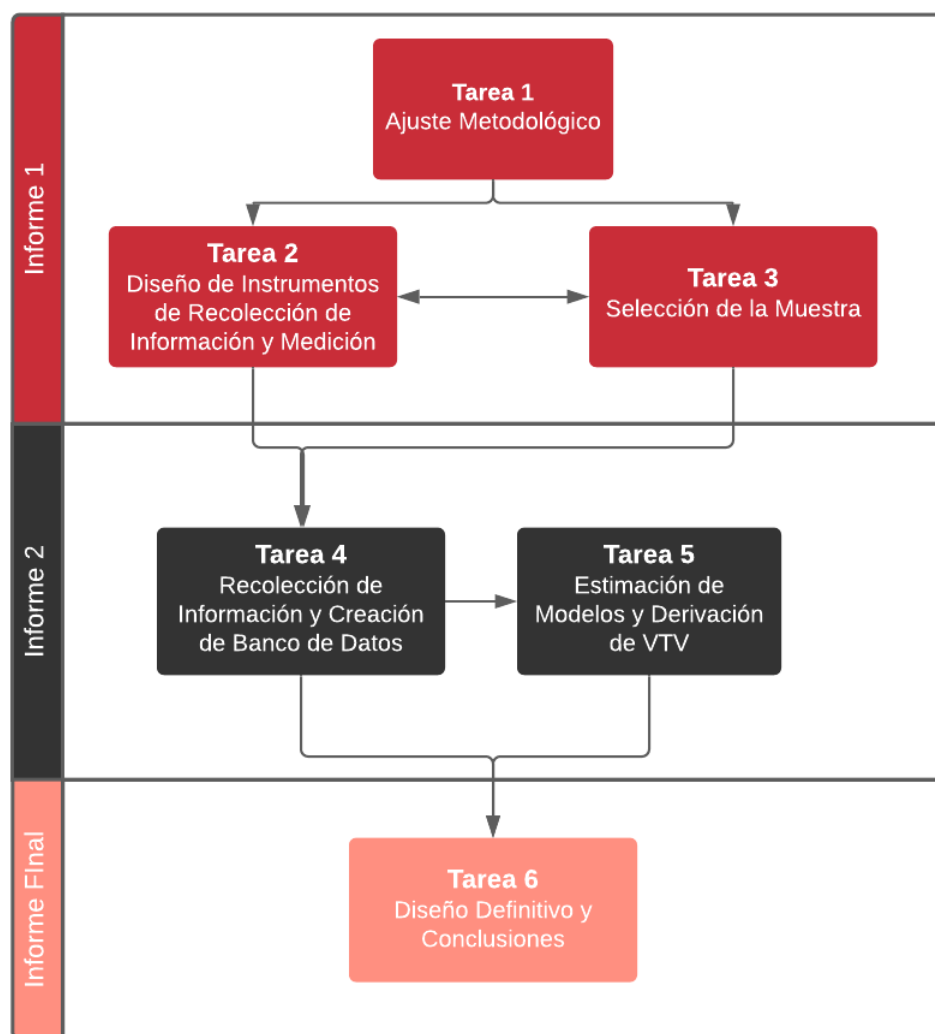
- **OE.1.** Generar una metodología para estimar el VTV que sea escalable a nivel nacional, para:
 - Estimar el VTV, para, al menos, 3 propósitos de viaje (trabajo o negocios, habituales y otros)
 - Investigar el efecto del ingreso, percepciones, actitudes y hábitos del viajero en el VTV.
 - Considerar 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

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.

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.
- 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.

Los aspectos indicados fueron implementados en el desarrollo de los experimentos que se propusieron para aplicación inicial, denominada de pre test.

Por otra parte, durante el desarrollo de la segunda etapa y en particular en la aplicación de encuestas en terreno y pretest, se acordaron ajustes a la forma de la aplicación de la encuesta. Entre los principales ajustes se incluyeron

- 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 diversas ciudades.
- Encuestas a usuarios, compartidas a través de redes sociales.

Los resultados del levantamiento se incluyen en el punto 4.

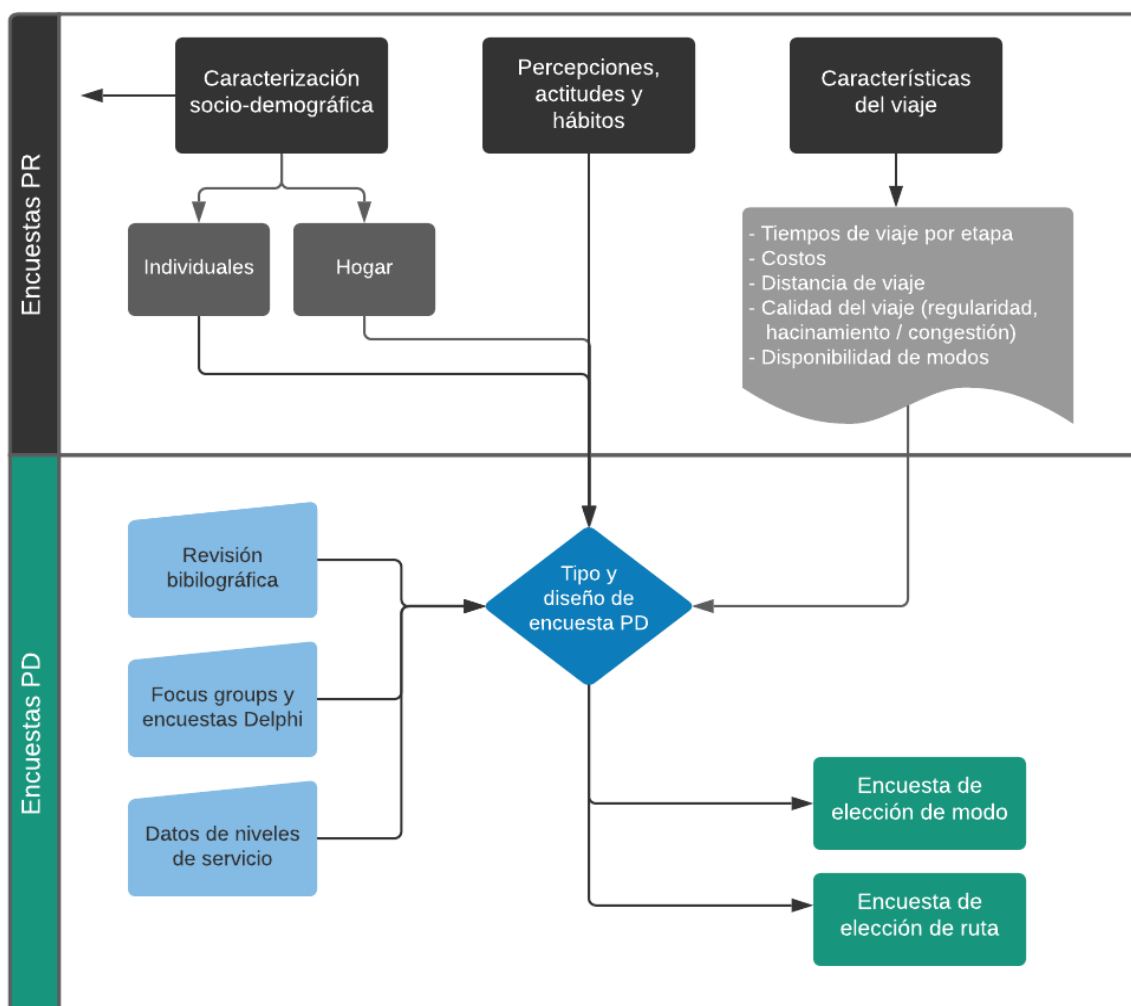
2. Tarea 2: Diseño de Instrumentos de Recolección de Información y Medición

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. Identificación Preliminar de Atributos

A continuación se realiza un breve listado de los principales atributos considerados en estudios internacionales sobre el VTV.

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.

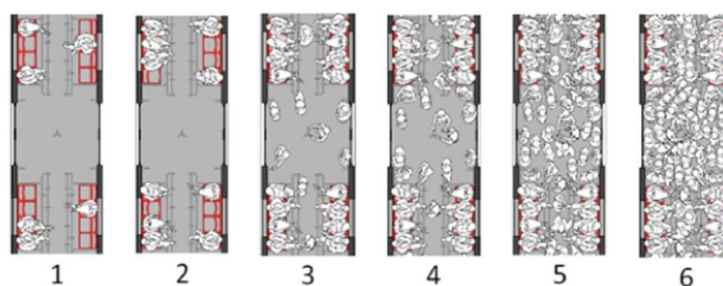
Para transporte público se pueden estudiar dos tipos de confiabilidad: para tiempo de viaje y tiempo de espera, este último está asociado a la frecuencia de despachos de cada servicio.

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. En la siguiente figura se presenta una representación gráfica del hacinamiento en transporte público.

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

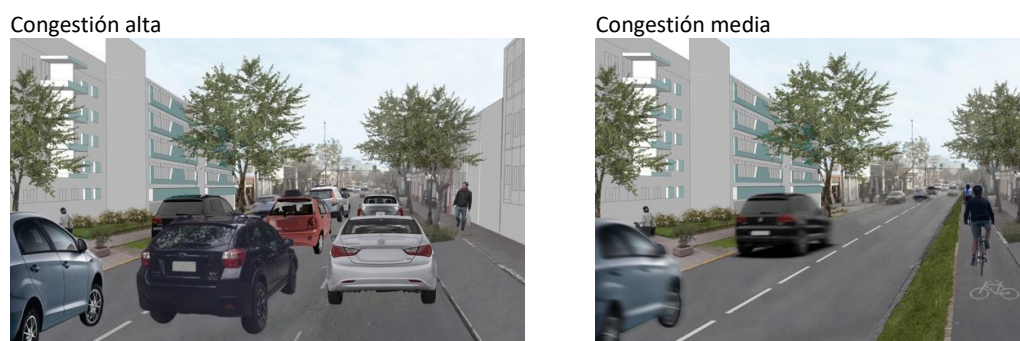


Fuente: Tirachini et al (2017)

En el caso de la calidad en avión, esta se ha medido por medio de la comodidad, como por ejemplo 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 la comodidad incluye la posibilidad de viajar en clase ejecutiva, la posibilidad de llevar equipaje facturado, realizar check-in online, entre otros.

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.

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



Fuente: Rossetti et al. (2018)

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

CUADRO 2-2: 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		
Confiablez en el tiempo de viaje	x	x	x	x	x	x
Calidad del viaje	x	x	x	x	x	x

Fuente: Elaboración propia.

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.

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.

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

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.

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

CUADRO 2-3: 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.

Las sesiones conceptualmente estaban divididas en tres momentos lógicos secuenciales. Los temas a tratar eran elección modal, elección de ruta y experiencia de viaje.

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 2-4: 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

Modo	Atributo
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.

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

CUADRO 2-5: 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

Atributo	Consideraciones
	- 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

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.

Para este efecto se han considerado las siguientes entrevistas:

CUADRO 2-6: 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	CONATACOH	15/06/2022

Fuente: Elaboración propia

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).

- **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 tarifada 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.

- **Servicios de transporte aéreo de pasajeros**

Dado que el sistema tarifario de los viajes aéreos es de carácter dinámico,¹ 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.

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.).

- **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.

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.

- **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.

¹ En la literatura esto se conoce como dynamic pricing, surge pricing, demand pricing, o time-based pricing.

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. Las rutas por las que circulan están definidas por la autoridad, por lo que no pueden buscar alternativas.

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. 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.

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 2-7: 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.

La segunda Encuesta de Delphi buscó 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.

Los resultados de la encuesta se resumen a continuación

- 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 competentes 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.

2.1.4.1. 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

- 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. 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

Para el levantamiento de encuestas, a realizar en la vía pública o centros de intercambio modal, se considera el empleo de encuestadores provistos de una tablet o celular de pantalla grande, los que captarán 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 propuso 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), estableciendo un contacto posterior para hacerle llegar una encuesta de preferencias declaradas adecuada a las características del viaje realizado (encuesta PD). Este enfoque permitía evitar el cansancio del encuestado al destinar la primera etapa a obtener información básica de viajes potencialmente de interés del estudio. Durante el desarrollo de la aplicación se vio que este enfoque presentaba una bajísima tasa de respuesta, por lo que se optó por realizar una encuesta única que combinaba ambas partes PR y PD.

De acuerdo a la información del viaje que realiza la persona, y los niveles de muestra requeridos, se determinaba si se aplicaba una encuesta de PD de características urbanas o bien una de larga distancia.

Se explora 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.

Adicionalmente, se considera efectuar encuestas orientadas a viajeros de larga distancia, 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**.²

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.

La sección de caracterización sociodemográfica tiene las siguientes consultas:

² Detalles sobre la estratificación considerada se encuentran en la Tarea 3.

CUADRO 2-8: 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.

La sección de características del viaje 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.

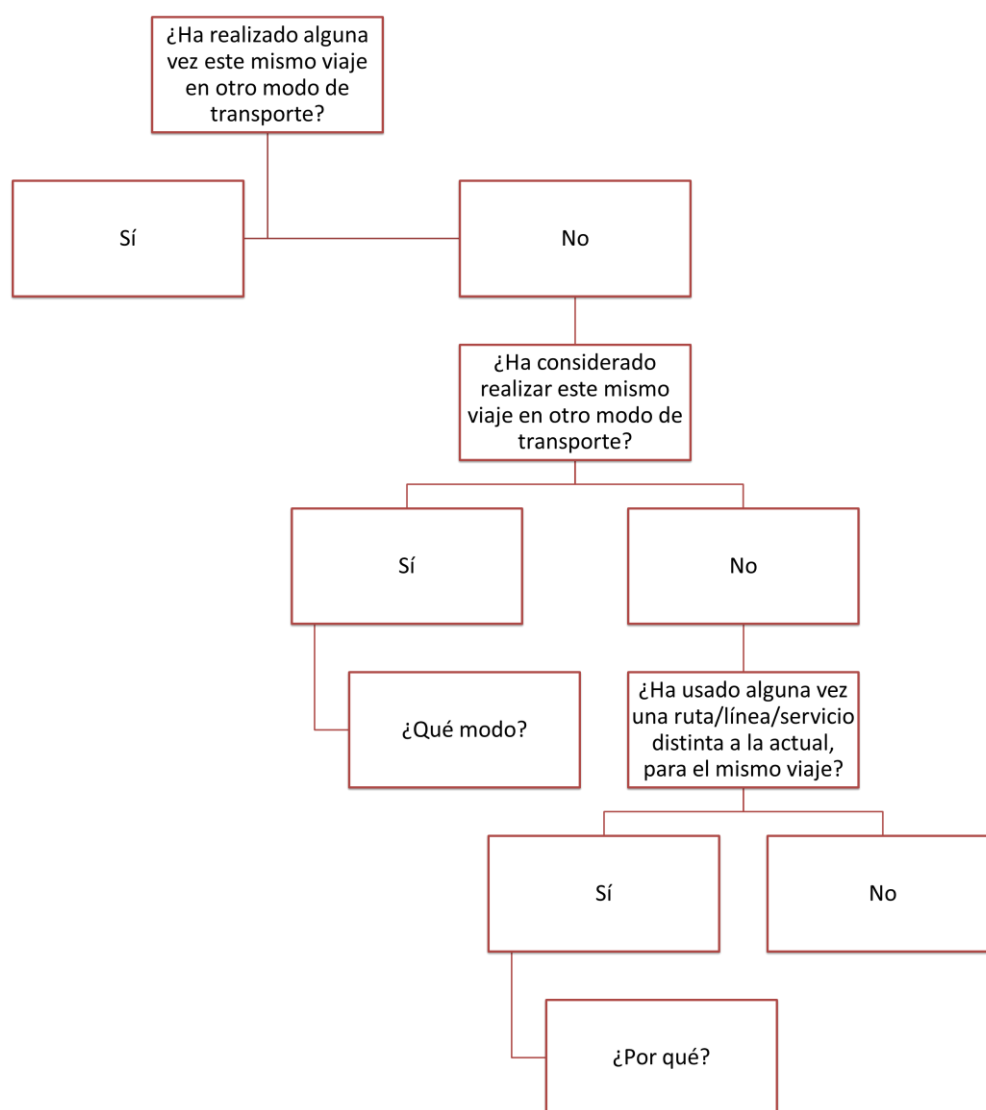
- **Módulo B.3 Caracterización del viaje de larga distancia más reciente**

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.

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



Fuente: Elaboración propia.

La Sección de Percepciones, Actitudes y Hábitos 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.

Finalmente, se considera la implementación de la encuesta 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:

- Preguntas de caracterización básica

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 dependen de los modos, orígenes y destinos y niveles de servicio del viaje referencial.

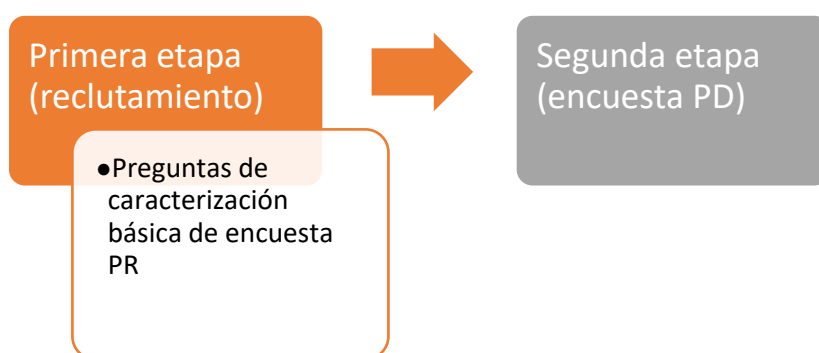
- Preguntas complementarias

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.

2.4. Diseño Encuesta PD

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

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.

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 2-9: 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 ^{Error! Marcador no definido.}	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.

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 viaje es este tipo de servicio.

2.4.1. Insumos para el Diseño Inicial de Encuestas PD

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. 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 2-10: 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.

Los valores medios de los atributos se generaron inicialmente la información reportada en la Encuesta Origen Destino del 2012 del Gran Santiago (EOD-2012), considerando los modos auto, taxi, taxi colectivo y transporte público, que agrupaba bus, metro y metrotren. Se utilizó la API de Google para validar los tiempos de viaje, observándose que los valores medios y la dispersión de los tiempos de viaje podían conducir a la presentación de escenarios inconsistentes en las encuestas. De esta forma se incorporaron restricciones adicionales para la generación de tiempos de viaje a mostrar en las encuestas, usándose valores de referencia proveniente de estimaciones en condiciones de flujo libre, congestión y hora valle obtenidos de la API de Google.

2.4.2. Diseños Iniciales de Encuestas PD

a) Auto

Experimento 1: Confiabilidad

Considerando 10 segmentos de tiempos de viaje, 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. 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.

El costo del viaje es estimado según la distancia del viaje, con un costo promedio de \$150/km, valor testeado en los grupos focales.

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, 2006), 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.

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

$$\begin{aligned} t_i &= t_x + q_{time} + sd_x \cdot sd(q_{time}) \cdot \widehat{ran\tilde{g}o}_{sd}, & \text{si } q_{time} < 10 \\ t_i &= t_x \cdot q_{time} + sd_x \cdot sd(q_{time}) \cdot \widehat{ran\tilde{g}o}_{sd}, & \text{si } q_{time} \geq 10 \end{aligned}$$

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

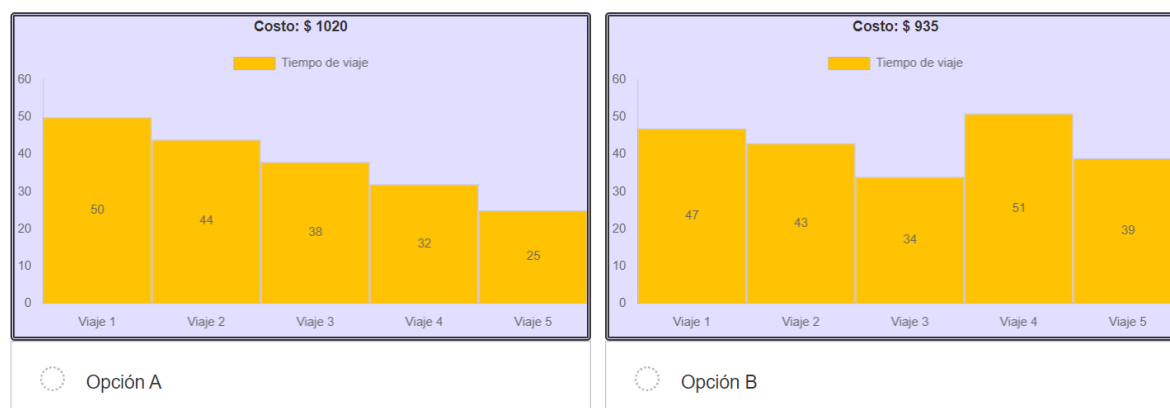
$\widehat{ran\tilde{g}o}_{sd}$: Vector de variación igual a (-0.471, 0, 0.471, 0.493, 1.414)

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

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 se usa el pivote para el tiempo de viaje para el 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 2-6: 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.

Experimento 2: Calidad

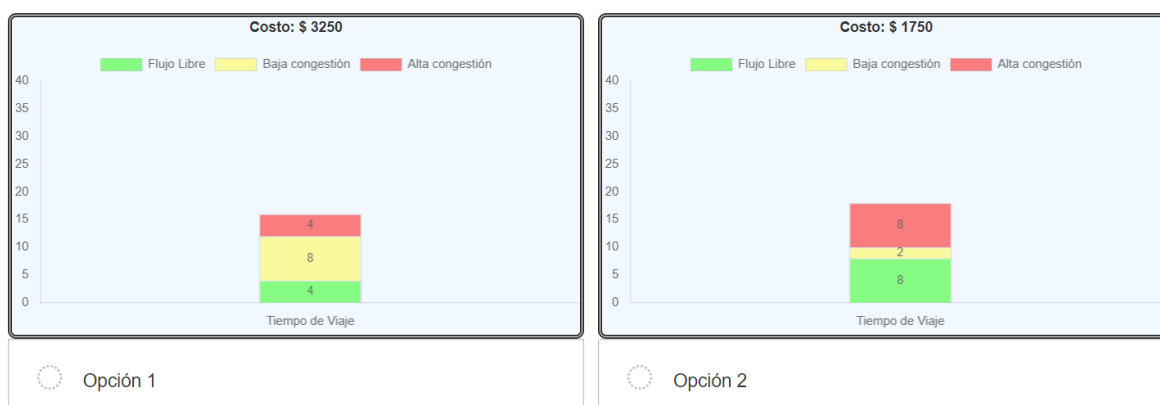
En el caso del experimento 2, la metodología consiste en calcular, para un par OD específico, el tiempo a flujo libre en auto usando la API de Google Maps (en un horario de poco tráfico, como las horas de la madrugada). Ese tiempo luego se pivotea para generar el experimento.

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.

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).

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 2-7: DISEÑO INICIAL - EJEMPLO SITUACIÓN DE ELECCIÓN, ENCUESTA CALIDAD-AUTO



Fuente: Elaboración propia.

Experimento 3: Calidad/Confiabilidad conjunta

Ante la eventual inconsistencia (Hess et al., 2020) en las estimaciones de valor del tiempo de los experimentos de calidad y de confiabilidad, se planteó incorporar un diseño donde se evaluara tanto la confiabilidad del viaje como la calidad, donde el tiempo de viaje se descompone de manera similar a la del experimento 2.

FIGURA Nº 2-8: EJEMPLO ENCUESTA 3 PARA AUTO CON DESCOMPOSICIÓN DEL TIEMPO DE VIAJE



Fuente: Encuesta en SurveyEngine.

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.

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:

$$t_i = t_x + q_{time} + sd_x \cdot sd(q_{time}) \cdot rango_{sd}, \quad si \ q_{time} < 10$$

$$t_i = t_x \cdot q_{time} + sd_x \cdot sd(q_{time}) \cdot rango_{sd}, \quad si \ q_{time} \geq 10$$

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

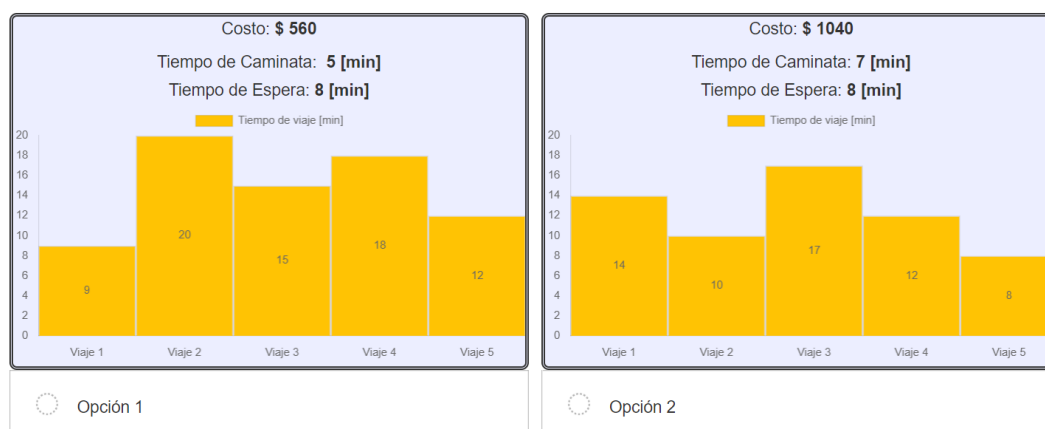
$rango_{sd}$: Vector de variación igual a (-0.471, 0, 0.471, 0.493, 1.414)

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

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.

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 2-9: DISEÑO INICIAL - EJEMPLO SITUACION DE ELECCION ENCUESTA CONFIABILIDAD TRANSPORTE PÚBLICO

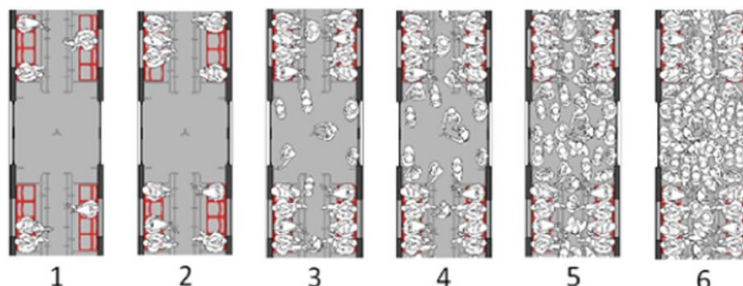


Fuente: Elaboración propia.

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:

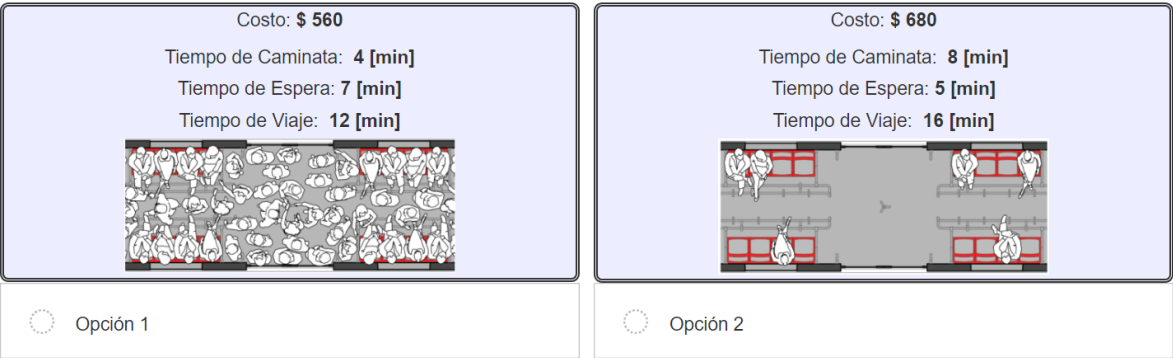
FIGURA Nº 2-10: DISEÑO INICIAL - EJEMPLO DE NIVELES DE HACINAMIENTO EN TRANSPORTE PÚBLICO



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 2-11: DISEÑO INICIAL - EJEMPLO SITUACION DE ELECCION ENCUESTA CALIDAD TRANSPORTE PÚBLICO



Fuente: Encuesta en SurveyEngine.

c) Taxi Colectivo

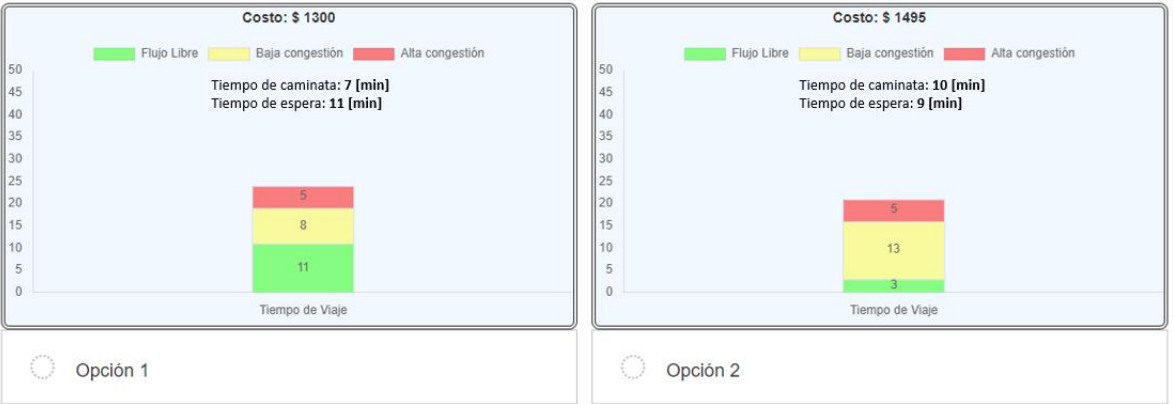
Experimento 1: Confiabilidad

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.

Experimento 2: Calidad

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 2-12: 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, cambian los valores absolutos del tiempo de acceso y de la espera.

Experimento 2: Calidad

Al igual que el experimento 2 de auto, a los usuarios de taxi se presenta las 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.

e) Bicicleta

Para el caso de los usuarios de la bicicleta se plantea incorporar dos 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.

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

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

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

FIGURA Nº 2-11: EJEMPLO SITUACION DE ELECCION ENCUESTA BICICLETA PROPIA

Tiempo de Viaje: 15 [min] Costo: \$ 500 Sin facilidades  Cicletero con guardia  ☐ Opción 1	Tiempo de Viaje: 17 [min] Costo: \$ 900 Ciclovía segregada  Cicletero en jaula  ☐ Opción 2
---	---

Fuente: Encuesta en SurveyEngine.

FIGURA Nº 2-12: EJEMPLO SITUACION DE ELECCION ENCUESTA BICICLETA PÚBLICA

Tiempo de Caminata: 9 [min] Tiempo de Viaje: 15 [min] Costo: \$ 200 Ciclovía segregada  ☐ Opción 1	Tiempo de Caminata: 13 [min] Tiempo de Viaje: 11 [min] Costo: \$ 400 Sin facilidades  ☐ Opción 2
---	--

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 generó un experimento de elección de modo. A continuación, se presenta un ejemplo de las funciones de utilidad que podrían ser consideradas para tales efectos.

$$\begin{aligned}
 U_{bus} &= \beta_t TV + \beta_C Cost + \beta_{tAcc} Acc + \beta_{Salidas} Salidas \\
 U_{auto} &= \beta_t TV + \beta_C Cost \\
 U_{tren} &= \beta_t TV + \beta_C Cost + \beta_{tAcc} Acc + \beta_{Salidas} Salidas \\
 U_{avion} &= \beta_t TV + \beta_C Cost + \beta_{tAcc} Acc
 \end{aligned}$$

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 2-13: 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 N° 2-13: EJEMPLO SITUACION DE ELECCION ENCUESTA MODAL INTERURBANA

 BUS	 AUTO	 TREN
Tiempo de Acceso: 0h 18m Tiempo de Viaje: 1h 21m Costo de Acceso: \$ 800 Costo del Pasaje: \$ 3100 15 salidas por hora	Tiempo de Viaje: 1h 18m Costo Total: \$ 15200	Tiempo de Acceso: 0h 22m Tiempo de Viaje: 1h 36m Costo de Acceso: \$ 800 Costo del Pasaje: \$ 5200 1 salida por hora

Fuente: Encuesta en SurveyEngine.

g) Resumen de Diseños

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

CUADRO 2-14: 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.

2.4.3. Pre test Encuestas PD

Se probaron los experimentos de PD diseñados para 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 analizó para cada uno los siguientes tópicos: la percepción de los experimentos, las elecciones realizadas en los experimentos y los modelos estimados a partir de la información recolectada.

En base a estos análisis, se validaron, replantearon o descartaron 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.

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 se corresponden con 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 a presentar descritos anteriormente.

Los objetivos del pre test 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.

También importaba analizar los efectos de posible dominancia entre el tiempo de viaje y costo, encontrándose que los encuestados realizaban *trade off* entre tiempo medio presentado. La variabilidad parece no ser tomada en consideración, debido a que hay escasa varianza en elecciones cuando hay dominancia de tiempo medio y costo.

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.

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

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.

Se encontró que el experimento de calidad es percibido significativamente como más realista que el de confiabilidad. Cuando se presentó calidad primero, hubo mejor percepción de comprensión, realismo y plausibilidad.

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. Se pudo observar que los encuestados realizan *trade off* entre tiempo medio presentado y el costo, y que 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.

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 2-15: 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

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 propuso eliminar uno de los atributos del diseño experimental y volver a generar los diseños eficientes.

En cuanto a los experimentos se obtuvo 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.

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.

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. El experimento de bicicleta propia también fue bien recibido.

Otro aspecto relevante del pre test era el análisis de las respuestas ante los experimentos de PD. Se observa que en orden decreciente los atributos considerados por experimento son los siguientes:

CUADRO 2-16: 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 rutas distintas a las clásicas de costo y tiempos.

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). En 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 2-17: 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.

En general la implementación del experimento de bicicletas fue muy bien recibido debido a las mejoras que se incorporaron posterior a los comentarios recibidos anteriormente. 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 es cero para todos los estacionamientos presentados.

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, 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 origen-destino 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 como variables de decisión en las encuestas, y no como variables de segmentación propiamente tales.

3.1.1. 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 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 metrotren³ 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

³ 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.

3.1.2. 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 3-1: CATEGORIZACIÓN PRELIMINAR DE LOS VIAJES POR MODO Y DISTANCIA

Longitud del viaje	D1	D2	D3	D4	D5
Modo					
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 aun, 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 se define una vez que el diseño experimental ha sido aprobado, considerando al menos 30 encuestas para cada segmento. Dado que se estimaron 42 categorías preliminares de viajes, se propone el levantamiento de 1260 encuestas en total. Adicionalmente, se contemplan al menos 30 encuestas a empleadores, para la caracterización del VTV de los viajes por trabajo/negocios, con lo que el total asciende 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 contempla 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

En una primera etapa, se propuso el levantamiento de información lugares presentados en el cuadro siguiente. 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.

CUADRO 3-2: 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.

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 deben realizar en aeropuertos, pero 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).

3.3.2. Identificación de Lugares para Encuesta Piloto

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.

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 SurveyEngine 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%

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 Angeles	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
San Carlos	1		3	1	5

Ciudad	Auto	Avión	Bus	Tren	Total
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.

Etapas 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.

Etapas 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 resultados⁴.

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%.

⁴ 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, 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]	Merms 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 merms 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 merms 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

La encuesta PD se levantó de utilizando diversas metodologías utilizando la plataforma SurveyEngine. Estas son: presencial, online y mixto en dos etapas. 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 4-11: 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)	478-0
	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 4-12: 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 4-13: 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 4-14: MUESTRA ALCANZADA POR ENCUESTA SEGÚN MODO PARA VIAJES DE LARGA DISTANCIA

Encuesta	Método	Total	Modo			
			Bus interurbano	Tren	Avión	Auto
2 Etapas	Mixto	478*	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.

4.3.1. Caracterización de la Muestra de Viajes de Corta Distancia

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.

4.3.2. Caracterización de la Muestra de Viajes de Larga Distancia

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.

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.

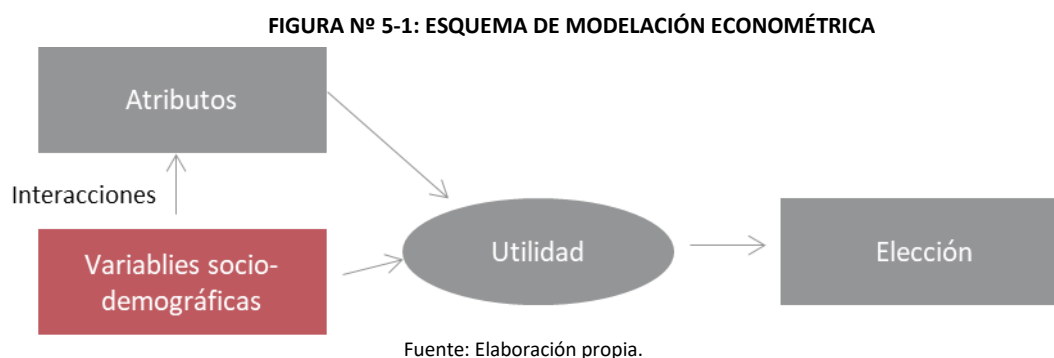
5. Tarea 5. Estimación de Modelos y Derivación de Valores del Tiempo de Viaje

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.



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 **fuentes de recolección de información** en la función de utilidad y en específico en el valor del tiempo.

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. 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).

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.

5.2.1. Viajes de Corta Distancia

Los valores del tiempo y el intervalo de confianza por categorías de interés (significativas) se derivan de los resultados presentados para viajes de corta distancia.

Los resultados obtenidos se presentan en los siguientes cuadros. Estos han sido calculados de acuerdo al modelo final de cada modo.

CUADRO 5-1: 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 5-2: 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 5-3: 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 5-4: 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 5-5: 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 5-6: 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].

5.2.2. Viajes de Larga Distancia

Los valores del tiempo y el intervalo de confianza se derivan de los resultados presentados para viajes de larga distancia.

CUADRO 5-7: 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.

6. Tarea 6. Diseño Definitivo y Conclusiones

6.1. Principales Resultados y Conclusiones

Los instrumentos diseñados para obtener valores del tiempo de viaje han resultado suficientes para la estimación de los parámetros incluidos en algunos experimentos. 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 a la irrelevancia de los atributos.

Dados los resultados obtenidos revisados, se recomienda utilizar los diseños experimentales para transporte público, auto, taxi y taxicolectivo con recomendaciones indicadas en el informe. La pertinencia de utilizar el diseño de bicicleta pública requiere de un análisis relativo a su potencial de aplicación. En caso de los experimentos para viajes de larga distancia la recomendación es utilizar los diseños generados pero tener especial cuidado con la eficiencia de estos.

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

Se realizó un análisis de eficiencia de los experimentos, determinando las cuotas mínimas necesarias por segmento. En general se observan reducciones significativas de las muestras requeridas producto de las encuestas piloto realizadas en este estudio. De los resultados se obtienen algunos tamaños muestrales excesivos, lo que hace conveniente eliminar algunas variables en los futuros experimentos.

- 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 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.
- 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.
- En el caso de los viajes de larga distancia 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. 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.

En el presente estudio se probaron varias modalidades de levantamiento de información, descartándose la opción de generar la encuesta en dos etapas por la bajísima tasa de respuesta a la segunda etapa, 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 pivotada 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, considerando opciones de pago para estas últimas, 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.

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 una distinción entre estos tipos de viaje.

6.2. Principales Aprendizajes del Estudio

Dentro de los principales aspectos a destacar entre los aprendizajes que entrega un estudio de estas características, están:

- **Validez de atributos referenciales:** Los datos de la Encuesta Origen Destino, inicialmente utilizados para los diseños experimentales, no fueron adecuados. Para corregir esto hubo que utilizar información de tiempos de viaje disponibles en API de Google, disponible para las principales urbes (Gran Santiago, Gran Valparaíso, Gran Concepción) con mayor o menor número de modos.
- **Tiempos de respuesta:** Los tiempos de respuesta promedio de las encuestas se encuentran entre 13 – 30 minutos, asociado a la cantidad de preguntas requeridas.
- **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 mal desempeño en sectores con pobre cobertura de internet. Se requeriría que la aplicación a utilizar se levante en un servidor local, mediante un desarrollo informático propio asociado al levantamiento.
- **Segmentación por propósitos de viaje:** Los viajes con propósito “por trabajo” fueron los con menor muestra alcanzada. 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 viajes de larga distancia estos viajes pueden encontrarse en centros de intercambio modal, por lo que se podría considerar mantener los 3 propósitos “habitual”/“por trabajo”/“no habitual”.
- **Segmentación por distancia de viaje:** Se utilizaron 3 rangos de distancia para viajes cortos y 2 rangos para viajes de larga distancia. A partir de los resultados, se recomienda combinar los rangos de distancia más corta: 0-15 km, 15-40 km, 40-400 km y más de 400 km.
- **Segmentación por ingreso:** La tasa de no respuesta para el ingreso individual fue de 70%, mientras que para el ingreso del hogar fue de un 20%, por lo que se recomienda esta última consulta y probar con mecanismos de imputación para las personas que no respondan el ingreso, 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)

7. Bibliografía

- 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.
- 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.
- 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
- 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.
- Manski, C. F., Lerman, S. R. (1977). The estimation of choice probabilities from choice based samples. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1977-1988.
- 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).
- 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.
- 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>
- 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.