PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA

VALORACIÓN DE ELEMENTOS DE ACCESIBILIDAD EN EL SISTEMA DE BUSES URBANOS DE SANTIAGO A TRAVÉS DE PREFERENCIAS DECLARADAS

ELIZABETH CONSTANZA PEÑA CEPEDA

Tesis para optar al grado de
Magister en Ciencias de la Ingeniería

Profesor Supervisor:
PATRICIA GALILEA ARANDA
SEBASTIÁN RAVEAU FELIÚ

Santiago de Chile, Enero, 2018

© 2018, Peña C., Elizabeth

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA

VALORACIÓN DE ELEMENTOS DE ACCESIBILIDAD EN EL SISTEMA DE BUSES URBANOS DE SANTIAGO A TRAVÉS DE PREFERENCIAS DECLARADAS

ELIZABETH CONSTANZA PEÑA CEPEDA

Tesis presentada a la Comisión integrada por los profesores:

PATRICIA GALILEA ARANDA

SEBASTIÁN RAVEAU FELIÚ

RICARDO HURTUBIA GONZÁLEZ

JUAN ANTONIO CARRASCO MONTAGNA

RODRIGO CIENFUEGOS CARRASCO

Para completar las exigencias del grado de
Magister en Ciencias de la Ingeniería

Santiago de Chile, Enero, 2018

A Miguel, Marcela y Christopher, por apoyarme siempre de manera incondicional

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera agradecer a mis profesores supervisores, Patricia Galilea y Sebastián Raveau, por guiarme y estar presentes durante toda la investigación. Ambos mostraron un compromiso increíble y lograron orientarme en los momentos de mayor incertidumbre. Adicionalmente, me gustaría agradecer al profesor Juan Carlos Muñoz, por motivarme a escoger la especialidad, a la profesora Lake Sagaris, por mostrarme un poco de la academia más allá de lo ingenieril, y al profesor Juan de Dios Ortúzar, por su ayuda en la elaboración de la encuesta.

Agradecer a mi familia por todo el apoyo y la oportunidad de llegar hasta aquí. A Myriam y Carlos por siempre estar presentes. De la misma forma, quiero agradecer a todos mis amigos quienes entendieron más de una vez que debía rechazar panoramas para trabajar en la investigación. Les agradezco su comprensión y cada mensaje de apoyo.

Un agradecimiento especial a la danza, en particular a la salsa, que muchas veces me ayudó a despejar y renovar tanto mis ideas como mis energías.

Quiero agradecer a los alumnos de postgrado, por el grato ambiente y la solidaridad que se genera allí, especialmente en el pasillo. Me gustaría agradecer de forma especial a Hernán Catalán, por "apadrinarme" en magíster, y a Nicolás Badiola, por tener la disposición y la paciencia para ayudarme con cada una de mis inquietudes.

Un agradecimiento particular a Arturo Quintanilla, quien fue parte esencial en la motivación y el desarrollo de esta investigación. Adicionalmente, quiero agradecer el trabajo realizado por Andrea Urbina, quien diseñó las imágenes utilizadas en la encuesta.

Por otro lado, quiero agradecer al Centro de Desarrollo Urbano Sustentable – CEDEUS, por el apoyo otorgado a esta investigación.

Finalmente, quisiera agradecer a todo aquel que contestó la encuesta y ayudó con su difusión.

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN 1
1.1 Necesidades y objetivos 2
1.2 Alcances de la Investigación 3
1.3 Estructura de la Tesis 3

2 MARCO TEÓRICO 6
2.1 Conceptos claves 6
2.1.1 Discapacidad 6
2.1.2 Movilidad Reducida 8
2.1.3 Accesibilidad 9
2.1.3 Diseño Universal 13
2.2 Modelos de Elección Discreta 14
2.3.1 Modelo Logit Multinomial (MNL) 16
2.3.2 Modelo Logit Ordinal (LO) 19
2.3.3 Modelo Logit Mixto (ML) 20
2.3 Valoración de los atributos 21
2.4 Encuestas de Preferencias Declaradas 22
2.5.1 Valoración de elementos DU a través de modelos de elección discreta 23
2.5 Diseño de Experimentos de Elección 25

3 DISEÑO DE LA ENCUESTA 27
3.1 Selección de elementos 27
3.2 Encuesta Piloto 30
3.2.1 Atributos y niveles 30
3.2.2 Pivote 31
3.2.3 Características de la encuesta piloto 31
3.2.4 Análisis y resultados de la encuesta piloto 35
3.2.5 Aprendizajes de la encuesta piloto 36
3.3 Encuesta Final 37
3.3.1 Atributos y Niveles 38
3.3.2 Pivotes 38
3.3.3 Características de la encuesta final 39
3.4 Recolección y análisis de la muestra 39
3.4.1 Edad 41
3.4.2 Sexo 41
3.4.3 Nivel Educacional 42
3.4.4 Actividad Principal 43
3.4.5 Modo de transporte 43
3.4.6 Características del hogar 44
3.4.7 Lexicográficos 46
3.4.8 Movilidad Reducida 47

4 RESULTADOS 53
4.1 Modelo Logit Multinomial (MNL) 53
4.2 Modelo Logit Ordinal (LO) 55
4.3 Inclusión de la Heterogeneidad 56
4.3.1 Modelo Logit Mixto 56
4.3.2 Variaciones sistemáticas en los gustos (VSG) 57
4.4 Valoración de atributos 60
4.4.1 MNL1 61
4.4.2 VSG1 62
4.4.3 VSG2 63
5 CONCLUSIONES 66
BIBLIOGRAFÍA 70
ANEXOS 75
ANEXO A: Principios del Diseño Universal 76
ANEXO B: Encuesta Final 78
ANEXO C: Abordando sesgo de ingreso 87
ANEXO D: Modelo VSG2-1 89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1:Evolución, en porcentaje, de la flota sin accesibilidad en Transantiago. 12
Figura 3-1: Ejemplo de situación de elección en encuesta piloto 33
Figura 3-2: Ejemplo de situación de elección en encuesta piloto, formato inclusivo 34
Figura 3-3: Distribución de los encuestados según rango de edad 41
Figura 3-4: Distribución de edades y sexo de los encuestados 42
Figura 3-5: Distribución de la muestra según nivel educacional 42
Figura 3-6: Distribución según modo de transporte del viaje actual a su actividad principal 43
Figura 3-7: Distribución de la muestra según número de personas por hogar (a la izquierda) y número de autos por hogar (a la derecha) 45
Figura 3-8: Distribución de la muestra según comuna del hogar del encuestado, las diez comunas con mayor frecuencia 46
Figura 3-9: Grado de dificultad declarado para llegar a los lugares que ha querido ir, debido a barreras del transporte (M1), para subir peldaños (M2) y para subir a un bus (M3), en porcentaje 48
Figura 3-10: Distribución de edades y sexo de los encuestados con MR 48
Figura 3-11: Distribución según nivel educacional de los encuestados con MR 49
Figura 3-12: Distribución según modo de transporte del viaje actual a su actividad principal 50
Figura 3-13: Distribución según comuna del encuestado con MR, las diez comunas con mayor frecuencia 52
Figura 6-1: Página 1 encuesta final online, presentación de la investigación 78
Figura 6-2: Página 2 encuesta final online 78
Figura 6-3:Página 3 encuesta final online, preguntas a priori del experimento 79
Figura 6-4: Página 4 encuesta final online, explicación del experimento de elección 79
Figura 6-5: Página 5 encuesta final online, primera situación de elección 80
Figura 6-6:Página 6 encuesta final online, segunda situación de elección 80

Figura 6-7: Página 7 encuesta final online, tercera situación de elección 81
Figura 6-8: Página 8 encuesta final online, cuarta situación de elección.....81
Figura 6-9: Página 9 encuesta final online, quinta situación de elección 82
Figura 6-10: Página 10 encuesta final online, sección relacionada con los elementos considerados por el encuestado para su elección 82
Figura 6-11: Pregunta P5 para el caso de haber considerado todos los elementos.....83
Figura 6-12: Página 10 encuesta final online, módulo de Movilidad 83
Figura 6-13: Página 11 encuesta final online, módulo de Salud.....84
Figura 6-14: Despliegue de pregunta S4.1 al contestar "si" en S4.....84
Figura 6-15:Página 12 encuesta final online, datos personales Parte I.....85
Figura 6-16: Página 12 encuesta final online, datos personales Parte II.....85
Figura 6-17: Página 12 encuesta final online, datos personales Parte III 86
Figura 6-18: Despliegue de la pregunta Z2.2 al contestar "si" en Z2 86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Clasificación de los paraderos de Transantiago según nivel de accesibilidad11
Tabla 2-2: Elementos valorados en sistemas de buses urbanos en el mundo 24
Tabla 2-3: Elementos DU valorados en la literatura, en pesos chilenos 25
Tabla 3-1: Atributos y niveles del diseño de la encuesta de piloto y sus signos esperados. 31
Tabla 3-2: Estimación de modelos MNL a partir de la encuesta piloto 35
Tabla 3-3 Estimación de modelo con variaciones sistemáticas en los gustos (VSG) a partir de la encuesta piloto 36
Tabla 3-4: Pivotes según modo para el tiempo basal (0%) 38
Tabla 3-5: Distribución de individuos lexicográficos en la muestra, según atributos 40
Tabla 3-6: Distribución de la muestra según Actividad Principal, en frecuencia y porcentaje 43
Tabla 3-7: Tiempo promedio, mínimo y máximo de viaje, según modo de transporte ...44
Tabla 3-8: Distribución según ingreso por hogar 45
Tabla 3-9: Distribución de la muestra según Actividad Principal, en frecuencia y porcentaje 49
Tabla 3-10: Tiempo promedio, mínimo y máximo de viaje, según modo para individuos con MR 50
Tabla 3-11: Distribución según ingreso por hogar, individuos con MR 51
Tabla 4-1: Resultados modelos MNL1 y MNL1-1 54
Tabla 4-2: Resultados modelo Logit Ordinal 55
Tabla 4-3: Resultados modelo Logit Mixto, a través de parámetros aleatorios 57
Tabla 4-4: Resultados modelos VSG1 y VSG1-1 58
Tabla 4-5: Resultados modelo VSG2 59
Tabla 4-6: Valoración de cada atributo 61
Tabla 4-7: Valoración de atributos según MR 62

Tabla 4-8: Valoración de atributos según MR, influencia de individuos lexicográficos, en minutos 63
Tabla 4-9: Valoración de atributos según modelo VSG2, en minutos 63
Tabla 4-10: Valoración de atributos según modelo VSG2-1, en minutos 64
Tabla 4-11: Valoración de atributos según ciertas características, en pesos chilenos 65
Tabla C-1: Valoración de atributos según MR, en minutos, abordando sesgo de edad y de ingreso, y diferencia porcentual con los resultados de la Sección 4.4.2 87
Tabla C-2: Valoración de atributos según modelo VSG2, en minutos, abordando sesgo de edad y de ingreso 87
Tabla C-3: Diferencia porcentual para valoraciones estimadas a partir del modelo VSG2 , abordando sesgo de edad y de ingreso, y las valoraciones estimadas en la Sección 4.4.3 88
Tabla D-4: Resultados modelos VSG2-1 89

RESUMEN

El sistema de buses urbanos de Santiago presenta varias deficiencias en términos de accesibilidad, especialmente para individuos con Movilidad Reducida. El objetivo de esta investigación es obtener valorizaciones de distintos elementos, congruentes con un Diseño Universal, que puedan ser utilizadas para mejorar la accesibilidad a este sistema, con un enfoque en las personas con Movilidad Reducida.

Las valoraciones fueron calculadas a partir de los modelos de elección discreta, los cuales fueron estimados con datos provenientes de una encuesta de preferencias declaradas. Los encuestados debieron escoger entre dos paraderos, los cuales presentaban distintos niveles de accesibilidad según sus atributos. Los elementos valorados corresponden a información audiovisual en paraderos, elevación de piso en paraderos y rampa de acceso a buses.

Las disposiciones al pago se diferenciaron según: i) la presencia de Movilidad Reducida, ii) características específicas relacionadas con ciertas dificultades a la hora de movilizar, como por ejemplo el uso de muletas, de sillas de ruedas, entre otros. Los resultados muestran que, por una parte, los individuos con Movilidad Reducida valoran el doble los elementos de accesibilidad que las personas sin dificultades en su movilidad. Mientras que, por otra parte, cuando diferenciamos según características más específicas relacionadas a la Movilidad Reducida, como por ejemplo el uso de silla de ruedas, las valoraciones pueden incluso ser hasta cinco veces más grandes en comparación con otros individuos. Estos resultados evidencian que existe heterogeneidad en la valoración de elementos de accesibilidad, pero que sin embargo, estas corresponde a beneficios que actualmente no se están considerando.

Finalmente, se espera que estos resultados contribuyan a la discusión sobre incorporar las valoraciones de estos elementos en la evaluación social de proyectos y que esta investigación incentive distintas líneas de investigación.

Palabras Claves: preferencias declaradas, movilidad reducida, Diseño Universal.

ABSTRACT

The bus system of Santiago has several deficiencies in terms of accessibility, especially for people with Reduced Mobility. The objective of this research is to obtain the valuation of different elements, which are congruent with a Universal Design, that can be used to improve accessibility to this system, with a focus on people with Reduced Mobility.

The valuations were calculated from discrete choice models, which were estimated from a stated preferences survey. Respondents had to choose between two bus stops presenting different levels of accessibility according to their attributes. The elements correspond to audiovisual information in bus stops, elevation of floor in bus stops and access ramp to buses.

The willingness to pay were differentiated according to: i) the presence of Reduced Mobility, ii) specific characteristics related with some difficulties to move, such as the use of crutches, wheelchairs, among others. The results show that, on the one hand, individuals with Reduced Mobility value twice as much the accessibility elements than people without difficulties in their mobility. While, on the other hand, when we differentiate according to more specific characteristics, such as the use of wheelchairs, we can obtain valuations up to five times larger compared to other individuals.

These results show that there is heterogeneity on the valuations of accessibility elements, even though these are benefits that are not currently being considered.

Finally, it is expected that these results contribute to the discussion on how to incorporate the valuations of these elements in the social evaluation of projects and that this research will motive different lines of research.

Keywords: stated preferences, reduced mobility, Universal Design.

1 INTRODUCCIÓN

La accesibilidad, principalmente en torno al concepto de inclusión, cada vez toma más relevancia a la hora de planificar y construir la ciudad. Si bien estos desafíos abarcan un amplio espectro, una de sus aristas más importantes es el transporte, ya que permite que los individuos se desplacen y realicen las actividades que deseen, y así obtener una mejor calidad de vida (Tyler, 2006).

Miralles y Cebollada (2003) proponen entender la accesibilidad como la facilidad con que cada persona puede superar la distancia entre dos lugares para así ejercer su derecho como ciudadano. A partir de esto, es fácil entender que la accesibilidad es un prerrequisito para la participación social de todos los ciudadanos (Lid y Solvang, 2016), especialmente para quienes presentan algún grado de discapacidad o Movilidad Reducida (MR). A su vez, la accesibilidad al transporte público toma una mayor relevancia si se considera que cierta proporción de usuarios son cautivos de este modo y no cuentan con más alternativas para trasladarse, por lo que no poder acceder al transporte público los segrega de la sociedad.

Entonces, el Diseño Universal (DU) ha ganado un espacio dentro de la planificación de transporte en zonas urbanas. Particularmente, el sistema de transporte público de Santiago presenta varias carencias en términos de accesibilidad para las personas con MR. Aunque el sistema de buses urbanos de Santiago, Transantiago, ha logrado algunos progresos en el desplazamiento de personas con MR, aún falta mucho por mejorar. En el año 2012, cerca del 80% de los paraderos de Transantiago y el 23% de sus buses no contaban con elementos de accesibilidad (DTPM, 2012).

Estas carencias requieren aún mayor atención si se considera el contexto en el que se encuentran. Por una parte, existe un cambio de paradigma en el concepto de discapacidad, ya que este no alude únicamente a los impedimentos de un individuo a partir de una enfermedad, sino que también corresponde a la interacción entre las distintas capacidades

individuales y las barreras que presenta el entorno (Lid y Solvang, 2016). Por otra parte, existe un notorio envejecimiento de la población chilena. Según proyecciones del Instituto Nacional de Estadística, para el año 2020 se estima que cerca del 11,9% de la población corresponderá a personas de la tercera edad (mayor a 65 años), mientras que para el 2050 se espera que esta proporción aumente a 21,6%. Por lo tanto, se tendría un aumento en los viajeros ancianos, quienes suelen presentar enfermedades relacionadas con la edad que dificultan su movilidad (Karekla et al., 2011).

A su vez, para promover mejoras en términos de accesibilidad, en febrero del 2010 se promulgó la Ley 20.422, cuyo objetivo es asegurar el derecho a la igualdad de oportunidades a personas con discapacidad y obtener su inclusión social. En función de esto, se concluye que el sistema de transporte debe apuntar hacia un DU que sea capaz de entregar accesibilidad e independencia a la mayor cantidad de personas posibles. De esto nace la motivación para desarrollar esta investigación.

A continuación, se definen los objetivos principales, específicos, alcances y estructura de la investigación.

1.1 Necesidades y objetivos

En función de lo expuesto, se requiere abordar ciertas necesidades en cuanto a la accesibilidad del transporte público, particularmente entorno a las personas con algún grado de discapacidad o MR, a lo largo de esta investigación.

El objetivo principal es conocer la valorización de distintos elementos que mejoren la accesibilidad del sistema de buses urbanos del transporte público en Santiago, con un enfoque en las personas con MR. A partir de los resultados que se obtengan, se espera contribuir a la discusión de cómo incorporar las valoraciones de estos elementos en la evaluación social de proyectos de transporte en Chile.

A su vez, se espera cumplir con los siguientes objetivos específicos:

- Identificar elementos, propios del DU, que mejoren la accesibilidad del sistema de buses urbanos de Santiago
- Encontrar la valoración de estos elementos
- Identificar qué elementos son los más valorados, considerando o no algunas características específicas de los individuos, como la MR

1.2 Alcances de la Investigación

Al no existir investigaciones similares dentro del contexto chileno, relacionadas a la valoración de elementos propios del DU en torno a la accesibilidad de un sistema de buses urbanos, y ante la imposibilidad de valorarlo todo, el alcance radica en la cantidad de atributos urbanos que se valorarán. Este experimento solo se acotará a tres elementos: información audiovisual en paradero, elevamiento de piso de paraderos y rampa de acceso en buses. No obstante, valorar una cantidad reducida de elementos facilita distinguir los efectos de los atributos en las decisiones de las personas (Ortúzar y Willumsen, 2011).

La metodología considera difundir y aplicar la encuesta vía web, por lo que existe un sesgo de alcance a la hora de querer encuestar a personas que no cuenten con acceso a internet o que no suelan estar conectados a redes sociales. Sin embargo, al considerar que 84 de cada 100 habitantes tienen acceso a internet (SUBTEL, 2016) y que el 72% y el 59% de la población utiliza frecuentemente redes sociales como Whatsapp y Facebook (PUC y GfK, 2016), respectivamente, dicho sesgo no abarca a una proporción muy alta de la población.

El experimento de elección presenta las alternativas a través de imágenes. Si bien, estas pueden representar el escenario de manera más exacta que el texto, dado que explicitan de manera gráfica las características de los elementos, también están lejos de ser una

representación completamente realista, ya que carecen de volumen, textura, temperatura y sonido (Hurtubia et al., 2015). En función de esto, es fácil entender que las imágenes pueden ser percibidas de distintas maneras por los encuestados, por lo que el experimento queda sujeto a la interpretación subjetiva de cada individuo (Navarro, 2016). Para evitar dicha subjetividad, se optó por explicitar las características de las imágenes a través de una tabla, con el fin de enfatizar en los atributos de interés y, a su vez, poder explicar parte del funcionamiento que no es capaz de reflejar una imagen estática.

1.3 Estructura de la Tesis

El contenido de esta tesis se estructura en cinco capítulos. El primer capítulo introduce brevemente el tema a investigar y su contexto. Luego, se detallan los objetivos generales y específicos de la tesis, como también se señalan los principales alcances de la investigación.

El segundo capítulo presenta el marco teórico en el que se desenvuelve esta investigación. Primero, se definen algunos conceptos claves, para luego realizar una revisión de la literatura en cuanto al uso de encuestas de preferencias declaradas y los modelos de elección discreta.

El tercer capítulo describe el diseño de la encuesta de preferencias declaradas. Se detalla principalmente el proceso de selección de los elementos a valorizar y la elaboración de la encuesta, se presentan también algunos aprendizajes de la versión piloto y las características de la versión final de la encuesta. A su vez, se describe el proceso de recolección de datos y se detallan las características de la muestra obtenida.

En el cuarto capítulo se presentan los resultados de los modelos de elección discreta, junto con las valoraciones de los elementos seleccionados. Además, se desarrolla un análisis de

los resultados obtenidos, destacando la inclusión de heterogeneidad de las preferencias a través de las características socioeconómicas de los individuos.

Finalmente, en el quinto capítulo se mencionan las conclusiones, junto con futuras líneas de investigación

2 MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentará el marco teórico en el que se basa esta investigación. En primer lugar, se definirán algunos conceptos claves con el objetivo establecer un marco conceptual claro, conciso y que evite confusiones durante el desarrollo de la investigación. Luego, se realizará una síntesis de la metodología a utilizar, centrándose en los modelos de elección discreta, la valoración de atributos y las encuestas de preferencias declaradas.

2.1 Conceptos claves

A continuación, se hará una pequeña revisión de la literatura entorno a cuatro conceptos claves de esta investigación: discapacidad, MR, accesibilidad y DU. Este marco conceptual es necesario para abordar la metodología de trabajo que se expondrá más adelante.

2.1.1 Discapacidad

La definición del concepto de discapacidad varía ampliamente entre distintas disciplinas. Esto se debe a que, a nivel teórico, definir discapacidad puede tener grandes repercusiones sociales, económicas y políticas (Mitra, 2006). Por esto, existen varios modelos que buscan definir la discapacidad, entre los cuales destacan el Modelo Médico y el Modelo Social.

En el Modelo Médico o Rehabilitador, la discapacidad se entiende como un problema del individuo que es causado directamente por una enfermedad o una condición de salud que requiere cuidados médicos, como un tratamiento y rehabilitación. Se caracteriza por ser un modelo normativo, que apunta hacia lo estándar, es decir, busca el individuo sea lo "más normal posible" (Mitra, 2006; Toboso y Arnau, 2008; Palacios, 2008).

En cambio, el Modelo Social nace en rechazo al modelo anterior y define discapacidad como una construcción social, es decir, ya no es un atributo del individuo, sino que es una condición creada por el entorno social, el cual es formado en gran parte por políticas públicas que condicionan la experiencia de vivir con una discapacidad (Putnam, 2005; Mitra, 2006; Palacios, 2008). A su vez, este modelo sostiene que las personas con discapacidad pueden aportar a la sociedad más o al menos lo mismo que el resto de las personas, especialmente en temas relacionados a la inclusión y la aceptación de la diferencia (Palacios, 2008). A partir del Modelo Social, se distinguen dos conceptos: deficiencia y discapacidad. La deficiencia es entendida como la condición del cuerpo y de la mente del individuo, mientras que la discapacidad se refiere a las restricciones sociales que él experimenta (Palacios, 2008).

En el año 2001, la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF), cuyo objetivo es estandarizar conceptualmente la salud y sus estados. En este documento se define discapacidad como la relación entre "*la condición de salud de una persona* (…) *y los factores externos que representan las circunstancias en las que vive esa persona* (OMS, 2001)". A partir de esto se deduce que un entorno con barreras restringirá el desempeño del individuo.

Bajo el contexto nacional, el II Estudio Nacional de Discapacidad (2016) define el concepto de discapacidad, basándose en la CIF, como "una construcción simbólica, un término genérico y relacional que incluye condiciones de salud y déficits, limitaciones en la actividad, y restricciones en la participación". En base a lo anterior, se considera como "Persona en Situación de Discapacidad" a todo individuo que, en relación a sus condiciones de salud física, psíquica, intelectual, sensorial u otras, y al interactuar con diversas barreras contextuales, actitudinales y ambientales, presentan restricciones en su participación plena y activa en la sociedad.

En esta investigación el concepto de discapacidad será entendido desde un enfoque social, en el que el entorno es el que restringe al individuo, por lo que es el entorno el que debe ofrecer mejores condiciones para quienes presenten algún tipo de deficiencia. Si bien, se considerará que las características del individuo influyen en su funcionamiento y desempeño en la sociedad, es el entorno el que podrá facilitar o dificultar dicho desempeño a través de los facilitadores o barreras con el que éste disponga.

2.1.2 Movilidad Reducida

En cuanto a la MR en sus inicios este concepto era utilizado para referirse a individuos que presentasen dificultades para usar un modo de transporte o su infraestructura asociada, e incluía categorías como personas con deficiencias en sus extremidades, personas con niños, adultos mayores, mujeres embarazadas, entre otras (Unión Europea, 2008).

Con el tiempo, este concepto ha evolucionado de manera tal que se define de una manera más sencilla y sin categorías:

"(…) *persona con un impedimento físico, mental, intelectual o sensorial de carácter permanente o temporal que, en presencia de determinados obstáculos, puede limitar la utilización plena y efectiva de los medios de transporte en igualdad con otros viajeros, o cuya movilidad en relación con dicha utilización se ha reducido por razones de edad*. (Unión Europea, 2014)"

A partir de esta definición se deduce que no todas las personas con discapacidad presentan MR, sino que también depende ampliamente de las facilidades que tengan disponibles para viajar (Nutley y Thomas, 1995).

En esta investigación, una persona con MR será aquella que ante la presencia de obstáculos, y que cuente posiblemente con un impedimento temporal o permanente, vea su capacidad de desplazarse restringida o limitada.

2.1.3 Accesibilidad

Definir accesibilidad es clave para esta investigación, no solo porque es un concepto usado en numerosos campos, sino que también porque toma una connotación especial cuando hablamos de personas con MR. Sin embargo, este suele ser un concepto difícil de definir, incluso para la literatura ya que no existe una definición única.

La primera definición formal de accesibilidad viene dada por Hansen (1959), quien propone entender la accesibilidad como el potencial de oportunidades de interacción de un lugar determinado. Luego, Dalvi y Martin (1976) introducen el concepto de transporte dentro de la accesibilidad, definiéndola como la facilidad con que se puede llegar a cualquier actividad de uso de suelo desde un lugar, usando un sistema de transporte en particular. Por su parte, Pirie (1979) definió accesibilidad como "la simplicidad con la que pueden alcanzarse las actividades de la sociedad, incluidas las necesidades de los ciudadanos, el comercio, las industrias y los servicios públicos". Algunos años más tardes, Miralles y Cebollada (2003) proponen entender la accesibilidad como la facilidad con que cada persona puede superar la distancia entre dos lugares para así ejercer su derecho como ciudadano.

Al igual que con su definición, no existe unanimidad respecto de las principales componentes de la accesibilidad. Iwarsson y Ståhl (2003) estipulan que el concepto de accesibilidad debe basarse en dos componentes: uno personal, como la capacidad funcional del individuo o grupo; y otro ambiental, como las barreras del ambiente en relación a las normas y estándares disponibles. Por su parte, Geurs y van Wee (2004) concluyen que una definición adecuada de accesibilidad debe contar con cuatro componentes: transporte, uso de suelo, individual y temporal.

Sin embargo, con el tiempo se han definido dimensiones y niveles de la accesibilidad, que han enriquecido su definición. Iwarsson y Ståhl (2003) proponen tres dimensiones,

diferenciando entre accesibilidad al medio físico, a la información y a las actividades y servicios de la sociedad. A su vez, distinguen tres niveles: micro, para referirse a accesibilidad en cuanto al entorno inmediato; meso, cuando concierne al ambiente público al aire libre o a nivel local; y macro, cuando abarca a la sociedad o a nivel nacional o mundial.

Bajo un contexto enfocado en personas con discapacidad, la OMS (2001) define como medio accesible a aquel en el que un individuo con algún tipo de impedimento puede 'funcionar de manera independiente' a un 'nivel de funcionamiento mínimo aceptable'.

En esta investigación, la accesibilidad considerará solo dos componentes: el individual, como la capacidad propia del individuo y sus limitaciones, con un énfasis particular en individuos con algún grado de discapacidad o MR; y el ambiental, como las barreras del ambiente en relación a las normas y estándares disponibles, en este caso las barreras específicas del sistema de buses urbanos. A su vez, se abarcará la accesibilidad a un nivel meso, tanto su dimensión física como con respecto a la información.

Accesibilidad en Transantiago

Desde hace ya muchos años que la accesibilidad en el sistema de buses urbanos de Santiago ha contado con serios déficits, especialmente cuando se habla de personas con MR. Si bien, Transantiago ha logrado algunos progresos en el desplazamiento de personas con MR, aún falta mucho por mejorar.

DTPM (2012) clasificó los paraderos de Transantiago, considerando tres niveles de accesibilidad: i) Nivel 1, que corresponde a los paraderos con todos los elementos de accesibilidad tales como rampa de acceso, piso guía, soleras rebajadas, andén a altura del bus, conexión con veredas, pasamanos y apoyos isquiáticos; ii) Nivel 2, cuenta sólo con algunos de los elementos de accesibilidad, tales como piso guía y pasamanos; iii) Nivel 3, aquellos paraderos que no cuentan con ningún elemento de accesibilidad. El estudio

clasificó el 72% del total de paraderos (8.933 paraderos), obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 2-1: Clasificación de los paraderos de Transantiago según nivel de accesibilidad

	Nivel de Accesibilidad		
Tipo de Paradero	**1**	**2**	**3**
Estación de transbordo	122		1
Refugio tipo corredor	20	284	3
Refugio y señal		8	6.207
Solo refugio			277
Solo señal			1.160
Sin refugio ni señal			851
Total	142	292	8.499
%	1,6%	3,3%	95,1%

Fuente: Estudio de Accesibilidad (DTPM, 2012)

Como se puede observar, solo el 1,6% de los paraderos cuenta con total accesibilidad, siendo en su mayoría estaciones de transbordo. Sin embargo, el 95,1% de los paraderos no cuenta con ningún elemento de accesibilidad. Esto no solo implica que personas con discapacidad no puedan acceder a Transantiago, sino que también aquellas que presenten MR deban enfrentar numerosas barreras para transportarse.

En cuanto a la flota, según el Informe de Gestión 2015-2016 (DTPM, 2017) de Transantiago, el 26% de la flota no cuenta con accesibilidad, es decir, los buses no corresponden a buses de piso bajo con rampas de acceso o no cuentan con espacio para sillas de rueda, señalización en braille o rugosidades en pasamanos para personas no videntes, impedimento de circular con puertas abiertas y/o timbres con sonido. En la Figura 2-1 Tabla 2-1se observa cómo ha disminuido la flota sin accesibilidad desde la implementación de Transantiago:

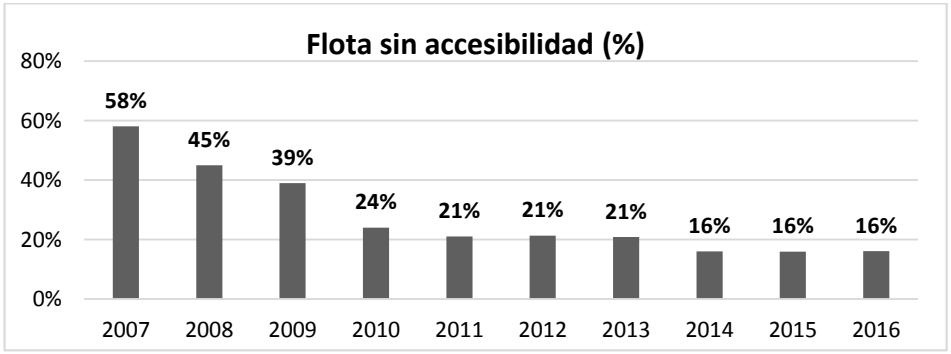


Figura 2-1:Evolución, en porcentaje, de la flota sin accesibilidad en Transantiago. Fuente: Elaboración propia a partir del Informe de Gestión 2015-2016

A su vez, es relevante considerar que existen ciertos recorridos totalmente inaccesibles, es decir, ninguno de los buses que realiza el recorrido cuenta con niveles mínimo de accesibilidad. Actualmente las comunas que tienen una mayor proporción de recorridos que no cuentan con buses de piso bajo son La Cisterna, San Bernardo, El Bosque, San Ramón y La Pintana (Zona G), junto con Providencia, Vitacura, Las Condes y Lo Barnechea (Zona C) (Cruz, 2016). Esto implica que, por ejemplo, una persona en silla de ruedas que espera micro en un paradero donde pasan recorridos que no son accesibles, no pueda acceder al transporte público, al menos no sin ayuda de un tercero.

Estas falencias en la accesibilidad del sistema, tanto en paraderos como en la flota de buses, toman aún más relevancia si se considera el contexto en el que se desenvuelven. Por una parte, existe un notorio envejecimiento de la población chilena, por lo que es altamente probable que exista un aumento en los pasajeros anciano, quienes suelen presentar enfermedades relacionadas con la edad que dificultan su movilidad (Karekla *et al*., 2011). Por otra parte, un 20% de la población chilena se encuentra en situación de discapacidad de los cuales el 50% pertenece entre los quintiles I y II (SENADIS, 2016). Esto implica que muchos de ellos puedan no tener acceso al automóvil y, por lo mismo, ser cautivos del transporte público.

2.1.3 Diseño Universal

A diferencia de los conceptos anteriores, el DU o Diseño para Todos, es un concepto relativamente nuevo, el cual suele ser definido como el diseño de productos, edificios y espacios exteriores que puedan ser utilizados por la mayor cantidad de personas posible, sin necesidad de adaptaciones ni de un diseño especializado (Mace et al., 1991; Odeck et al., 2010; SENADIS, 2010; Fearnley et al., 2011; Piotr, 2016). Desde otra perspectiva, el DU apunta a la equidad entre ciudadanos y busca la integración social de los individuos; en contraste, las medidas de accesibilidad que se implementan después del diseño de un edificio o un producto evidencian la exclusión de algunos (Iwarsson y Ståhl, 2003).

Fearnley et al. (2011) proponen que esta definición tiene tres principales implicaciones: i) los productos o servicios deben considerar que las personas tienen distintas capacidades, incluyendo a quienes sufren algún grado de discapacidad de cualquier tipo; ii) los beneficios que se generen deben ser para el mayor número de pasajeros y no solo para las personas con discapacidad o MR; y iii) esta definición excluye elementos especialmente diseñados para ciertas personas, como por ejemplo sistemas Braille. El DU se suele caracterizar por sus siete principios básicos: igualdad de uso, flexibilidad, uso simple y funcional, información comprensible, tolerancia al error, bajo esfuerzo y dimensiones apropiadas. Para más detalles sobre estos principios ver Anexo A.

De igual manera, la ley chilena sobre igualdad de oportunidades e inclusión social de las personas con discapacidad, Ley 20.422, define DU como la actividad por la que se conciben o proyectan, desde el origen, entornos, procesos, bienes, productos, servicios, objetos, instrumentos, dispositivos o herramientas, de forma que puedan ser utilizados por todas las personas o en su mayor extensión posible.

Un concepto que suele ser confundido con DU es el de Accesibilidad Universal, el cual se entiende como la condición que deben cumplir los entornos, procesos, bienes,

productos y servicios, así como los objetos o instrumentos, herramientas y dispositivos, para ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas, en condiciones de seguridad y comodidad, de la forma más autónoma y natural posible (Ley N°20.422, 2010). A diferencia del DU, la Accesibilidad Universal está dirigidas para todas las personas, incluso si se requieren adaptaciones especiales.

Tras establecer el marco conceptual, a continuación se detalla la metodología en la cual se basa la investigación, centrándose principalmente en los modelos de elección discreta, la valoración de los atributos, el uso de las preferencias declaradas y el diseño de experimentos de elección.

2.2 Modelos de Elección Discreta

Los modelos de elección discreta estiman la probabilidad de que un individuo escoja un bien discreto sobre otro; los bienes se describen en términos de los atributos que los constituyen y supone que la elección es también afectada por las características del individuo (Ortúzar y Willumsen, 2011).

Estos modelos se basan en la Teoría de la Utilidad Aleatoria (Mc Fadden, 1974), la cual supone que los individuos son seres racionales, que cuentan con información perfecta y siempre escogen la alternativa que maximice su utilidad. Sin embargo, el modelador conoce solo una parte de esa función de utilidad, componente determinística V_{iq}, la cual suele definirse como una combinación lineal de los atributos medibles:

$$V_{iq} = \sum_{k} \theta_{ik} * X_{ikq} \tag{2.1}$$

Donde X_{ikq} corresponde al atributo medible k-ésimo de la opción A_i para el individuo q y θ_{ik} es un parámetro a estimar, el cual es constante para los individuos pero pueden variar según alternativas en los modelos más sencillos. Mientras que la parte desconocida de la utilidad, componente estocástica ε_{iq}, refleja los gustos particulares del individuo, idiosincrasia, errores de medición, entre otros.

$$U_{iq} = V_{iq} + \varepsilon_{iq} \;\; \forall \, A_j \in A_q \tag{2.2}$$

Por lo tanto, si un individuo q debe escoger entre A_q alternativas y describe una utilidad U_{iq} para la alternativa i, escogerá la alternativa i siempre y cuando (Ortúzar, 2000):

$$U_{iq} \geq \; U_{jq} \quad \forall \, A_j \in A_q \tag{2.3}$$

$$V_{iq} - \; V_{jq} > \varepsilon_{jq} \; - \varepsilon_{iq} \quad \forall \, A_j \in A_q \tag{2.4}$$

Como $(\varepsilon_{jq} \; - \varepsilon_{iq})$ es desconocido para el modelador, no es posible determinar la alternativa que elige el individuo, pero si la probabilidad de que la elija:

$$P_{iq} = Prob(\varepsilon_{jq} \; \leq \mathrm{V_{iq}} - \mathrm{V_{jq}} + \varepsilon_{iq} \, , \;\; A_j \in A_q) \tag{2.5}$$

El tipo de modelo a estimar depende de la distribución que se escoja para las variables aleatorias ε_{iq} (Ortúzar y Willumsen, 2011). A continuación se presentan brevemente los modelos de elección discreta utilizados en esta investigación.

2.3.1 Modelo Logit Multinomial (MNL)

Este es el modelo más simple, en el cual la componente aleatoria distribuye Gumbel independiente e idéntico con media cero y varianza σ^2. A partir de esto, la probabilidad de que el individuo elija la alternativa $A_i$viene dado por (Ortúzar y Willumsen, 2011):

$$P_{iq} = \frac{\exp(\beta V_{iq})}{\sum_{A_j \in A(q)} \exp(\beta V_{jq})} \tag{2.6}$$

El parámetro $\beta^2 = \frac{\pi^2}{6\sigma^2}$, donde σ^2 es la varianza de la distribución, es no identificable, por lo que debe ser normalizado.

Para estimar los parámetros θ_{ik}, el método más común es el de máxima verosimilitud (*likelihood* en inglés). Un estimador máximo-verosímil es aquel que generaría más a menudo la muestra observada. En el caso de un modelo con probabilidades de elección Piq, independiente para cada observación, la función de verosimilitud L(θ) está dada por la siguiente expresión (Ortúzar, 2000):

$$L(\theta) = \prod_{q=1}^{Q} \prod_{A_j \in A(q)} \left(P_{jq}\right)^{g_{jq}} \tag{2.7}$$

Donde $g_{jq} = \begin{cases} 1 \; si \; A_j \; es \; escogida \; por \; q \\ 0 \; en \; otro \; caso \end{cases}$

Usualmente, dada la conveniencia de operar con sumas, se suele aplicar logaritmo natural a la función L(θ), obteniéndose así la función de log-verosimilitud l(θ), con la cual se llega al mismo óptimo θ*.

$$l(\theta) = \sum_{q=1}^{Q} \sum_{A_j \in A(q)} g_{jq} \ln\left(P_{jq}\right) \tag{2.8}$$

Al maximizar $l(\theta)$, se obtienen los estimadores máximo verosímiles θ_{jq}, los cuales distribuyen asintóticamente Normal ($\underline{\theta}, \underline{\underline{V}}$), donde $\underline{\theta}$ corresponde al vector de parámetros θ_{jq} y $\underline{\underline{V}}$ es su matriz de covarianza, la cual está dada por:

$$\underline{\underline{V}} = -\left(E\left(\frac{\partial^2 l(\theta)}{\partial \theta^2}\right)\right)^{-1} \tag{2.9}$$

Esto permite desarrollar una serie de test estadísticos para analizar la bondad de ajuste del modelo. Uno de los test ampliamente utilizado es el de razón de verosimilitud (LR), el cual permite comparar dos modelos, mientras uno sea la versión restringida del otro. El estadígrafo LR se define como (Ortúzar y Willumsen, 2011):

$$LR = -2\left\{l\left(\hat{\theta}_r\right) - l\left(\hat{\theta}\right)\right\} \tag{2.10}$$

donde $l\left(\hat{\theta}_r\right)$ y $l\left(\hat{\theta}\right)$ son las log-verosimilitudes del modelo general y el restringido, respectivamente. LR distribuye asintóticamente con tantos grados de libertad como número de restricciones lineales tenga el modelo restringido respecto al general. Se rechaza la hipótesis nula si $LR > \chi^2_{r,\alpha}$, lo que quiere decir que el modelo restringido no sería adecuado.

Las principales limitaciones del modelo MNL (Train, 2009) son:

- Es capaz de considerar variaciones en las preferencias, pero solo de forma sistemática en relación a otras variables observadas. No obstante, no es capaz de

incorporar variaciones aleatorias entre individuos, es decir, no considera variaciones en las preferencias que no estén relacionadas con características socioeconómicas.

- Asume que la sustitución entre alternativas es proporcional.
- No permite tratar correctamente la correlación existente entre las observaciones de un mismo individuo.

Para más detalles sobre la formulación y estimación del modelo, tests de bondad de ajuste, propiedades y otras limitaciones, ver Ortúzar (2000) o Train (2009)

Variaciones sistemáticas en los gustos (VSG)

Con el fin de relajar el supuesto de que las preferencias de los individuos son homogéneas, las variaciones sistemáticas en los gustos permiten incorporar aleatoriedad en las preferencias a través de la interacción con otras variables. Es decir, los parámetros de cada atributo son ahora una función de características individuales, categorizadas en distintos estratos. A partir de esto, la estructura de la función de utilidad cambia de una lineal en los atributos (Ecuación 3.1), a una de la siguiente forma (Ortúzar y Willumsen, 2011):

$$V_{iq} = \sum_{k} \left(\theta_k + \ \theta_{kSE1} * SE_{1q} + \theta_{kSE2} * SE_{2q} + \cdots \ \theta_{kSEn} * SE_{nq}\right) * X_{ikq} \qquad (2.11)$$

donde SE_{zq} corresponde al valor de la variable socioeconómica z para el individuo q. Cabe mencionar que los modelos con VSG no son capaces de incorporar aquellas variaciones correspondientes a variables no observadas o al azar (Train, 2009).

2.3.2 Modelo Logit Ordinal (LO)

Este modelo es capaz de considerar un orden de preferencia entre las alternativas, como por ejemplo un esquema de calificación. McKelvey y Zavoina (1975) y Greene (1993), plantean la derivación de este modelo a partir de una variable dependiente y*, donde X_{kq} corresponde al atributo medible, θ_k es el parámetro asociado al atributo y ε_q un término de error.

$$y^* = \sum_k \theta_k * X_{kq} + \varepsilon_q \tag{2.12}$$

La variable y^* puede corresponder, por ejemplo, a la diferencia de utilidades de dos alternativas de elección, tal que $y^* = U_1 - U_2$. En un escenario de elección tradicional, la respuesta sería la Alternativa 1 si $y^* \geq \mu_1$ o la Alternativa 2 si $y^* < \mu_1$, donde μ_1 es igual a cero si las alternativas poseen constantes específicas.

En un escenario de elección con escala semántica, suponiendo tres niveles y el nivel intermedio como el de Indiferencia, la respuesta sería la Alternativa 1 si $y^* \geq \mu_1$, la Alternativa 2 si $y^* < \mu_2$ y se escoge la opción de Indiferencia si $\mu_2 \leq y^* < \mu_1$. Si se asume una distribución logística para ε_q, la probabilidad de que una observación *i* esté en un cierto rango de *y* es:

$$\Pr[y_i = j] = \Pr[y^* \text{esté en el } j\text{ésimo rango}] \tag{2.13}$$

$$\Pr[y_i = j] = \mathrm{F}\left[\mu_j - b * x_i\right] - \mathrm{F}[\mu_{j-1} - b * x_i] \tag{2.14}$$

Y como la distribución es logística:

$$\Pr[y_i = j] = \frac{1}{1 + e^{\mu_j - b * x_i}} - \frac{1}{1 + e^{\mu_{j-1} - b * x_i}} \tag{2.15}$$

A partir de la ecuación anterior se pueden estimar los valores de μ y b, a través el método de máxima verosimilitud. Así, para el caso de tres niveles, se tiene que:

$$\Pr[Elijo\ 1] = \frac{1}{1 + e^{\mu_1 - b * x_i}} \tag{2.16}$$

$$\Pr[Indiferencia] = \frac{1}{1 + e^{\mu_2 - b * x_i}} - \frac{1}{1 + e^{\mu_1 - b * x_i}} \tag{2.17}$$

$$\Pr[Elijo\ 2] = 1 - \frac{1}{1 + e^{\mu_2 - b * x_i}} \tag{2.18}$$

2.3.3 Modelo Logit Mixto (ML)

El modelo Logit Mixto (ML), a diferencia del modelo MNL, permite correlación entre alternativas, variación aleatoria en los gustos, flexibilidad en los patrones de sustitución, etc. Las formulaciones más comunes de este modelo son la de componentes de error (EC) y la de coeficientes aleatorios (RP) (Train, 2009).

En la especificación de EC, la función de utilidad U_{iq} está compuesta por una parte determinística V_{iq}, un término aleatorio ε_{iq} que distribuye IID Gumbel $(0, \sigma^2)$ y otro término aleatorio η_{iq} con una distribución a especificar:

$$U_{iq} = V_{iq} + \varepsilon_{iq} + \eta_{iq} = \sum_{k}^{K} \theta_{ik} * X_{ikq} + \varepsilon_{iq} + \eta_{iq} \tag{2.19}$$

El componente aleatorio η_{iq}, permite considerar la correlación entre alternativas o entre respuestas de los individuos (efecto panel), entre otras cosas (Train, 2009).

En la formulación de RP, la utilidad es análoga a la del modelo MNL, no obstante ahora los parámetros θ_{ik} no son fijos, sino que varían de forma aleatoria con alguna distribución, como por ejemplo Normal o Lognormal. A partir de esto, la función de utilidad U_{iq} viene dada por la Ecuación 2.20 (Train, 2009), donde $\bar{\theta}_{ik}$ corresponde a la media poblacional y γ_{kq} a las desviaciones individuales.

$$U_{iq} = \sum_{k}^{K} \bar{\theta}_{ik} * X_{ikq} + \sum_{k}^{K} \gamma_{kq} * X_{ikq} + \varepsilon_{iq} \tag{2.20}$$

Estimar un modelo ML es mucho más complejo que un MNL. El método clásico de estimación para modelos ML suele ser a través de simulación (máxima verosimilitud simulada), pero también se usa el método Bayesiano (forma simultánea) (Sillano y Ortúzar, 2005).

2.3 Valoración de los atributos

La valoración de los individuos por los atributos del experimento (VdA) se puede calcular como la tasa marginal de sustitución entre el atributo X_{ik} y el atributo X_{ic} (Jara-Díaz, 2007):

$$VdA\ (X_{ik}) = \frac{\partial V_i / \partial X_{ik}}{\partial V_i / \partial X_{ic}} \tag{2.21}$$

Para un modelo MNL con una especificación lineal de la función de utilidad, VdA se puede expresar como la razón entre el parámetro estimado para el atributo (θ_{ik}) y el parámetro del costo (θ_{ic}):

$$VdA\ (X_{ik}) = \frac{\theta_{ik}}{\theta_{ic}} \tag{2.22}$$

2.4 Encuestas de Preferencias Declaradas

Para estimar modelos de elección discreta, suelen generarse bases de datos de elecciones individuales a través de encuestas, ya sea a través de elecciones directas, hechas por los individuos en la vida real (Preferencias Reveladas, PR), o bajo escenarios ficticios (Preferencias Declaradas, PD). Las metodologías basadas en PD buscan conocer el comportamiento de los individuos ante situaciones hipotéticas que podrían enfrentar en la vida real, por lo que una de las características fundamentales es que dichas situaciones correspondan a escenarios bien contextualizados y lo más realistas posible. Las alternativas que reflejan estos escenarios ficticios suelen diferenciarse por el valor que toman sus atributos (Ortúzar, 2012).

Las principales ventajas de los datos PD sobre los PR recaen en un menor costo de recolección de los datos, un mayor número de observaciones por encuestado, el tratamiento de la correlación entre atributos, una mayor información que conoce el modelador en cuanto a la elección y a los atributos de las alternativas, y permite aislar atributos que no son de interés para le modelador. A su vez, este tipo de encuestas permite evaluar nuevos escenarios, que pueden o no estar disponibles para el encuestado, como también incorporar factores cualitativos que pueden incidir en las decisiones de las personas y que no se pueden medir en la práctica, como por ejemplo la seguridad o el confort en un viaje.

No obstante, es muy difícil saber si el individuo efectivamente se comportará en la realidad como lo declara en la encuesta. Adicionalmente, las encuestas PD también están sujetas a distintos sesgos, tales como el de afirmación, de racionalización, de política y de no restricción. Para más detalles de las, ver Ortúzar (2012).

Dentro del área de transporte, los experimentos de PD han sido ampliamente utilizados para la recolección de datos, con los cuales se estiman los modelos de elección discreta. A través de estos, se ha podido predecir y entender el comportamiento de las personas, para así obtener sus disposiciones al pago por distintos atributos.

2.5.1 Valoración de elementos DU a través de modelos de elección discreta

Los modelos de elección discreta han sido utilizados ampliamente por la literatura para valorar atributos que no sean transados en el mercado, tales como el ruido (Galilea y Ortúzar, 2005), atributos de vivienda y barrio (Torres, 2009), espacios públicos e infraestructura urbana (Hurtubia et al., 2015), atributos urbanos en un corredor de buses (Navarro, 2016), entre otros. Si bien, a nivel nacional no hay mucha literatura con respecto a la valoración de elementos DU a nivel internacional existen numerosas investigaciones que valoran este tipo de elementos en el sistema de transporte público (Wardman et al., 2001; Maynard, 2007; Odeck et al., 2010; Fearnley et al., 2011; Karekla et al, 2011).

En cuanto al sistema de buses urbanos, los elementos que son valorados con mayor frecuencia se relacionan con la información en paradas y el mejoramiento del abordaje al bus, seguidos la presencia de refugios, asientos e iluminación en las paradas. En la Tabla 2-2 se pueden observar otros elementos valorados.

Tabla 2-2: Elementos valorados en sistemas de buses urbanos en el mundo

	Steer Daves Gleave (1996) *	Norheim (1996) **	Wardman et al. (2001)	Australian Transport Council (2006)	Currie and Wallis (2007)	Odeck et al. (2010)	Fearnley et al. (2011)
Información en paradas	X	X	X	X			X
Información a bordo				X			X
Mejoramiento del abordaje	X			X	X	X	X
Refugio	X	X	X	X			
Asientos	X		X	X			X
Limpieza en paradas	X			X			X
Iluminación en paradas	X		X	X		X	
Seguridad				X			
Remover nieve							X

***En Odeck et al. (2010); Fearnley et al. (2011)** ** En Fearnley et al. (2011).*

Fuente: Elaboración propia a partir de la literatura

Considerando que, cómo se explicará más adelante, los elementos de accesibilidad que se valoran en esta investigación se relacionan con el mejoramiento de abordaje y la información en paraderos, es relevante conocer las valoraciones de algunos elementos en particular. En la Tabla 2-3 se detalla cuánto valoran las personas, en pesos chilenos, algunos elementos de accesibilidad según distintas investigaciones realizadas en otros países como Noruega, Australia, Escocia e Inglaterra. A partir de esta tabla se puede observar que las valoraciones obtenidas no son tan similares, no obstante mantienen el mismo orden de magnitud.

Tabla 2-3: Elementos DU valorados en la literatura, en pesos chilenos

CLP (2017) [$]	Odeck et al. (2010)	Fearnley et al. (2011)	Australian Transport Council (2006)	Wardman et al. (2001)	Steer Davies Gleave (1996) *	Hammer & Norheim (1993) **
Información en paradas						
Mapa Local		57	23			
Información en tiempo real	274	515	90	345		186
Mejoramiento de abordaje						
Bus piso bajo	79	215			93	
Bus sin escalones			11			
Bus piso bajo y elevamiento de paraderos		265				

***En Odeck et al. (2010) y Fearnley et al. (2011)** En Fearnley et al. (2011).**

Fuente: Elaboración propia a partir de la literatura

2.5 Diseño de Experimentos de Elección

Según Louviere et al. (2000), los experimentos de elección corresponden a un set de situaciones hipotéticas, en donde los encuestados deben escoger alguna de las alternativas disponibles. Estas alternativas varían según los atributos que presenten, los cuales varían en función de los niveles que le modelador les asigne. Por ejemplo, el modelador puede otorgarle al atributo tiempo de viaje tres niveles: 10, 15 y 30 minutos.

El diseño de experimentos de elección corresponde a la distribución de los niveles de los atributos en las alternativas, cuyo objetivo es generar encuestas que maximicen la información con el menor número de observaciones. Dentro de los diseños más característicos destaca el Diseño Full Factorial, el Diseño Ortogonal y el Diseño Eficiente.

El Diseño Full Factorial consiste en todas las posibles combinaciones de situaciones de elección. Este diseño resulta en un experimento muy grande, por lo que suele considerarse un subconjunto de él, lo que se conoce como Diseño Fraccional Factorial. El diseño más

habitual dentro de los Fraccional Factorial es el Diseño Ortogonal, en el cual los atributos son ortogonales entre sí, es decir, las combinaciones de atributos presentadas varían independientemente unas de otras. El objetivo de este tipo de diseño es minimizar la correlación entre los niveles de los atributos en las situaciones de elección. Una de sus principales limitaciones es que no es capaz de evitar que algunas situaciones de elección presenten alguna alternativa dominante, que es claramente preferida ante las otras alternativas (Louviere et al., 2000; Ortúzar y Willumsen, 2011; ChoiceMetrics, 2014).

Finalmente, el Diseño Eficiente busca minimizar los errores estándar en la estimación de los parámetros. La eficiencia de este diseño puede derivarse de la matriz asintótica de varianza-covarianza (AVC) y suele medirse a través de dos indicadores: D-error y A-error. La medida más utilizada es el D-error, el cual se calcula como la raíz k-ésima del determinante de la matriz AVC y mide la ineficiencia del modelo, por lo que es una medida que se busca minimizar. El diseño con menor D-error es llamado D-optimal, no obstante en la práctica es muy difícil encontrar el diseño D-optimal y se suele buscar el diseño D-efficient, el cual tiene un D-error suficientemente bajo. A diferencia de los diseños anteriores, el Diseño Eficiente requiere parámetros a priori para su estimación, por lo que su precisión depende de estos parámetros anteriores (ChoiceMetrics, 2014).

Para más detalles revisar Louviere et al. (2000), Ortúzar y Willumsen (2011) y el manual del *software* NGENE (ChoiceMetrics, 2014).

En esta investigación se valorarán elementos de accesibilidad en el sistema de buses urbanos de Santiago, que sean congruentes con un DU, a través de un experimento de PD. El proceso de selección de los elementos (atributos y niveles), al igual que el diseño y la elaboración de la encuesta PD se detallará en el capítulo siguiente.

3 DISEÑO DE LA ENCUESTA

La encuesta corresponde a un experimento de PD, en el cual los encuestados deben elegir entre dos paraderos ficticios para realizar un viaje en bus. Estos paraderos cuentan con distintas características, las cuales les otorgan un cierto grado de accesibilidad, y son representados a través de imágenes. Es una encuesta *on-line*, a través de la plataforma www.surveygizmo.com, la cual está orientada para todas las personas, con o sin MR, y sin importar el modo que utilicen en su viaje actual. Para aquellas personas que se encuentren en una situación de discapacidad visual severa se desarrolló un formato inclusivo, el cual además de las imágenes cuenta con una descripción de ellas.

La elaboración de la encuesta requirió de un extenso proceso de constante reevaluación para obtener un diseño adecuado. En el siguiente capítulo se abordarán los distintos procesos necesarios para la elaboración y ejecución de la encuesta, junto con sus principales características, tales como la especificación de variables, el diseño del experimento de elección, la redacción y accesibilidad para personas en situación de discapacidad, la implementación vía web y su estructura. A su vez, se mencionará cómo fue el proceso de recolección de datos y de depuración de datos erróneos, para finalmente analizar la muestra obtenida.

3.1 Selección de elementos

Para seleccionar los elementos se requirió de distintas etapas, con el fin de considerar los elementos más relevantes y adecuados para esta investigación. La primera etapa consistió en una revisión bibliográfica sobre la valoración de elementos del DU en el sistema de transporte (Tabla 2-2, en la sección 2.5.1), con el fin de considerar lo que se ha hecho en países con un mayor desarrollo en el tema. Luego, se consideraron aquellos elementos que fueran frecuentemente valorados y tuviesen un mayor enfoque en las personas con MR.

En función de lo anterior, elementos como la limpieza y la iluminación en paraderos fueron descartados

La segunda etapa correspondió a la verificación de la aplicabilidad de los elementos a la realidad de Santiago. Por ejemplo, se desecharon aquellos elementos relacionados con sistemas de transporte basados en horarios. Cabe mencionar que, si bien esta no corresponde a una etapa estrictamente necesaria para la selección de elementos, en esta investigación se debió hacer con el fin de acotar el experimento.

Tras esto, en una tercera etapa, se decidió centrar el estudio principalmente en las etapas de acceso y de egreso al modo bus, seleccionando aquellos elementos que cambiaran las características del paradero y mejorasen el abordaje/descenso del bus.

En la cuarta y última etapa, se entrevistó a distintos actores relevantes, tales como arquitectas especialistas de Ciudad Accesible[1] y personas en situación de discapacidad (visual y física), con el fin de conocer sus recomendaciones e inquietudes sobre el mejoramiento de la accesibilidad del sistema de buses urbanos de Santiago. Se verificó que existiese una coherencia entre lo que ellos indicaban como elementos necesarios y las etapas anteriores. Es así como la tercera etapa es validada con el testimonio de las personas en situación de discapacidad, quienes declararon enfrentar mayores dificultades al acceder al bus que dentro del mismo. Por su parte, las arquitectas de Ciudad Accesible recalcaron que, a pesar de los esfuerzos existentes por reducir la diferencia de altura entre buses y paraderos a través del sistema de inclinación en buses (*knelling),* este no es suficiente para quienes se desplazan en una silla de ruedas. Además. no todos los paraderos tiene la misma altura, por lo que este sistema no es igual de efectivo en todos los paraderos.

[1] Organización sin fines de lucro, cuyo objetivo es aumentar y equiparar las oportunidades de desarrollo de todas las personas, a través de la difusión y el derecho de las personas por el diseño y accesibilidad universal. http://www.ciudadaccesible.cl/

A partir del proceso anterior, el experimento se acotó a cuatro elementos: información audiovisual en paraderos, elevamiento de piso de paraderos, asientos en paraderos y rampa de acceso en buses. La información audiovisual consiste en una pantalla con información de los próximos recorridos que pasarán por el paradero en un tiempo máximo de 15 minutos. Esta pantalla se actualiza cada 30 segundos y un parlante reproducirá la información que se muestre en ella. El elevamiento de piso de paraderos busca eliminar la diferencia de altura entre el paradero y el bus, para que así las personas puedan abordar y/o descender del bus sin hacer un esfuerzo adicional. Los asientos en paraderos corresponden a una banca metálica para aproximadamente tres personas. La rampa de acceso a buses permite eliminar la diferencia de altura y la separación entre el bus y el paradero. Si bien este elemento no se considera como parte de un DU según la definición establecida anteriormente, se decidió considerarlo de todas maneras con el fin de poder comparar las valoraciones de las personas con y sin MR ante un elemento que para algunos es necesario a la hora de acceder a un bus.

En cuanto al atributo que representa el nivel de servicio del viaje a bordo del bus, se decidió considerar el tiempo de viaje, y no la tarifa, debido a que, por una parte, sería muy poco realista cambiar la tarifa según el paradero, más aún cuando Transantiago tiene la misma tarifa en todos sus servicios. Por otra parte, una proporción significativa de las personas con MR, principalmente adultos mayores y personas con discapacidad, pertenecen a los primeros dos quintiles (SENADIS, 2016), por lo que probablemente castiguen mucho la tarifa y podrían basar sus decisiones únicamente en este atributo (comportamiento lexicográfico).

Finalmente, se decidió considerar que, sin importar los elementos de accesibilidad que tenga el paradero, todos cuenten con refugio, bajo el supuesto que esta es una condición mínima para la accesibilidad del sistema y que los paraderos tipo “solo señal” corresponden a lugares en los que no se cuenta con el espacio suficiente para instalar un refugio. A su vez, se estableció que los paraderos siempre estén conectados a la vereda a

través de una rampa, sin peldaños, de manera que el énfasis del experimento se centre en el acceso al bus y no en el acceso al paradero.

3.2 Encuesta Piloto

Con el fin de tener una primera aproximación a la valoración de los elementos seleccionados, se decidió realizar una versión piloto del experimento. A partir de esta, se evaluaron distintos aspectos sobre la estructura, la información socioeconómica relevante y, principalmente, sobre el experimento de elección.

3.2.1 Atributos y niveles

Al no contar con parámetros a priori, se decidió utilizar preliminarmente un Diseño Ortogonal, el cual permite que los niveles de los atributos sean ortogonales entre sí y no requiere parámetros anteriores. Para generar este diseño se utilizó el *software* NGENE (ChoiceMetrics, 2014), por lo que fue necesario definir la función de utilidad representativa del modelo. Dado que en este experimento las alternativas no son etiquetadas, es decir, las elecciones se realizan entre pares de paraderos genéricos, la función de utilidad tiene la misma forma para ambas alternativas, no hay constante específica y los parámetros son genéricos. De esta forma, la función de utilidad sistemática corresponde a la Ecuación 3.1, y la explicación de los atributos se detalla en la Tabla 3-1.

$$V = \beta_{información} * Informacion + \beta_{pisoe} * Piso_Elevado + \beta_{asientos} * Asientos + \beta_{rampa} * Rampa + \beta_{tiempo} * Tviaje \quad (3.1)$$

Tabla 3-1: Atributos y niveles del diseño de la encuesta de piloto y sus signos esperados.

Atributos	Significado	Signo Esperado
Información	Variable binaria, igual a uno si el paradero presenta información audiovisual de los próximos recorridos, cero si no.	Positivo
Piso_Elevado	Variable binaria, igual a uno si el paradero cuenta con el piso elevado tal que no exista diferencia de altura entre el paradero y el bus, cero si no.	Positivo
Asientos	Variable binaria, igual a uno si el paradero cuenta con asientos, cero si no.	Positivo
Rampa	Variable binaria, igual a uno si los buses que pasan por el paradero cuentan con rampa de acceso, cero si no.	Positivo
Tviaje	Tiempo de viaje. Posee tres niveles a partir del tiempo de viaje actual declarado en la encuesta: +15%, -15% o igual al tiempo actual (0%)	Negativo

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo un diseño con 12 situaciones de elección, de las cuales fueron eliminadas aquellas que contaban con una alternativa dominante, resultando un total de 8 ejercicios de elección.

3.2.2 Pivote

Con el objetivo de diseñar una encuesta lo más realista posible para cada persona, se preguntó inicialmente el tiempo de viaje actual del encuestado, para así pivotear el atributo relacionado al tiempo de viaje. Es decir, para cada encuestado se estableció el nivel base (0%) de la variable Tviaje a partir de su tiempo de viaje actual.

3.2.3 Características de la encuesta piloto

La encuesta piloto cuenta con principalmente cinco secciones. Primero que todo, se pregunta al encuestado si presenta alguna dificultad visual tal que requiera de un lector de pantalla audible, de manera que si la respuesta es afirmativa, la encuesta ofrezca un

formato accesible. A su vez, se le pide al encuestado ingresar el tiempo actual de viaje a su actividad principal.

La primera sección de la encuesta corresponde al experimento de elección, en donde los encuestados deben elegir en ocho situaciones distintas. La segunda sección corresponde a dos preguntas que buscan identificar qué elementos consideró y la importancia de ellos para hacer su elección. Luego, la tercera sección corresponde al módulo de Movilidad, en el cual se busca conocer el grado de dificultad que tienen los encuestados a la hora de realizar algunas actividades. La cuarta sección corresponde al módulo de Salud, el cual busca identificar factores que podrían implicar que una persona presenta MR a través del uso de dispositivos de apoyo y preguntándole directamente sobre su condición de movilidad. Finalmente, en la quinta sección se pregunta por datos personales como edad, género, ingreso, entre otros.

En el experimento de elección, cada encuestado debía escoger entre dos paraderos, los cuales pueden contar con distintas combinaciones de los elementos seleccionados. Cada paradero es presentado a través de una imagen y sus características se describen en una tabla, como se presenta en la Figura 3-1. Para cada elección se presentan cuatro opciones: (i) Alternativa A, (ii) Me da igual, (iii) Alternativa B y (iv) Ninguna de las anteriores. Considerando el estudio de Navarro (2016), se utilizó la misma simbología para destacar la variación del tiempo viaje, es decir, ante un aumento del tiempo se utiliza un flecha hacia arriba en rojo, ante una disminución una flecha verde hacia abajo y el signo igual en negro cuando no hay cambios.

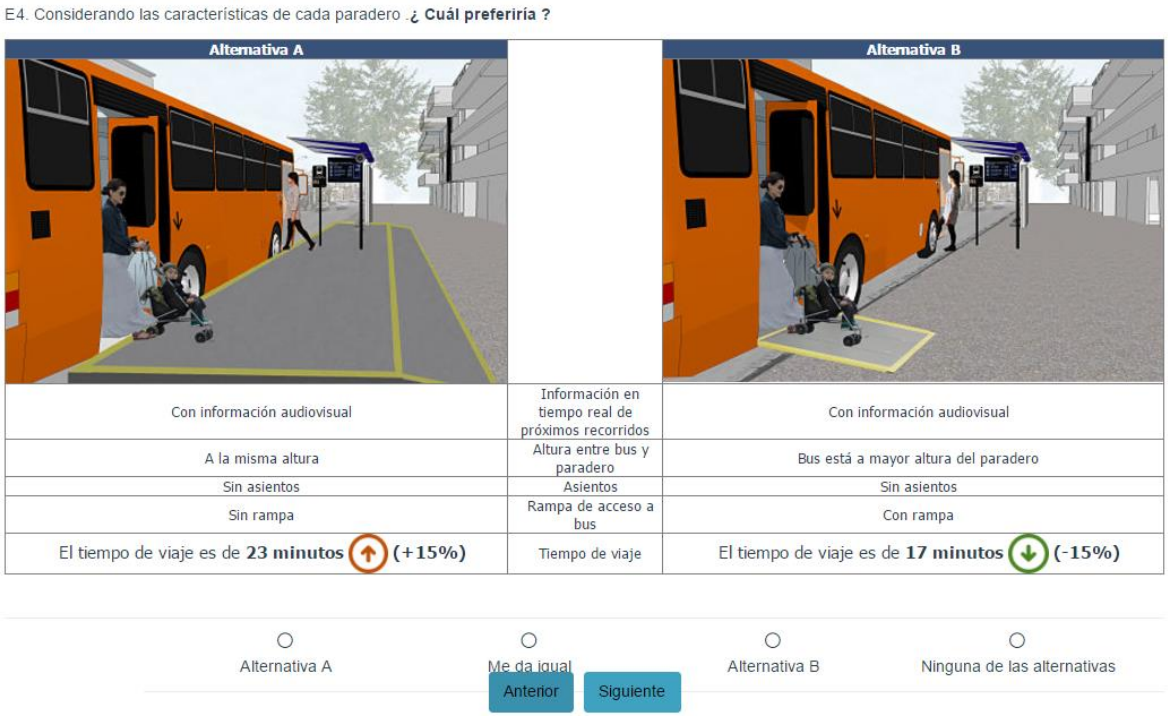


Figura 3-1: Ejemplo de situación de elección en encuesta piloto
Fuente: Elaboración propia, imágenes de Andrea Urbina

El uso de imágenes busca asegurar que todos los encuestados entiendan los atributos por igual, o al menos de la forma más similar posible. Las imágenes muestran de forma explícita los elementos en los paraderos, logrando representar sus características de mejor forma que en el texto (Hurtubia et al., 2015). Esto toma aún más relevancia cuando se considera que no todos los encuestados se encuentran igualmente familiarizados con los elementos de accesibilidad escogidos.

Sin embargo, la construcción de las imágenes es altamente compleja. Por una parte, se tiene que la perspectiva que se utilice muestra con mayor protagonismo algunos elementos que otros, pudiendo así interferir en cómo los encuestados valoran los elementos. Mientras que por otra parte, contextualizar los atributos del paradero requiere de la construcción de un entorno determinado, para lo cual puede utilizarse una imagen real o generar un entorno ficticio. Se decidió optar por lo segundo con el fin de que el entorno no aludiera a un lugar

que el encuestado pudiera asociar a alguna buena o mala experiencia y, a su vez, se pudiesen manejar todos los elementos del entorno, buscando producir el menor ruido posible.

La encuesta está orientada a todo tipo de personas, enfocada principalmente en personas con MR. Por lo que, para aquellas personas que presenten se encuentren bajo una situación de discapacidad visual severa y/o requieran de un lector de pantalla, se construyó un formato inclusivo, el cual, además de las imágenes, presenta una descripción de estas (Figura 3-2). Dicha descripción se elaboró junto a una educadora diferencial del Programa para la Inclusión de Alumnos con Necesidades Especiales (PIANE UC) y fue previamente validada con un lector de pantalla junto a personas con discapacidad visual.

Figura 3-2: Ejemplo de situación de elección en encuesta piloto, formato inclusivo
Fuente: Elaboración propia, imágenes de Andrea Urbina

3.2.4 Análisis y resultados de la encuesta piloto

La recolección de datos en esta etapa fue a través de correo electrónico. Se contactó a profesores, funcionarios y estudiantes del Departamento de Transporte y Logística de la Pontificia Universidad Católica, como también a alumnos que pertenecieran a PIANE UC, lográndose un total de 50 encuestados, 34 hombres (68%) y 16 mujeres (32%), con una edad promedio total de aproximadamente 30 años. El 22% de la muestra (11 individuos) corresponde a personas con MR, sin embargo el 52% presenta al menos una dificultad leve para llegar a los lugares que ha deseado ir, debido a barreras del transporte.

A través del *software* BIOGEME (Bierlaire, 2003), se estimó un modelo cuya función de utilidad incluyera todos los atributos, Ecuación 3.1, obteniéndose los signos esperados y valores significativos para todos los parámetros, a excepción del atributo Asientos. Para este en particular, no solo se obtuvo una baja significancia estadística, sino que también un signo contario al esperado, es decir, a las personas les disgusta la presencia de asientos en paraderos. Tras esto, se estimó un segundo modelo, sin incluir el atributo Asientos, cuyos resultados se detallan a continuación:

Tabla 3-2: Estimación de modelos MNL a partir de la encuesta piloto

	Estimación con todos los atributos		**Modelo restringido**	
Atributo	**Parámetro**	**Test t**	**Parámetro**	**Test t**
Información	0,886	2,51	0,946	4,15
Piso Elevado	0,734	2,62	0,770	3,32
Asientos	-0,068	-0,22*	-	-
Rampa	0,446	2,03	0,465	2,30
Tiempo de viaje	-0,198	-7,63	-0,201	-8,55
Final log-likelihood	-182,005		-182,030	
N° Observaciones	365		365	

Fuente: Elaboración propia a partir de BIOGEME

Con el fin de liberar el supuesto de que todos los individuos valoran de igual manera los atributos, se consideró modelar considerando variaciones sistemáticas en los gustos (VSG). Tras testear todas las interacciones posibles, solo dos fueron estadísticamente significativas con al menos un 90% de confianza (test t >1,64). Una interacción es entre el tiempo de viaje y la presencia de MR mientras que la otra es entre la elevación del piso del paradero y el número de autos por hogar. Los resultados de este modelo se resumen en la Tabla 3-3 Estimación de modelo con variaciones sistemáticas en los gustos (VSG) a partir de la encuesta piloto.

Tabla 3-3 Estimación de modelo con variaciones sistemáticas en los gustos (VSG) a partir de la encuesta piloto

	Modelo VSG	
Atributo	**Parámetro**	**Test t**
Información	0,997	4,26
Piso Elevado	1,45	3,63
Rampa	0,471	2,21
Tiempo de viaje	-0,292	-9,14
MR y Tiempo de viaje	0,225	6,04
N° de auto y Piso Elevado	-0,552	-1,89
Final log-likelihood	-175,811	
N° Observaciones	365	

Fuente: Elaboración propia a partir de BIOGEME

3.2.5 Aprendizajes de la encuesta piloto

En primer lugar, el parámetro del atributo Asientos no es estadísticamente significativo y obtuvo el signo contrario a lo esperado, signo negativo. Esto indicaría que a las personas les disgustaría la presencia de asientos en paraderos; sin embargo, se cree que esto podría deberse a que la compensación entre este atributo con el tiempo de viaje no sería la más adecuada, ya que el uso de este elemento depende más del tiempo de espera.

En segundo lugar, se sostiene que fue una buena decisión considerar el tiempo de viaje y no la tarifa, ya que los resultados obtenidos son congruentes con la realidad. Los encuestados que presentan una mayor dificultad a la hora de transportarse están dispuestos a demorar un poco más durante su viaje, si los paraderos cuentan con los elementos de accesibilidad considerados en esta investigación. Esto se evidencia con el valor del parámetro del tiempo de viaje, el cual es menor para las personas con MR.

En tercer lugar, se evidenció lo poco realista que fue considerar los tiempos de viajes actuales de la misma forma para los distintos modos. Es decir, quienes viajan actualmente en modos distintos al bus, por ejemplo en bicicleta o automóvil, siguen teniendo el mismo tiempo de viaje basal, a pesar de que en la realidad este viaje probablemente requiera más tiempo en el modo bus.

En cuarto lugar, es importante tener en cuenta que se puede no estar considerando algunos efectos que tal vez la gente está valorando. Por ejemplo, la interacción entre la elevación del piso del paradero y el número de autos por hogar pudiese ser relevante para quienes tienen auto ya que esto podría implicar un elevamiento completo de la calzada, dificultando el ingreso a sus casas o estacionarse en la calles.

Finalmente, se consideró que el número de escenarios de elección extendía demasiado la encuesta y, debido a una cantidad considerable de encuestas incompletas, probablemente agotaba a los encuestados.

3.3 Encuesta Final

Tras los aprendizajes de la etapa piloto y la obtención de parámetros a priori, en esta sección se presentará la generación del diseño de la encuesta final, sus atributos, niveles, pivotes y principales características.

3.3.1 Atributos y Niveles

A partir de los aprendizajes de la encuesta piloto y con los parámetros estimados en el modelo VSG se generó un diseño eficiente a través del *software* NGENE (ChoiceMetrics, 2014). Se decidió no considerar el atributo Asientos y aumentar la cantidad de niveles del atributo tiempo de viaje a cinco niveles: -25%, -15%, 0%, +15% y +25%. A su vez, se optó por utilizar un sistema de dos bloques, con el fin de disminuir la cantidad de elecciones que debe realizar el encuestado sin perder la cantidad de escenarios. Es así como se obtuvieron dos bloques con cinco situaciones de elección cada uno.

3.3.2 Pivotes

Al igual que en la encuesta piloto, se pivoteó el tiempo de viaje a partir del tiempo actual de viaje del encuestado a su actividad principal. Adicionalmente, se decidió también pivotear este atributo dependiendo del modo de transporte que actualmente usa. Es decir, el tiempo de viaje basal (0%) no necesariamente es igual al declarado, si no que varía según el modo como se indica en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4: Pivotes según modo para el tiempo basal (0%)

Modo	Pivote
Solo Bus, Solo Metro, Bus y Metro	1
Auto u Otro	1,3
Bicicleta	1,8
Caminata	1

Fuente: Elaboración propia

Entonces, por ejemplo, quien viaje en auto verá su tiempo basal aumentado en 1,3 veces, mientras que quien viaja en bus y/o metro su tiempo actual será igual al tiempo basal. Cabe mencionar que estos valores fueron calculados como la razón entre el tiempo de viaje promedio por modo y el tiempo de viaje promedio en transporte público, entregados por la de la Encuesta Origen Destino 2012 (SECTRA, 2015).

3.3.3 Características de la encuesta final

La encuesta final se asemeja en su mayoría a su versión piloto, a excepción de ciertas diferencias que se detallan a continuación.

En cuanto a la estructura, se mantienen las cinco secciones, no obstante se añadió la pregunta referente al modo de transporte actual antes del experimento de elección. Luego, en la primera sección, el experimento de elección solo cuenta con cinco situaciones distintas. La segunda sección tuvo una pequeña modificación, en la que los encuestados ahora solo podrán valorar los elementos considerados para hacer su elección y no todos los elementos disponibles. En el módulo de Movilidad, se eliminó una pregunta que era redundante y no aportaba a la caracterización de las personas con MR en el sistema de buses urbanos. El módulo de Salud y la sección de datos personales no tuvieron modificaciones. Las imágenes solo cambiaron en cuanto al atributo Asientos, dado que ahora no era considerado. Finalmente, la cantidad de alternativas en cada situación de elección y el tipo de respuestas disponibles no sufrieron modificaciones

La encuesta final se encuentra disponible en el Anexo B.

3.4 Recolección y análisis de la muestra

La encuesta final fue difundida a través de distintas redes sociales, con la ayuda de personas cercanas e instituciones como Ciudad Accesible, PIANE UC, Fundación Luz, entre otras. Tras una primera etapa se recolección de datos, se debió focalizar la difusión en personas sobre los 35 años ya que los medios de difusión utilizados generaron un sesgo significativo con respecto a la edad.

Se obtuvo un total de 1.650 encuestados, cuyas respuestas fueron revisadas con el fin de eliminar inconsistencias o respuestas fuera de rango. A partir de esto se eliminaron:

- Nueve datos en los que el tiempo de viaje reportado era cero o muy grande (sobre 1.000 minutos) o ingresados en un formato incorrecto (ejemplo 1,3 minutos)

- Nueve datos en los que los encuestados escogieron las opciones “Ninguna de las alternativas” o “Me da igual” para todas las situaciones de elecciones
- Cuatro casos en los que el número de personas que viven en el hogar eran mayores a 30 personas
- Un caso en el que el número de autos por hogar era 17 autos

En cuanto al comportamiento lexicográfico de los encuestados, no se puede saber con certeza si las respuestas fueron otorgadas bajo este comportamiento ya que no siempre se contaba con los mismos atributos en las distintas situaciones de elección. Sin embargo, a partir de las respuestas de la segunda sección de la encuesta, se verificó que quienes declararon considerar solo un atributo a la hora de escoger entre las alternativas efectivamente lo hicieran. A partir de esto se constató un total de 271 respuestas bajo un comportamiento lexicográfico, las cuales se distribuyen como se indica en la Tabla 3-5.

Tabla 3-5: Distribución de individuos lexicográficos en la muestra, según atributos

	Información	**Piso Elevado**	**Rampa**	**Tiempo**	**Total**
Declarados	30	35	26	286	377
Verificados	15	7	17	232	271

Fuente: Elaboración propia

La muestra sin considerar lexicográficos corresponde a un total con 1.356 encuestados, de los cuales 300 son personas con MR

A continuación se presentará una caracterización de la muestra a través de distintas variables socioeconómicas, para finalmente enfocarse en la porción de la muestra con MR.

3.4.1 Edad

La edad promedio para el total de los encuestados es de 28 años, con un mínimo de 18 años y un máximo de 89 años. En su mayoría corresponde a personas entre 18 y 29 años (73%), por lo que es evidente que existe un sesgo en la población en función de esta variable. Dicho sesgo se debe en gran parte a los medios de difusión utilizados. En la Figura 3-3 se muestra la distribución de la muestra según edad.

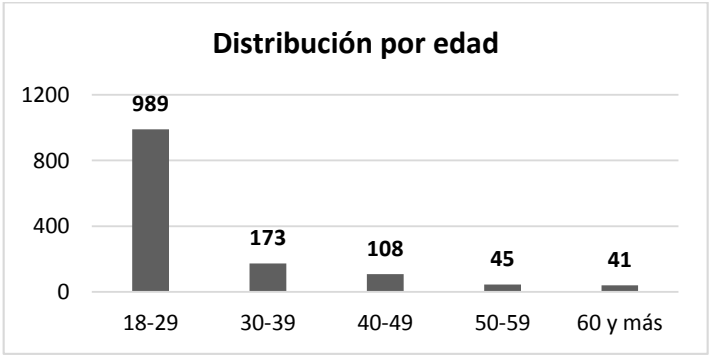


Figura 3-3: Distribución de los encuestados según rango de edad
Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Sexo

La distribución de la muestra según la variable Sexo corresponde a 497 hombres (37%) y a 859 mujeres (63%), de las cuales 12 declaran estar embarazadas.

A partir de la distribución de la variable Sexo según rangos de edad en la Figura 3-4, se logra observar que la cantidad de mujeres encuestadas fue siempre mayor, independiente del rango de edad que se esté considerando. Este singular comportamiento podría deberse a una mayor disposición del género femenino a responder encuestas, o quizás esté relacionado con otros aspectos como el tiempo destinado al uso de redes sociales o el interés que presentan las mujeres en temas relacionados a la inclusión de personas con MR.

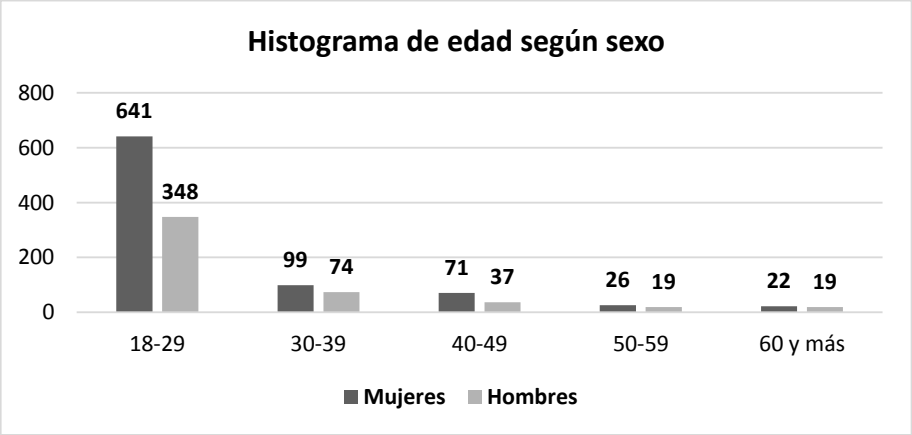


Figura 3-4: Distribución de edades y sexo de los encuestados
Fuente: Elaboración propia

3.4.3 Nivel Educacional

En cuanto al Nivel Educacional, una persona declara no haber tenido educación formal, mientras que 4 solo alcanzaron un nivel de educación básica y otras 6 un nivel de educación media sin completar. De forma particular, una persona declaró contar Educación Especial (diferencial). El resto de la muestra se distribuye como se muestra en la Figura 3-5.

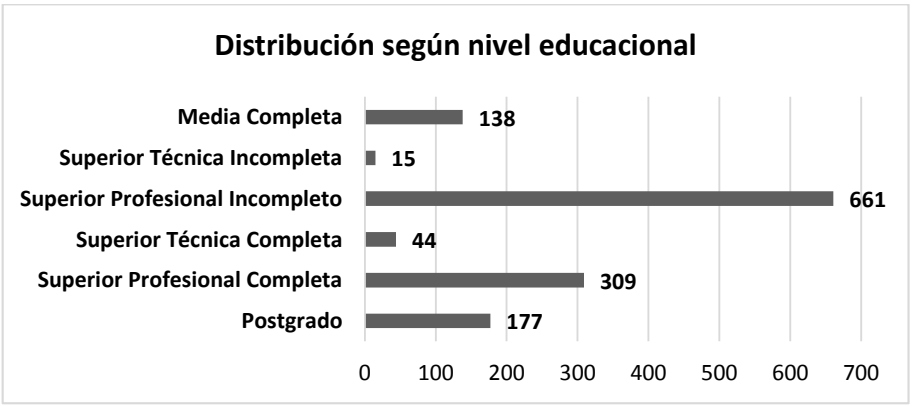


Figura 3-5: Distribución de la muestra según nivel educacional
Fuente: Elaboración propia

3.4.4 Actividad Principal

La muestra en su mayoría corresponde a estudiantes (62%) y trabajadores (33%). En la Tabla 3-6 se detalla la distribución de la muestra según la variable Actividad Principal.

Tabla 3-6: Distribución de la muestra según Actividad Principal, en frecuencia y porcentaje

Actividad Principal	Cantidad	Porcentaje
Estudio	834	62%
Trabajo	449	33%
Dueño(a) de casa	35	3%
Jubilado	22	2%
Otro	16	1%

Fuente: Elaboración propia

3.4.5 Modo de transporte

La distribución de la muestra según el Modo de transporte que utilizan para llegar a su actividad principal (Figura 3-6) corresponde en su mayoría a Transporte Público: 680 (50%) se trasladan en Bus y Metro, 214 (16%) solo en Metro y 91 (7%) solo en Bus. A su vez, 240 encuestados (18%) declaran trasladarse en automóvil a su actividad principal.

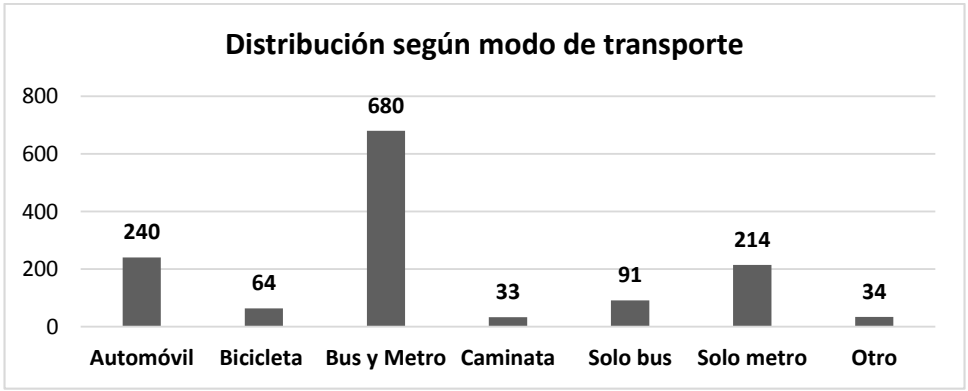


Figura 3-6: Distribución según modo de transporte del viaje actual a su actividad principal
Fuente: Elaboración propia

En cuanto al tiempo de viaje según Modo, se tiene que en promedio los encuestados que viajan en Transporte público, ya sea en bus, en metro o en ambos, se demoran más que aquellos que lo hacen en automóvil. En la Tabla 3-7 se describe el tiempo de viaje promedio, mínimo y máximo por modo

Tabla 3-7: Tiempo promedio, mínimo y máximo de viaje, según modo de transporte

	Tiempo de Viaje [min]		
	Promedio	**Mínimo**	**Máximo**
Auto	34	3	120
Bicicleta	25	8	75
Bus y metro	59	6	180
Caminata	20	3	35
Solo Bus	42	5	140
Solo Metro	39	7	200
Otro	30	5	80

Fuente: Elaboración propia

3.4.6 Características del hogar

Para las características del hogar se consideraron las variables relacionadas al Número de personas, al Número de autos, al Ingreso y la Comuna.

Con respecto al número de personas por hogar, se tiene un promedio es de 4 integrantes, un mínimo de 1 y un máximo de 16 integrantes por hogar. A su vez, en relación al número de autos por hogar se tiene un promedio de 1 automóvil, un mínimo de 0, un máximo de 9 automóviles por hogar y que el 25% de la muestra no posee automóvil. Se verificó que ambos máximos correspondieran a datos reales. En la Figura 3-7, se puede observar la distribución de ambas variables en la muestra.

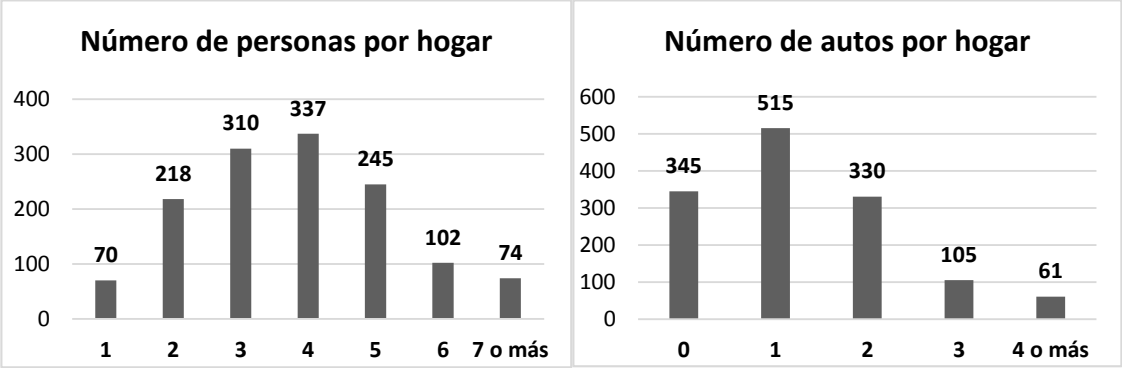


Figura 3-7: Distribución de la muestra según número de personas por hogar (a la izquierda) y número de autos por hogar (a la derecha)

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al ingreso por hogar, se tiene que la muestra cuenta con pocos hogares de ingreso menores al sueldo mínimo (3%). En contraste, se tiene una cantidad considerable de hogares de altos ingresos (37%). En Tabla 3-8 se muestra la distribución de la muestra según el Ingreso por hogar.

Tabla 3-8: Distribución según ingreso por hogar

Categoría	Ingreso por hogar	
Menos de 200.000 pesos	41	3%
Entre 200.000 y 400.000 pesos	140	10%
Entre 400.000 y 800.000 pesos	222	16%
Entre 800.000 y 1.600.000 pesos	297	22%
Más de 1.600.000 pesos	499	37%
No quiero contestar	157	12%

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, los encuestados se distribuyen en 47 comunas de la Región Metropolitana, principalmente en las comunas de Las Condes (17%), Santiago (9%) y Providencia (9%). En el Figura 3-8 se pueden observar las diez comunas con mayor número de encuestados.

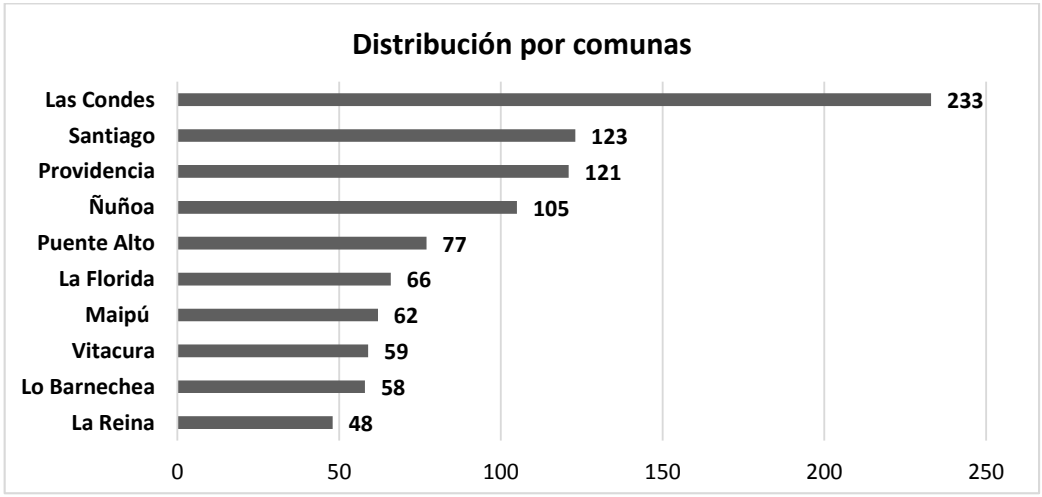


Figura 3-8: Distribución de la muestra según comuna del hogar del encuestado, las diez comunas con mayor frecuencia

Fuente: Elaboración propia

3.4.7 Lexicográficos

Como se mencionó anteriormente, hay 271 encuestados con comportamiento lexicográfico, en su mayoría con respecto a la variable tiempo de viaje (86%).

La edad promedio de estos individuos es de 27 años y en su mayoría corresponden a mujeres (59%). En relación con la actividad principal, el 62% de los individuos estudia y el 34% trabaja. La combinación de modos con mayor frecuencia corresponde a Bus y Metro (55%). En cuanto a las características del hogar el promedio para el número de personas y número de autos es 4 y 1, respectivamente, siendo en su mayoría hogares de altos ingresos, sobre 1.600.000 (43%).

Cabe mencionar que, para las variables Piso Elevado y Rampa, elementos netamente de accesibilidad física, se obtuvo 1 y 9 individuos con comportamiento lexicográfico, respectivamente, que utilizan un dispositivo de apoyo para su desplazamiento. Si bien esto tiene sentido, ya que sin estos elementos probablemente para muchos la accesibilidad sea nula, estos datos corresponden de todas maneras a un comportamiento lexicográfico.

Durante la estimación de modelos, Capítulo 4, se analizará si la inclusión de individuos con comportamiento lexicográfico influye en la estimación de modelos y en las disposiciones al pago por los atributos.

3.4.8 Movilidad Reducida

Dado el enfoque de esta investigación, una de las variables más importantes a estudiar es la MR. La muestra cuenta con 300 encuestados con MR, de los cuales 30 declaran ser personas ciegas o encontrarse en una situación de discapacidad visual grave o severa, 32 utilizan sillas de ruedas, 24 utilizan bastón o muletas, 44 personas declaran utilizar coche de guagua en su desplazamiento y 12 mujeres se encuentran embarazadas. El 43% de esta porción de la muestra declara directamente tener MR de forma permanente, mientras que el 14% presenta MR de forma temporal debido a alguna extremidad enyesada o una operación reciente.

A partir de las respuestas obtenidas en el módulo de Movilidad, se tiene que el 92% tiene una dificultad al menos leve para llegar a los lugares que ha querido ir, debido a barreras del transporte (M1), el 68% para subir peldaños (M2) y el 84% para subir a un bus (M3). En la Figura 3-9 se detalla el nivel de dificultad que tiene la población con MR para algunas actividades.

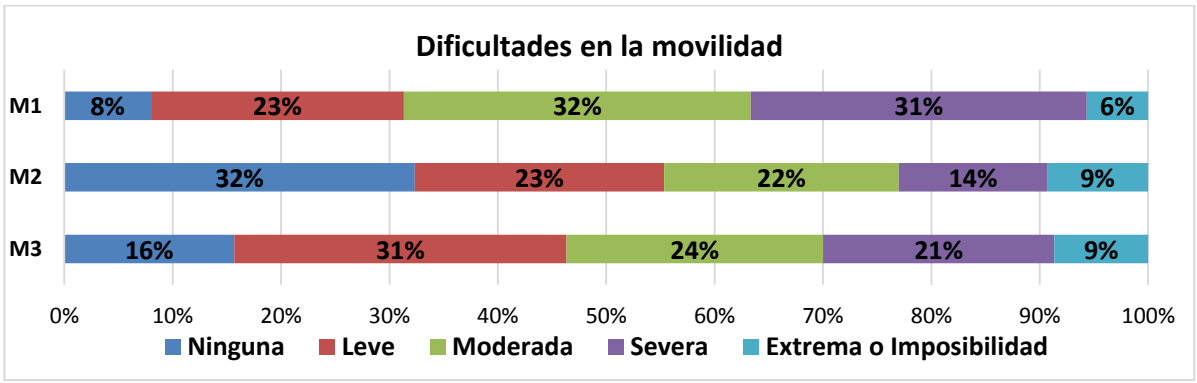


Figura 3-9: Grado de dificultad declarado para llegar a los lugares que ha querido ir, debido a barreras del transporte (M1), para subir peldaños (M2) y para subir a un bus (M3), en porcentaje
Fuente: Elaboración propia

Del total de encuestados con MR, el 67% son mujeres. En la Figura 3-10 se puede observar como varía la distribución de la edad de los individuos con MR según su sexo, cuyo promedio es de 34 años. De la misma forma que el total de la muestra, en su mayoría corresponde a jóvenes entre 18 y 29 años (47%) y en todos los rangos de edad existe una mayor participación femenina. Es beneficioso que la porción de la muestra con MR sea también en su mayoría joven, ya que es altamente probable que sean individuos partícipes de la sociedad, a pesar de las barreras que actualmente enfrenten en el entorno.

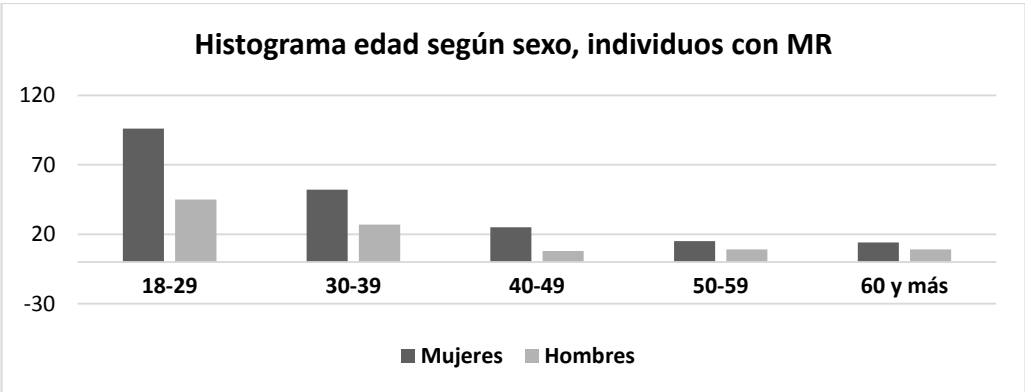


Figura 3-10: Distribución de edades y sexo de los encuestados con MR
Fuente: Elaboración propia

En cuanto al Nivel Educacional de los individuos con MR, la persona que declara no haber tenido educación formal presenta MR, 3 (de 4 en el total de la muestra) solo alcanzaron un nivel de educación básica y 5 (de 6 en el total de la muestra) un nivel de educación media sin completarla. La única persona de la muestra total que declaró contar con Educación Especial (diferencial), corresponde a un individuo con MR. El resto de la muestra, se distribuye como se muestra en la Figura 3-11.

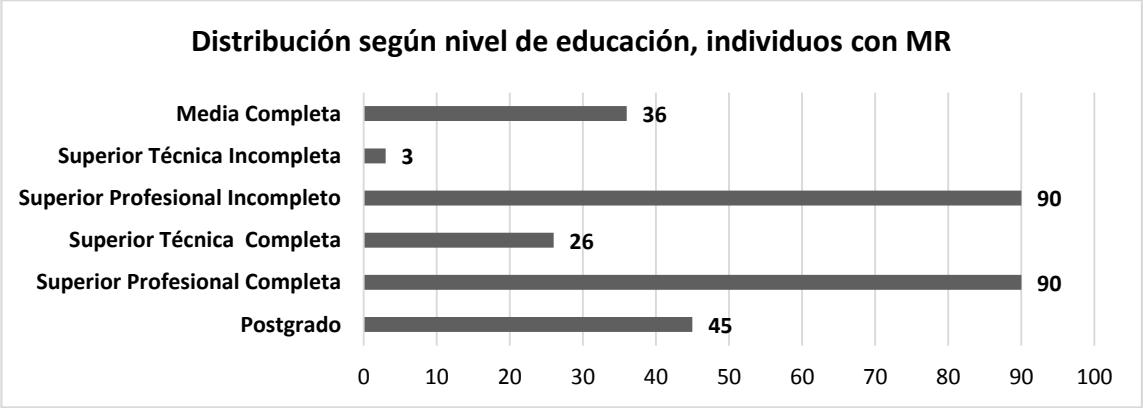


Figura 3-11: Distribución según nivel educacional de los encuestados con MR
Fuente: Elaboración propia

En relación a la Actividad Principal de los individuos con MR, la mayoría corresponde a trabajadores (47%) y estudiantes (39%). En la Tabla 3-9 se detalla la distribución de la muestra según la variable Actividad Principal.

Tabla 3-9: Distribución de la muestra según Actividad Principal, en frecuencia y porcentaje

Actividad Principal	Cantidad	Porcentaje
Trabajo	142	47%
Estudio	116	39%
Dueño(a) de casa	21	7%
Jubilado	16	5%
Otro	5	2%

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al Modo de transporte que utilizan los individuos con MR para llegar a su actividad principal corresponde en su mayoría a Transporte Público: 130 (43%) se trasladan en Bus y Metro, 26 (9%) solo en Metro y 31 (10%) solo en Bus; mientras que 85 (28%) individuos se traslada en Automóvil. A su vez, al menos el 54% de la muestra usa el modo bus en alguna etapa de su viaje En la Figura 3-12 se muestra la distribución según modo para individuos con MR.

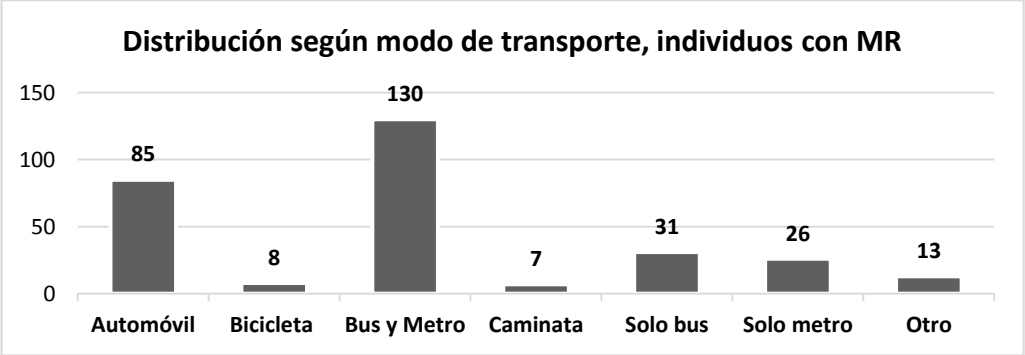


Figura 3-12: Distribución según modo de transporte del viaje actual a su actividad principal
Fuente: Elaboración propia

En cuanto al tiempo de viaje según modo, en la Tabla 3-10 se puede observar que en promedio los tiempos de viaje son similares al total de la muestra.

Tabla 3-10: Tiempo promedio, mínimo y máximo de viaje, según modo para individuos con MR

	Tiempo de Viaje [min]		
	Promedio	**Mínimo**	**Máximo**
Auto	33	3	120
Bicicleta	29	10	75
Bus y metro	59	6	150
Caminata	23	5	35
Solo Bus	44	5	140
Solo Metro	42	7	115
Otro	29	5	60

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a las características del hogar para individuos con MR, se tiene que en promedio el número de personas por hogar es de 4, mientras que el número de auto por hogar es de 1. Al igual que a la muestra total, el 25% de los individuos con MR no cuenta con automóviles en su hogar. En la Tabla 3-11 se muestra la distribución de la muestra según el Ingreso por hogar, la cual es muy similar a la distribución del total de la muestra.

Tabla 3-11: Distribución según ingreso por hogar, individuos con MR

Categoría	**Ingreso por hogar**	
Menos de 200.000 pesos	9	3%
Entre 200.000 y 400.000 pesos	43	14%
Entre 400.000 y 800.000 pesos	52	17%
Entre 800.000 y 1.600.000 pesos	60	20%
Más de 1.600.000 pesos	107	36%
No quiero contestar	29	10%

Fuente: Elaboración propia

Al igual que el total de la muestra, los encuestados con MR se encuentran principalmente en las comunas de Las Condes (17%), Santiago (9%) y Providencia (9%). No obstante, se tiene una menor dispersión de los encuestados ya que solo se cuentan con encuestados de 38 comunas de la Región Metropolitana. En la Figura 3-13 se pueden observar las diez comunas con mayor número de encuestados con MR.

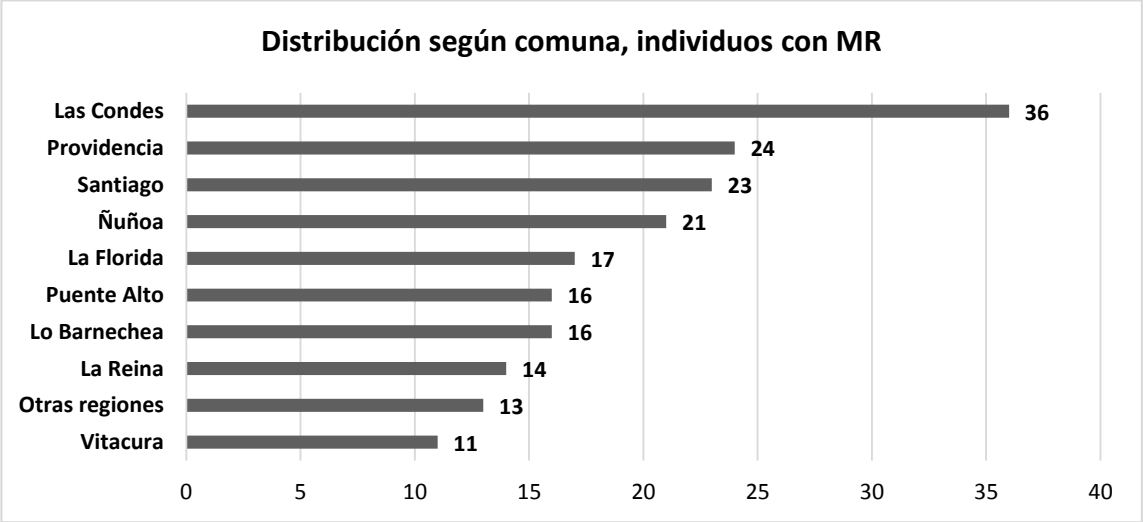


Figura 3-13: Distribución según comuna del encuestado con MR, las diez comunas con mayor frecuencia

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, cabe mencionar que los individuos con MR, en comparación con la muestra total, se trasladan en menor proporción a través del Transporte Público, mostrando una mayor preferencia por el automóvil. Es posible que esto no se deba a una mayor disposición del modo o a mayores ingresos, ya que como se revisó estas variables poseen valores muy similares para los individuos con MR y la totalidad de la muestra; si no que pueda deberse a que el Transporte Público no cuente con la accesibilidad necesaria para que estos individuos puedan utilizarlos o para que lo prefieran ante el automóvil.

4 RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de las estimaciones de modelos de elección discreta presentados en la sección 2.2. En primer lugar se mostrarán los resultados obtenidos para el modelo Logit Multinomial (MNL), el cual considera solo los atributos de las alternativas. Paralelamente, con el fin de considerar las respuestas del tipo "Me da igual", se estimó un modelo Logit Ordinal (LO), el cual es capaz de asemejar el escenario de elección a una escala semántica con tres niveles.

Luego, con el fin incluir la heterogeneidad en los individuos, se estimó inicialmente un modelo Logit Mixto (ML) con el fin de verificar la existencia de heterogeneidad en la muestra, para luego caracterizar dicha heterogeneidad a través de modelos MNL que consideren variaciones sistemáticas en los gustos.

En todos los modelos se ponderaron las observaciones con el fin de abordar el sesgo de edad que se obtuvo en la muestra. Dichos ponderadores se calcularon a partir del Censo 2012 (INE), considerando las proporciones reales de los distintos rangos etarios. En cuanto al sesgo relacionado con el ingreso, se estimaron los mismos modelos abordando ambos sesgos, cuyos resultaron son congruentes con las principales conclusiones de esta investigación y se detallan en el Anexo C.

Finalmente, se calculan las valoraciones de los elementos y se compararan los resultados obtenidos, con un enfoque particular en los individuos con MR. Todos los modelos fueron estimados con el *software* BIOGEME (Bierlaire, 2003).

4.1 Modelo Logit Multinomial (MNL)

Se estimó un modelo basal que considerara los tres elementos de accesibilidad y el tiempo de viaje, en donde la función de utilidad sistemática para cada alternativa es:

$$V = \beta_{Información} * Información + \beta_{PisoElevado} * PisoElevado + \beta_{Rampa} * Rampa + \beta_{Tviaje} * Tviaje \quad (4.1)$$

En una primera instancia se verificó el impacto que tienen los individuos lexicográficos en la estimación del modelo. Para esto se estimó el modelo basal con y sin estos individuos, cuyos resultados están en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1: Resultados modelos MNL1 y MNL1-1

Modelos	**MNL1 (Sin lexicográficos)**		**MNL1-1 (Con lexicográficos)**	
	Parámetro	**Test t**	**Parámetro**	**Test t**
Información	0,591	18,22	0,524	17,60
Piso Elevado	0,768	22,86	0,69	22,55
Rampa	0,432	13,79	0,401	13,81
Tiempo de viaje	-0,0741	-30,37	-0,0881	-37,29
Observaciones	**6.329**		**7.681**	
Final log-likelihood	**-3.539,089**		**-4.179,628**	

Fuente: Elaboración propia

En ambos modelos todos los parámetros son estadísticamente significativos, con un 95% de nivel de confianza, y tienen el signo esperado, es decir, los elementos de accesibilidad tienen signo positivo ya que les generan utilidad a las personas, mientras que el tiempo de viaje tiene signo negativo ya que un aumento en el tiempo de viaje les genera des-utilidad. Cabe destacar que el parámetro asociado al tiempo de viaje posee una significancia bastante mayor que el resto.

En cuanto a los individuos lexicográficos, a pesar de que los parámetros asociados a los elementos de accesibilidad obtuvieron valores un poco menores al considerarlos, no es muy claro que la presencia de estos individuos tenga una alta incidencia en la estimación de los modelos. Sin embargo, como se verá más adelante, al considerar interacciones con

las características socioeconómicas de los individuos, los resultados si presentan diferencias.

4.2 Modelo Logit Ordinal (LO)

Con el fin de considerar las respuestas del tipo "Me da igual" se decidió estimar un modelo LO capaz de incorporar estas observaciones. Cabe mencionar que solo el 2,3% del total de la muestra corresponden a respuestas de este tipo.

Para este modelo, tal como se explicó en la sección 2.3.2, se asumió que el experimento era análogo a un escenario de elección con escala semántica en tres niveles, donde el primer y el tercer nivel corresponden a las alternativas disponibles, y el segundo nivel a la opción de indiferencia. A partir de esto, se consideró la misma función de utilidad de la Ecuación 4.1 y la muestra sin individuos lexicográficos. Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 4-2: Resultados modelo Logit Ordinal

Modelo LO		
	Parámetro	Test t
Información	0,609	19,00
Piso Elevado	0,809	24,31
Rampa	0,481	15,34
Tiempo	-0,0844	-33,35
Umbrales		
μ_1	-0,0361	-1,23
μ_2	0,0927	3,16
Observaciones	**6.477**	
Final log-likelihood	**-4.023,838**	

Fuente: Elaboración propia

A pesar de que se obtuvieron los signos correctos para los parámetros de todos los atributos y que éstos, a su vez, fueron estadísticamente significativos, este modelo no

ajusta mejor que el modelo MNL detallado en la sección anterior. En consecuencia, tener en cuenta las respuestas de indiferencia no mejora la predictibilidad del modelo, por lo que se decidió no considerar estas observaciones en los modelos siguientes

4.3 Inclusión de la Heterogeneidad

Dado que los modelos anteriores no permiten tratar las variaciones en los gustos, se estimó un modelo Logit Mixto (ML) con el fin de identificar la existencia de heterogeneidad en las preferencias. Para el modelo ML se utilizó la especificación a través de parámetros aleatorios (RP), ya que al contar con alternativas no etiquetadas la formulación a través de componentes de error (EC) solo explicaría la aleatoriedad entre elegir cierta alternativa, independiente de sus atributos.

Luego, con el objetivo de caracterizar dicha heterogeneidad, se estimaron modelos MNL con variaciones sistemáticas en los gustos (VSG), el cual permite diferenciar a los individuos a partir de sus características socioeconómicas. En este caso, se le otorgó énfasis a las características relacionadas con la MR o con situaciones de discapacidad.

4.3.1 Modelo Logit Mixto

Para estimar el modelo ML, se consideró la misma función de utilidad del modelo MNL Ecuación 4.1, pero esta vez sus parámetros varían de forma aleatoria con distribución Lognormal. Se decidió utilizar esta distribución ya que, tal como lo señala Train (2009), ésta es útil cuando se sabe que el coeficiente tiene el mismo signo para todos los individuos, y, dada la coherencia entre los signos esperados y los obtenidos para todos los parámetros, se asumió que esto efectivamente es así.

Los resultados del modelo ML, sin considerar los individuos lexicográficos, se muestran en la Tabla 4-3. En la tabla se presentan las medias y desviaciones estándar de la

distribución Normal asociada a los parámetros Lognormal. A partir de las desviaciones estándar ($\widehat{\sigma}_k$), las cuales son todas estadísticamente significativas, se puede concluir que existe heterogeneidad en las preferencias, la cual no está siendo considerada en el modelo MNL1. Por lo tanto, se decidió considerar variaciones sistemáticas en los gustos, para poder caracterizar dicha heterogeneidad.

Tabla 4-3: Resultados modelo Logit Mixto, a través de parámetros aleatorios

	Modelo ML (RP)				
	$\overline{\theta}_k$	Test – t	$\widehat{\sigma}_k$	Test -t	Parámetro
Información	-0,262	-1,04	1,65	8,20	0,7695
Piso Elevado	0,539	2,25	0,592	2,07	1,7143
Rampa	-0,352	-1,37	1,33	5,68	0,7033
Tiempo de viaje	2,060	7,88	1,97	7,66	-0,1308
Observaciones	**6.329**				
Final log-likelihood	**-3.500,465**				

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, en la última columna de la Tabla 4-3, se presenta la media de los parámetros Lognormal según este modelo. Se puede observar que todos los parámetros tiene valores más altos que los obtenidos para el modelo MNL1.

4.3.2 Variaciones sistemáticas en los gustos (VSG)

Con el fin de caracterizar la aleatoriedad de las preferencias individuales y aflojar el supuesto de que todos los individuos valoran de igual manera los atributos, se estimaron modelos que incluyeran interacciones con las variables socioeconómicas de los individuos, para así poder considerar las variaciones sistemáticas en los gustos.

En primer lugar, se modelaron las interacciones entre los elementos y la presencia de MR en los individuos, diferenciando entre la muestra con y sin individuos con comportamiento lexicográfico. Los modelos se detallan en la Tabla 4-4.

Tabla 4-4: Resultados modelos VSG1 y VSG1-1

	VSG1 (Sin Lexicográficos)		**VSG1-1 (Con Lexicográficos)**	
Variables	**Parámetro**	**Test t**	**Parámetro**	**Test t**
Información	0,600	18,15	0,547	17,75
Piso Elevado	0,780	22,76	0,656	18,61
Rampa	0,442	13,77	0,327	9,64
Tviaje	-0,0942	-31,10	-0,113	-37,50
MR – Piso Elevado	-	-	0,151	2,16
MR - Rampa	-	-	0,25	3,66
MR – Tiempo de viaje	0,0494	9,45	0,0626	12,16
Observaciones	**6.329**		**7.681**	
Final log-likelihood	**-3493,039**		**-4078,357**	

Fuente: Elaboración propia

En ambos modelos, todos los signos de los parámetros son correctos y estadísticamente significativos con un nivel de confianza del 95%. Es evidente que la presencia de individuos con comportamiento lexicográfico sí incide en la estimación de los modelos, especialmente cuando se consideran interacciones entre los atributos y la variable asociada con MR.

El modelo VSG1-1 es capaz de caracterizar la valorización de elementos, como el elevamiento de piso en paraderos y la rampa de acceso a buses, a partir de la variable asociada a la presencia de MR en el individuo. En contraste, en el modelo VSG1, el cual no incluye a los individuos lexicográficos, estas interacciones tenían una significancia estadística muy baja. Con respecto a las interacciones relevantes, se tiene que quienes presentan MR no ponderan de la misma forma su tiempo de viaje, es decir, demorarse más les genera menos des-utilidad que quienes no presentan MR.

Al aplicar el test de razón verosimilitud (LR) entre los modelos MNL1 y VSG1, para ver qué estimación era la más adecuada, se tiene que LR= 92,1. Considerando un grado de libertad, se tiene que el modelo VSG1 es preferible sobre el modelo MNL1.

Luego, con el fin de caracterizar la heterogeneidad de una forma aún más detallada que en el modelo VSG1, se buscó categorizar a los individuos con MR considerando otras características más específicas como el uso de dispositivos de apoyo, tales como muletas, silla de ruedas y coche para bebés, discapacidad visual severa (ceguera), embarazo, vivir con niños menores de cinco años y la presencia de MR temporal. A partir de esto, se consideraron solo las interacciones significativas para estimar el modelo VSG2, cuyos resultados, sin considerar a los individuos lexicográficos, se detallan en la Tabla 4-5.

Tabla 4-5: Resultados modelo VSG2

	VSG2	
Variables	**Parámetro**	**Test t**
Información	0,610	18,45
Piso Elevado	0,762	22,25
Rampa	0,384	11,82
Tiempo de viaje	-0,0851	-31,61
Disc. Visual - Rampa	0,491	2,34
Embarazo - Rampa	0,690	1,99
Silla de Ruedas - Rampa	0,519	2,72
Muletas – Piso Elevado	0,659	2,61
Disc. Visual – Tiempo de viaje	0,0506	3,45
Embarazo – Tiempo de viaje	0,0427	1,79*
MR Temporal – Tiempo de viaje	0,0396	3,38
Muletas – Tiempo de viaje	0,0295	1,81*
Silla de Ruedas – Tiempo de viaje	0,0611	4,67
Observaciones	**6.329**	
Final log-likelihood	**-3.470,010**	

***No significativo al 95%, pero si al 90%**

Fuente: Elaboración propia

En este modelo, los parámetros de dos de los elementos de accesibilidad varían dependiendo de las características del individuo. Para la rampa de acceso a buses, se tiene que las personas con discapacidad visual, que utilicen sillas de ruedas o mujeres que se encuentren embarazadas tienen un parámetro mayor para este atributo. De la misma forma, las personas que utilicen muletas para su desplazamiento tienen un parámetro mayor para la elevación de piso en paraderos.

En cuanto al parámetro asociado al tiempo de viaje, éste varía dependiendo si el individuo presenta una discapacidad visual severa (ceguera), si utiliza dispositivos de apoyo para desplazarse, como una silla de ruedas o muletas, si presenta MR temporal o, si al ser mujer, se encuentra embarazada. No obstante, para los individuos que presenten cualquiera de estas características, un mayor tiempo de viaje les genera una menor des-utilidad que en los individuos que no concuerdan con estas características.

La presencia de individuos lexicográficos en la estimación de los parámetros, modelo VSG2.1, no generó grandes diferencias. Los detalles de este modelo se encuentran en el Anexo D.

Al aplicar el test de razón verosimilitud (LR) entre los modelos MNL1 y VSG2, se tiene que LR= 138,1. Considerando 9 grados de libertad, se tiene que el modelo VSG2 es preferible sobre el modelo MNL1. Cabe mencionar que no es posible comparar los modelos VSG1 y VSG2, ya que ninguno es la versión restringida del otro.

4.4 Valoración de atributos

Finalmente, se calculó cuánto valoran los individuos los elementos de accesibilidad (VdA). Para esto se consideraron los resultados de los modelos MNL1, VSG1 y VSG2. Las valoraciones obtenidas representan cuánto tiempo adicional, al tiempo de viaje actual

de los individuos, están dispuestos a demorarse por la presencia de los elementos de accesibilidad.

A su vez, con el fin de monetizar este tiempo adicional de viaje, se utilizó el valor social de tiempo viaje urbano de $1.688 por hora (MDS, 2017). Si bien, esta no es la forma más adecuada de monetizar el tiempo dado que se trata de individuos con distintos ingresos y distintas valoraciones del tiempo, se consideró que de todas maneras sería útil conocer la valoración en pesos.

4.4.1 MNL1

El modelo MNL1, al ser el modelo más básico, no diferencia a los individuos según las dificultades a las que se enfrenta para acceder al sistema de buses urbanos. La Tabla 4-6 muestra los resultados obtenidos, tanto en minutos como en pesos chilenos:

Tabla 4-6: Valoración de cada atributo

MNL1	**Valoración**	
Atributos	**[min]**	**[$]**
Información	8	224
Piso Elevado	10	292
Rampa	6	164

Fuente: Elaboración propia

Bajo este modelo, el elemento de accesibilidad más valorado corresponde a la elevación de piso en paraderos. A su vez, dado que solo el 22% de la muestra corresponde a individuos con MR, los resultados obtenidos estarían sub-representando a los individuos que presenten dificultades al movilizarse y, por ende, los atributos con mayor o menor valoración no necesariamente corresponden a los entregados por este modelo.

Al comparar con los valores obtenidos por otras investigaciones (Tabla 2-3), se tiene que las valoraciones obtenidas son similares en magnitud.

4.4.2 VSG1

Al calcular las valoraciones diferenciando entre individuos con y sin MR, se logra evidenciar que los individuos que presentan MR valoran al menos el doble los elementos de accesibilidad que los individuos sin MR. Para ambos tipos de individuos el elemento más valorado es la elevación de piso en los paraderos, al igual que en el modelo MNL1. En la Tabla 4-7 se puede observar las valoraciones para cada elemento, tanto en minutos como en pesos chilenos:

Tabla 4-7: Valoración de atributos según MR

	MR		**sin MR**	
	[min]	**[$]**	**[min]**	**[$]**
Información	13	377	6	179
Piso Elevado	17	490	8	233
Rampa	10	278	5	132

Fuente: Elaboración propia

A partir de los resultados en minutos y considerando los tiempos promedio de viaje en bus de los individuos con y sin MR (sección 3.4.8) las personas con MR están dispuestas a demorarse un 39% más en su viaje en bus, mientras que las sin MR solo un 14%. Suponiendo que los resultados obtenidos en pesos podrían representar la VdA de los individuos, cabe destacar que por la provisión de un piso elevado en paraderos los individuos con MR estarían dispuestos a pagar $490 más, es decir, un 77% adicional de la tarifa actual de un adulto.

En cuanto a la incidencia del comportamiento lexicográfico, se tiene que, a pesar de que al estimar el modelo VSG1 (Sección 4.3.2) se verificó que estos individuos sí generaban

diferencias en la estimación de modelos, al obtener la VdA estos individuos no tienen una gran incidencia en los resultados. En la Tabla 4-8 se evidencia que para los individuos sin MR, el modelo con lexicográficos subestima todas las valoraciones; no así con los individuos con MR, para los cuales la información audiovisual y la elevación de piso en paraderos son subestimados, mientras que la rampa de acceso a buses es sobreestimada.

Tabla 4-8: Valoración de atributos según MR, influencia de individuos lexicográficos, en minutos

VSG1 [min]	Sin lexicográficos		Con lexicográficos	
	MR	sin MR	MR	sin MR
Información	13	6	11	5
Piso Elevado	17	8	16	6
Rampa	10	5	11	3

Fuente: Elaboración propia

4.4.3 VSG2

Al caracterizar de forma aún más detallada la heterogeneidad en las preferencias, las disposiciones al pago varían como se muestra en la Tabla 4-9.

Tabla 4-9: Valoración de atributos según modelo VSG2, en minutos

VSG2 [min]	Disc. Visual	Embarazo	Muletas	Silla de Ruedas	MR Temporal	Sin caract.
Información	18	14	11	25	13	7
Piso Elevado	22	18	26	32	17	9
Rampa	25	25	7	38	8	5

Fuente: Elaboración propia

De los resultados se tiene que la rampa de acceso a buses fue el atributo más valorado para las personas con discapacidad visual severa, mujeres embarazadas y personas que utilicen una silla de ruedas para su desplazamiento; mientras que la elevación de piso en paraderos fue el más valorado para las personas que utilizan muletas y presentan MR temporal. Se cree que, dado el avance de nuevas aplicaciones y el uso de tecnologías para informar a la

población en tiempo real sobre el estado del sistema de transporte urbano, la información audiovisual en paraderos no es uno de los atributos más valorados por ninguno de los individuos caracterizados.

A diferencia de los modelos anteriores, no se puede hablar de individuos sin MR ya que en realidad estos corresponden a aquellas personas que no presentan las características seleccionadas, pero que, sin embargo, podrían presentar MR. Debido a esta razón, las valoraciones son levemente mayores a las obtenidas para los individuos sin MR en la sección anterior. Los individuos sin caracterizar, última columna de la Tabla 4-9 , al igual que los sin MR de la sección anterior, valoran más la elevación de piso en paraderos y valoran menos la rampa de acceso a buses.

En relación a la incidencia de los individuos lexicográficos en la valoración de los elementos, en la Tabla 4-10 se pueden observar los resultados obtenidos a partir del modelo VSG2-1.

Tabla 4-10: Valoración de atributos según modelo VSG2-1, en minutos

VSG2-1 [min]	Disc. Visual	Embarazo	Muletas	Silla de Ruedas	MR Temporal	Sin caract.
Información	15	11	8	92	9	5
Piso Elevado	18	14	20	115	12	7
Rampa	23	23	5	183	6	3

Fuente: Elaboración propia

Al comparar estos resultados con los de la Tabla 4-9, se puede observar que si bien para la mayoría de los individuos las valoraciones son similares, existe una diferencia significativa en la VdA de los individuos que utilizan una silla de ruedas. El valor de esta diferencia varía según el atributo: la VdA para el modelo que considera a los individuos lexicográficos (VSG2-1) es 2,6, 2,6 y 3,9 veces mayor que en el modelo sin lexicográficos para la información audiovisual, la elevación de piso y la rampa de acceso a buses, respectivamente.

Finalmente, en la Tabla 4-11 se observan las VdA, a partir del modelo VSG2, monetizadas en pesos chilenos.

Tabla 4-11: Valoración de atributos según ciertas características, en pesos chilenos

VSG2 [$]	Disc. Visual	Embarazo	Muletas	Silla de Ruedas	MR Temporal	Sin Categorizar
Información	497	405	309	715	377	202
Piso Elevado	621	506	719	893	471	252
Rampa	714	713	194	1.059	237	127

Fuente: Elaboración propia

A partir de estas, se deduce que las personas que tienen una movilidad mucho más restringida, como las personas que se trasladan en sillas de ruedas o que se encuentran bajo una situación de discapacidad visual severa, están dispuestas a pagar incluso más del doble de la tarifa actual por la provisión de algunos de estos elementos. A su vez, personas que no suelen tener dificultades al movilizarse pero que de manera circunstancial presenta MR, como mujeres embarazadas o personas enyesadas con MR temporal, también están dispuestas a pagar una mayor tarifa (entre un 40% y un 110% adicional, aproximadamente) por la provisión de elementos de accesibilidad.

5 CONCLUSIONES

En esta investigación se estimaron distintos modelos con el fin de conocer cuánto valoran las personas la provisión de ciertos elementos de accesibilidad, con un enfoque particular en los individuos con MR. Los datos utilizados para estimar estos modelos se obtuvieron a través de una encuesta de PD, la cual se centró en un experimento de elección. En este experimento los encuestados debían elegir entre dos paraderos, los cuales contaban con distintos elementos que mejoran la accesibilidad en la etapa de acceso y egreso al sistema de buses urbanos de Santiago. Los elementos valorados corresponden a información audiovisual en paraderos, elevamiento de piso de paraderos y rampa de acceso a buses.

La elaboración y aplicación de la encuesta fue un proceso iterativo y de continuo aprendizaje, en el cual se requirió tanto de la opinión de actores claves, tales como instituciones y personas con MR, como también de una exhaustiva revisión bibliográfica. La selección de los elementos y el diseño de la encuesta, fueron sin duda procesos que requirieron de una constante evaluación y reelaboración, para así obtener un instrumento final útil, claro y que sea capaz de obtener, de la manera más realista posible, las preferencias de las personas. En relación al uso de imágenes en el experimento de elección, las cuales pueden ser percibidas de distintas maneras y que al ser estáticas no son capaces de reflejar la realidad, es difícil saber cuán sesgado están los resultados. Por ejemplo, la información audiovisual en paraderos podría causar un cierto nivel de ruido que probablemente no está siendo considerado en la elección de los individuos.

Los modelos estimados corresponden principalmente a modelos MNL con VSG, los cuales buscan caracterizar la heterogeneidad de los individuos. A partir de estos se calculan las valoraciones de estos atributos a través del cálculo de la VdA, considerando el efecto que pueden generar los individuos lexicográficos en el cálculo de estas últimas. De forma paralela, se estimó un modelo LO para considerar las respuestas del tipo “Me da igual” y un modelo ML para identificar la existencia de heterogeneidad en las

preferencias. En cuanto a la inclusión de la indiferencia a través de un modelo LO, en esta investigación no se obtuvieron resultados significativos. Es posible que esto se deba a que la cantidad de respuestas indiferentes no eran suficientes como para tener un efecto considerable en la estimación del modelo. Con respecto al modelo ML, se verificó efectivamente la existencia de heterogeneidad en los individuos, la cual se intentó caracterizar a través de VSG.

Las VdA calculadas se diferenciaron, por una parte, si el individuo presentaba o no MR (modelo VSG1), y, por otra parte, si el individuo presentaba ciertas características socioeconómicas más específicas, pero que de todas formas se relacionan con la dificultad que puede enfrentar a la hora de desplazarse (modelo VSG2). Para los tres elementos , las VdA fueron positivas.

Inicialmente se calcularon las VdA sin considerar las diferencias entre las preferencias de los individuos, obteniéndose una valoración de 8 minutos ($224) para la información audiovisual en paraderos, 10 minutos ($292) para la elevación de piso en paraderos y 6 minutos ($164) para la rampa de acceso a buses. Luego, en el modelo VSG1, el elemento más valorado tanto para los individuos con MR y sin MR es la elevación de piso en paraderos. No obstante, los individuos con MR valoran al menos el doble cada atributo, es decir, mientras estos valoran la información audiovisual, la elevación de piso y la rampa de acceso a buses en 13($377), 17($490) y 10($278) minutos adicionales en su tiempo de viaje, respectivamente; los individuos sin MR lo hacen en 6($179), 8($233) y 5 minutos ($132), respectivamente. Para el modelo VSG2, las características consideradas se relacionan con si la persona presenta discapacidad visual severa, si utilizan dispositivos de apoyo como muletas o sillas de ruedas, si se encuentra embarazada y si presenta MR temporal. En este caso, las personas con discapacidad visual severa, mujeres embarazadas y personas que utilicen una silla de ruedas para su desplazamiento valoran más la rampa de acceso a buses en 25($714), 25($713) y 38 minutos ($1.059), respectivamente; mientras que para quienes utilizan muletas y personas que presentan MR temporal el

atributo más valorado es la elevación de piso en paraderos en 26($719) y 17 minutos ($471), respectivamente.

Es evidente que quienes necesitan ciertos elementos para poder optar a un acceso lo más independiente posible al transporte público, como por ejemplo las personas que utilizan una silla de ruedas o quienes utilicen muletas, son los mismos individuos que tienen una mayor valoración, y, por ende, una mayor valoración de esos elementos.

Con respecto a la incidencia que tienen los individuos lexicográficos en los resultados se tiene que, si bien, estos algunas veces generan diferencias significativas en la estimación de los modelos que incluyen características socioeconómicas, no se puede concluir si este comportamiento efectivamente incide en el cálculo de las Vda por los atributos. Por una parte, para el modelo VSG1, dónde se presentan diferencias significativas en la estimación de los parámetros al considerar a los individuos lexicográficos, no se observan cambios significativos en las VdA .Por otra parte, en el modelo VSG2, cuya estimación con y sin lexicográficos es muy similar, se observa que cuando se consideran a los individuos lexicográficos las VdA no son tan similares, especialmente para los individuos que utilizan sillas de ruedas para su desplazamiento, los cuales pueden valorar un atributo hasta 4 veces más en el modelo que considera a los lexicográficos.

Con los resultados obtenidos se espera aportar a la discusión sobre cómo incorporar las valoraciones de estos elementos en la evaluación social de proyectos. Si bien, esta investigación solo abarca tres elementos de accesibilidad, es un aporte haber obtenido su valoración, logrando demostrar que, por una parte, estos elementos generan beneficios que no están siendo contabilizados y que, por otra parte, estos varían ampliamente en la población, más aún cuando consideramos la presencia de MR en los individuos.

Finalmente, dentro de las futuras líneas de investigación se propone que estudios de este tipo se repliquen en otras ciudades de Chile, donde la valoración de los elementos puede

variar en función de otros factores como el clima o el tipo de ruta (por ejemplo, si una etapa del viaje se hace a través de vía marítima). A su vez, podrían usarse otros instrumentos para obtener las preferencias de las personas, como por ejemplo a través del método *Best-Worst*. Adicionalmente, se podrían valorar más elementos en las distintas etapas de un viaje o también otros modos, como el metro, para poder incorporar estos elementos en la evaluación social de proyectos de transporte en Chile.

BIBLIOGRAFÍA

Bierlaire, M. (2003). BIOGEME: A free package for the estimation of discrete choice models. In *Proceedings 3rd Swiss transportation research conference*, Ascona, Switzerland.

ChoiceMetrics (2014). *Ngene 1.1.1 User Manual & Reference Guide: The Cutting Edge in Experimental Design*. Sydney.

Cruz, A. (13 de diciembre de 2016). Accesibilidad Transantiago: 25% de recorridos locales no tiene piso bajo [Mensaje en un blog]. Administración y Transportes CL. Recuperado de: http://administracionytransportes.cl/2016/12/13/accesibilidad-transantiago-25-recorridos-no-tiene-piso-bajo/

Dalvi, M. Q., & Martin, K. M. (1976). The measurement of accessibility: some preliminary results. *Transportation*, 5(1), 17-42.

Dirección del trabajo (s.f.). ¿Cuál es el valor del ingreso mínimo mensual?. Disponible en: http://www.dt.gob.cl/consultas/1613/w3-article-60141.html

DTPM. (2012). Directorio de Transporte Público Metropolitano, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. *Estudio de Accesibilidad*.

DTPM. (2017). Directorio de Transporte Público Metropolitano, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. *Informe de Gestión 2015-2016*.

Fearnley, N., Flügel, S., & Ramjerdi, F. (2011). Passengers' valuations of universal design measures in public transport. *Research in Transportation Business & Management, 2*, 83-91.

Galilea, P., & Ortúzar, J. D. D. (2005). Valuing noise level reductions in a residential location context. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *10*(4), 305–322.

Geurs, K. T., & van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. Journal *of Transport geography*, *12*(2), 127-140.

Greene, W. (1993).*Econometric Analysis*. 2da Edición. New York: Macmillan.

Hansen, W. G. (1959). How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of Planners, 25*(2), 73-76.

Hammer, F. & Norheim, B. (1993). Bus passengers' valuation of new services - a stated preference analysis in test cities. . Referido en: Fearnley et al. 2011. Passengers' valuations of universal design measures in public transport.

.Hurtubia, R., Guevara, C. A., & Donoso, P. (2015). Using images to measure qualitative attributes of public spaces through SP surveys. *Transportation Research Procedia*, *11*, 460–474.

INE. (2005). Instituto Nacional de Estadísticas & Comisión Económica para América Latina y el Caribe. *Proyecciones y Estimaciones de Población. Total País 1950-2050*, 88-89.

INE (s.f.). Instituto Nacional de Estadísticas. *Resultados XVIII Censo de Población*, 69-71.

Iwarsson, S. & Ståhl, A. (2003) Accessibility, usability and universal design - positioning and definition of concepts describing person-environment relationships. *Disability and Rehabilitation, 25*(2), 57-66.

Jara – Díaz, S. (2007). *Transport Economic Theory*. Elsevier Science, Amsterdam.

Karekla, X., Fujiyama, T., and Tyler, N. (2011). Evaluating accessibility enhancements to public transport including indirect as well as direct benefits, *Research in Transportation Business & Management*, 2, 92-100.

Ley N°20.422. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 10 de febrero de 2010.

Lid, I. M., & Solvang, P. (2016). (Dis)ability and the experience of accessibility in the urban environment. *ALTER- European Journal of Disability Research, 10*(2), 181-194.

Louviere, J.J., Hensher, D.A. & Swait, J.D. (2000) *Stated Choice Methods: Analysis and Application,* Cambridge, University Press, Cambridge.

Mace, R. L., Hardie, G. J., & Jaine, P. Place. (1991). *Accessible environments: Toward universal design*. Design Interventions: Toward A More Humane Architecture. Van Nostrand Reinhold, New York.

Maynard, A. (2007). *The economic appraisal of transport projects: The incorporation of disabled access* (Tesis doctoral). Crannfield University School of Management, United Kingdom.

McFadden, D. (1974). The measurement of urban travel demand. *Journal of Public Economics, 3*, 303 – 328.

McKelvey, R. D., & Zavoina, W. (1975). A statistical model for the analysis of ordinal level dependent variables. *The Journal of Mathematical Sociology, 4*(1), 103–120.
MDS. Ministerio de Desarrollo Social (2017) Precios sociales vigentes. Gobierno de Chile, Santiago.

MDS (2016). Ministerio de Desarrollo Social. *Presentación resultados Encuesta Casen 2015*.

Miralles, C., & Cebollada, A. (2003). *Movilidad y transporte. Opciones políticas para la ciudad.* Madrid, Fundación Alternativas.

Mitra, S. (2006). The capability approach and disability**.** *Journal of Disability Policy Studies,16,* 236-247.

Navarro, I. (2016) *Valoración de atributos urbanos en un corredor de buses a través de preferencias declaradas* (Tesis de magíster). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Nutley, S. & Thomas, C. (1995). Spatial mobility and social change: the mobile and the immobile. Sociologia Ruralis, 35, 24–39.

Odeck, J., Hagen, T., & Fearnley, N. (2010). Economic appraisal of universal design in transport: Experiences from Norway. Research in Transportation Economics, 29(1), 304-311.

Organización Mundial de la Salud (2001). *Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud*. Versión abreviada. Madrid: IMSERSO.

Ortúzar, J. de D. (2000). *Modelos Econométricos de Elección Discreta*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.

Ortúzar, J.de. D., & Willumsen, L. G. (2011). Modelling Transport. 4ta Edición &, John Wiley Sons, Chichester.

Ortúzar, J. de D. (2012). *Modelos de Demanda*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.

Palacios, A. (2008). El modelo social de la discapacidad: orígenes, caracterización y plasmación en la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad. Madrid, Ediciones Cinca.

Piotr, A. (2016). City accessible for everyone – improving accessibility of public transport using the universal design concept. *Transportation Research Procedia, 14*, 1270-1276.

Pirie, G. H. (1979). Measuring accessibility: a review and proposal. *Environment and Planning A, 11*(3), 299-312.

PUC y GfK (2016). Pontificia Universidad Católica de Chile y GfK Adimark. *Encuesta Nacional Bicentenario*.

Putnam, M. (2005). Conceptualizing disability: Developing a framework for political disability identity. Journal of Disability Policy Studies, 16, 188–198.

Rossetti, T. (2017). Modelación de preferencias por diseño de infraestructura ciclista utilizando variables latentes perceptuales (Tesis de magíster). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

SECTRA. (2015). Subsecretaría de Transportes. Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. *Encuesta origen y destino de viajes 2012*.

SENADIS. (2010). Servicio Nacional de la Discapacidad. Ministerio de Desarrollo Social. *Manual de Accesibilidad Universal.*

SENADIS. (2016). Servicio Nacional de la Discapacidad. Ministerio de Desarrollo Social. *II Estudio Nacional de Discapacidad.*

Sillano, M. y Ortúzar, J. de D. (2005). Willingness-to-pay estimation with mixed logit models: some new evidence. *Environment and Planning, 37*(A), 525 – 550.

Steer Davies Gleave. (1996). Bus passenger preferences. For London buses. London: Steer Davies Gleave. Referido en: Fearnley et al. 2011. Passengers' valuations of universal design measures in public transport.

SUBTEL. (2016). Subsecretaría de Telecomunicaciones. Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. *Principales Resultados Series Estadísticas*. *Tercer Trimestre 2016*.

Toboso, M. & Arnau, M. (2008). La discapacidad dentro del enfoque de capacidades y funcionamientos de Amartya Sen. Araucaria. Revista Iberoamericana de Filosofía, Política y Humanidades, 10(20), 64-94.

Torres, I. (2009). *Valoración de atributos de vivienda y barrio en el centro de Santiago* (Tesis de magíster). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Train, K. (2009). *Discrete Choice Methods with Simulation*. 2da Edición. Cambridge University Press, Cambridge.

Tyler, N. (2006). Capabilities and Radicalism: Engineering Accessibility in the 21st century. *Transportation Planning and Technology*, *29*(5), 331-358.

Unión Europea. Decisión 2008/164 del Consejo Europeo, de 21 de diciembre de 2007, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a las personas de movilidad reducida en los sistemas ferroviarios transeuropeos convencional y de alta velocidad. Diario Oficial de la Unión Europea L 64, 21 de diciembre de 2007, p. 84.

Unión Europea. Reglamento (UE) N°1300/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a la accesibilidad del sistema ferroviario de la Unión para las personas con discapacidad y las personas de movilidad reducida. Diario Oficial de la Unión Europea L 356, 12 de diciembre de 2014, p. 118.

Wardman, M., Hine, J. & Stradling, S. (2001). *Interchange and Travel Choice Volume 1*. Scottish Executive Central Research Unit. Edimburgo, Escocia.

ANEXOS

ANEXO A: Principios del Diseño Universal

El Centro para el DU de la Universidad de Carolina del Norte propuso siete principios básicos en los cuales se basa el diseño de productos o entornos a través de un DU. El Manual de Accesibilidad Universal (SENADIS, 2010) resume estos principios de la siguiente manera:

1. Igualdad de uso

El diseño debe ser fácil de usar y adecuado para todas las personas, independientemente de sus capacidades y habilidades.

2. Flexibilidad

El diseño se acomoda a una amplia gama y variedad de capacidades individuales. Acomoda alternativas de uso para diestros y zurdos.

3. Uso simple y funcional

El diseño debe ser fácil de entender independiente de la experiencia, conocimientos, habilidades o nivel de concentración del usuario. Elimina complejidad innecesaria. El diseño es simple en instrucciones e intuitivo en el uso.

4. Información comprensible

El diseño debe ser capaz de intercambiar información con el usuario, independiente de las condiciones ambientales o las capacidades sensoriales del mismo. Utiliza distintas formas de información (gráfica, verbal, táctil). Proporciona el contraste adecuado entre la información y sus alrededores (uso del color), y dispositivos o ayudas técnicas para personas con limitaciones sensoriales.

5. Tolerancia al error

El diseño reduce al mínimo los peligros y consecuencias adversas de acciones accidentales o involuntarias. Dispone los elementos de manera tal que se reduzcan las posibilidades de riesgos y errores (proteger, aislar o eliminar aquello que sea posible riesgo). Minimiza las posibilidades de realizar actos inconscientes que impliquen riesgos.

6. Bajo esfuerzo físico

El diseño debe poder ser usado eficazmente y con el mínimo esfuerzo posible. Permite al usuario mantener una posición neutral del cuerpo mientras utiliza el elemento. Minimiza las acciones repetitivas y el esfuerzo físico sostenido.

7. Dimensiones apropiadas

Los tamaños y espacios deben ser apropiados para el alcance, manipulación y uso por parte del usuario, independientemente de su tamaño, posición o movilidad. Otorga una línea clara de visión y alcance hacia los elementos, para quienes están de pie o sentados. Adapta opciones para asir elementos con manos de mayor o menor fuerza y tamaño.

ANEXO B: Encuesta Final

A continuación se detalla la encuesta final aplicada, para el caso en el que el individuo no presenta una discapacidad visual severa.

Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Ingeniería
Departamento de Ingeniería de Transporte y Logística

Estudio de preferencias por Elementos de Accesibilidad

La Pontificia Universidad Católica de Chile, mediante un trabajo del Departamento de Ingeniería de Transporte y Logística de la Facultad de Ingeniería, se encuentra realizando un proyecto de investigación sobre preferencias por **elementos de accesibilidad en el sistema de buses urbanos de Santiago.** Actualmente no se conoce el beneficio o valoración de este tipo de elementos, por lo que no hay incentivos para invertir en mejoramientos de la accesibilidad.

Esta encuesta está orientada a usuarios y potenciales usuarios del sistema de buses de Santiago, para poder conocer las características que más les importan. Responder la encuesta **no debería tardarle más de 8 minutos.**

Al presionar el botón "siguiente" usted está accediendo a participar y a que su información sea utilizada para este estudio.Su participación en este estudio es **voluntaria** y requiere ser **mayor de 18 años**. Todas sus respuestas son **confidenciales y anónimas.** Si desea obtener información adicional con respecto al estudio, incluyendo los resultados, no dude en contactarnos al e-mail epena@uc.cl.

Podrá participar en el sorteo de una **giftcard Cencosud de $50.000.-** al finalizar esta encuesta. Si desea ser parte, al finalizar se le solicitará su correo electrónico para posteriormente contactar a los ganadores.

Agradecemos de antemano su valiosa colaboración.
Atentamente,

Patricia Galilea A.
Profesora Facultad de Ingeniería
Pontificia Universidad Católica de Chile

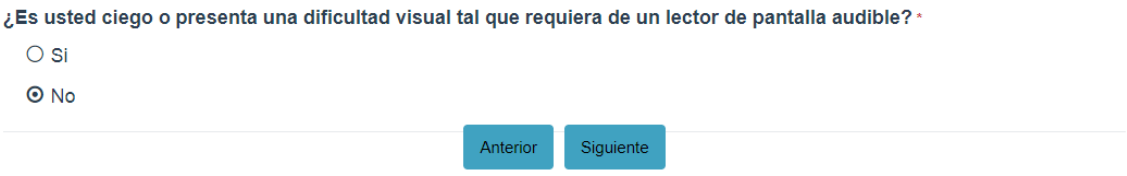
Sebastián Raveau F.
Profesor Facultad de Ingeniería
Pontificia Universidad Católica de Chile

Elizabeth Peña C.
Estudiante de Magíster
Pontificia Universidad Católica de Chile

Nombre: Comité Ético Científico de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades.
Presidenta: María Elena Gronemeyer. Contacto: eticadeinvestigacion@uc.cl

Siguiente

Figura 6-1: Página 1 encuesta final online, presentación de la investigación
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo



¿Es usted ciego o presenta una dificultad visual tal que requiera de un lector de pantalla audible? *

○ Si
◉ No

Anterior Siguiente

Figura 6-2: Página 2 encuesta final online
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo

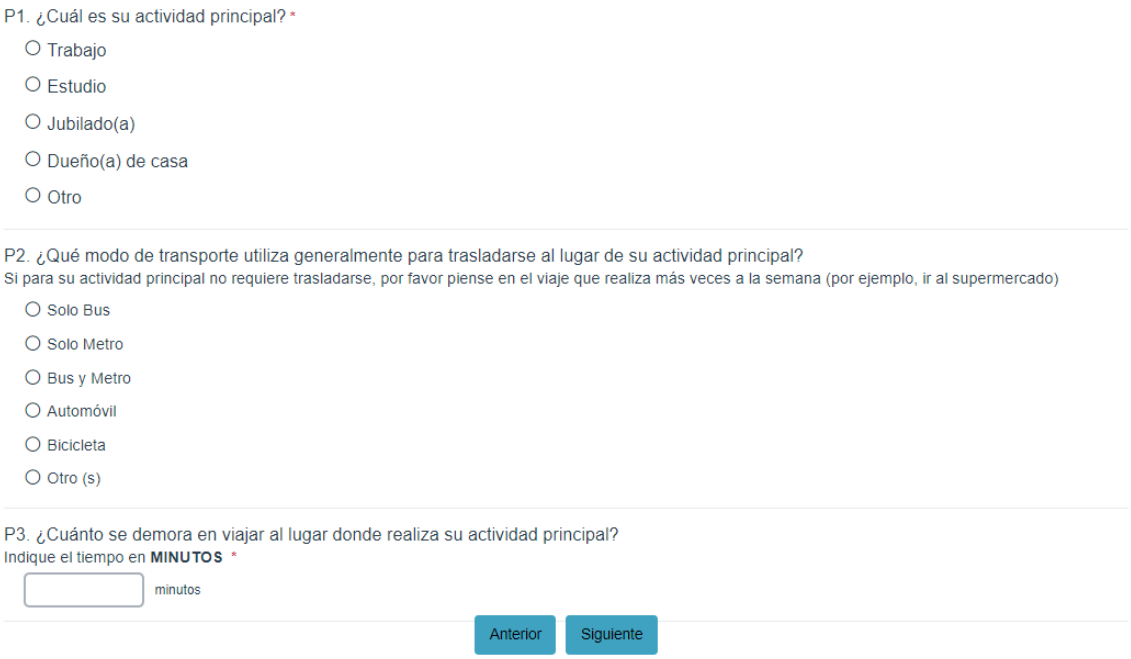


Figura 6-3:Página 3 encuesta final online, preguntas a priori del experimento
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo

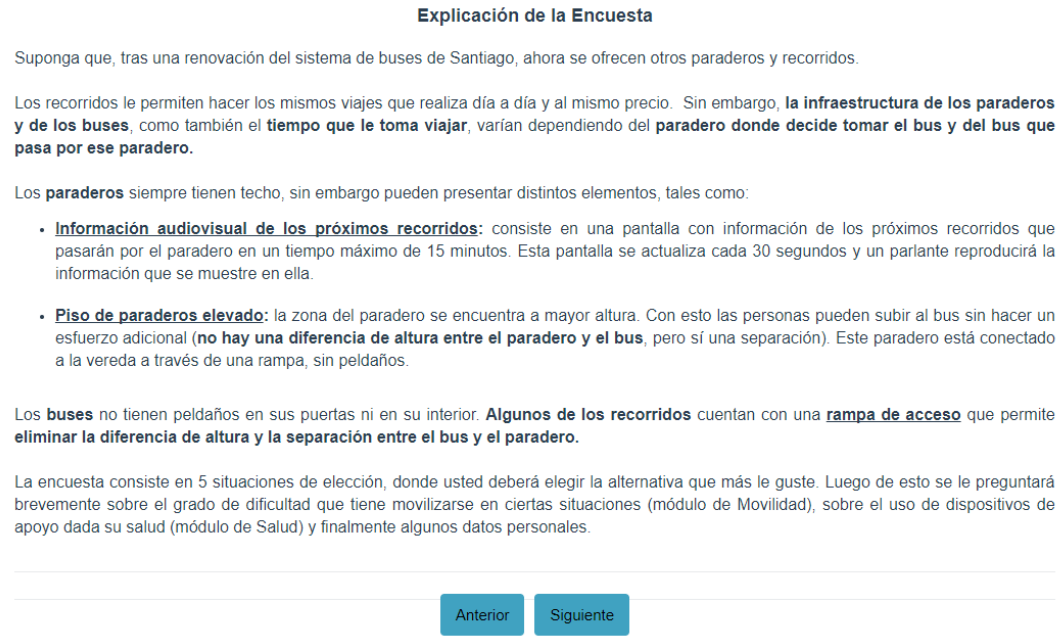
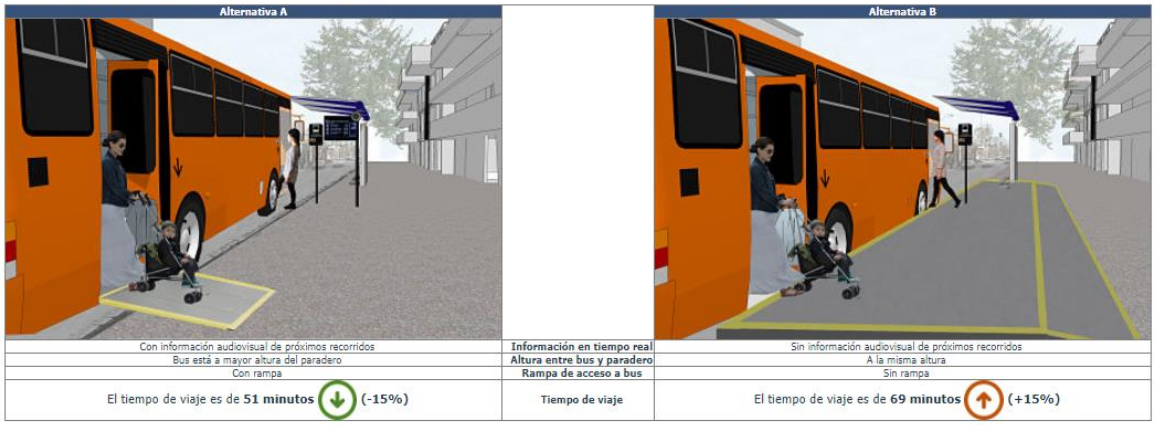


Figura 6-4: Página 4 encuesta final online, explicación del experimento de elección
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo

A continuación, se le mostrarán imágenes con los posibles paraderos en los que puede iniciar su viaje. Una tabla resume las características del paradero e indica si el bus del recorrido que le sirve cuenta con una rampa de acceso y cuánto tiempo demoraría su viaje en este recorrido. El tiempo de viaje varía a partir de su situación actual. Si usted actualmente no realiza su viaje en transporte público, es posible que el tiempo base sea mayor que su tiempo de viaje actual.

Usted debe elegir la alternativa que más le guste. Si no puede decidirse por alguna de las alternativas, podrá optar por la opción "Me da igual". Si ninguna de las alternativas le parece aceptable, podrá optar por la opción "Ninguna de las alternativas".

E1. Considerando las características de cada paradero ¿ **Cuál preferiría ?**



Alternativa A ○ Me da igual ○ Alternativa B ○ Ninguna de las alternativas ○

Anterior Siguiente

Figura 6-5: Página 5 encuesta final online, primera situación de elección
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo

E2. Considerando las características de cada paradero .**¿ Cuál preferiría ?**

Alternativa A ○ Me da igual ○ Alternativa B ○ Ninguna de las alternativas ○

Anterior Siguiente

Figura 6-6:Página 6 encuesta final online, segunda situación de elección
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo

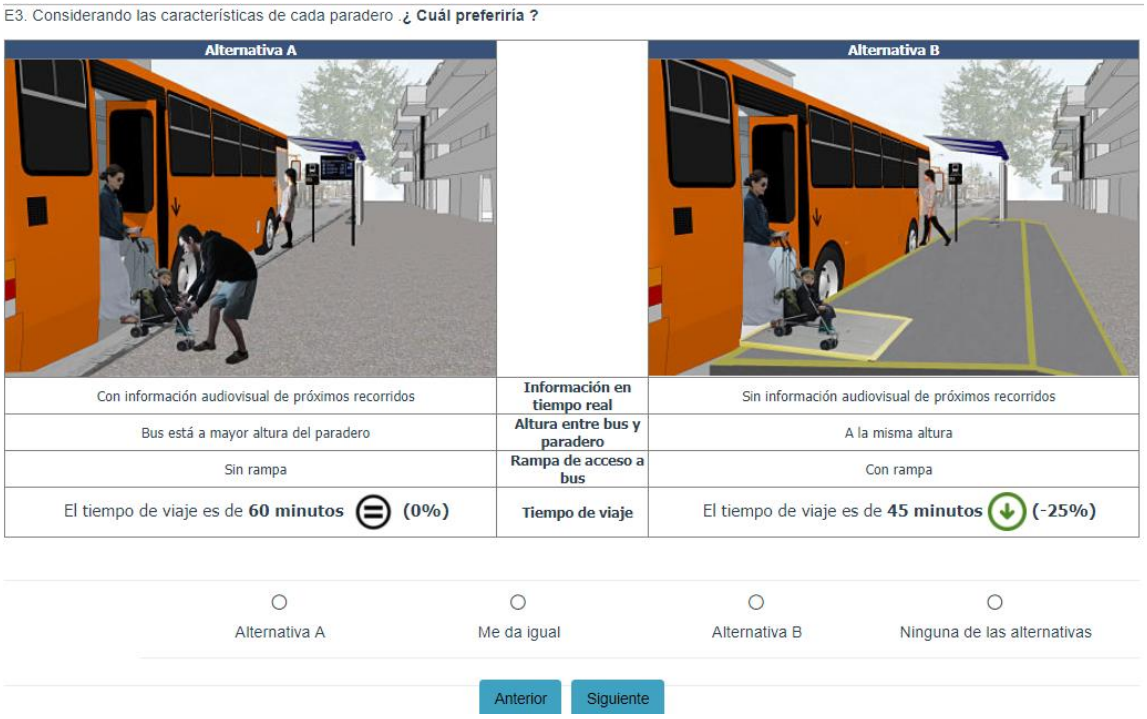


Figura 6-7: Página 7 encuesta final online, tercera situación de elección
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo

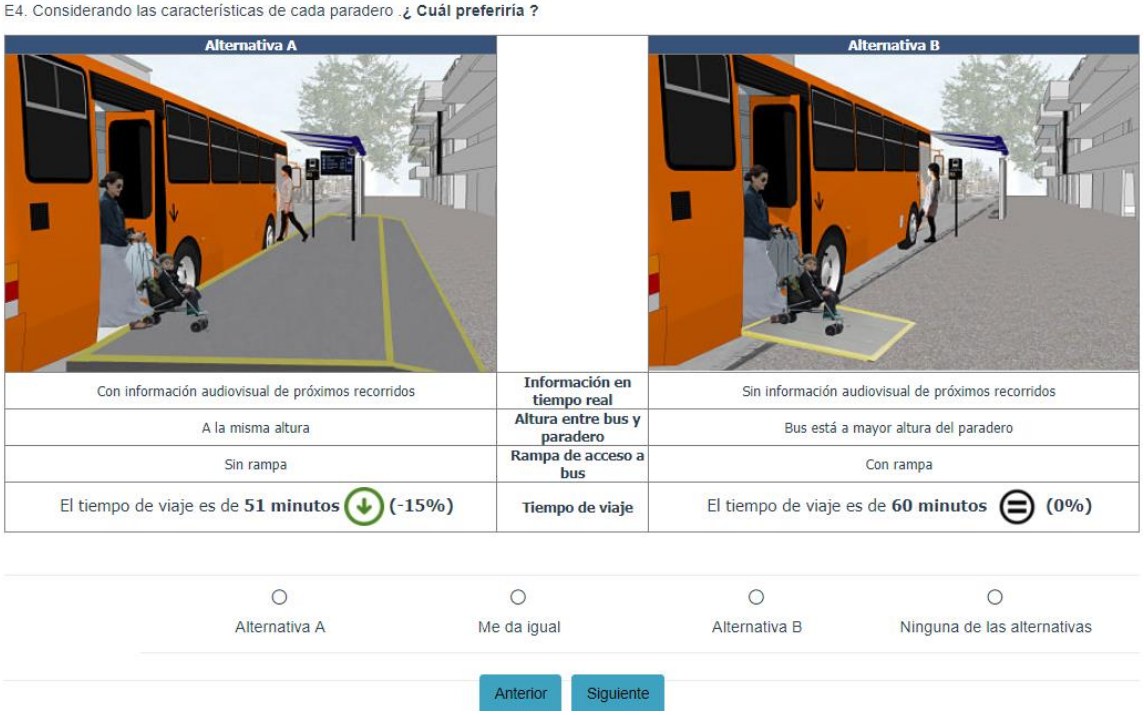


Figura 6-8: Página 8 encuesta final online, cuarta situación de elección
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo

E5. Considerando las características de cada paradero **¿ Cuál preferiría ?**

Alternativa A		Alternativa B
Sin información audiovisual de próximos recorridos	**Información en tiempo real**	Con información audiovisual de próximos recorridos
Bus está a mayor altura del paradero	**Altura entre bus y paradero**	A la misma altura
Con rampa	**Rampa de acceso a bus**	Sin rampa
El tiempo de viaje es de **60 minutos** (=) **(0%)**	**Tiempo de viaje**	El tiempo de viaje es de **75 minutos** (↑) **(+25%)**

○ Alternativa A ○ Me da igual ○ Alternativa B ○ Ninguna de las alternativas

Anterior Siguiente

Figura 6-9: Página 9 encuesta final online, quinta situación de elección
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo

P4. Indique los **elementos que consideró para hacer su elección** *
Puede escoger más de uno

- ☐ Información por pantalla y audio en tiempo real
- ☐ Piso del paradero a la misma altura del bus
- ☐ Rampa de acceso a bus
- ☐ Tiempo de viaje
- ☐ Todos

P5. Ordene todos los atributos que consideró al momento de elegir, desde **el más importante al menos importante**.
Si en P4 solo escogió **un elemento**, por favor ignore esta pregunta.

Anterior Siguiente

Figura 6-10: Página 10 encuesta final online, sección relacionada con los elementos considerados por el encuestado para su elección
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo

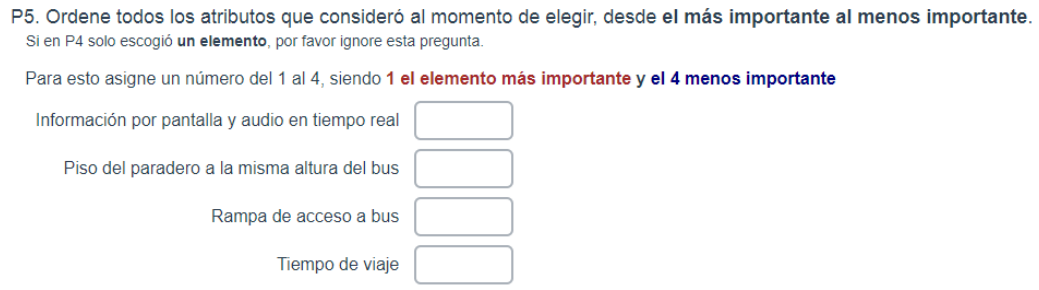


Figura 6-11: Pregunta P5 para el caso de haber considerado todos los elementos
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo

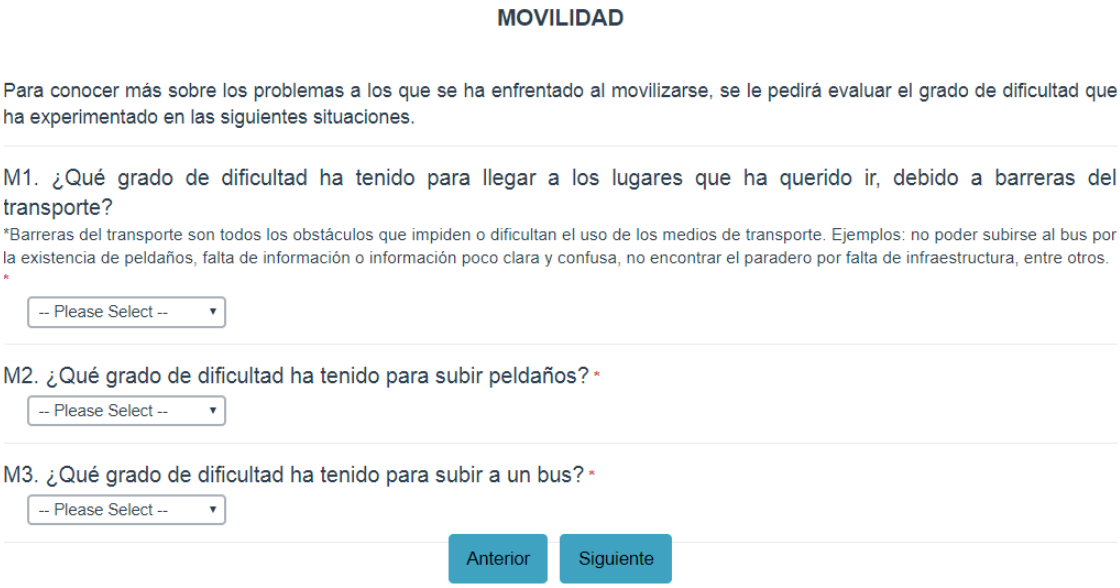


Figura 6-12: Página 10 encuesta final online, módulo de Movilidad
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo

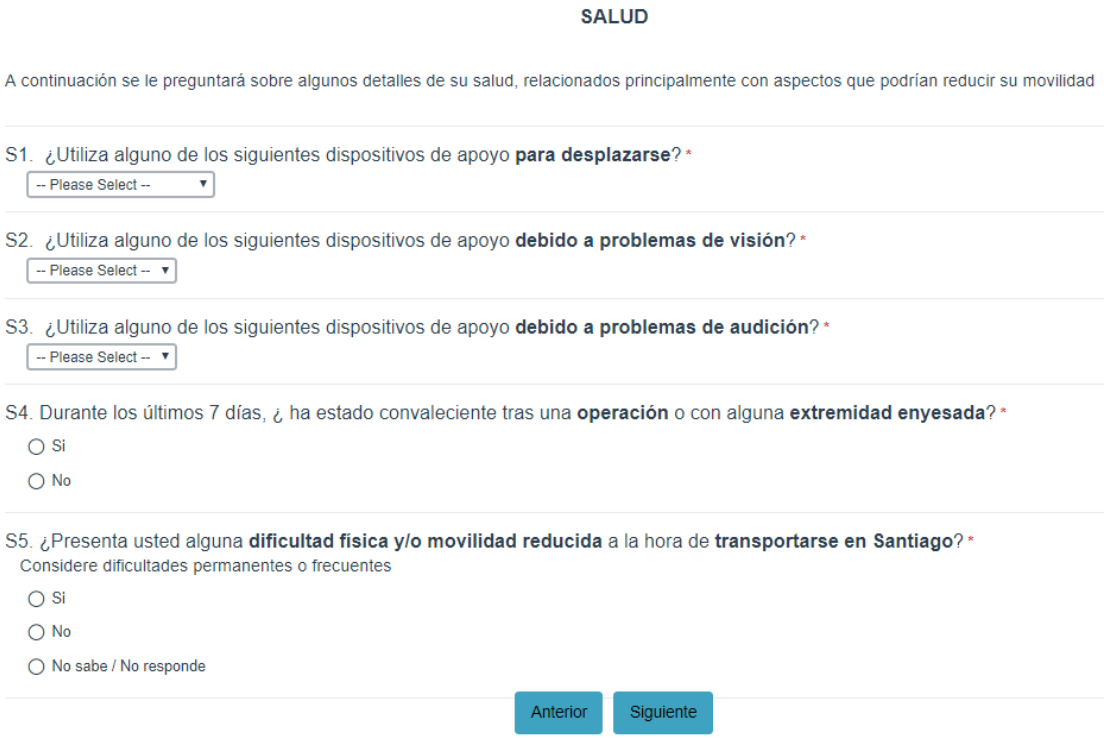


Figura 6-13: Página 11 encuesta final online, módulo de Salud
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo

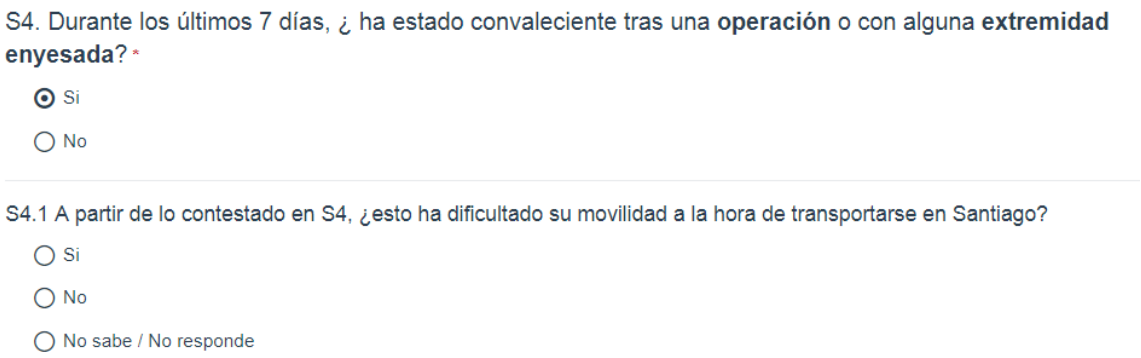


Figura 6-14: Despliegue de pregunta S4.1 al contestar "si" en S4
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo

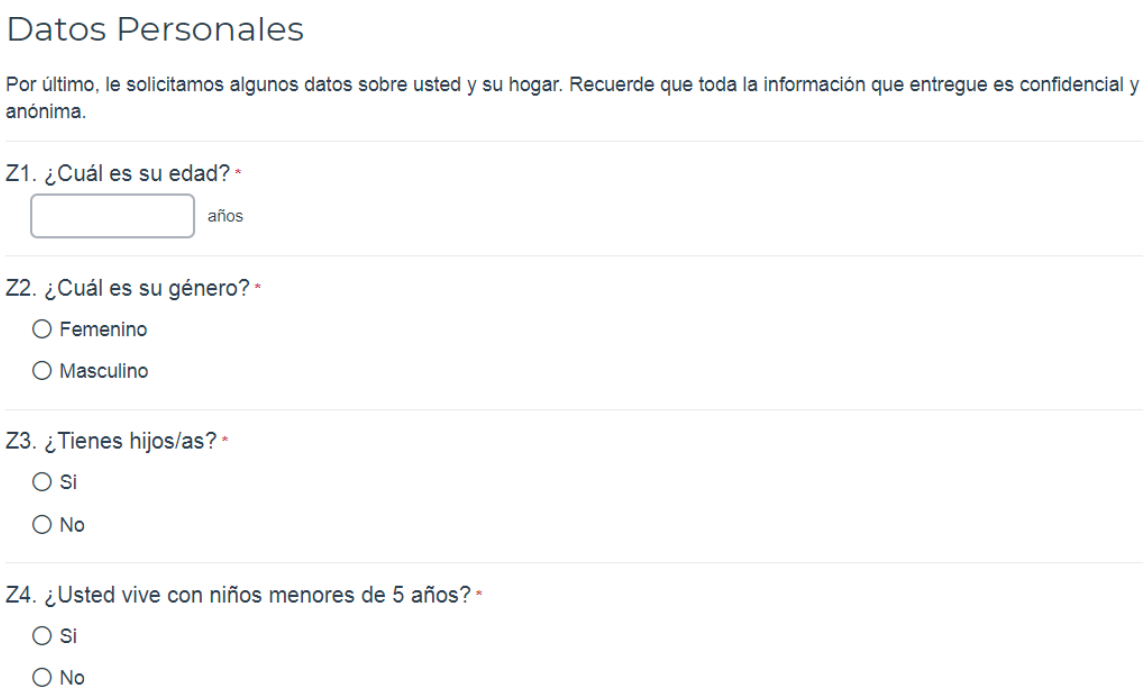


Figura 6-15:Página 12 encuesta final online, datos personales Parte I
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo

Figura 6-16: Página 12 encuesta final online, datos personales Parte II
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo

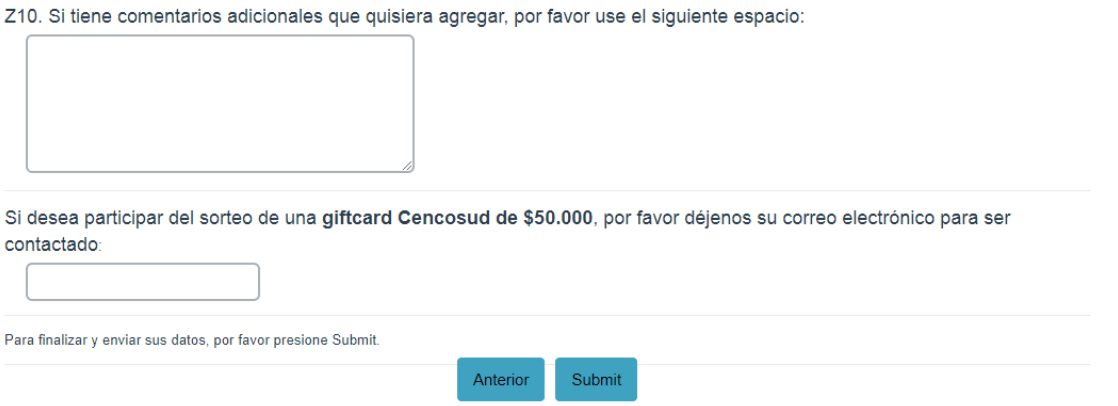


Figura 6-17: Página 12 encuesta final online, datos personales Parte III
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo

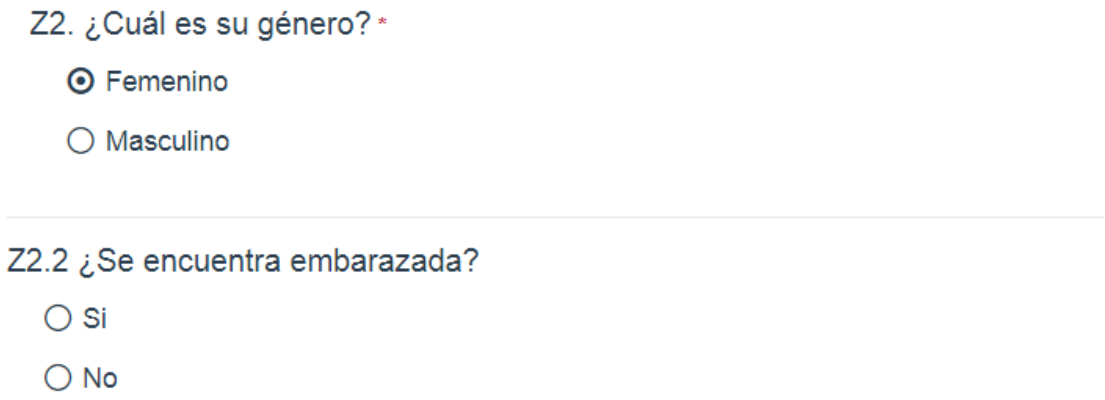


Figura 6-18: Despliegue de la pregunta Z2.2 al contestar "si" en Z2
Fuente: Elaboración propia en SurveyGizmo

ANEXO C: Abordando sesgo de ingreso

Para poder abordar simultáneamente los sesgos relacionados con la edad y el ingreso de la muestra, se calcularon ponderadores a partir del Censo 2012 (INE) y la Encuesta Casen (MDS, 2016), respectivamente. A partir de estos ponderadores y utilizando el método de balanceo de factores (Furness), se calcularon ponderadores únicos para cada categoría, los cuales fueron consideradores en la estimación de los modelos VSG1 y VSG2. Las valoraciones obtenidas para ambos modelos se resumen en la Tabla C-1 y Tabla C-2, a su vez en la Tabla C-3 se muestra la diferencia porcentual obtenida para el modelo VSG2 en comparación con los resultados obtenidos en la Sección 4.4.3.

Tabla C-1: Valoración de atributos según MR, en minutos, abordando sesgo de edad y de ingreso, y diferencia porcentual con los resultados de la Sección 4.4.2

VSG1	MR		sin MR	
	[min]	[%]	[min]	[$]
Información	16	22%	7	9%
Piso Elevado	22	24%	9	11%
Rampa	14	37%	6	23%

Fuente: Elaboración propia

Tabla C-2: Valoración de atributos según modelo VSG2, en minutos, abordando sesgo de edad y de ingreso

VSG2 [min]	Disc. Visual	Embarazo	Muletas	Silla de Ruedas	MR Temporal	Sin caract.
Información	20	12	12	16	12	8
Piso Elevado	26	16	23	20	16	10
Rampa	29	20	8	21	9	6

Fuente: Elaboración propia

Tabla C-3: Diferencia porcentual para valoraciones estimadas a partir del modelo VSG2 , abordando sesgo de edad y de ingreso, y las valoraciones estimadas en la Sección 4.4.3

Diferencia [%]	Disc. Visual	Embarazo	Muletas	Silla de Ruedas	MR Temporal	Sin caract.
Información	13%	-15%	6%	-37%	-9%	9%
Piso Elevado	16%	-13%	-9%	-36%	-7%	12%
Rampa	14%	-21%	21%	-44%	5%	25%

Fuente: Elaboración propia

Considerando dichos resultados es evidente que las valoraciones son diferentes, sin embargo conservan la misma magnitud. A su vez, los elementos más valorados por los distintos individuos caracterizados siguen siendo los mismos y la diferencia entre las valoraciones de los individuos con MR y sin MR guarda la misma proporción que en los modelos estimados en la investigación.

ANEXO D: Modelo VSG2-1

En el siguiente anexo se detallarán los resultados obtenidos a partir del modelo VSG2 -1, el cual considerando a los individuos lexicográficos en su estimación. Los parámetros obtenidos para este modelo se detallan en la Tabla D-4

Tabla D-4: Resultados modelos VSG2-1

	VSG2		Diferencia en los parámetros
Variables	**Parámetro**	**Test t**	
Información	0,55	17,9	-10%
Piso Elevado	0,691	21,96	-9%
Rampa	0,34	11,21	-11%
Tiempo de viaje	-0,103	-38,63	21%
Disc. Visual - Rampa	0,527	2,58	7%
Embarazo - Rampa	0,829	2,78	20%
Silla de Ruedas - Rampa	0,756	4,29	46%
Muletas – Piso Elevado	0,678	2,79	3%
Disc. Visual – Tiempo de viaje	0,0656	4,54	30%
Embarazo – Tiempo de viaje	0,0531	2,53	24%
MR Temporal – Tiempo de viaje	0,0447	3,97	13%
Muletas – Tiempo de viaje	0,0348	2,17	18%
Silla de Ruedas – Tiempo de viaje	0,097	7,98	59%
Observaciones	**7.681**		
Final log-likelihood	**-4.045,912**		

Fuente: Elaboración propia a partir de BIOGEME

Es evidente que las diferencias en los parámetros no son tan grandes, a excepción de los parámetros relacionados con el uso de silla de ruedas. Esto puede deberse a que 6 individuos lexicográficos utilizan este dispositivo para su desplazamiento, por lo que, al ser un quinto del total de estos individuos, pueden inferir significativamente en la estimación de los parámetros