PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA

DISPOSICIÓN A RECIBIR INCENTIVOS PARA DESARROLLO INMOBILIARIO EN DENSIDAD EN TORNO A ESTACIONES DE METRO Y CORREDORES DE BUSES

NATAN WAINTRUB SANTIBÁÑEZ

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

Profesores Supervisores:
JUAN DE DIOS ORTÚZAR SALAS
LUIS IGNACIO RIZZI CAMPANELLA

Santiago de Chile, julio, 2015

© 2015, Natan Waintrub Santibáñez

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA

DISPOSICIÓN A RECIBIR INCENTIVOS PARA DESARROLLO INMOBILIARIO EN DENSIDAD EN TORNO A ESTACIONES DE METRO Y CORREDORES DE BUSES

NATAN WAINTRUB SANTIBÁÑEZ

Tesis presentada a la Comisión integrada por los profesores:

JUAN DE DIOS ORTÚZAR SALAS

LUIS IGNACIO RIZZI CAMPANELLA

RICARDO HURTUBIA GONZÁLEZ

CRISTIÁN GUEVARA CUE

ALFREDO SERPELL BLEY

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

Santiago de Chile, julio, 2015

A Santiago, que siempre ha sido una ciudad para encontrar inspiración

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer de forma especial a mis profesores supervisores Juan de Dios Ortúzar y Luis Ignacio Rizzi, quienes me apoyaron y guiaron a lo largo de esta investigación, siempre dispuestos a resolver mis dudas, por muy apretados que se encontraran de tiempo. Gracias, además, por todas las oportunidades que me abrieron. Además, quisiera agradecer muy especialmente a Joffre Swait por su cálida acogida y dedicación en mi pasantía en el Institute for Choice en Sydney, a Ángelo Guevara por su valiosa ayuda en el complejo problema de endogeneidad y a Ricardo Hurtubia por sus constructivas observaciones a la versión preliminar de este documento.

Agradezco también muy especialmente a Cristhian Figueroa por todos sus comentarios sobre la tesis y el proceso de ella; al equipo de expertos urbanistas: Margarita Greene, Rodrigo Mora y Enrique González, por sus valiosos análisis y comentarios que permitieron enriquecer este trabajo. También deseo agradecer a Paula Iglesias por sus consejos y experiencia en la resolución del problema, al equipo de encuestadores: Pablo Rojas, Constanza Danés y José Miguel de la Vega, por su notable trabajo de campo, y a Isabel Brain, por su amabilidad para interiorizarme un tema que me era desconocido.

Deseo destacar al Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) proyectos 1141096 y 1100068 "Densificación e Integración Social en torno al Metro" y "Consolidación de Barrios Vulnerables desde una Perspectiva Socio Espacial" y al FONDAP proyecto 15110020 Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), los cuales financiaron esta tesis. También quiero agradecer al Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería por haber financiado parte de mi pasantía en el Institute for Choice en Sydney, Australia, y al Lincoln Institute for Land Policies por su valioso Simposio sobre Métodos de Investigación en Políticas de Suelo.

Finalmente agradecer a mis compañeros – amigos – del departamento, por los buenos momentos que compartimos. En especial a Ignacio Abud, Filipa Muñoz, Markus Niehaus, Diego García, los profesores Juan Enrique Coeymans y Patricia Galilea; y a todos los que fueron parte, que quedaron o se fueron. Finalmente, agradezco a mi familia y amigos por todo el apoyo y compañía que me brindaron durante este proceso.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

AGRADECIMIENTOS ii

INDICE DE TABLAS v

INDICE DE FIGURAS vi

RESUMEN vii

ABSTRACT viii

1. INTRODUCCIÓN 1

2. REVISIÓN DE LITERATURA 5

3. MARCO TEÓRICO 14
   - 3.1. Modelos de elección discreta 14
   - 3.2. Modelo Logit Multinomial (MNL) 16
   - 3.3. Modelo Logit Mixto (ML) 18
   - 3.4. Modelos *best–worst* 19
   - 3.5. Estimación de modelos con datos mixtos: ED, *Best* y *Worst* 23
   - 3.6. Endogeneidad 25
   - 3.7. Test utilizados 28
   - 3.8. Diseño experimental 29

4. DATOS DISPONIBLES 33
   - 4.1. Incentivos para densificación 33
   - 4.2. Caracterización de las estaciones 36
   - 4.3. Integración social en la encuesta 40
   - 4.4. Diseño de la Encuesta 41
   - 4.5. Realización del experimento 53

4.6. Banco de datos y revisión de inconsistencias 54
4.7. Análisis del banco de datos 55
4.8. Codificación de las variables 57

5. MODELACIÓN Y RESULTADOS 58
5.1. Estimación de modelos *best, worst* y *best-worst* 58
5.2. Estimación de modelo mixto *best* + ED y *worst* + ED 62
5.3. Estimación de modelo mixto *best* + *worst* + ED 65
5.4. Inclusión de variaciones sistemáticas de gustos.....67
5.5. Inclusión del efecto panel.....71
5.6. Efecto panel + VSG 73
5.7. Inclusión de endogeneidad.....75
5.8. Resultados 77
5.9. Termómetro *best-worst* 80
5.10. Probabilidades de densificación para las estaciones 83
5.11. Probabilidades de densificación con integración social.....88

6. CONCLUSIONES 92

7. BIBLIOGRAFIA 95

A N E X O S 102

Anexo A: Encuesta.....103

Anexo B: Forma funcional de los modelos.....118

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 4-1: Niveles de los incentivos sin y con integración social. 45

Tabla 4-2: Medidas de eficiencia del diseño eficiente. 52

Tabla 4-3: Cargo y cantidad de encuestados.....55

Tabla 4-4: Experiencia de los desarrolladores inmobiliarios en estaciones seleccionadas..56

Tabla 4-5: Cantidad de observaciones por estación y pregunta.. 57

Tabla 5-1: Estimación de los modelos BEST, WORST y BW 59

Tabla 5-2: Estimación de modelo BW_FINAL 62

Tabla 5-3: Estimación de los modelos ED, BEST_ED y WORST_ED 64

Tabla 5-4: Test razón verosimilitud modelos BEST_ED y WORST_ED. 65

Tabla 5-5: Estimación de modelo BWED.....66

Tabla 5-6: Variables mudas y su rango para características de las estaciones.....68

Tabla 5-7: Estimación de modelo BWED_VSG.....70

Tabla 5-8: Estimación de modelo BWED_EP 72

Tabla 5-9: Estimación de modelo BWED_VSG-EP.....74

Tabla 5-10: Estimación de modelo ENDO. 79

Tabla 5-11: Probabilidades de densificar en las estaciones 85

Tabla 5-12: Probabilidades de densificar con integración social.....89

Tabla 5-13: Políticas de incentivos. 89

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 2-1: Ubicación de estratos mayoritariamente D y E (verde) en relación a la red de Metro y corredores de buses (rojo) 7

Figura 4-1: Mapa con las estaciones de Metro (rojo) y corredores de buses (azul) estudiadas 43

Figura 4-2: Ejemplo de una situación, preguntas i-best, ii-worst e iii-ED.....47

Figura 4-3: Ejemplo de una situación, pregunta iv-P1SÍ 48

Figura 4-4: Ejemplo de una situación, pregunta iv-P1NO.....49

Figura 4-5: Diagrama del proceso de elección.....50

Figura 5-1: Gráfico de sensibilidades para modelos BEST y WORST 60

Figura 5-2: Gráfico de interceptos para modelos BEST y WORST 61

Figura 5-3: Termómetro *best-worst* 81

RESUMEN

El objetivo de esta tesis fue estudiar la disposición de desarrolladores inmobiliarios a: (i) construir proyectos en densidad y (ii) proyectos en densidad que incluyan viviendas de ingresos mixtos, en el entorno de estaciones de Metro y corredores de buses. Para esto se utilizó una encuesta de preferencias declaradas (con preguntas de tipo *best-worst*) sobre la disposición a densificar, con y sin integración social, de desarrolladores inmobiliarios, dados tres tipos de incentivos (directos a la demanda, directos a la oferta e indirectos a la oferta); se definió integración social como un porcentaje mínimo (30%) de unidades destinadas a viviendas subsidiables en torno a la estación. Con los datos generados, se estimó modelos logit mixto, que permitieron resolver un interesante problema de endogeneidad en la encuesta. Los resultados reflejan que los desarrolladores inmobiliarios prefieren los incentivos directos a la demanda y que son muy sensibles al monto del incentivo, variando en gran medida su disposición a construir, con y sin integración social en función de éste.Se concluyó que las estaciones deben estudiarse en detalle y se recomienda tipificarlas, ya que los desarrolladores son más sensibles a ciertos incentivos en distintas localizaciones. Así, se propuso políticas de incentivo distintas para diversos grupos de estaciones, aumentando la probabilidad de densificar a más de 50% en todos los casos. Por otro lado, los desarrolladores inmobiliarios se muestran reacios a construir con integración social, estimándose probabilidades de construir menores a 5% con el incentivo más atractivo. Sin embargo, bajo políticas que conjuguen varios incentivos, esta probabilidad puede superar un 60% en el mejor caso, aún cuando esto se lograría con un aporte gubernamental alto. Dos incentivos *a priori* muy interesantes, inversión pública en espacio público y reducción del mínimo de estacionamientos, tuvieron el menor efecto en incentivar la construcción de viviendas. Así, aunque este estudio no permite recomendarlos, tampoco deben descartarse debido a sus ventajas en afectar positivamente a todos los habitantes de un barrio, nuevos y antiguos; y como elementos clave en una política de transporte sustentable.

Palabras Clave: preferencias declaradas, best-worst, endogeneidad, densificación, incentivos, integración social.

ABSTRACT

The aim of this thesis was to study the willingness of real-estate developers to build (i) density projects and (ii) density projects incorporating mixed income housing (30% of the project units for subsidized family dwellings) around Metro and Bus Rapid Transit (BRT) stations. For this, we used a stated choice survey (with best-worst scaling questions), to ascertain the willingness to develop density projects, with and without mixed income housing, of a sample of real-estate developers under three kinds of incentives: direct to the demand, direct to the supply and indirect to the supply. With this data, mixed logit models were estimated, helping to solve a complex endogeneity problem.

Our results confirm that real-estate developers prefer direct demand incentives and that their willingness to develop projects strongly depends on the incentive magnitude. It was also concluded that prospective stations must be studied in detail, developing a typology of stations, as developers are more sensitive to certain incentives at different locations. In this form, incentive policy packages for different groups of stations allowed us to increase the willingness to develop a density project over 50% in all cases. Notwithstanding, the models also show that real-estate developers seem reluctant to develop mixed income projects, estimating a probability lower than 5% for the highest incentive. However, under policies that consider packages of incentives this probability would exceed 60% in the best case scenario, but it could imply a high cost to the government.

Finally, two *a priori* interesting incentives (government investment on public spaces and reduction of minimum parking lot requirements, both indirect to the supply) had the lowest effect on encouraging density developments. Thus, although this study does not allow to recommend them; we believe they should not be discarded given their positive benefits for all types of neighbours and as a key element of a sustainable transport policy.

Keywords: stated choice, best-worst, endogeneity, real-estate development, incentives

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos 40 años Santiago ha experimentado un acelerado proceso de crecimiento en extensión. Las políticas de vivienda, iniciadas hace más de tres décadas, fragmentaron el territorio urbano creando un escenario en donde las personas de mayores ingresos viven cerca del área central, mientras que los más vulnerables, de bajos ingresos, habitan en la periferia metropolitana urbana relativamente desprovista de equipamiento y servicios adecuados (Hidalgo, 2007; Sabatini et al., 2010).

Las políticas de liberalización del mercado favorecieron la mercantilización de la vivienda, y junto a una constante expansión del límite urbano, condicionaron una búsqueda por terrenos "baratos" para construir (Mattos, 1999; Sabatini y Arenas, 2000). Ambos factores impulsaron la construcción de viviendas distantes de las principales fuentes de trabajo, donde la falta de equipamiento y servicios de calidad es un aspecto crítico en la vida diaria.

En línea con esta problemática, un estudio del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU, 2013) muestra, empíricamente, una mayor densidad habitacional en la periferia de Santiago en comparación con ciertas estaciones de Metro. El mismo estudio, y otro de la Cámara Chilena de la Construcción y el Observatorio de Ciudades UC (CChC y OCUC, 2013), señalan que varias estaciones de Metro poseen un interesante potencial de densificación.

Las zonas en torno a estaciones de Metro son especialmente dinámicas; mientras que, por otro lado, las zonas en torno a corredores de buses son potencialmente atractivas bajo diseños adecuados. Además, ambos tipos de infraestructura son puntos interesantes

para el desarrollo de proyectos de integración social en Santiago, ya que; (i) son zonas con mejores opciones de movilidad y acceso a la ciudad para grupos medios y bajos (grupos con menor acceso a un automóvil privado), y (ii) facilitan las oportunidades laborales y comerciales de forma transversal a todas las clases. Paradojalmente, no se están construyendo viviendas en densidad que contribuyan a lograr un desarrollo urbano integral e inclusivo, que además apunte a disminuir los altos niveles de segregación de la ciudad.

Bajo este contexto, el DICTUC (2014) realizó un estudio de preferencias declaradas sobre densificación con integración social en torno a diez estaciones de Metro. En este se utilizó, como herramienta de densificación, incentivos directos a la demanda y a la oferta de viviendas, así como incentivos indirectos a la oferta entregados a los desarrolladores inmobiliarios. En ellos se concluyó que los incentivos impactan de manera diferente dependiendo del tipo de estación donde son aplicados. Además, la integración social resultó ser un fuerte desincentivo a la construcción en las distintas estaciones.

Considerando el potencial de densificación en las estaciones de Metro y corredores de buses en Santiago, los cuales pueden acomodar el crecimiento de la ciudad por los próximos diez años, se persigue entender las motivaciones de los desarrolladores inmobiliarios para tales emprendimiento que consideren integración social.

La presente tesis utiliza parte de los datos del estudio de DICTUC (2014) y estudia, además, cuatro "estaciones" de corredores de buses. Así, el objetivo principal es ***caracterizar la disposición de los desarrolladores inmobiliarios a densificar con***

integración social, dados ciertos incentivos, en estaciones de Metro y corredores de buses. Para este fin, se utilizarán encuestas de preferencias declaradas y modelos de elección discreta para intentar replicar las decisiones de los desarrolladores inmobiliarios ante diferentes esquemas de densificación.

Por lo tanto, se intentará responder ***¿cuáles son los incentivos idóneos para densificar con integración social en estaciones de Metro y corredores de buses?***. Para esto, será necesario identificar los incentivos ideales para densificar con integración social en este tipo de estaciones. También interesará examinar ***¿qué disposición tienen los desarrolladores inmobiliarios a utilizar los incentivos –antes identificados- para densificar con integración social en las estaciones de Metro y corredores de buses?***. En este caso, será necesario cuantificar la disposición de los inmobiliarios. Por último esta tesis busca determinar ***¿cuáles son los esquemas de incentivos adecuados (i.e. políticas) para densificar con integración social estaciones de Metro y corredores de buses?***. Aquí deberemos construir paquetes de incentivos adecuados para densificar con integración social en estaciones de Metro y corredores de buses que tengan características diferentes.

Dada la complejidad de los modelos que se desean estimar, se estimará un modelo que repliquen la decisión de densificar con incentivos en una estación particular y otro que replique la decisión por densificar con integración social mediante incentivos. Este último considerará a todas las estaciones en general, quedando fuera de los alcances de esta tesis un modelo que logre capturar la decisión por densificar con integración social mediante incentivos en una estación particular.

La tesis está estructurada en siete capítulos. En el siguiente se presenta una revisión bibliográfica del problema y los mecanismos para lograr integración social por medio de incentivos. En el tercer capítulo corresponde al marco teórico, donde se explica la fundamentación teoría de la metodología utilizada en la investigación. En el cuarto capítulo se describe en detalle la encuesta utilizada; los atributos, el proceso del experimento, la construcción de la base de datos y el análisis de las principales variables. En el quinto capítulo se detallan los modelos estimados y se reportan los resultados. Además, en este capítulo se muestra una aplicación práctica de los modelos y su efecto en términos de política pública. Finalmente, en el capítulo siete se presentan las principales conclusiones de la investigación.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

El objetivo de los sistemas de transporte, en constante desarrollo y adaptación, es satisfacer las necesidades de movilidad de sus usuarios. Su constante desarrollo se ha traducido en un aumento de la frecuencia de servicios y capacidad de los vehículos, así como la creación de infraestructura de transporte que permita dar abasto a las necesidades de la demanda. La construcción de infraestructura es especialmente relevante ya que se enmarca territorialmente en el suelo urbano, el cual es un bien único donde cada porción tiene asociada un espacio físico y localización específica en la ciudad (Alonso, 1960).

Alonso (1964) y Muth (1969) han estudiado ampliamente el beneficio en accesibilidad debido a una infraestructura de transporte y su relación con el valor del suelo. Ellos concluyen que el número de zonas beneficiadas por una mejor accesibilidad es finito, y por esta razón los compradores de suelo estarán dispuestos a pagar más por propiedades con mejor acceso, valorando este beneficio -de acceso- en un mercado competitivo. Por otro lado, Martínez (1995) señala que el beneficio debido a la infraestructura de transporte es capitalizado por el usuario dueño del terreno, debido a que ellos poseen el monopolio de la localización de el.

Esto es observable en el caso del Metro de Santiago, donde la sociedad gana con las reducciones de los tiempos de viajes y expansión de la red de transporte, mientras, los dueños de las áreas aledañas a las estaciones de Metro perciben un aumento de capital debido al aumento de las plusvalías (Agostini & Palmucci, 2008a, 2008b). Sin embargo, la construcción de infraestructura de transporte no siempre va acompañado de otros

mecanismos de integración urbana como aumentos de densidad o incorporación de viviendas de menores ingresos en estas áreas. Esto último se hace aún más relevante en un contexto de segregación social severa en el espacio, donde la disponibilidad de un sistema de transporte bueno, confiable y asequible puede ser la diferencia entre estar integrado a la vida económica y social de una ciudad, o no estarlo (Cervero, 2011).

Lo anterior es especialmente relevante Santiago, donde las políticas de vivienda estatales iniciadas hace más de tres décadas terminaron ubicando grandes conjuntos de vivienda social homogéneo en la periferia de la capital (Hidalgo, 2007; Sabatini, 2000). Así, los grupos de menores ingresos que accedían a estas viviendas se localizaron conjuntos alejados de las principales fuentes de trabajo, desprovistos de equipamientos, servicios e infraestructura de transporte de calidad (Ducci, 1997; Sabatini *et al.*, 2010; Hidalgo 2007). Esta desigualdad queda expuesta en la Figura 2-1, donde se muestran los ubicación periférica de los estratos más bajos (D y E) y su baja relación con la red de transporte capitalino mayor (redes de Metro y corredores de buses). Ahora, el potencial de suelo disponible en torno a la infraestructura de transporte (Metro y corredores de buses) podrían ser utilizados para reducir el patrón de segregación de la ciudad de Santiago, por medio de proyectos que consideren integración social.

Integración social y mecanismos para alcanzarla

Squires *et al.* (2001) señalan que en EE.UU. los grupos racialmente discriminados tienen deseos de compartir barrios con diferentes grupos sociales. Incluso, los grupos discriminados estarían dispuestos a compartir barrios con aquellos que los discriminaron inicialmente, prefiriendo soluciones más integradas (Squires *et al.*, 2001; Schuman *et*

al., 1997). De forma similar, el 63,3% de los chilenos declara no tener inconvenientes con vivir cerca de poblaciones pobres (PNUD, 2002). Sin embargo, esto también podrían traer efectos negativos y deberán ser estudiados.

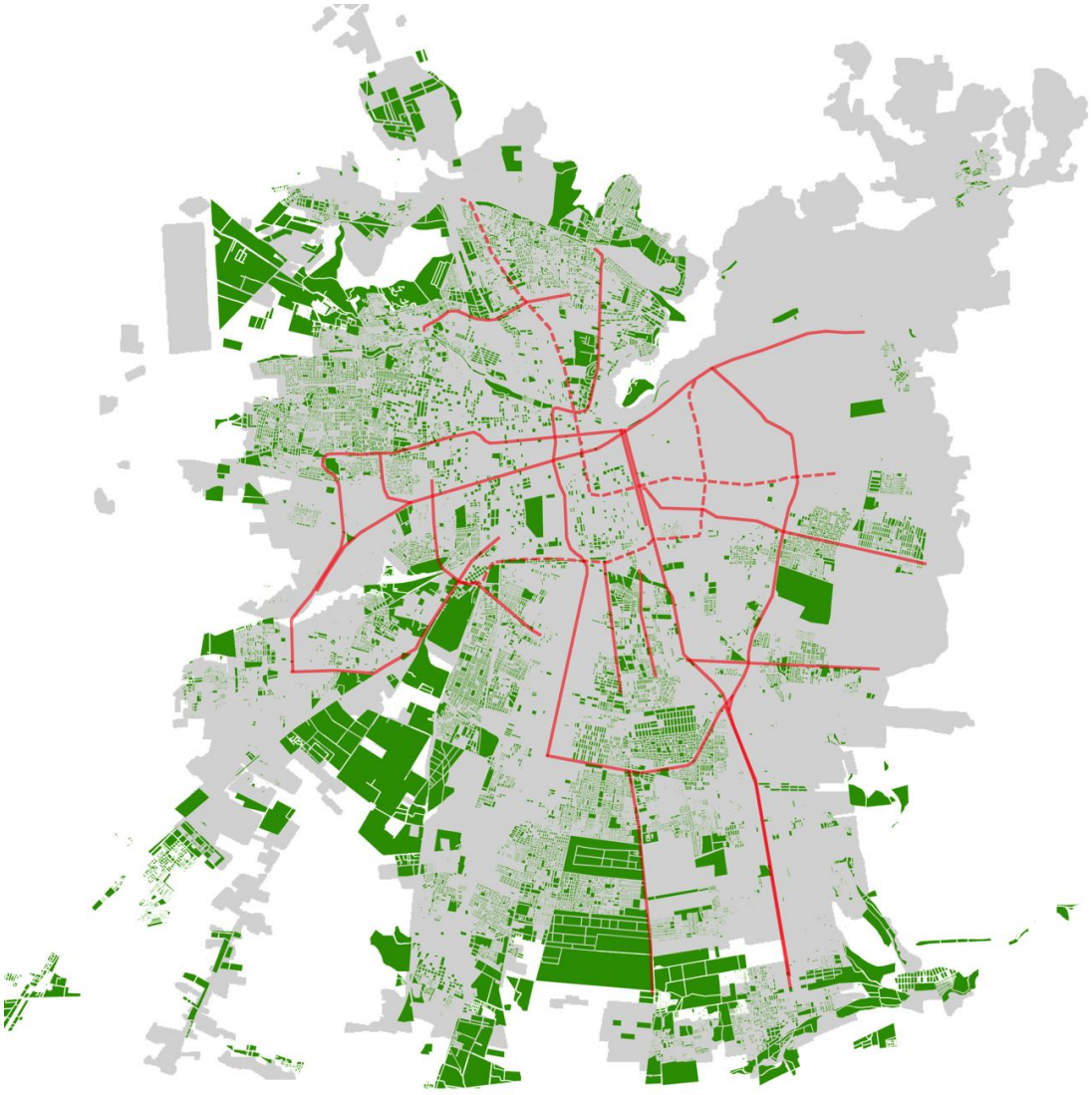


Figura 2-1: Ubicación de estratos mayoritariamente D y E (verde) en relación a red de Metro y corredores de buses (rojo)

Fuente: Elaboración propia en base a INE (2002).

En general, el mecanismo principalmente utilizado para alcanzar integración suburbana corresponde a subsidios por el sector público (Calavita *et al.*, 1997). En el caso de Estados Unidos, Calavita y Mallach (2009) señalan que los más extensivos son los programas de vivienda inclusiva (*Inclusionary Housing*, IH por su sigla en inglés), donde se exige que los desarrolladores inmobiliarios destinen entre 10% y 20% de las unidades construidas a familias que no pueden comprar una vivienda a valor de mercado. Estos programas de integración social estaban enfocados a familias con un ingresos un 50% a 80% menores a los ingresos promedio de la zona donde se ubicarían (Calavita *et al*., 1997).

Debido a que inicialmente no se tenía claridad sobre el actor que debía financiar las viviendas de menor costo (usualmente los agentes privados y los compradores de las viviendas), estos fueron considerados como una restricción al desarrollo inmobiliario (Coyle, 1991). Este panorama incentivó a las municipalidades y gobiernos locales a buscar una serie de incentivos y compensaciones para apoyar a la construcción de vivienda inclusiva por parte de los privados, que incluyen (Calavita y Mallach, 2009): (i) incrementos en densidad permitida; (ii) exención o aplazamientos de las tasas municipales; (iii) resolución expedita de los permisos de edificación; (iv) disminución de los requisitos de estacionamiento y (v) flexibilidad en los estándares de diseño, entre otros. Por otro lado, se han utilizado fondos estatales y subsidios locales en forma de: (i) prestamos de construcción a tasas menores a las ofrecidas por el mercado; (ii) exención del impuesto en bonos para financiar la hipoteca y (iii) disminución del precio de las viviendas. En la práctica, estos últimos han sido los más utilizados en algunos estados ya

que permiten suplir el costo que perciben los desarrolladores inmobiliarios debido a la IH.

Empero, los desarrolladores inmobiliarios usualmente argumentan que estas compensaciones no son suficientes para poder cumplir con las restricciones de vivienda inclusiva. Esto se traduce en que los privados no garantizan la construcción de todas las unidades de IH.

Otra medida reconocida de vivienda inclusiva es el Capítulo 40B de la ley para vivienda económica de Massachusetts (Baker, 2005), en la los desarrolladores inmobiliarios pueden sobrepasar algunas restricciones zonales[1] con la condición de reservar el 25% de las unidades para familias con ingresos menores al 80% del ingreso promedio de los habitantes de dichas zona. Si bien este modelo ha logrado integrar familias en ciertas zonas de la ciudad, también ha traído consecuencias negativas; (i) el abuso de las extensiones a la norma por parte de los desarrolladores inmobiliarios (dañando a las comunidades locales); (ii) la "impotencia" de los residentes sobre la forma que toma el barrio[2], y (iii) el incumplimiento de la cantidad requerida de viviendas económicas en el Estado.

En otras ciudades y municipalidades de EE.UU., como Oregon y Montgomery, se ha utilizado el aumento de densidad para la creación de viviendas económicas (Baker,

---

[1] Típicamente, aumentos en densidad y altura, que permiten aumentar la eficiencia del suelo en proyectos inmobiliarios.

[2] La flexibilización de las normas que utilizan los inmobiliarios no son sometidas a un proceso de participación ciudadana, relegando las decisiones normativas de los proyectos únicamente a los organismos municipales.

2005), como parte de los planes de "crecimiento inteligente" de las municipalidades. Particularmente en ellos se establecen los requerimientos de inclusión social en las zonas normadas. A diferencia de los incentivos antes mencionados, los desarrolladores inmobiliarios tienen alternativas para evitar destinar unidades a viviendas económicas; por ejemplo, pueden construir unidades en otras zonas, donar tierras, pagar por la construcción de las viviendas, o alguna combinación de estas.

En el caso Europeo, Walle *et al.* (2004) señalan que al momento de promover el desarrollo del suelo en torno al transporte, los incentivos de tipo "zanahoria" (que intentan estimular ciertos comportamientos) suelen ser instrumentos más aceptados y utilizados que los incentivos considerados "garrote". Estos últimos restringen o prohíben ciertos comportamientos, y a pesar de ser menos populares son más efectivos. Estos incentivos van desde la compra de terrenos por parte del Estado, hasta un plan de uso de suelo restrictivo y limitación del crecimiento urbano.

Para el caso de Chile, Sabatini *et al.* (2010) mencionan la existencia de dos formas para generar mayor integración social: (i) colonización de áreas de bajos ingresos por parte de grupos socioeconómicos altos o (ii) la inclusión de familias de ingresos bajos en sectores habitados por grupos medios y altos.

Para lograr cualquiera de estas integraciones sociales, existen instrumentos: (i) orientados a la vinculación funcional de los vecinos y su entorno, (ii) que promueven la mezcla de personas social y económicamente distintas en el espacio, (iii) que buscan que la mezcla sea en el mismo proyecto habitacional y, finalmente, (iv) que aprovechan el suelo de propiedad estatal disponible.

Los primeros instrumentos consideran programas como Quiero mi Barrio y Protección al Patrimonio Familiar. Ambos programas actúan localmente en el barrio, ya sea en su entorno, bienes públicos o viviendas, o regenerando el espacio que ya se encuentra construido. Los segundos corresponden al Subsidio a la Localización y los Programas de Movilidad Habitacional. Estos no están exentos de polémica, debido a los criterios de localización utilizados y la especulación del precio de suelo asociada al tipo de mercado. Los terceros corresponden a Subsidios a la Integración Social, que son bonos por integración social a las viviendas y/o la exigencia de viviendas subsidiable en Proyectos de Desarrollo Urbano Condicionado. Este último exige que los proyectos ubicados en estas zonas cuenten con, al menos, 30% de viviendas subsidiables. Finalmente, los cuartos corresponden a gestiones inmobiliarias en suelos públicos bien ubicados para densificarlos, pudiendo incluso modificarse la normativa de ser necesario.

Además, Sabatini *et al.* (2010) proponen explorar diferentes diseños de incentivos para desarrolladores inmobiliarios, a fin de lograr los objetivos de integración social. Sobre estos incentivos, señalan que se requiere utilizar alternativas complementarias a los subsidios existentes, como la aplicación de un esquema tipo Capítulo 40B de Massachusetts, ajustado a la realidad nacional.

Finalmente, en Santiago los Subsidios a la Integración Social (SIS) para el desarrollo de Proyectos de Integración Social (PIS) han sido exitosos en algunos casos (Sabatini, 2014). En estos proyectos se destina al menos 30% de las viviendas a estratos bajos o emergentes, siendo aplicados instrumentos dirigidos a la demanda.

Entendido el contexto en que se desarrollan los proyecto de integración social, y conocidos los instrumentos que permiten el desarrollo de estas políticas, resulta indispensable entender la disposición de los desarrolladores inmobiliarios a crear proyectos bajo distintos esquemas de incentivos e integración social .

Modelos de equilibrio oferta-demanda

Actualmente no existen estudios cuantitativos sobre el comportamiento de los desarrolladores inmobiliarios frente a un paquete de incentivos y condiciones normativas. Sin embargo, existen modelos que intentan encontrar el equilibrio entre oferta y demanda de vivienda, considerando las decisiones locales de los desarrolladores inmobiliarios como una respuesta de optimización frente a las condiciones urbanas.

Uno de estos modelos es el modelos de oferta de MUSSA de Martínez (1996 y 2000), que replica las decisiones de oferta de viviendas mediante un modelo determinístico de series de tiempo, capaz de predecir el número de viviendas futuras. Sin embargo, este modelo se encuentra limitado a la oferta histórica de viviendas en la zona de estudio, por lo que no considera nuevos proyectos en áreas donde nunca han sido desarrollados.

Otro modelo, un poco más complejo, es el *Random Bidding and Supply Model* (RB&SM por su sigla en inglés) desarrollado por Martínez y Henríquez (2007). Adicionalmente al modelo anterior, el RB&SM considera la idiosincrasia de la oferta de viviendas para llegar al equilibrio. En particular, considera que la oferta maximiza una función de beneficios, resolviendo un problema de equilibrio con restricciones debido a las regulaciones zonales y la demanda por viviendas. El modelo retorna el impacto

económico de cada regulación y su efecto en el precio del suelo, y tiene una solución única.

A diferencia de los modelos recién señalados, esta tesis se intenta modelar la decisión de los desarrolladores inmobiliarios a densificar utilizando incentivos en áreas servidas por una gran infraestructura de transporte, con características diferenciables y aplicando condiciones de integración social. Estos correspondería a una etapa del modelo RB&SM, con la diferencia de alcanzar mayor complejidad y detalle sobre el comportamiento de los inmobiliarios, utilizando PD en vez de PR para entender su comportamiento.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Modelos de elección discreta

Los modelos de elección discreta pretender cuantificar la probabilidad de que un individuo, enfrentado a una situación con múltiples alternativas, elija una en particular. Pueden ser de gran utilidad para los tomadores de decisión, ya que permiten estimar las decisiones individuales frente a cambios en los valores de los atributos de las alternativas disponibles.

Estos modelos se basan en la teoría de la utilidad aleatoria (McFadden, 1974; Ortuzar y Willumsen, 2011) que postula la existencia de individuos q que buscan maximizar su utilidad U_q sujetos a cualquier tipo de restricciones (legales, sociales, físicas y/o económicas). En la versión más básica de la teoría, se supone que cada individuo posee información perfecta con respecto a las opciones que tiene disponibles y elige siempre en forma racional (*homo economicus)*. Así, se asume que el individuo q enfrenta un conjunto $A(q) \in \boldsymbol{A}$ de alternativas definidas por un conjunto de atributos $\boldsymbol{x} \in \boldsymbol{X}$; sólo parte de estos son medibles o conocidos por el modelador. Cada alternativa $A_{iq} \in A(q)$ tiene asociada una utilidad U_{iq}, y será escogida por el individuo q sí y solo sí su utilidad es igual o mayor a las utilidades asociadas a todas las alternativas restantes.

Como el modelador es un simple observador del sistema, no cuenta con información completa de los elementos considerados por el individuo al momento de hacer su elección. Como consecuencia de esto, el modelador supone que la utilidad individual se descompone en: (i) una parte sistemática o representativa V_{iq}, que es función de los

atributos x observables por el modelador, y (ii) una componente de error aleatoria ε_{iq}, que refleja la idiosincrasia y particularidades del individuo que no son capturadas por la utilidad representativa. De esta forma se postula que:

$$U_{iq} = V_{iq} + \varepsilon_{iq} \tag{3.1}$$

en donde, se puede asumir que el error residual ε es una variable aleatoria con media cero y una distribución de probabilidad por especificar. Por otro lado, la utilidad representativa V_{iq} se suele considerar, en un enfoque compensatorio, como:

$$V_{iq} = \sum_{k} \theta_{ki} x_{ikq} \tag{3.2}$$

donde el parámetro θ_k, correspondiente al $k - ésimo$ atributo, se asume constante para los individuos en esta versión básica de la teoría, pero puede variar entre alternativas como un coeficiente específico. Otras especificaciones más flexibles y complejas serán discutidas más adelante.

Como se mencionó anteriormente, el individuo q elige la alternativa que maximiza su utilidad, es decir, elegirá A_i sí:

$$U_{iq} \geq U_{jq}, \forall A_j \in A(q) \tag{3.3}$$

Reemplazando los términos de la ecuación anterior en la ecuación (4.1) queda:

$$V_{iq} + \varepsilon_{iq} \geq V_{jq} + \varepsilon_{jq} \tag{3.4}$$

lo que puede ser reescrito como,

$$V_{iq} - V_{jq} \geq \varepsilon_{jq} - \varepsilon_{iq} \tag{3.5}$$

y como el modelador desconoce el valor de $\varepsilon_{iq} - \varepsilon_{jq}$, debido a su naturaleza aleatoria, el modelador sólo puede plantear la probabilidad que el individuo q escoja la alternativa A_i como:

$$P_{iq} = \Pr\{V_{iq} - V_{jq} \geq \varepsilon_{jq} - \varepsilon_{iq}, \forall A_j \in A(q)\} \tag{3.6}$$

Debido a que la distribución del error ε es desconocida, para calcular P_{iq} se deben realizar ciertos supuestos sobre su distribución, lo que da como resultado distintos modelos de elección discreta.

3.2. Modelo Logit Multinomial (MNL)

Este modelo se obtiene al asumir que los errores ε_{iq} distribuyen independiente e idénticamente Gumbel con media cero y desviación estándar σ (Ortúzar, 2000). De esta forma, la probabilidad que un individuo escoja una alternativa determinada se puede expresar según:

$$P_{iq} = \frac{e^{\lambda V_{iq}}}{\sum_{j \in A(q)} e^{\lambda V_{jq}}} \tag{3.7}$$

donde el parámetro λ, conocido como el parámetro de escala, está relacionado a la desviación estándar de los errores según:

$$\lambda = \frac{\pi}{\sigma\sqrt{6}} \tag{3.8}$$

Es importante considerar que el parámetro de escala no puede ser estimado de manera independiente a los parámetros θ ya que se encuentra multiplicando a la utilidad representativa en V_{iq} (3.7); por este motivo el modelo se normaliza considerando λ con valor igual a uno. Para estimar los parámetros θ_{ki} se utiliza el método de máxima

verosimilitud (Ortúzar 2000), lo que requiere observaciones respecto a las variables $\boldsymbol{x}$ de cada alternativa $A(q)$ y la respectiva elección A_i. Luego, la función de verosimilitud $L(\theta)$ puede escribirse como:

$$L(\theta) = \prod_{q} \prod_{A_j \in A(q)} P_{jq}^{g_{jq}} \tag{3.9}$$

donde g_{jq} es una variable muda que toma valor uno si el individuo q escogió la alternativa A_j y cero en otro caso. Normalmente se maximiza el logaritmo natural de $L(\theta)$, es decir, la log-verosimilitud $l(\theta)$:

$$l(\theta) = \sum_{q} \sum_{A_j \in A(q)} g_{jq} \ln (P_{jq}) \tag{3.10}$$

que varía entre menos infinito y cero.

Al maximizar $l(\theta)$ se encuentra un conjunto de estimadores máximo verosímiles $\hat{\theta}_{ki}$ que distribuyan asintóticamente Normal~($\underline{\theta}$,$\underline{\underline{V}}$), en que la matriz de covarianza de los parámetros se representa según la ecuación:

$$\underline{\underline{V}} = -\left\{E\left(\frac{\partial^2 l(\theta)}{\partial \underline{\theta}^2}\right)\right\} \tag{3.11}$$

Como esta es función de las segundas derivadas de $l(\theta)$ con respecto a $\underline{\theta}$, su valor está disponible al terminar el proceso de búsqueda del máximo.

Variaciones Sistemáticas de los Gustos (VSG)

Una de las limitaciones del modelo anterior es la imposibilidad de plantear variaciones de los atributos entre individuos diferentes, ya que se estima el mismo parámetro para todos los individuos.

Una solución parcial del problema anterior, consiste en incorporar variaciones sistemáticas de gustos (Ortuzar y Willumsen, 2011); esto consiste en parametrizar los coeficientes de cada atributo en función de características individuales (i.e. socioeconómicas) del individuo q según la siguiente ecuación:

$$\theta_{kiq} = \theta_{ki} + \sum_{m} \theta_{kimq} x_{m,q} \,, \forall\, k, i, q \tag{3.12}$$

donde m indica características socioeconómicas o de otro tipo que caractericen a los individuos de la muestra.

Es importante tener en cuenta que, a veces, se pueden confundir las variaciones de gustos con la forma que toma el error (Swait y Bernardino, 2000). Por lo tanto es importante, también, modelar de forma correcta el error asociado. Una forma más rica de trabajar el término de error se explica en la siguiente sección.

3.3. Modelo Logit Mixto (ML)

Este modelo permite añadir flexibilidad a los modelos de utilidad aleatoria agregando variaciones aleatorias a las preferencias individuales, correlación entre alternativas, entre otros (Train, 2009). El modelo ML tiene dos formas básicas; de componentes de error (CE) y de coeficientes aleatorios. En la presente investigación se utiliza la primera forma[3]. En este caso, considerando la forma funcional de la utilidad U_{iq}, con una parte sistemática V_{iq} y otra aleatoria ε_{iq} que distribuye Gumbel$\sim(0, \sigma^2)$, la especificación EC permite introducir una variable η_{iq} con una distribución escogida por el modelador,

[3] Para profundizar en la segunda forma y otros usos, se recomienda recurrir a Ortúzar y Willumsen (2011).

dependiendo del fenómeno que se desea explicar; y un vector Y_{iq} de atributos desconocidos por el modelador. Es decir:

$$U_{iq} = V_{iq} + \eta_{iq} Y_{iq} + \varepsilon_{iq} \quad (3.13)$$

De esta forma se incorpora una segunda componente aleatoria a la función de utilidad. Esta componente puede representar la correlación entre alternativas, así como el efecto debido a la correlación entre las respuestas de un mismo individuo (i.e. Efecto Panel) o la endogeneidad en experimentos conjuntos de preferencias declaradas y reveladas (Train y Wilson, 2008).

La estimación de los modelos ML se realiza mediante máxima verosimilitud simulada, un proceso más complejo y lento que el caso de los modelos MNL.

3.4. Modelos *Best–Worst*

En este tipo de modelos se pregunta a un individuo cual es la mejor (*best*) y la peor (*worst*) opción dentro de las alternativas disponibles (Finn y Louviere, 1992). Posibles ventajas sobre los modelos de elección discreta tradicionales son (Marley y Louviere, 2005): (i) la gran cantidad de información obtenida sobre el ranking de los individuos, (ii) la propensión del individuo a identificar y responder sobre los valores extremos, y (iii) la elección resulta ser una tarea fácil para los individuos.

Los métodos *best-worst* han sido usados en estudios muy diversos, por ejemplo, relacionados con la salud (Flynn et al., 2007; Whitty *et al.* 2013; Lancsar *et al.* 2013), marketing (Louviere *et al.* 2013), elección de productos (Louviere *et al.*, 2008; Lagerkvist, 2013), elección de vinos (Goodman *et al.*, 2005) y elección de departamentos en el centro de Santiago (Balbontín et al., 2014).

En esta tesis se utilizará una de las posibles formas que pueden tomar las encuestas *best-worst* (Marley y Louviere, 2005). En particular, el individuo se enfrentará a una situación con atributos y niveles definidos, debiendo escoger el mejor (*best*) y peor (*worst*) atributo obviando el perfil de atributos mostrado. Es decir, el individuo escogerá un nivel determinado de cada atributo. En general, cada atributo posee una cantidad definida de niveles, pero en cada situación se muestra únicamente uno de ellos.

Este enfoque permite diferenciar la importancia relativa de los atributos y la variación (escala) debida a sus niveles. Tradicionalmente, los modelos de elección discreta pueden estimar un atributo que resulte poco significativo. Si bien es posible que el atributo no sea relevante, puede suceder que los niveles del atributo no varíe lo suficiente en todo el perfil de elección. Así, aun cuando el atributo fuera relevante en realidad, no se podría rescatar su importancia en el modelo. Alternativamente en marketing, por ejemplo, un producto que tenga un atributo con niveles muy distintos (e.g. marca mal posicionada y bien posicionada), podría recibir una importancia relativa muy grande. Sin embargo, si se invierte en mejorar su escala (i.e. mejorar su posicionamiento), disminuiría la diferencia entre los niveles del atributo con los del mercado, pero probablemente su participación de mercado no aumentaría.

Los modelos de tipo *best-worst*, a diferencia de los modelos de elección discreta tradicional (ED), contemplan la estimación de una función de utilidad única por atributo. Cada función de utilidad tiene un intercepto, que representa su significancia relativa al conjunto de atributos, y puede ser el promedio de los niveles definidos según la codificación utilizada. Por otro lado, cada función tiene una pendiente (escala) que

representa la sensibilidad de la utilidad a la variación de los niveles del atributo. Los niveles de cada atributo en el diseño experimental pueden ser codificados, a fin de rescatar su efecto, con el método *effects coding* u *orthogonal polynomial coding*[4].

Así, las funciones de utilidad por atributo en modelos *best-worst* poseen diferencias sobre la modelación tradicional ED. En la primera, el intercepto señala la preferencia promedio por ese atributo; mientras que en la segunda, el intercepto es común al conjunto de atributos, debido a que se elige una alternativa correspondiente a un paquete de atributos. Por otro lado, la utilidad marginal de cada atributo en las funciones de utilidad ED es igual a la sensibilidad (pendiente) de los niveles en las funciones de utilidad *best-worst*. Finalmente, la estimación de las funciones de utilidad de los atributos en *best* o *worst* se posicionan en la misma escala de utilidad relativa, siendo innecesaria la inclusión de un factor de escala para relacionarlos.

A escala individual, Louviere y Swait (1997) señalan que un individuo *q* escogerá un atributo como *best* si la función de utilidad de ese atributo es mayor que la de los restantes del perfil. De forma inversa, el individuo *q* escogerá un atributo como *worst* si ese atributo le reporta la menor utilidad al perfil. Por lo tanto, en teoría, la probabilidad de elegir un atributo *best* es la función inversa de elegir ese atributo como *worst*. Así, los niveles de los atributos en el caso *worst* deberán codificarse con signo contrario al caso *best*. Finalmente, es importante considerar que el proceso mental que el individuo realiza

---

[4] La codificación *orthogonal polynomial coding* fue utilizada en la presente investigación, debido a que permite evaluar el efecto de atributos continuos, además de permitir la inclusión de efectos no lineales (Louviere *et al*., 2000).

al momento de escoger los atributos *best* puede ser distinto de cuando escoge *worst*. Esto se ve reflejado en el valor de los parámetros de la función de utilidad en ambos casos. Para comprobar la viabilidad de utilizar los mismos parámetros, se puede realizar el test de razón verosimilitud descrito en la sección 3.7.

Si bien las respuestas *best, worst* y ED son estimadas por separado, es posible comparar sus sensibilidades bajo el supuesto que miden la misma variable. Más aún, estudios recientes (Flynn *et al.*, 2013) señalan que no existe evidencia estadística para estimar que estos parámetros deban ser distintos para cada tipo de datos.

En relación a lo anterior, las funciones de utilidad para las respuestas son[5]:

Best (B)

$$\begin{aligned} U_{B_1} &= \theta_{B_1} + \beta_{B_1} \cdot X_1 + \varepsilon_B \\ &\vdots \\ U_{B_m} &= \theta_{B_m} + \beta_{B_m} \cdot X_m + \varepsilon_B \end{aligned} \tag{3.14}$$

Worst (W)

$$\begin{aligned} U_{W_1} &= -\theta_{W_1} + \beta_{W_1} \cdot (-X_1) + \varepsilon_W \\ &\vdots \\ U_{W_m} &= -\theta_{W_m} + \beta_{W_m} \cdot (-X_m) + \varepsilon_W \end{aligned} \tag{3.15}$$

Elección discreta (ED)

$$\begin{aligned} U_{ED_A} &= \beta_{ED_0} + \beta_{ED_1} \cdot X_1 + \cdots + \beta_{ED_m} \cdot X_m + \varepsilon_{ED} \\ U_{ED_B} &= \varepsilon_{ED} \end{aligned} \tag{3.16}$$

donde m es la cantidad de atributos presentados en cada perfil, θ es el *intercepto* de cada alternativa y β es la *sensibilidad* de los atributos. Ahora, si el test de razón verosimilitud

[5] Por simplicidad, el subíndice q fue obviado.

no rechaza la hipótesis nula, se concluye que no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la similitud entre los *interceptos* y/o *sensibilidades*. Entonces, es posible relacionar los *interceptos* de las funciones *best* y *worst*, y las sensibilidades de las respuestas *best*, *worst* y ED. Es decir:

Interceptos

$$\begin{gathered} \theta_{B_1} = \theta_{W_1} \\ \vdots \\ \theta_{B_m} = \theta_{W_m} \end{gathered} \tag{3.17}$$

Sensibilidades

$$\begin{gathered} \beta_{B_1} = \beta_{W_1} = \beta_{ED_1} \\ \vdots \\ \beta_{ED_m} = \beta_{ED_m} = \beta_{ED_m} \end{gathered} \tag{3.18}$$

Además, se asume que los errores $\varepsilon_B, \varepsilon_W, \varepsilon_{ED} \sim IID\ Gumbel\ (0, \lambda)$

3.5. Estimación de modelos con datos mixtos: ED, *Best* y *Worst*

Como se mencionó en la sección anterior, los parámetros de las respuestas *best*, *worst* y ED pueden considerarse iguales. Sin embargo, debido a que las respuestas provienen de bases de datos distintas, debe considerarse la inclusión de un factor de escala λ, que permite suponer independencia entre los errores ε de las funciones *best*, *worst* y ED, según:

$$\begin{gathered} \varepsilon_B \sim IID\ Gumbel\ (0, \lambda_B) \\ \varepsilon_W \sim IID\ Gumbel\ (0, \lambda_W) \\ \varepsilon_{ED} \sim IID\ Gumbel\ (0, \lambda_{ED}) \end{gathered}$$

obteniendo las utilidades:

Best (B)

$$\begin{aligned} U_{B_1} &= \lambda_B \cdot \left(\theta_{B_1} + \beta_{B_1} \cdot X_1 + \varepsilon_B\right) \\ &\vdots \\ U_{B_m} &= \lambda_B \cdot \left(\theta_{B_m} + \beta_{B_m} \cdot X_m + \varepsilon_B\right) \end{aligned} \tag{3.19}$$

Worst (W)

$$\begin{aligned} U_{W_1} &= \lambda_W \cdot \left(-\theta_{W_1} + \beta_{W_1} \cdot (-X_1) + \varepsilon_W\right) \\ &\vdots \\ U_{W_m} &= \lambda_W \cdot \left(-\theta_{W_m} + \beta_{W_m} \cdot (-X_m) + \varepsilon_W\right) \end{aligned} \tag{3.20}$$

Elección discreta (ED)

$$\begin{aligned} U_{ED_A} &= \lambda_{ED} \cdot \left(\beta_{ED_0} + \beta_{ED_1} \cdot X_1 + \cdots + \beta_{ED_m} \cdot X_m + \varepsilon_{ED}\right) \\ U_{ED_B} &= \lambda_{ED} \cdot (\varepsilon_{ED}) \end{aligned} \tag{3.21}$$

donde λ_i es un factor de dispersión relacionada a la desviación estándar σ_i (Ortúzar, 2000):

$$\lambda_i = \frac{\pi}{\sigma_i \sqrt{6}} \tag{3.22}$$

con *i* independiente para *best*, *worst* y ED.

De la ecuación (3.22) se desprende que, a mayor escala, menor es la desviación estándar. Sin embargo, la estimación conjunta de todos los factores de escala λ_i presenta un problema de identificabilidad[6]. Este puede solucionarse considerando alguno de los λ_i con valor fijo e igual a uno y estimando los factores de escala restantes. Separar los

[6] Este problema aparece cuando los programa de estimación son incapaces de estimar algún parámetro ya que se confunde el efecto de otros parámetros.

valores de escala λ_i permite explicar los errores ε_i provenientes de fuentes de datos con desviación estándar σ_i distinta.

Juntar bases de datos de origen diferente permite estudiar si los parámetros, señalados anteriormente, pueden considerarse comunes. De esta forma, para determinar si se pueden juntar, se utiliza el test de razón verosimilitud (Ortúzar y Willumsen, 2011):

$$\lambda_a = -2(l_1 + l_2 - l_\mu) \tag{4.23}$$

donde l_μ representa la log-verosimilitud del modelo conjunto, l_i es la log-verosimilitud de cada modelo por separado y λ_a distribuye chi cuadrado (χ^2) con a grados de libertad, correspondiente al número de restricciones necesarias para pasar del modelo general (i.e. estimación de ambos modelos independientemente) al modelo restringido, considerando ciertos parámetros iguales para las bases de distinta procedencia. Si $\lambda_a > \chi^2_{\alpha,a}$ se rechaza la hipótesis nula que el modelo conjunto es equivalente al modelo general con un nivel de confianza α; por lo tanto, los parámetros estudiados deben ser considerados como independientes.

Por medio del test anterior se buscará que los modelos no rechacen el test de razón verosimilitud ya que, de lo contrario, no puede considerarse adecuado el modelo conjunto. En las secciones siguientes se comprobará este test con un nivel de confianza de 95%.

3.6. Endogeneidad

Los modelos anteriores hacen el supuesto que las variables explicativas son independientes de los factores no observados (Train, 2009). Sin embargo, es posible que

las variables explicativas estén correlacionadas entre sí o con factores no observados y, finalmente, con el término de error ε.

Existen varios tipos de endogeneidad. Por ejemplo, la asociada a individuos que toman decisiones de forma estratégica (Louviere *et al.*, 2005). Este es el caso de encuestas cuyo resultado podría tener consecuencias de política reales. Esto incentiva a los individuos a entregar respuestas favorables –o negativas- dependiendo del caso. Por ejemplo, la definición del precio de un producto, o la inclusión de un nuevo sistema de transporte, pueden estar altamente sesgados a una alta sensibilidad en el primer caso, o la decisión de construirlo en el segundo, ya que los encuestados solo desean tener la posibilidad de utilizarlo. Consumidores racionales se dan cuenta del objetivo de la encuesta, y cambian sus respuestas con un fin estratégico. Dada la complejidad de resolver este tipo de endogeneidad, no será considerada en la presente inventigación.

Otro tipo de endogeneidad (decisiones interrelacionadas) ocurre cuando la decisión de elección actual de una persona está relacionada con una elección realizada anteriormente por ella. Por ejemplo, Train (2009) señala que esto sucede en la elección de modo de transporte y de vivienda; un individuo puede tener mayor propensión a escoger transporte público sí, en una decisión previa, escogió una vivienda cerca de una estación de Metro. Este tipo de endogeneidad es el más relevante para la investigación, por lo que será trabajado en los modelos finales de la sección 5.2.

Train y Wilson (2008) comentan la relevancia del problema de endogeneidad anterior para los casos de preguntas PR que conducen a preguntas de PD. Estas preguntas pueden

estar interrelacionadas de dos formas; respuestas pivoteadas y *sp-off-rp*[7]. El primer caso se utiliza, por ejemplo, para evaluar opciones de ruta por medio de una pregunta PR. El individuo elige la alternativa i, correspondiente a la ruta revelada, y luego se enfrenta a una elección de tipo PD. Dentro de las alternativas a la pregunta PD, se utiliza la respuesta a la pregunta PR (alternativa i) como "su viaje reciente", junto con algunas alternativas hipotéticas. El supuesto principal es que el individuo, al verse enfrentado nuevamente a la misma alternativa del caso PR en la elección PD, considerará los mismo coeficientes y sus errores.

En particular, el individuo evaluará la pregunta PR con una función de utilidad del tipo[8]:

$$U_i = \beta \cdot x_i + \varepsilon_i \tag{3.24}$$

donde $\varepsilon_i \sim IID\ Gumbel\ (0, \lambda)$ e i corresponde a la alternativa escogida. Bajo el supuesto que el individuo evalúa la alternativa k de la pregunta PD de forma idéntica a la alternativa i de PR, se obtiene la siguiente función de utilidad para la alternativa i en PD:

$$W_k = \alpha \cdot \beta \cdot x'_k + \alpha \cdot \delta_{ki} \cdot \varepsilon_i + \eta_k \tag{3.25}$$

donde α capturar la variación de los parámetros PD en relación a los parámetros PR, η_i es valor extremo iid con escala $1/\alpha$, ε_i corresponde a los atributos no observados de la alternativa i escogida en la respuesta RP y δ_{ji} toma el valor uno si la alternativa k es idéntica a la alternativa i, y cero en caso contrario. Debido a que ε_i no puede ser observado, las probabilidades deben integrarse sobre su distribución condicional como:

---

[7] Para mayor detalle sobre este tipo de preguntas, revisar Train y Wilson (2008).

[8] El subíndice q fue eliminado por simplicidad.

$$P_{k|i} = \int \frac{e^{\alpha\beta x'_k + \alpha\delta_{ki}\varepsilon_i + \eta_k}}{\sum_l e^{\alpha\beta x'_l + \alpha\delta_{li}\varepsilon_i + \eta_l}} f(\varepsilon_i | \beta x_i + \varepsilon_i > \beta x_j + \varepsilon_j \; \forall j \neq i) d\varepsilon_i \qquad (3.26)$$

Esta probabilidad corresponde a un ML, condicionado a la densidad de ε, y puede ser simulado en programas computacionales calculando la probabilidad logit de cada extracción[9], y promediando el resultado. Finalmente, para obtener la probabilidad P_{ki} se debe resolver la siguiente ecuación:

$$P_{ik} = P_{k|i} \cdot P_i \qquad (3.27)$$

Esta tesis estudia un caso particular de respuestas pivoteadas; se considera una pregunta PD inicial que luego será pivoteada para obtener otra pregunta PD posterior, manteniendo la alternativa inicial escogida por el individuo.

3.7. Test utilizados

En esta sección se detallarán los test utilizados para validar los parámetros y modelos estimados a lo largo de la investigación.

Test t

Cuando se estima el modelo (i.e. el proceso de maximizar la log-verosimilitud converge) se obtiene la matriz de covarianza (3.11) que contiene los errores estándar al cuadrado (σ^2) de los parámetros estimados en su diagonal. Así, se define el valor t como (Ortúzar, 2000):

$$t = \frac{\hat{\beta} - \beta}{\sigma} \qquad (3.28)$$

[9] Corresponde a los valores de las variables aleatorias cuando se realiza una simulación en modelos Logit.

donde $\hat{\beta}$ es el valor del parámetro estimado, β es el valor contra el cual se quiere comprobar la semejanza estadística, usualmente igual a cero, y σ es la desviación estándar del parámetro estimado. Es importante considerar que esta es una aproximación para muestras grandes, donde se prueba el valor t con una distribución Normal. Si $t < 1{,}96$, para un nivel de confianza del 95%, no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula $\hat{\beta} = \beta$, aceptándose la igualdad de ambos parámetros. De compararse contra el valor cero, se concluiría que $\hat{\beta}$ no tendría un efecto significativo en el modelo.

Test de razón verosimilitud (LR)

Este test permite comparar un modelo con una versión restringida. Es decir, si $l(\hat{\beta}_r)$ es la log-verosimilitud de una versión restringida de un modelo con log-verosimilitud igual a $l(\hat{\beta})$, el valor LR se obtiene como (Ortúzar, 2000):

$$LR = -2 \cdot \{l(\hat{\beta}_r) - l(\hat{\beta})\} \tag{3.29}$$

que distribuye asintóticamente χ^2 con r grados de libertad; r corresponde al número de restricciones lineales que permiten pasar del modelo general al modelo restringido. La hipótesis nula de este test es que ambos modelos son estadísticamente similares, siempre que $LR \leq \chi^2_{r;\alpha}$ donde α corresponde al nivel de confianza, usualmente 95%.

3.8. Diseño experimental

Los datos necesarios para estimar modelos de elección discreta provienen de dos fuentes mencionadas en las secciones anteriores: preferencias reveladas (PR) y preferencias declaradas (PD). Las primeras corresponden elecciones en situaciones reales, donde se

observa empíricamente la alternativa escogida por el individuo, sobre el paquete de alternativas disponible. Las PR son ampliamente usadas en modelación de transporte, donde se observa la elección del individuo frente a un viaje, y se estiman parámetros asociados a las variables de todas las alternativas disponibles. Las segundas (PD), considera las respuestas de los individuos frente a un conjunto de situaciones hipotéticas que los obligan a evaluar distintas alternativas, con características y atributos distintos. Esto permite considerar incluso opciones inexistentes en la realidad y/o atributos muy difíciles de medir en la práctica. Sin embargo, el modelador debe ser cuidadoso al crear estos ejercicios, ya que alternativas en extremo ideales pueden conducir a la estimación de parámetros erróneos y, finalmente, a decisiones de política equivocadas.

Además de permitir testear alternativas inexistente, otra ventaja de los modelos PD por sobre los de PR es su facilidad de obtener múltiples respuestas para un mismo individuo. De esta forma, se requiere un número menor de encuestados para obtener parámetros significativos; mas debe cuidarse del efecto debido a su característica de pseudo-panel.

Cabe señalar que, como en todo proceso de modelación, existen sesgos asociados a la aplicación de los métodos de PD y al ajuste de modelos de elección discreta (Ortúzar y Willumsen 2011); estos sesgos pueden reducirse, aunque no necesariamente eliminarse, con un adecuado diseño de los instrumentos. El analista debe diseñar un experimento adecuado para el estudio, seleccionando correctamente los atributos y niveles que definen las alternativas. Recientemente, investigadores han sugerido diseños eficientes de los experimentos para estimar parámetros confiables.

Diseño eficiente

Un diseño eficiente está caracterizado por cuatro propiedades (Huber y Zwerina, 1996): (i) balance de niveles, (ii) ortogonalidad, (iii) superposición mínima de niveles y (iv) balance de utilidades. El primero se refiere a que los niveles de los atributos aparezcan con la misma frecuencia en el diseño. El segundo se refiere a que dos niveles de atributos cualesquiera aparezcan en el diseño con la misma frecuencia. El tercero se refiere a que la repetición de el nivel de un atributo en un conjunto de alternativas debe ser mínima. Y el cuarto se refiere a que las utilidades correspondientes a alternativas de una determinada situación de elección sean similares.

Considerando lo anterior, un diseño será eficiente si logra reducir lo elementos de la matriz de covarianza de los parámetros a estimar (Rose *et al.*, 2008); mientras más bajo sean los valores de la matriz de covarianza, más eficiente será el diseño del experimento. El criterio de eficiencia más ampliamente utilizado es el determinante de la matriz de covarianza de los parámetros estimados (D-error), que se relaciona directamente con la magnitud de los errores de los parámetros estimados, y por lo tanto, con la calidad de los resultados modelados.

De esta forma, el objetivo de generar estos diseños es encontrar la combinación de atributos y niveles que produzcan una matriz de covarianzas que logre reducir, en mayor medida, el D-error (Ortúzar y Willumsen, 2011). Y para encontrar este diseño, el analista debe realizar un par de supuestos sobre el modelo que quiere estimar, así como los parámetros que se quieren obtener.

Para generar un diseño eficiente, se deben asumir valores *a priori* de los parámetros del modelo. En este sentido, existen dos escuelas (Ortúzar y Willumsen, 2011): (i) diseños con parámetros *a priori* con valor cero, y (ii) diseños con parámetros *a priori* distinto de cero, asumiendo un valor previo para estos parámetros. La primera escuela asume que el diseño es ortogonal con respecto a las alternativas y se maximizan las diferencias entre los niveles de los atributos de las alternativas. También supone, al momento de calcular la matriz de covarianzas, que el analista utilizará *ortogonal coding* en la estimación de modelos.

La segunda escuela señala que se debe decidir el valor de los parámetros distintos de cero, típicamente concluyendo en diseños más eficientes (si los parámetros en la población son realmente distintos de cero). Eso si, esto trae consigo un esfuerzo adicional por obtener el valor de estos parámetros, debiendo realizar experiencias piloto o utilizando los valores obtenidos en estudios similares.

A modo de resumen, un ejercicio PD tiene los siguientes pasos; i) identificar las variables relevantes en la sección, ii) definir los niveles de variación, y iii) diseño del experimento. En la siguiente sección se detalla el diseños eficiente utilizado en la investigación, por medio del cual se crearon de las bases de datos para las estaciones de Metro y corredores de buses.

4. DATOS DISPONIBLES

Los datos utilizados en esta investigación provienen de dos fuentes; primero, se cuenta con el banco de datos utilizado en el estudio de DICTUC (2014), sobre densificación con integración social en torno a diez estaciones de Metro. En este se utilizó, como herramienta de densificación, incentivos directos a la demanda y a la oferta de viviendas, así como incentivos indirectos a la oferta que serían entregados a los desarrolladores inmobiliarios. En segundo lugar, durante esta tesis se realizó una nueva encuesta –consistente con la anterior- en cuatro "estaciones" de corredores de buses.

La encuesta desarrollada en ambos estudios considera dos variables relevantes: los incentivos económicos y normativos, y la caracterización de estaciones que permite su diferenciación. Los primeros corresponden a bonificaciones y modificaciones de norma que podrían cambiar la disposición a densificar por parte de los desarrolladores inmobiliarios. Los segundos corresponden a características particulares de cada entorno de estación de Metro y corredor de buses. A continuación se detallan las variables estudiadas y la formulación del experimento, finalizando con la revisión de inconsistencias y el análisis de la base de datos.

4.1. Incentivos para densificación

Los incentivos escogidos para realizar las encuestas fueron seleccionados en conjunto con expertos en urbanismo y consideran tres tipos de incentivos: (i) directos a la demanda, (ii) directos a la oferta e (iii) indirectos a la oferta. Los primeros corresponden a bonos entregados a familias que quisieran vivir cerca del Metro y corredores de buses. Los segundos corresponden bonos directos a los inmobiliarios, así como modificaciones

a la norma de construcción en las estaciones estudiadas. Finalmente, el último tipo de incentivos corresponde a inversión estatal en el espacio público vecino al área de la estación. Todos los grupos de incentivos antes mencionados son de tipo "zanahoria", como fue señalado en la sección 2, por lo que se espera que los desarrolladores inmobiliarios los encuentren atractivos *a priori.* En particular, esperamos cuantificar cuales son los más atractivos para los inmobiliarios, así como su ubicación relativa entre sus preferencias. A continuación se detalla cada uno de los incentivos estudiados.

Directos a la demanda

Estos beneficios se asemejan al bono de renovación urbana, con algunas leves variaciones, y están orientados a ser beneficios disponibles en zonas específicas de Santiago.

a. *Bono a cualquier comprador (BCC).* Se entrega un monto en UF a la familia que desee comprar un departamento en torno a un radio de 500 metros de la estación, siempre que su valor sea menor o igual a 2000 UF.
b. *Bono a cualquier comprador con subsidio (BCS).* Este bono se aplica como un monto en UF que se entrega (por sobre el subsidio habitacional) a aquellas familias que ya cuenten con subsidio, o puedan obtenerlo. Las viviendas asociadas a este bono no deben exceder las 1400 UF.

Directos a la oferta

Estos beneficios se dividen en dos grupos: (i) beneficios económicos directos a los desarrolladores inmobiliarios y, (ii) modificaciones a la normativa existente del área donde son efectivos.

c. *Bono por tiempo limitado (BTL)*[10]. En torno a un radio de 500 metros de la estación, se entrega un monto en UF por cada departamento construido del proyecto al desarrollador inmobiliario, siempre que obtenga el permiso de edificación en un plazo menor a dos años de lanzada la norma.

d. *Aumento en el factor de constructibilidad (CON).* Considera un aumento en los metros cuadrados que un proyecto puede construir, por medio de un aumento porcentual en este factor. El aumento debe ser traducido en forma de mayor altura edificable u otra medida, como variación en el porcentaje de utilización del suelo del proyecto.

e. *Aumento en densidad (DEN).* Corresponde a un aumento porcentual de las unidades construibles en una misma edificación. Este densidad queda determinada por el factor habitantes por vivienda, que actualmente corresponde a cuatro personas. Debido a que se encuentra en proceso de actualización, gracias al último censo, se tomó como nivel base tres personas por departamento (INE, 2012).

f. *Disminución del mínimo de estacionamientos (EST).* En Santiago, la normativa de estacionamientos exige que cada departamento cuente con, al menos, un número de estacionamientos proporcional a la cantidad de departamentos

[10] Mohammadian *et al.* (2005) demuestran empíricamente que las decisiones de un desarrollador inmobiliario tienen efecto en las decisiones de otro; por lo tanto, proyectos adyacentes influyen el tipo de vivienda que se construirá.

construidos. Este incentivo permite reducir el número de estacionamientos en forma proporcional a la exigencia total.

Indirectos a la oferta

g. *Inversión pública en espacio público (IPU).* Consiste en un monto en UF, por cada departamento construido en el proyecto inmobiliarios, en forma de inversión en áreas verdes y/o infraestructura (i.e. iluminación, arborización, mobiliario, entre otros) por parte del Estado en torno a la estación.

4.2. Caracterización de las estaciones

Como se mencionó anteriormente, cada estación de Metro y corredor de buses tiene ciertas características propias, que fueron agrupadas por un grupo de urbanistas en: (i) contexto, (ii) entorno urbano, (iii) uso de suelo, (iv) información social, y (v) normativa. En el Anexo A: Encuesta, se muestra un ejemplo de caracterización utilizado en la encuesta, y cada grupo es detallado a continuación.

Contexto

Corresponde a la información de referencia del punto en cuestión, con un mapa de ubicación de la estación, las comunas del área de influencia [11], el precio del suelo (OCUC, 2012), y la línea de Metro o corredor de buses, según corresponda.

Entorno urbano

Esta información señala la configuración urbana del área de influencia, con tamaño del predio promedio, correspondiente al área promedio del 90% de los predios, la cantidad

[11] Definido como área caminable para, al menos, el 75% de los usuarios de Metro y paraderos de buses (O'Sullivan y Morrall, 1996).

de predios por rango de metros cuadrados junto con un histograma de los predios, la morfología edilicia de las nuevas edificaciones[12] del sector y cantidad (e.g. cantidad de nuevos edificios de 3 a 5 pisos), y el porcentaje de la superficie destinado a circulación vehicular, este último solo para las estaciones de Metro.

Usos de suelo

En esta sección se señalan los tres usos de suelos predominantes en el sector y luego se indican los restantes usos de suelo. En ambos casos, los usos de suelos se muestran como la superficie total, en metros cuadrados, con cada uso de suelo.

Información social

Corresponde a los estratos socioeconómicos de la zona de estudio, en base al estudio Collet del 2011 y la información del censo 2002 a nivel de manzana. Aquí se señala el grupo socioeconómico predominante en torno a la estación, mostrando la cantidad de hogares según estrato y el porcentaje del total. En particular, para las estaciones de Metro se muestra un mapa con la ubicación de los estratos predominantes por manzana. Por otro lado, para los corredores de buses, se muestra el porcentaje que ocupa el estrato en la zona y se grafica este porcentaje.

Normativa

Corresponde a un mapa del área de la estación donde se señala la normativa zonal de construcción, según el Plan Regulador Metropolitano o Plan Regulador Comunal vigente. Para cada zona se hace explicita la comuna a la que corresponde, el código de zona y la descripción, además de señalar las características normativas relevantes; (i)

[12] Una nueva edificación es aquella que cuente con permiso de edificación entre el 2002 y 2012.

densidad máxima, (ii) constructibilidad, (iii) altura permitida, y (iv) requisito de estacionamientos. La primera corresponde a la densidad máxima definida como la cantidad máxima de habitantes por hectárea. La segunda es un factor que relaciona la cantidad de veces que un proyecto puede construir la superficie del terreno donde está ubicado en metros cuadrados construibles para viviendas. Es decir, si un coeficiente de constructibilidad es dos, significa que el desarrollador inmobiliario puede construir un edificio de dos plantas utilizando la totalidad del terreno disponible, o un edificio de cuatro plantas en la mitad del terreno disponible[13]. El tercero es la limitación de la altura máxima del proyecto, en forma de pisos o metros de altura máximos. Por último, el requisito de estacionamientos corresponde al mínimo de vacantes con las que debe contar el proyecto, expresado en mínimo de estacionamientos por departamento. Este varía según el tamaño, en metros cuadrados, de las viviendas y será mayor a medida que el departamento tenga más metros cuadrados habitables.

Este último puede ser relevante *a priori* para el inmobiliario, ya que logra disminuir los costos de construcción del proyecto, reduciendo la cantidad de pisos subterráneos con los que cuenta. Sin embargo, una técnica usualmente utilizada para reducir los costos de construcción es destinar la primera planta del proyecto para estacionamientos en vez de otros usos como áreas verdes. Todas las variables de caracterización y sus estadísticos se encuentran en el Anexo A: Encuesta, Tabla A.1.

En el caso particular de la normativa, se utilizó un factor adaptado entendido como *metros cuadrados máximos construibles*. Este es el mínimo valor entre función

[13] Este factor queda condicionado al factor de ocupación de suelo máximo, señalado en la normativa.

determinada por: (i) los factores de constructibilidad y predio promedio, y (ii) el índice de ocupación y altura máxima[14]. Es decir:

$$ConMax_z = \min\{A, B\}$$

donde z corresponde a la zona de la estación; $A = Predio \cdot Constructibilidad$, con $Predio$ correspondiente al predio promedio y $Constructibilidad$ el factor de constructibilidad de la zona. Mientras $B = f(Ocupación \cdot Altura)$ es una función dependiente de la ocupación de suelo máxima en la zona ($Ocupación$) y la máxima altura permitida ($Altura$), obtenida de la modelación del edificio en el software AutoCAD®. Luego, $ConMax_z$ será la constructibilidad máxima permitida en la zona, resultante de la ecuación anterior.

Finalmente, contamos con la información del censo 2002 sobre la densidad actual en hab/ha, el espacio construido en $m^2\ edificación / m^2\ predio$ [15] y predio promedio en m^2 para un radio de 500 metros a las diez estaciones de Metro. Las variables antes mencionadas y sus estadísticos se encuentran en el Anexo A: Encuesta, Tabla A.2. Estas características nos dan una buena aproximación del entorno a las estaciones de metro desde el punto de vista de los desarrolladores inmobiliarios.

[14] Aquí se utilizó la simplificación de un predio estándar de tamaño ancho y largo en razón 2:1. De existir limitación de altura por la rasante, se consideró 70º como lo dispone la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, y una calle local al edificio de 15 metros de longitud.

[15] Este valor es una buena aproximación a la constructibilidad utilizada en el lugar.

4.3. Integración social en la encuesta

Como se mencionó en la sección 2, la integración social puede desarrollarse de manera privada mediante incentivos a desarrolladores inmobiliarios para su creación. Considerando este esquema, se definió una pregunta en la encuesta para entender las preferencias de los desarrolladores inmobiliarios a la integración social en los potenciales proyectos.

En la encuesta, se define la integración social como un porcentaje mínimo (30%) de las viviendas construidas en torno a la estación que debe ser destinado a viviendas subsidiables. Ahora, viviendas subsidiables son aquellas con un valor menor a 1,400 UF[16], destinadas a familias con subsidio habitacional para grupos emergentes (MINVU, 2015). El incentivo *bono a cualquier comprador con subsidio* está íntimamente relacionado con las familias que poseen subsidio habitacional.

El porcentaje mínimo de viviendas del proyecto destinadas a vivienda subsidiable se definió en 30%, quedando a libre disposición del desarrollador inmobiliario el restante 70%. Es decir, el inmobiliario podría destinar todo el porcentaje de libre disposición en viviendas a valor de mercado.

Finalmente, el desarrollador podía optar por alguno de los siguientes esquemas de integración, señalados en la encuesta; (i) en el mismo edificio, compartiendo espacios comunes internos y externos; (ii) en el mismo edificio, sin compartir espacios comunes internos y externos; (iii) en edificios vecinos, compartiendo espacios colectivos

[16] El valor de la UF al 1 de julio de 2014 era $24.026. Luego, las viviendas tendrían un valor máximo de $33.636.400.

externos, como centro comunitario, juegos infantiles y plazas, y (iv) en edificios vecinos solo compartiendo espacios públicos

4.4. Diseño de la encuesta

El diseño de la encuesta consideró cuatro etapas principales: (i) elección de las estaciones (ii) etapas del experimento (iii) niveles de los incentivos y diseño del proceso de elección –situación tipo, y (iv) construcción de situaciones de elección en base al diseño eficiente.

Elección de estaciones

Para la estaciones de Metro, el estudio del DICTUC (2014) determinó las estaciones y los niveles de los incentivos a estudiar con ayuda de un grupo de expertos en urbanismo, el MINVU y realizando grupos focales. Las estaciones escogidas fueron seleccionadas por tener un adecuado potencial de densificación (CChC y OCUC, 2013) y de acuerdo a las necesidades del MINVU. En el caso de las "estaciones" de corredores de buses, no existen estudios de potencial de densificación, por lo que fueron escogidas cumpliendo los siguientes criterios: (i) distancia a una estación de Metro mayor a 500 metros, (ii) corredor con conectividad al centro de Santiago, (iii) zona con características atractivas en forma de áreas verdes, terrenos disponibles y equipamiento, y (iv) zona con potencial de mixtura social debido al nivel socioeconómicos de sus habitantes y su situación de allegados, favorables según Sabatini *et al.*, (2010). El primer criterio intenta aislar el efecto del Metro, con el fin de evitar una relación espuria entre las infraestructuras de transporte. El segundo y tercer criterios buscan considerar parámetros que puedan ser relevantes para la demanda de viviendas, acelerando la velocidad de venta de las

unidades del proyecto. Finalmente, el cuarto criterio busca considerar zonas adecuadas para la integración social[17]. Las estaciones de Metro y corredores de buses seleccionados se presentan en la Figura 4-1.

[17] Tres de las cuatro "estaciones" de corredores de buses se encuentran en una comuna considerada adecuada según el estudio; la tercera (Av. Grecia) se consideró debido al historial de proyectos de integración social en la comuna de Peñalolen.

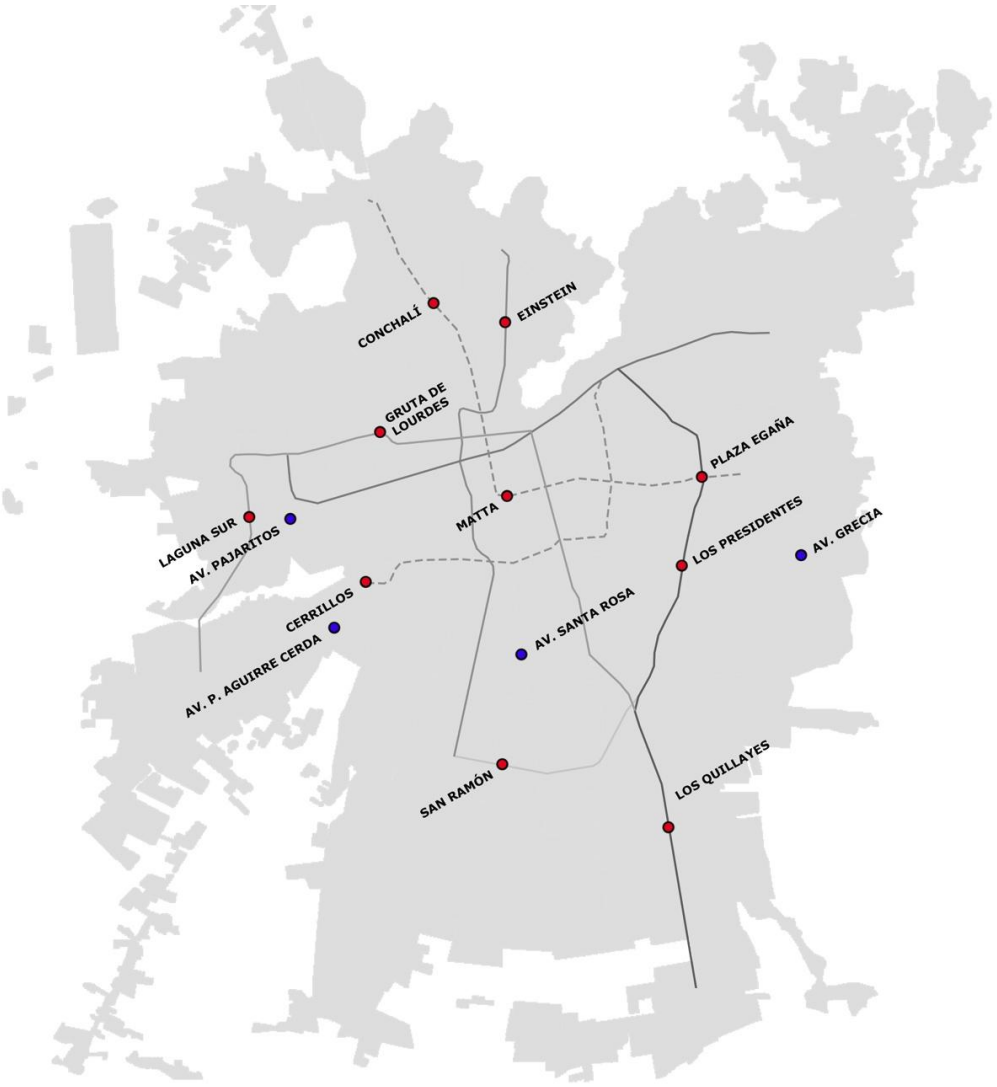


Figura 4-1: Mapa con estaciones de Metro (rojo) y corredores de buses (azul) estudiadas

Fuente: Elaboración propia en base a DICTUC (2014).

Etapas del experimento

Por otro lado, el experimento PD realizado al desarrollador inmobiliario consistía en cuatro etapas: (i) introducción, (ii) ubicación de las estaciones, (iii) encuesta de PD, y (iv) preguntas adicionales. Un ejemplo de todas estas etapas, a excepción de la tercera,

se señala en el Anexo A: Encuesta. La primera etapa consiste en orientar al tomador de decisión sobre el estudio y la encuesta; se da una breve explicación sobre los subsidios a la demanda utilizados actualmente, se señalan y explican los incentivos del experimento, se detallan un conjunto de tipologías edilicias que los proyectos podrían utilizar y, finalmente, se señalan esquemas de integración social que pueden ser aplicados en el entorno de la estación.

La segunda etapa consiste en señalar en un mapa la ubicación de las estaciones de Metro o corredores de buses, según corresponda. Luego, la tercera etapa corresponde a la encuesta señalada en la sección 4.4.

Finalmente, en la cuarta etapa fueron realizadas tres preguntas:

1. ¿Qué esquemas de integración social realizaría en cada estación de Metro [intersección de BRT] encuestada?
2. ¿Qué tipologías realizaría en cada estación de Metro [intersección de BRT] encuestada?
3. ¿Ha construido en las zonas encuestadas? De responder sí, ¿Cuáles?

Niveles de los incentivos y diseño del proceso de elección

En el caso de los incentivos, señalados en la sección 4.1, se determinaron los niveles que se mostrarían en la encuesta. En primer lugar, el nivel de los incentivos directos a la demanda se basó en el bono de renovación urbana o de desarrollo prioritario, considerando como límite superior el valor máximo de este bono; 200 UF/familia. En según lugar, el valor de los incentivos directos a la oferta fueron determinado *a priori* en el estudio del DICTUC (2014), validando sus niveles luego de la encuesta piloto y la

revisión de literatura de la sección 2. Finalmente, los niveles de los incentivos indirectos a la demanda se determinaron a partir del criterio de los expertos urbanistas y el MINVU. Todos los niveles de los incentivos fueron validados, luego de la experiencia piloto y los modelos finales, obteniéndose estimaciones coherentes.

Por otro lado, la integración social se entiende como un desincentivo al desarrollo inmobiliario, ya que se debe fomentada por medio de restricciones o incentivos (ver sección 2). Por lo tanto, se decidió que las alternativas que consideraran integración social tendrían incentivos con niveles igual o más altos que las alternativas sin integración social. Es decir, si tenemos una alternativa sin integración social con un incentivo de valor δ, el mismo incentivo en la alternativa con integración social debe ser mayor o igual a δ.

Finalmente, los niveles utilizados en el estudio para los casos sin y con integración social se muestran en la tabla a continuación:

Tabla 4-1: Niveles de los incentivos sin y con integración social.

	Incentivo	**Niveles sin integración social**	**Niveles con integración social**
Directos a la Demanda	Bono a cualquier comprador	50 - 100 - 150 UF/dpto	50 - 100 - 150 - 200 UF/dpto
	Bono a cualquier comprador con subsidio	50 - 100 - 150 UF/dpto	50 - 100 - 150 - 200 UF/dpto
Directo a la Oferta	Bono por tiempo limitado	40 - 80 - 120 UF/dpto	40 - 80 - 120 - 160 UF/dpto
	Aumento en constructibilidad	0 - 10 - 20 - 30%	10 - 20 - 30 - 40%
	Aumento en densidad	0 - 50%	0 - 100%
	Disminución del mínimo de estacionamientos	0 - 50%	0 - 100%
Indirectos a la Oferta	Inversión pública en espacio público	0 - 25 - 50 - 75 UF/dpto	25 - 50 - 75 - 100 UF/dpto

Fuente: Elaboración propia

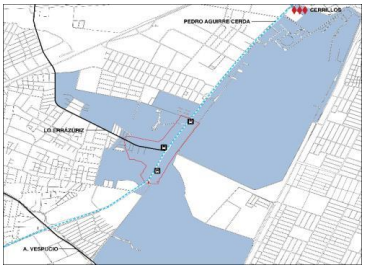
Dada la singularidad del problema, en que queremos determinar los incentivos adecuados para que los desarrolladores inmobiliarios densifiquen en torno de ciertas

estaciones, el estudio de DICTUC (2014) y en esta tesis se decidió utilizar un enfoque que combinaba preguntas de tipo *best-worst caso 2* y una encuesta de elección discreta. Las dos primeras preguntas, (i-*best*) e (ii-*worst*), nos debieran permitir obtener el orden relativo de los incentivos y sus niveles con mayor precisión que el caso de un ejercicio de elección discreta tradicional. Luego, para entender la disposición a densificar del desarrollador inmobiliario en el entorno de las estaciones, se consultaba su decisión de construir o no construir dado el perfil de incentivos mostrado (pregunta iii-ED). Finalmente, dependiendo de la respuesta de la pregunta iii-ED, se preguntaba al desarrollador inmobiliario uno de dos posibles preguntas adicionales:

1. iv-P1SI. En el caso de responder "SÍ" a la pregunta iii-ED, el individuo debía señalar si estaría dispuesto a construir con integración social. En este caso, la primera opción utilizaba los incentivos y niveles de la pregunta iii-ED, mientras que la segunda opción proponía mayores incentivos.
2. iv-P1NO. En caso de responder "NO" a la pregunta iii-ED, el individuo debía elegir si construir con integración social o no construir. En este caso, el perfil mostrado era superior a los de la pregunta iii-ED.

En las figuras Figura 4-2,Figura 4-3 y Figura 4-4 se muestra un ejemplo de una situación de elección, con todas las respuestas. A su vez, el diagrama completo del proceso de elección de cada individuo se muestra en la Figura 4-5.

PEDRO AGUIRRE CERDA



(1) Indique cuál de los incentivos ofrecidos le parece el más atractivo y cuál el menos atractivo.

(2) Indique si considera que este conjunto de incentivos genera un escenario atractivo para construir en este entorno.

INCENTIVO MÁS ATRACTIVO			INCENTIVO MENOS ATRACTIVO
☐	Bono por cercanía al BRT a cualquiera que cargue con subsidio (adicional al subsidio ya obtenido)	**150 UF/beneficiario**	☐
☐	Bono cercanía al BRT por tiempo limitado	**80 UF/depto**	☐
☐	Aumento en constructibilidad	**0%**	☐
☐	Aumento en densidad	**0%**	☐
☐	Reducción del número mínimo de estacionamientos	**0%**	☐
☐	Inversión pública	**0 UF/depto**	☐

	Si	No
Atractivo para construir	☐	☐

I4
Situación 2

Figura 4-2: Ejemplo de una situación, preguntas i-best, ii-worst e iii-ED

Fuente: Elaboración propia

Definidas las preguntas de la encuesta, se determinó la cantidad de situaciones del proceso de elección que un desarrollador inmobiliario podría contestar sin experimentar fatiga. DICTUC (2014) utilizó el criterio de modeladores expertos y los resultados de dos encuesta piloto, determinando que cada encuesta debía incluir 12 situaciones de elección.

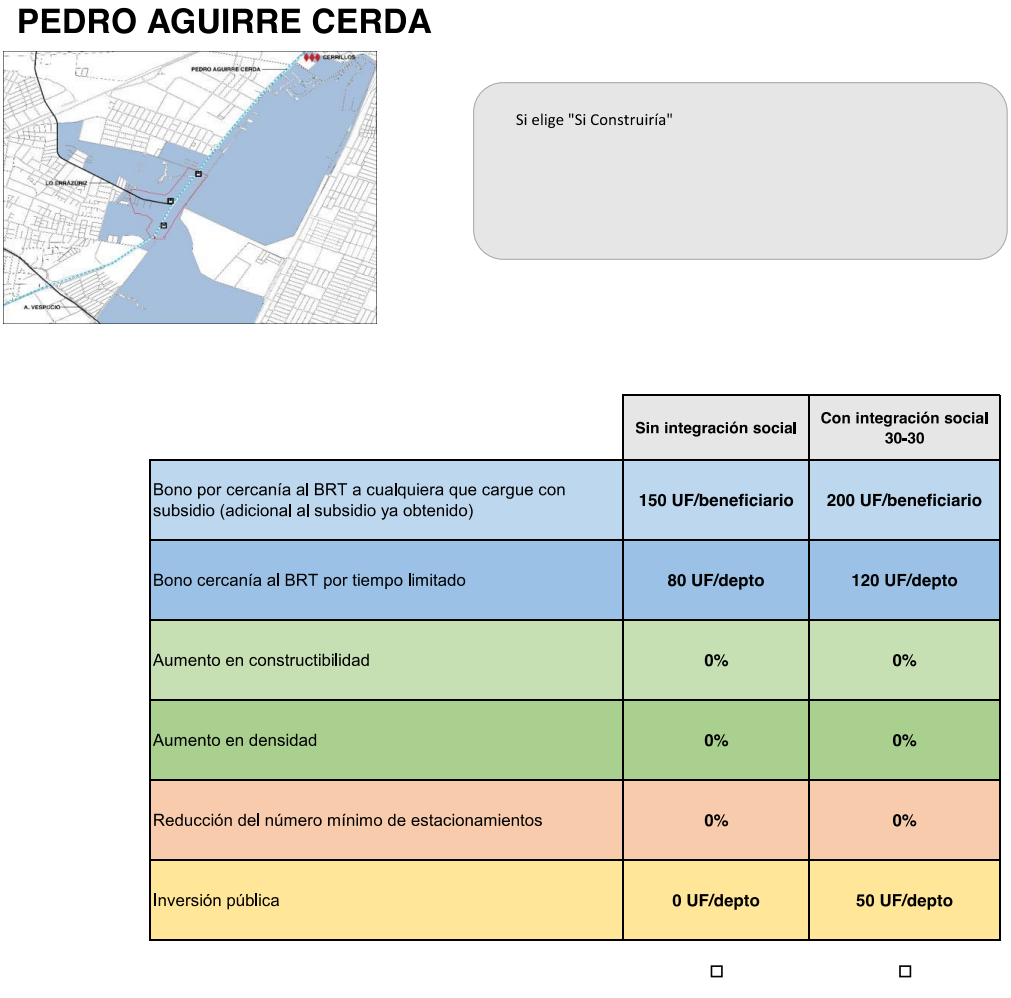
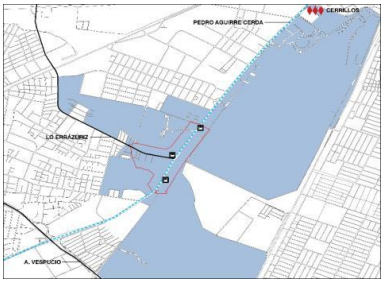


Figura 4-3: Ejemplo de una situación, pregunta iv-P1SÍ

Fuente: Elaboración propia

En esta estudio se decidió incluir 15 situaciones de elección, debido a que la experiencia del estudio anterior permitió comprobar que los individuos eran capaces de responder más de 12 situaciones sin cansarse; se considera que esto se debe a que parte importante del trabajo de los desarrolladores inmobiliarios consiste en evaluar proyectos inmobiliarios.

PEDRO AGUIRRE CERDA



Si elige "No Construiría"

	Con integración social 30-30
Bono por cercanía al BRT a cualquiera que cargue con subsidio (adicional al subsidio ya obtenido)	**200 UF/beneficiario**
Bono cercanía al BRT por tiempo limitado	**120 UF/depto**
Aumento en constructibilidad	**0%**
Aumento en densidad	**0%**
Reducción del número mínimo de estacionamientos	**0%**
Inversión pública	**50 UF/depto**

	Si	No
Atractivo para construir	☐	☐

I4
Situación 2

Figura 4-4: Ejemplo de una situación, pregunta iv-P1NO

Fuente: Elaboración propia

Para validar esta hipótesis, se pregunto – informalmente – a los individuos si experimentaban fatiga al completar la encuesta, respondiendo que no en la mayoría de los casos.

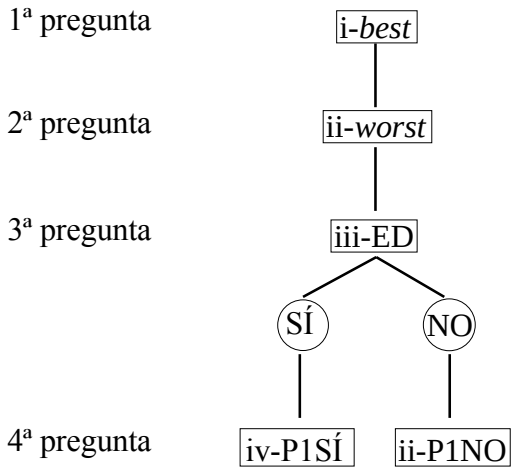


Figura 4-5: Diagrama del proceso de elección

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, era deseable que todos los desarrolladores inmobiliarios contestaran situaciones en todas las estaciones; sin embargo, debido a la gran carga cognitiva asociada a introducir cada estación con sus características, lo anterior se vuelve complejo. Por esta razón se decidió armar grupos de tres estaciones distintas, cada una de estas estaciones con cuatro o cinco situaciones de elección.

Cada estación de Metro contaba con cuatro situaciones diferentes y cada "estación" de corredor de bus con cinco situaciones diferentes. Así, cada encuesta permitió obtener 12 o 15 respuestas dependiendo si se trataba de estaciones de Metro o corredores de buses, respectivamente.

Construcción de situaciones de elección mediante diseño eficiente

Para determinar los atributos de cada situación, el estudio DICTUC (2014) realizó, primero, diseños ortogonales dados los atributos seleccionados y sus niveles de

variación. Los datos provenientes de estas encuestas permitieron estimar modelos preliminares, y los parámetros de esos modelos fueron utilizados para encontrar un diseño eficiente (Rose y Bliemer, 2008). En esta tesis se utilizó los parámetros estimados por el estudio de DICTUC para la creación de diseños eficientes.

Por construcción, en todas las preguntas de la encuesta se consideran todos los incentivos directos a la oferta e indirectos a la oferta; sin embargo, no sucede lo mismo con los incentivos directos a la demanda. En el grupo focal y en las encuestas piloto, el incentivo *bono a cualquier comprador* resulto ser el preferido en la gran mayoría de las situaciones. Por lo tanto, se optó por intercalar la aparición de este incentivo con el *bono a cualquier comprador con subsidio* que es de la misma naturaleza. Si bien su aparición es forzada, su importancia sigue siendo destacada como lo muestran los resultados de DICTUC (2014) y el presente estudio en la sección 5.

Particularmente para las encuestas realizadas en esta tesis, sobre "estaciones" de corredores de buses, el diseño eficiente se realizó considerando 15 situaciones de elección. De estas 15 situaciones, y debido a la preferencia por de los desarrolladores inmobiliarios por los bonos directos a la demanda, se decidió que el *bono a cualquier comprador* apareciera en siete situaciones y el *bono a cualquier comprador con subsidio* en ocho situaciones. Esto determinó la necesidad de realizar dos diseños eficientes; (i) uno que considera el *bono a cualquier comprador* como incentivo directo a la demanda y (ii) otro que considere el *bono a cualquier comprador con subsidio* como incentivo directo a la demanda. Eso si, ambos diseños consideran todos los incentivos directos e indirectos a la oferta.

Se decidió utilizar como modelo base para estimar la matriz de covarianzas del diseño eficiente el que se obtiene de la pregunta iv-P1SÍ (ver ecuación 5.2). Este modelo es el único que permite capturar la decisión del individuo entre construir con o sin integración social. Las partes de la encuesta relacionadas con las preguntas i-*best*, i-*worst*, iii-ED e iv-P1NO tomaron los niveles de los atributos del diseño de iv-P1SÍ. Las tres primeras preguntas consideran la alternativa sin integración social, mientras que la última considera alternativas con integración social.

Definidos los criterios del diseño eficiente, se utilizó el programa Ngene 1.1.1 (Rose *et al.* 2012) para crearlos. Como valores a priori se utilizaron los parámetros asociados a los incentivos que se habían estimado en el estudio de DICTUC (2014) y los niveles señalados en la sección anterior, normalizados con *effects code*[18], como en el estudio de DICTUC (2014). Las medidas de eficiencia obtenidas se muestran en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2: Medidas de eficiencia del diseño eficiente.

Situaciones con:	**D-error**
Bono a cualquier comprador	0,812
Bono a cualquier comprador con subsidio	0,948

Fuente: Elaboración propia

Las situaciones de elección entregadas por Ngene®, junto al respectivo valor de los incentivos finales se encuentran en el Anexo A: Encuesta. El diseño de situaciones es

[18] Esta codificación normaliza los atributos entre -1 y +1 para hacer comparables a los parámetros en términos de magnitud.

aplicado para cada estación; es decir, en todas se ofrece las mismas situaciones. Ahora, debido a que se requieren respuestas de los inmobiliarios para tres estaciones distintas, las 15 situaciones creadas por estación deben dividirse en “bloques”. Los “bloques” agrupan una cantidad menor de situaciones del total; cuando se tienen respuestas para todos los “bloques”; estos se agrupan una cantidad menor de situaciones del total. Cuando se tiene información para todos los “bloques”, se obtiene un perfil de elección completo (Ortuzar y Willumsen, 2011, pag. 110).

4.5. Realización del experimento

Las encuestas utilizadas en la esta tesis se tomaron en dos periodos. El primero, en el contexto del estudio de DICTUC (2014), fue durante los meses de enero y febrero de 2014, en que se encuestó a 52 desarrolladores inmobiliarias. El segundo periodo fue durante los meses de junio y julio de 2014, donde se entrevistó a 24 desarrolladores inmobiliarios. De estos últimos, solo tres no pertenecían a los encuestados por el estudio de DICTUC.

El grupo de desarrolladores inmobiliarios encuestados se seleccionó en base a información proporcionada por la Cámara Chilena de la Construcción. Del total de empresas inmobiliarias, se hizo una primera selección escogiendo a los desarrolladores inmobiliarios que llevaran a cabo proyectos de densificación en altura. En segundo lugar, se seleccionó a aquellos que habían realizados proyectos incorporando subsidios a la demanda o bonos de renovación urbana.

4.6. Banco de datos y revisión de inconsistencias

El banco de datos del estudio de DICTUC (2014) y la información recolectada como parte de esta tesis consideran 2.448 y 1.440 observaciones, respectivamente. Estas observaciones incluyen las respuestas a las preguntas i-*best*, ii-*worst*, iii-ED y iv-P1SÍ o iv-P1NO.

En cuanto a inconsistencias, se encontraron errores de digitación en las preguntas i-best e ii-*worst* para respuestas en que: (i) el atributo i-*best* o ii-*worst* no se encontraba disponible, (ii) se eligió como atributo i-*best* uno que tuviera valor cero (existiendo incentivos mayores que cero) y, (iii) la elección del atributo i-*best* era igual al atributo ii-*worst*. En el primer existe un caso particular; si el incentivo escogido correspondía al *bono a cualquier comprador (bono a cualquier comprador con subsidio)*, podía suceder que ese incentivo no se encontrara disponible, pero si estuviera disponible el *bono a cualquier comprador con subsidio (bono a cualquier comprador)*. De ser este el caso, se cambió la respuesta al bono que estuviera disponible. Además, se analizó este error con los encuestadores, confirmando que estos datos podían ser corregidos.

Otro tipo de inconsistencias se encontró en las preguntas iv-P1SÍ y iv-P1NO. Recordar que se consultaba la pregunta iv-P1SÍ cuando el individuo había escogido "SÍ" en la pregunta iii-ED, y similarmente en el otro caso. Sin embargo, podía suceder que el desarrollador inmobiliario respondiera "SÍ" en la pregunta iii-ED, pero se consultara por la pregunta iv-P1NO (y similarmente en el otro caso). Estas observaciones se consideraron válidas, ya que en ambas opciones se debía elegir por alguna alternativa que consideraba integración social.

Finalmente, el banco de datos quedó con 2.428 y 1.396 observaciones para las estaciones de Metro y corredores de buses, respectivamente, esto es, un total de 3.824 observaciones.

4.7. Análisis del banco de datos

Como se mencionó anteriormente, el banco de datos final cuenta con las respuestas de 55 tomadores de decisión sobre la realización de proyectos inmobiliarios. Información básica sobre los encuestados se muestra en la Tabla 4-3; como se ve, se trata principalmente de Gerentes Generales, Gerentes de Área y Subgerente de Área y, en menor medida Socios, Dueños, Directores, Jefes de Área, Analistas y Asesores.

Tabla 4-3: Cargo y cantidad de encuestados

Cargos	**Nº Encuestados**
Gerente general	16
Gerente de área	15
Subgerente de área	8
Jefe de área	6
Socio, dueño o director	5
Supervisor o coordinador de área	2
Analista	2
Asesor	1
Total	**55**

Fuente: DICTUC (2014) y Elaboración propia

Por otro lado, en la Tabla 4-4 se muestran las estaciones en que algunos desarrolladores inmobiliarios ya habrían construido antes del estudio. Dada la baja experiencia previa de los desarrolladores inmobiliarios encuestados en las estaciones seleccionadas,

posiblemente el parámetro relacionado con la experiencia en el área puede ser poco significativo en los modelos.

Finalmente, la Tabla 4-5 muestra la cantidad de observaciones por estación y tipo de pregunta. La cantidad de respuestas por estación es bastante homogéneo en la muestra, siendo un poco mayor para las "estaciones" de corredores de buses; esto se debe al aumento en la cantidad de situaciones por estación preguntadas, manteniendo la cantidad de encuestados por estación.

Tabla 4-4: Experiencia de los desarrolladores inmobiliarios en estaciones seleccionadas

	Estación	**Nº de inmobiliarios con experiencia**
Metro	Plaza Egaña	5
	Pajaritos	5
	Matta	3
	Gruta de Lourdes	2
	Cerrillos	2
	Conchalí	1
	San Ramón	1
	Los Presidentes	1
Corredores de buses	Santa Rosa	4
	Pedro Aguirre Cerda	2
	Grecia	2

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, llama la atención la cantidad de respuestas favorables a construir en la estación Plaza Egaña, lo que arroja luces sobre la alta probabilidad por densificar que podría observarse en esta estación. Por otro lado, las estaciones Laguna Sur, Pedro Aguirre Cerda, Santa Rosa y Grecia son las que tienen menos respuestas en la pregunta

iv-P1NO. Esto se debe a que la mayoría de los inmobiliarios encuestados no encontró atractivo construir en esas estaciones con los incentivos ofrecidos. Lo anterior puede ser efecto de un entorno y localización poco atractiva para los individuos, y tendrá consecuencias en la disposición a construir con incentivos.

Tabla 4-5: Cantidad de observaciones por estación y pregunta

	Estación	**i-*best***	**ii-worst**	**iii-ED**	**iv-P1SÍ**	**iv-P1NO**	**Total**
Metro	Einstein	62	62	62	37	25	248
	Matta	64	64	64	39	25	256
	Conchalí	60	60	60	37	23	240
	Los Quillayes	60	60	60	31	29	240
	Plaza Egaña	62	62	62	53	9	248
	Gruta de Lourdes	64	64	64	34	30	256
	Cerrillos	63	63	63	31	32	252
	San Ramón	60	60	60	32	28	240
	Los Presidentes	56	56	56	29	27	224
	Laguna Sur	56	56	56	20	36	224
Corredor de buses	Pajaritos	86	86	86	56	30	344
	Pedro Aguirre Cerda	89	89	89	34	55	356
	Santa Rosa	89	89	89	33	56	356
	Grecia	85	85	85	23	62	340
	Total	956	956	956	489	467	3.824

Fuente: Elaboración propia

4.8. Codificación de las variables

Si bien el diseño experimental utilizó una codificación del tipo *effects coding*, los modelos fueron estimados utilizando una codificación del tipo *orthogonal polynomial coding*, menciona en la sección 3.4. Esto se debe a la presencia de variables continuas y la flexibilidad que este tipo de codificación entrega al momento de estudiar relaciones no-lineales entre los atributos (Louviere *et al*., 2000).

5. MODELACIÓN Y RESULTADOS

Para la estimación de modelos se utilizó el software libre BIOGEME (Bierlaire y Fetiarison, 2009) en su versión *PythonBiogeme*, que permite estimar modelos simples (MNL) y modelos con una estructura compleja como los ML. Además, permite mayor flexibilidad en el método de modelación, posibilitando ajustar y simular diversas estructuras de error. Así, podremos estimar la interrelación entre elecciones de las respuestas de la encuesta como se señala en la sección 3.6.

5.1. Estimación de modelos *best, worst* y *best-worst*

En una primera instancia, se comprobó si los modelos individuales de tipo *best* y *worst* eran efectivamente inversos como sugiere la teoría. Para esto, se estimó modelos individuales para cada tipo de respuesta (modelos BEST y WORST), donde cada utilidad representa un incentivo; posteriormente se estimó un modelo conjunto (modelo BW) con sensibilidades e interceptos iguales pero de signo contrario en ambos modelos. Además, se probó la inclusión de un factor de escala que lograra captar las diferencias existentes en los errores de ambos conjuntos de datos. Los parámetros estimados de los modelos resultantes se muestran en la Tabla 5-1[19].

El factor de escala del modelo BW resultó significativamente distinto de uno, al 95% de confianza; por lo tanto, los errores asociados a cada fuente de datos deben ser

[19] Debido a que en las respuestas i-*best* no hay elecciones del incentivo *aumento en densidad* y solo dos observaciones del incentivo *reducción del mínimo de estacionamientos*, solo se considera el intercepto en sus funciones de utilidad.

considerados distintos. Además, las respuestas ii-*worst* no son exactamente inversas a las respuestas i-*best*, dado a que estas últimas tienen menor varianza.

Tabla 5-1: Estimación de los modelos BEST, WORST y BW

		BEST		**WORST**		**BW**	
	Parámetros	**Valor**	**test-t**	**Valor**	**test-t**	**Valor**	**test-t**
Sensibilidad	Bono a cualquier comprador	0,453	7,33	0,424	3,86	0,126	4,89
	Bono a cualquier comprador con subsidio	0,436	7,11	-0,056	-0,6	0,108	4,91
	Bono por tiempo limitado	0,459	8,89	0,140	2,45	0,123	5,34
	Aumento en constructibilidad	1.260	9,54	0,137	1,63	0,297	6,59
	Aumento en densidad			0,732	3,52	0,378	3,07
	Disminución del mínimo de estacionamientos			-0,173	-1,14	0,204	1,79
	Inversión pública en espacio público	0,938	4,4	-0,074	-0,98	0,143	3,52
Intercepto	Bono a cualquier comprador	0,892	6,3	0,811	2,73	0,241	4,54
	Bono a cualquier comprador con subsidio	0,669	4,9	0,200	0,93	0,173	3,93
	Bono por tiempo limitado (fijo)						
	Aumento en constructibilidad	-0,807	-5,47	-0,269	-1,65	-0,198	-4,51
	Aumento en densidad	-0,681	-5,8	0,197	0,95	-0,170	-4,41
	Disminución del mínimo de estacionamientos	-1,640	-11,19	-0,772	-4,93	-0,459	-5,56
	Inversión pública en espacio público	-2,190	-10,29	-0,715	-4,84	-0,572	-6,19
	Factor de escala λ					3,830	6,38
	(distinto de 1)						4,71
	Log-verosimilitud (0)	-1639,854		-1648,631		-3279,708	
	Log-verosimilitud	-1230,44		-1588,274		-2832,095	
	$\boldsymbol{\rho^2}$	0,250		0,037		0,136	
	$\boldsymbol{\overline{\rho}^2}$	0,243		0,029		0,132	
	# Parámetros	11		13		14	

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el test de razón de verosimilitud permite comprobar si los atributos de la sensibilidad y los interceptos pueden efectivamente considerarse como atributos

comunes (sección 3.5). En este caso $\lambda_a = 17{,}84 < \chi^2_{0{,}95;10} = 23{,}21$, por lo que no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula que considerar comunes los 13 atributos.

Un método para analizar qué atributos deben considerarse específicos consiste en graficar los parámetros (i.e. sensibilidades e interceptos) y determinar que atributos parecen alejarse de la línea de tendencia para considerarlos independientes (Ortúzar, 2000; Swait y Bernardino, 2000). Las Figura 5-1 Figura 5-2 muestran todos los atributos (sensibilidades e interceptos) de ambos modelos. Los que parecen alejarse más de la recta tendencial son las sensibilidades de los incentivos *bono a cualquier comprador* e *inversión pública en espacios público*. Por otro lado, el gráfico de interceptos apunta a un modelo que considera todos estos parámetros comunes. Además, los parámetros que tienen distinto signo en ambos modelos poseen poca significancia, por lo que podría variar su valor si es restringido.

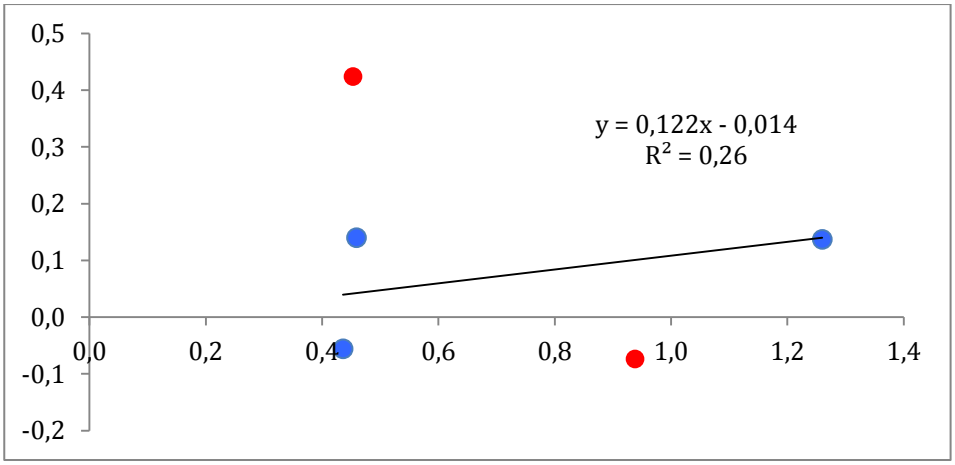


Figura 5-1: Gráfico de sensibilidades para modelos BEST y WORST

Fuente: Elaboración propia

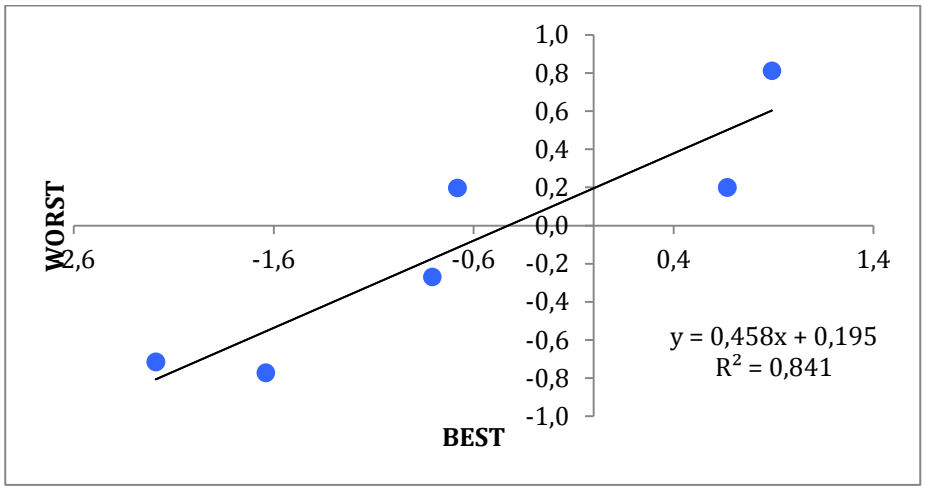


Figura 5-2: Gráfico de interceptos para modelos BEST y WORST

Fuente: Elaboración propia

Al estimar un nuevo modelo que consideran comunes todas las sensibilidades, a excepción de los incentivos *bono a cualquier comprador* e *inversión pública en espacios público*, se obtuvo un mejor ajuste. Este modelo, el BW_FINAL se presenta en la Tabla 5-2. Para validar el modelo, se realizó un test de razón verosimilitud para comprobar si los incentivos antes señalados pueden considerarse específicos, mientras que la sensibilidad y los interceptos de los demás incentivos pueden considerarse comunes. Se obtuvo $\lambda_a = 9{,}87 < \chi^2_{0{,}95;8} = 15{,}1$, por lo que no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula, que considera los 11 atributos comunes.

Tabla 5-2: Estimación de modelo BW_FINAL

		BW_FINAL	
	Parámetros	**Valor**	**test-t**
Sensibilidad	Bono a cualquier comprador con subsidio	0,139	5,31
	Bono por tiempo limitado	0,161	6,05
	Aumento en constructibilidad	0,361	7,83
	Aumento en densidad	0,423	3,35
	Disminución del mínimo de estacionamientos	0,133	1,11
Intercepto	Bono a cualquier comprador	0,322	4,91
	Bono a cualquier comprador con subsidio	0,226	4,14
	Bono por tiempo limitado (fijo)		
	Aumento en constructibilidad	-0,248	-4,71
	Aumento en densidad	-0,220	-4,67
	Disminución del mínimo de estacionamientos	-0,609	-6,44
	Inversión pública en espacio público	-0,782	-7,38
Sensibilidad *best*	Bono a cualquier comprador	0,160	5,44
	Inversión pública en espacio público	0,333	3,83
Sensibilidad *worst*	Bono a cualquier comprador	0,293	4,21
	Inversión pública en espacio público	-0,056	-0,78
Factor de escala	λ	2,880	7,4
	(distinto de 1)		4,83
	Log-verosimilitud (0)	-3279,708	
	Log-verosimilitud	-2823,65	
	$\boldsymbol{\rho^2}$	0,139	
	$\boldsymbol{\overline{\rho}^2}$	0,134	
	# Parámetros	16	

Fuente: Elaboración propia

5.2. Estimación de modelo mixto *best* + ED y *worst* + ED

En esta etapa se analizó si las respuestas i-*best* se podían juntar con las respuestas iii-ED y, de la misma forma, si las respuestas ii-*worst* se podían juntar a las iii-ED. En primera

instancia se estimó un modelo individual con los nuevos datos (modelo ED), para luego estimar modelos conjuntos BEST_ED y WORST_ED. La forma funcional del modelo ED es idéntica a la ecuación (3.21), mientras que los resultados de la estimación de todos los modelos se presentan en la Tabla 5-3.

El factor de escala del modelo BEST_ED resultó ser significativamente distinto de uno al 95% de confianza, probando la necesidad de su inclusión dada las diferencias en la varianza de los errores. Sin embargo, el modelo WORST_ED rechaza la hipótesis nula de que el factor de escala es significativamente distinto de uno. Ahora, para comprobar si los modelos conjuntos son estadísticamente similares a los modelos independientes, se realizó un test de razón verosimilitud cuyos resultados se presentan en la Tabla 5-4.

Como se puede observar, en ambos casos no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y, por ende, los modelos se pueden considerar equivalentes. Es decir, todos los atributos asociados a las sensibilidades pueden considerarse comunes entre los modelos. Ahora, debemos analizar si es posible encontrar un modelo que considere comunes los tres tipos de respuestas *best*, *worst* y ED. En la siguiente sección se analizará esta posibilidad.

Tabla 5-3: Estimación de los modelos ED, BEST_ED y WORST_ED

		ED		BEST_ED		WORST_ED	
	Parámetros	**Valor**	**test-t**	**Valor**	**test-t**	**Valor**	**test-t**
	Constante P1SI	0,605	3.9	0,602	4,3	0,536	4,31
Sensibilidad	Bono a cualquier comprador	0,140	2.64	0,079	4,33	0,186	4,59
	Bono a cualquier comprador con subsidio	0,058	1.05	0,073	4,3	0,026	0,68
	Bono por tiempo limitado	0,134	3.06	0,079	4,61	0,110	3,32
	Aumento en constructibilidad	0,166	2.4	0,213	5,07	0,117	2,74
	Aumento en densidad	0,379	2.65	0,338	2,54	0,408	3,87
	Disminución del mínimo de estacionamientos	-0,096	-0.68	-0,076	-0,57	-0,107	-1,37
	Inversión pública en espacio público	0,016	0.25	0,130	3,82	-0,025	-0,68
Intercepto	Bono a cualquier comprador			0,152	3,98	0,308	2,3
	Bono a cualquier comprador con subsidio			0,111	3,52	0,156	1,18
	Bono por tiempo limitado						
	Aumento en constructibilidad			-0,137	-3,82	-0,170	-1,67
	Aumento en densidad			-0,116	-3,89	0,059	0,57
	Disminución del mínimo de estacionamientos			-0,278	-4,64	-0,505	-3,61
	Inversión pública en espacio público			-0,367	-4,58	-0,457	-3,54
Factor de escala	λ_{BEST}			5,920	5,01		
	(distinto de 1)				4,16		
	λ_{WORST}					1,660	4,01
	(distinto de 1)						1,59
	Log-verosimilitud (0)	-669,58		-2302,503		-2314,745	
	Log-verosimilitud	-646,387		-1872,885		-2234,558	
	$\boldsymbol{\rho^2}$	0,035		0,187		0,035	
	$\boldsymbol{\overline{\rho}^2}$	0,023		0,180		0,028	
	# Parámetros	8		15		15	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-4: Test razón verosimilitud modelos BEST_ED y WORST_ED.

	BEST_ED	**WORST_ED**
log-verosimilud(ED)	-646,39	-646,39
log-verosimilud (BEST)	-1230,44	
log-verosimilud (WORST)		-1588,27
log-verosimilud (modelo conjunto)	-1872,89	-2234,56
Grados de libertad	4	6
λa	7,88	0,21
$\chi 2$	9,49	12,59
Test	no rechaza	no rechaza

Fuente: Elaboración propia

5.3. Estimación de modelo mixto *best* + *worst* + ED

Se analizó si en los modelos *best*, *worst* y ED se puede considerar comunes a los interceptos, para las funciones de utilidad *best* y *worst*, y las sensibilidades de todas las utilidades. Para esto se estimó un modelo que considera comunes los parámetros antes mencionados, y un factor de escala entre los distintos tipos de modelo. Como no es posible estimar un factor de escala para cada modelo (ver sección 3.5), se consideró λ_{ED} con valor igual a uno.

El modelo resultante (BWED) se muestra en la Tabla 5-5. El factor de escala de las respuestas i-*best* y ii-*worst* resultó significativo al 95% de confianza, mostrando la importancia de incluirlo. Por otro lado, el test de razón verosimilitud da que $\lambda_a = 17{,}84 < \chi^2_{0{,}95;16} = 26{,}3$, por lo que no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula. Es decir, los interceptos y sensibilidades se pueden considerar comunes para todos las respuesta.

Tabla 5-5: Estimación de modelo BWED

		BWED	
	Parámetros	**Valor**	**test-t**
	Constante P1SI	0,676	5,44
Sensibilidad	Bono a cualquier comprador	0,098	4,79
	Bono a cualquier comprador con subsidio	0,081	4,58
	Bono por tiempo limitado	0,094	5,1
	Aumento en constructibilidad	0,218	5,82
	Aumento en densidad	0,287	3,62
	Disminución del mínimo de estacionamientos	0,080	1,14
	Inversión pública en espacio público	0,086	2,86
Intercepto	Bono a cualquier comprador	0,185	4,31
	Bono a cualquier comprador con subsidio	0,130	3,71
	Bono por tiempo limitado		
	Aumento en constructibilidad	-0,148	-3,99
	Aumento en densidad	-0,128	-4,04
	Disminución del mínimo de estacionamientos	-0,354	-5,03
	Inversión pública en espacio público	-0,434	-5,1
Factor de escala	λ_{BEST}	5,050	5,48
	(distinto de 1)		4,39
	λ_{WORST}	1,420	5,03
	(distinto de 1)		1,49
	Log-verosimilitud (0)	-3942,357	
	Log-verosimilitud	-3474,022	
	$\boldsymbol{\rho^2}$	0,119	
	$\boldsymbol{\overline{\rho}^2}$	0,115	
	# Parámetros	16	

Fuente: Elaboración propia

5.1. Inclusión de variaciones sistemáticas de gustos

Luego de obtener los modelos conjuntos, se procuró determinar la existencia de variaciones sistemáticas de gustos (VSG) entre los desarrolladores inmobiliarios, en relación a las características particulares de las estaciones mencionadas en la sección 4.2. Estas características varían entre las distintas estaciones, pudiendo afectar las probabilidades de densificar en cada una.

Para incorporar las características particulares de cada estación se definió, en conjunto con expertos en urbanismo, rangos para cada característica que se incorporaron al modelo en forma de variables mudas. Por ejemplo, la variable *predio promedio* se dividió en tres grupos: bajo, medio y alto. Así, el *predio promedio alto* corresponde a todos los predios menores a 250 m^2; el *predio promedio medio* corresponde a los que están entre 250 y 500 m^2, mientras *predio promedio alto* son los mayores a 500 m^2. En la Tabla 5-6 se muestran todas las variables mudas utilizadas y su rango, al incorporarlas en los modelos VSG.

Es importante destacar que los modelos estimados con las variables *m^2 construibles* y *densidad máxima* según las normas existentes resultaron incorrectos. Así, por ejemplo, estaciones que con normas favorables para proyectos inmobiliarios no poseían desarrollo relevante. Debido a esto, se decidió utilizar las variables *densidad*, *constructibilidad* y *predio promedio* según la información según el censo del 2002, señaladas en la sección 4.2. Los modelos estimados lograron caracterizar adecuadamente las estaciones, especialmente en las situaciones sin incentivos, como se mostrará en la sección 5.3.

Tabla 5-6: Variables mudas y su rango para características de las estaciones.

Característica	**Bajo**	**Medio**	**Alto**
Constructibilidad	< 1	1 - 2	> 2
Densidad	< 100 hab/ha	100 - 250 hab/ha	> 250 hab/ha
Predio Promedio	< 250 m^2	250 - 500 m^2	> 500 m^2
Nivel Socioeconómico	D y E	C3 y C2	ABC1
	A	**B**	**C**
Uso de suelo principal[20]	Comercial	Sitio eriazo, administración pública, educacional o cultural	Industrial

Fuente: Elaboración propia

Para estimar un modelo conjunto VSG se usó una aproximación similar al método *backwards*[21], tradicionalmente utilizado en regresión lineal. El método parte por estimar un modelo con todas las variaciones sistemáticas de gustos posibles; luego, si existen variables no significativas, se elimina aquella cuyo parámetro tenga el menor test-t; se re-estima el modelo y se vuelve a eliminar la variable no significativa cuyo parámetro tenga el menor test-t. Esto se hace hasta que todas las variables son significativas.

El modelo que considera las respuestas i-*best*, ii-*worst* e iii-ED con variaciones sistemáticas de gustos (BWED_VSG) se muestra en la Tabla 5-7. Se utilizó un test de razón verosimilitud para comprobar si las nuevas variables aportaban mayor información que el modelo conjunto BWED. En éste se obtuvo $\lambda_a = 126{,}16 > \chi^2_{0{,}95;15} = 25$, por lo que se rechaza la hipótesis nula. Es decir, el modelo conjunto BWED_VSG aporta mayor información. En particular, los modelos que consideran

[20] En todas las estaciones, el uso de suelo habitacional era de los principales, por lo que fue descartado al no aportar mayor información en los modelos.

[21] El método consiste en estimar todos los parámetros que se desean estudiar, y luego ir quitando aquellos con menor significancia (i.e. test-t bajo) de uno en uno.

VSG permiten comprender las combinaciones de características e incentivos que resultan interesantes para los desarrolladores inmobiliarios.

Tabla 5-7: Estimación de modelo BWED_VSG

	Parámetros		BWED_VSG Valor	test-t
	Constante P1SI		0,581	4,34
Sensibilidad	Bono a cualquier comprador		0,054	1,98
	Bono a cualquier comprador con subsidio		0,034	1,9
	Bono por tiempo limitado		0,044	2
	Aumento en constructibilidad		0,122	2,06
	Aumento en densidad		0,427	2,44
	Disminución del mínimo de estacionamientos		-0,054	-0,31
	Inversión pública en espacio público		0,060	1,8
Intercepto	Bono a cualquier comprador		0,097	1,94
	Bono a cualquier comprador con subsidio		0,070	1,88
	Bono por tiempo limitado			
	Aumento en constructibilidad		-0,062	-1,84
	Aumento en densidad		-0,075	-1,93
	Disminución del mínimo de estacionamientos		-0,189	-2,01
	Inversión pública en espacio público		-0,206	-2,01
Características VSG	Bono a cualquier comprador	Pertenece a un corredor de Buses	-0,192	-2,75
		Nivel socioeconómico - Bajo	0,191	2,75
	Bono a cualquier comprador con subsidio	Densidad - Media	-0,164	-2,30
		Uso principal - B	0,159	2,22
	Bono por tiempo limitado	Constructibilidad - Baja	0,112	1,81
		Densidad - Baja	-0,117	-1,92
	Aumento en constructibilidad	Nivel socioeconómico - Bajo	0,254	2,18
		Predio promedio - Grande	-0,303	-2,75
	Aumento en densidad	Inmobiliarios tienen experiencia en zona	-0,601	-2,62
		Densidad - Baja	-0,488	-2,23
		Uso principal - B	0,711	3,59
	Disminución del mínimo de estacionamientos	Densidad - Media	0,646	2,07
		Predio promedio - Grande	0,411	2,39
		Uso principal - A	-1,050	-3,32
	Inversión pública en espacio público	Constructibilidad - Baja	-0,057	-1,90
Factor de escala	λ_{BEST}		9,010	2,04
	(distinto de 1)			1,81
	λ_{WORST}		4,560	2
	(distinto de 1)			1,56
	Log-verosimilitud (0)		-3942,357	
	Log-verosimilitud		-3410,944	
	$\boldsymbol{\rho^2}$		0,135	
	$\boldsymbol{\overline{\rho}^2}$		0,127	
	# Parámetros		31	

Fuente: Elaboración propia

5.1. Inclusión del efecto panel

Debido a la naturaleza de los datos, se debe considerar el efecto panel debido a las múltiples situaciones respondidas por cada desarrollador inmobiliario (pseudo-panel). La complejidad de la encuesta puede dar lugar a otros efectos de esta naturaleza, por ejemplo, el efecto de las múltiples respuestas sobre una determinada estación o combinación individuo-estación; estos efectos fueron estudiados, pero todos los modelos obtenidos fueron inferiores al modelo base que considera solamente el efecto debido a las multiples respuestas de cada individuo.

Así, se estimó un modelo tomando como base el modelo BWED pero considerando el efecto panel (BWED_EP). Los valores de los parámetros de este modelo se muestran en la Tabla 5-8. La varianza de los errores asociados al efecto panel es significativa, lo que justifica su inclusión. De hecho, un test de razón verosimilitud para comprobar si este modelo era superior al modelo conjunto BWED dio como resultado que $\lambda_a = 846{,}79 > \chi^2_{0{,}95;3} = 7{,}81$, por lo que se rechaza la hipótesis nula de equivalencia y se concluye que el modelo conjunto BWED_EP se ajusta mejor a los datos.

Tabla 5-8: Estimación de modelo BWED_EP

		BWED_EP	
	Parámetros	**Valor**	**test-t**
	Constante P1SI	0,486	2,21
Sensibilidad	Bono a cualquier comprador	0,163	5,5
	Bono a cualquier comprador con subsidio	0,146	5,35
	Bono por tiempo limitado	0,149	5,74
	Aumento en constructibilidad	0,313	6,34
	Aumento en densidad	0,341	2,82
	Disminución del mínimo de estacionamientos	-0,057	-0,53
	Inversión pública en espacio público	0,128	3,09
Intercepto	Bono a cualquier comprador	1,320	18,21
	Bono a cualquier comprador con subsidio	1,250	19,19
	Bono por tiempo limitado		
	Aumento en constructibilidad	0,792	13,98
	Aumento en densidad	0,862	17,92
	Disminución del mínimo de estacionamientos	0,436	4,1
	Inversión pública en espacio público	0,399	3,55
Factor de escala	λ_{BEST}	4,225	4,94
	(distinto de 1)		3,77
	λ_{WORST}	1,213	7,32
	(distinto de 1)		1,28
Errores Efecto Panel	ε_{EP_BEST}	0,316	5,60
	ε_{EP_WORST}	1,140	4,96
	ε_{EP_ED}	1,450	10,68
	Log-verosimilitud (0)	-6999,904	
	Log-verosimilitud	-3050,626	
	$\boldsymbol{\rho^2}$	0,564	
	$\overline{\boldsymbol{\rho}}^{\boldsymbol{2}}$	0,561	
	# Parámetros	19	

Fuente: Elaboración propia

5.1. Efecto panel + VSG

Tomando como base el modelo BWED_VSG, también se estimó un nuevo modelo con efecto panel (BWED_VSG-EP); sus resultados se presentan en la Tabla 5-9. En este caso, se hizo un test de razón verosimilitud entre el nuevo modelo BWED_VSG-ED y el modelo anterior con variaciones sistemáticas de gustos (BWED_VSG); el test dio como resultado que $\lambda_a = 1174{,}9 > \chi^2_{0{,}95;3} = 5{,}32$; esto es, se rechaza la hipótesis nula que ambos modelos son equivalentes y se concluye que es relevante incluir los parámetros de efecto panel. Con este modelo es posible estimar las probabilidades de densificar en las estaciones según sus características; sin embargo, no se puede estimar la disposición de los desarrolladores inmobiliarios por integrar socialmente. Por esto, en la sección siguiente se estima un modelo que considera las preguntas iv-P1SÍ y iv-P1NO (que consideran respuestas con integración social), proponiendo una forma de resolver el complejo problema de endogeneidad[22].

De ahora en adelante, para estimar las probabilidades de densificación se considerará el modelo BWED_VSG-EP, mientras que para considerar las probabilidades de densificar con integración social, se considerará el modelo estimado a continuación.

[22] Para entender el problema de endogeneidad que se intenta resolver, revisar la sección 3.6.

Tabla 5-9: Estimación de modelo BWED_VSG-EP.

			BWED_VSG-EP	
	Parámetros		**Valor**	**test-t**
	Constante P1SI		0,470	2,02
Sensibilidad	Bono a cualquier comprador		0,098	2,44
	Bono a cualquier comprador con subsidio		0,075	2,4
	Bono por tiempo limitado		0,072	2,43
	Aumento en constructibilidad		0,181	2,56
	Aumento en densidad		0,618	2,56
	Disminución del mínimo de estacionamientos		-0,155	-0,63
	Inversión pública en espacio público		0,097	2,16
Intercepto	Bono a cualquier comprador		0,186	2,34
	Bono a cualquier comprador con subsidio		0,156	2,27
	Bono por tiempo limitado			
	Aumento en constructibilidad		-0,090	-2,01
	Aumento en densidad		-0,109	-2,17
	Disminución del mínimo de estacionamientos		-0,323	-2,45
	Inversión pública en espacio público		-0,315	-2,45
Características VSG	Bono a cualquier comprador	Pertenece a un corredor de Buses	-0,212	-2,23
		Nivel socioeconómico - Bajo	0,211	2,23
	Bono a cualquier comprador con subsidio	Densidad - Media	-0,245	-2,54
		Uso principal - B	0,240	2,47
	Bono por tiempo limitado	Constructibilidad - Baja	0,195	2,37
		Densidad - Baja	-0,205	-2,55
	Aumento en constructibilidad	Nivel socioeconómico - Bajo	0,335	2,13
		Predio promedio - Grande	-0,412	-2,76
	Aumento en densidad	Inmobiliarios tienen experiencia en zona	-0,805	-2,48
		Densidad - Baja	-0,722	-2,3
		Uso principal - B	0,971	3,66
	Disminución del mínimo de estacionamientos	Densidad - Media	1,320	3,01
		Predio promedio - Grande	0,408	1,71
		Uso principal - A	-1,680	-3,82
	Inversión pública en espacio público	Constructibilidad - Baja	-0,089	-2,29
Error Efecto Panel	δ_{EP_BEST}		0,193	2,49
	$\delta_{EP\ WORST}$		0,389	2,44
	δ_{EP_ED}		1,430	10,15
Factor de escala	λ_{BEST}		6,850	2,52
	(distinto de 1)			2,15
	λ_{WORST}		3,680	2,44
	(distinto de 1)			1,78
	Log-verosimilitud (0)		-4582,586	
	Log-verosimilitud		-2823,476	
	$\boldsymbol{\rho^2}$		0,384	
	$\boldsymbol{\overline{\rho}^2}$		0,368	
	# Parámetros		34	

Fuente: Elaboración propia

5.2. Inclusión de endogeneidad

El problema de endogeneidad aparece en la encuesta ya que dependiendo de la respuesta a la elección planteada en iii-ED, se pasa a la pregunta iv-P1SÍ o iv-P1NO[23]. Esto crea un problema de dependencia entre respuestas relacionadas, donde la primera decisión afecta la elección siguiente. Es decir, el error asociado a la primera alternativa de alguna forma está presente en la alternativa posterior.

Además, los incentivos relacionados a las funciones de utilidad de las alternativas iv-P1SÍ y iv-P1NO deben ser los mismos (aunque pueden tener distintos niveles) que en la función de utilidad presentada en iii-ED, pero, en principio, podría rechazarse la similitud estadísticas de sus parámetros estimados. En efecto, las funciones de utilidad tienen la siguiente forma:

Elección discreta (ED)

$$U_{ED_{P1SI}} = \lambda_{ED} \cdot \left(\beta_{ED_{SI}} + \beta_{ED_1} \cdot X_1 + \cdots + \beta_{ED_m} \cdot X_M + \varepsilon_{ED} \right)$$
$$U_{ED_{P1NO}} = \lambda_{ED} \cdot (\varepsilon_{ED}) \tag{5.1}$$

[23] Para mayor detalle, ver secciones 4.4 y 4.5.

P1SI

$$U_{P1SI_{SINIS}} = \lambda_{P1SI} \cdot \left(\beta_{P1SI_1} \cdot X_1 + \cdots + \beta_{P1SI_m} \cdot X_M + \delta_{P1SI} \cdot \varepsilon_{ED|\varepsilon_{ED_{P1SI}} > \varepsilon_{ED_{P1NO}} + V_{P1NO} - V_{P1SI}}\right) + \eta_{P1SI} \quad (5.2)$$

$$U_{P1SI_{CONIS}} = \lambda_{P1SI} \cdot \left(\beta_{P1SI_{CONIS}} + \beta_{P1SI_{IS_1}} \cdot \widetilde{X_1} + \cdots + \beta_{P1SI_{IS_M}} \cdot \widetilde{X_M}\right) + \eta_{P1SI}$$

P1NO

$$U_{P1NO_{CONIS}} = \lambda_{P1NO} \cdot \left(\beta_{P1NO_{SICONIS}} + \beta_{P1NO_{IS_1}} \cdot \widetilde{X_1} + \cdots + \beta_{P1NO_{IS_M}} \cdot \widetilde{X_M}\right) + \eta_{P1NO} \quad (5.3)$$

$$U_{P1NO_{NO}} = \lambda_{P1NO} \cdot \left(\delta_{P1NO} \cdot \varepsilon_{ED|\varepsilon_{ED_{P1NO}} > \varepsilon_{ED_{P1SI}} + V_{P1SI} - V_{P1NO}}\right) + \eta_{P1NO}$$

donde λ_i es el factor de escala para las respuestas i (ED, P1SÍ y P1NO), M son los incentivos estudiados, ε_{ED} es el error asociado a las alternativas de ED, δ_{P1SI} y δ_{P1NO} son factores que determinan la inclusión del error asociado a la alternativa anterior si son significativamente distintos de cero (Train y Wilson, 2008) y η_j es el error asociado a las alternativas j (P1SÍ, P1NO). Por otro, lado se busca que las sensibilidades de los parámetros sean iguales; es decir, se espera que los β_i de todas las alternativas sean iguales, es decir:

$$\beta_{ED_m} = \beta_{P1SI_m} = \beta_{P1SI_{IS_m}} = \beta_{P1NO_{IS_m}} \quad (6.4)$$

para todo incentivo m estudiado. Finalmente, las utilidades de los datos *best* y *worst* de estos modelos deben ser los de la sección 3.4.

Considerando lo anterior, el modelo estimado que considera endogeneidad (ENDO) se puede ver en la Tabla 5-10. En primer lugar, los parámetros asociados a la inclusión de endogeneidad, δ_{P1SI} y δ_{P1NO}, son significativos al 70% y un 90% de confianza, respectivamente.

Por medio del test razón verosimilitud, se puede comparar este modelo con una versión restringida, consistente en no considerar el error asociado a la endogeneidad. En este caso, $\lambda_a = 4{,}28 > \chi^2_{0{,}88;2} = 4{,}24$, por lo que se rechaza la hipótesis nula, y se concluye que el modelo que considera endogeneidad es superior. Una versión aún superior de este modelo podría considerar la inclusión de variaciones sistemáticas de gustos y efecto panel. Sin embargo, debido a la complejidad de programar tal modelo y el tiempo que se demora en estimarlos (más de 25 horas, en pruebas preliminares), se consideró fuera del alcance de esta investigación.

5.1. Resultados

En esta sección se muestran los principales resultados de la investigación. En primer lugar, el método *best-worst* permite construir un "termómetro" mediante el modelo BWED_VSG-ED, que permite comprender las preferencias de los desarrolladores inmobiliarios sobre ciertos incentivos y sus niveles, al ordenarlos según su valoración. Luego, con el mismo modelo, se calculan las probabilidades de densificar en las estaciones estudiadas con los incentivos considerados. Finalmente, utilizando el modelo

ENDO se calculan las probabilidades de densificar con integración social utilizando los incentivos.

Tabla 5-10: Estimación de modelo ENDO.

		ENDO	
	Parámetros	**Valor**	**test-t**
	Constante P1SI	0,703	5,54
	Constante P1SI_CONIS	0,030	0,04
	Constante P1NO_SICONIS	0,313	0,62
Sensibilidad	Bono a cualquier comprador	0,094	4,82
	Bono a cualquier comprador con subsidio	0,087	4,73
	Bono por tiempo limitado	0,088	5,07
	Aumento en constructibilidad	0,204	5,78
	Aumento en densidad	0,342	4,46
	Disminución del mínimo de estacionamientos	0,100	1,77
	Inversión pública en espacio público	0,090	3,25
Intercepto	Bono a cualquier comprador	0,181	4,31
	Bono a cualquier comprador con subsidio	0,138	3,86
	Bono por tiempo limitado		
	Aumento en constructibilidad	-0,143	-3,95
	Aumento en densidad	-0,120	-3,99
	Disminución del mínimo de estacionamientos	-0,341	-5,04
	Inversión pública en espacio público	-0,421	-5,06
Factor de escala	λ_{BEST}	5,200	5,45
	(distinto de 1)		4,40
	λ_{WORST}	1,420	4,98
	(distinto de 1)		1,47
	$\lambda_{P1SÍ}$	0,976	1,55
	(distinto de 1)		-0,04
	λ_{P1NO}	1,850	1,11
	(distinto de 1)		0,51
Errores Endogeneidad	δ_{P1SI}	0,735	1,04
	δ_{P1NO}	0,847	1,7
	Log-verosimilitud (0)	-6948,392	
	Log-verosimilitud	-4106,544	
	$\boldsymbol{\rho^2}$	0,409	
	$\boldsymbol{\overline{\rho}^2}$	0,406	
	# Parámetros	22	

Fuente: Elaboración propia

5.2. Termómetro *best-worst*

Este señala la ubicación relativa de un incentivo y su nivel, al ser ordenados de mayor a menor atractivo, como se muestra en la Figura 5-3. Por un lado, a la izquierda del termómetro se muestra la ubicación relativa de cada incentivo; es decir, la valoración de los desarrolladores inmobiliarios frente al nivel promedio de cada incentivo. En primer lugar, es evidente que los bonos directos a la demanda son los más atractivos para los desarrolladores inmobiliarios, y no existe diferencia aparente entre el *bono a cualquier comprador* y el *bono a cualquier comprador con subsidio*. En segundo lugar se encuentran los incentivos directos a la oferta, resaltando el *bono por tiempo limitado*. Finalmente. se constata que la *inversión pública en espacio público* y el *aumento en densidad* son los incentivos que, en promedio, parecen resultar menos atractivos para los desarrolladores inmobiliarios.

Sin embargo, el análisis anterior no se encuentra limitado a la sensibilidad de los incentivos en relación a su valor promedio. El lado derecho del termómetro muestra, por ejemplo, que el *bono a cualquier comprador* y el *bono a cualquier comprador con subsidio,* (los incentivos más atractivos), se mueven ampliamente en el rango con respecto al valor promedio. Esto revela que los desarrolladores inmobiliarios son muy sensibles a una variación del nivel del incentivo. En cambio, el incentivo *inversión pública en espacio público,* que tiene un nivel promedio bajo, también es prácticamente insensible a una variación en el nivel en que se entregue.

Figura 5-3: Termómetro *best-worst*.

Fuente: Elaboración propia

En particular al lado derecho del termómetro, podemos rescatar que los desarrolladores inmobiliarios prefieren, principalmente, los incentivos directos a la demanda (i.e. *bono a cualquier comprador 150 UF/departamento* o el *bono a cualquier comprador 150 UF/departamento*), ubicados prácticamente al mismo nivel. Esto implica cierta indiferencia de los desarrolladores inmobiliarios frente a alguno de estos bonos, lo que

es interesante –desde el punto de vista del estado- si se debe escoger alguno de ellos dependiendo de las políticas públicas que se desea desarrollar en una estación. Es decir, si se busca capturar subsidios habitacionales disponibles en el mercado, relacionados a personas de bajos ingresos, se puede aplicar el *bono a cualquier comprador con subsidio* en una estación. Inclusive, un bono de estas características ayuda a que las familias puedan adquirir un crédito hipotecario –fundamental al comprar una vivienda- al disminuir el riesgo asignado a la familia por el banco.

Asimismo, el siguiente grupo de incentivos preferidos por los desarrolladores inmobiliarios incluye los incentivos a la demanda en un nivel inferior (*100 UF/departamento* cada uno) junto con el *aumento en constructibilidad en 30%* y *bono por tiempo limitado 120 Uf/dpto* son los siguientes incentivos más atractivos para los inmobiliarios. Los dos últimos, permiten que el desarrollador inmobiliario perciba mayor ganancia con el proyecto inmobiliario. En el caso del *aumento de constructibildiad*, les permite conjugar los factores normativos para construir una mayor cantidad de departamentos. Esto lo logran con una mayor altura del edificio, lo que permite un mejor aprovechamiento. Por otro lado el *bono por tiempo limitado* permite amortizar los costos de construcción del proyecto inmobiliario.

Cabe destacar que la aparición del *bono por tiempo limitado* en el nivel anterior muestra la disposición de los desarrolladores a "probar suerte" en una zona sin desarrollo inmobiliario relevante, siempre que tengan un colchón económico. Sin embargo, puede que este incentivo esté relacionado a zonas donde ya existe movimiento inmobiliario, por lo que se debe estudiar con detención a las estaciones afectadas por este incentivo.

En último lugar, nos encontramos con los incentivos *disminución en el mínimo de estacionamientos* e *inversión pública en espacio público*. En el caso del primero, esto se debe posiblemente a que los desarrolladores inmobiliarios necesitan construir complejos con estacionamientos, ya que este es un factor relevante en la adquisición de viviendas. Por otro lado, la razón porque el segundo incentivo resulta poco relevante es que los inmobiliarios aparentemente no creen que la inversión en espacio público realmente otorgue valor adicional a la zona, acelerando la velocidad de venta de las unidades; no obstante, en las entrevistas y grupos focales también se constató una cierta incredulidad sobre su eventual concreción por parte del gobierno.

Finalmente, se debe tener en consideración que los resultados anteriores deben ser estudiados con respecto a las características de la estación donde se desea aplicar. Para comprender mejor estas dinámicas, en la siguiente sección se analizan las características de la estación y los incentivos que se debieran utilizar al momento de densificar.

5.3. Probabilidades de densificación para las estaciones

Ya habíamos señalado que los modelos estimados pueden utilizarse en modalidad predictiva. Para esto se estimó las probabilidades de elección de construir en las estaciones estudiadas con el modelo BWED_VSG, utilizando su forma funcional señalada en el Anexo B: Forma funcional de los modelos. Las probabilidad de que un desarrollador inmobiliario esté dispuesto a densificar en una estación determinada bajo algún esquema de incentivos se muestran en la Tabla 5-11. Las columnas de la tabla señalan las estaciones estudiadas. La primera fila corresponde a la “situación sin incentivos”; es decir, indica la probabilidad que un desarrollador inmobiliario esté

dispuesto a densificar en esa estación dadas las condiciones actuales. Las filas siguientes muestran el incremento que se observaría en la probabilidad inicial, si el inmobiliario contara con el incentivo señalado en la fila.

Por ejemplo, la probabilidad que un inmobiliario esté dispuesto a densificar en la estación Einstein es de 11% en la situación actual. Pero, si en torno a esa estación se dispusiera del *bono a cualquier comprador por 150 UF/departamento*, la probabilidad que el desarrollador inmobiliario construyera en esa zona subiría a 44% (en que 11% corresponde a la situación inicial en Einstein y 33% sería el aumento de probabilidad debido al incentivo).

Podemos observar que ciertas estaciones cambian su probabilidad de densificar bajo los mismos incentivos; por lo tanto, parece interesante agruparlos a fin de lograr un cierto nivel de densificación en la zona. Por ejemplo, las estaciones Plaza Egaña, Matta y Pajaritos, tienen la mayor probabilidad de construir (superior a 50%) y, por ende, son las que poseen mayor dinamismo en la producción de proyectos inmobiliarios. De hecho, estas estaciones no requerirían incentivos para que ocurra densificación, ya que está en proceso; por lo tanto, podría ser interesante tratar de encausar los proyectos de estas zonas hacia la generación de integración social en la forma que estime conveniente el gobierno central y/o local. En segundo lugar, se observa un grupo de estaciones intermedias en cuanto a sus dinámicas de desarrollo inmobiliario, Conchalí, Laguna Sur, Los Quillayes y Cerrillos, con una probabilidad de densificar sin incentivos entre 20 y 50%. Estas debieran requerir algunos incentivos para motivar el desarrollo inmobiliario en su alrededor.

Tabla 5-11: Probabilidades de densificar en las estaciones

		Metro										Corredores			
		Einstein	Matta	Conchalí	Los Quillayes	Plaza Egaña	Gruta de Lourdes	Cerrillos	San Ramón	Los Presidentes	Laguna Sur	Pajaritos	PAC	Santa Rosa	Grecia
Situación sin incentivos		11%	65%	46%	27%	84%	21%	21%	13%	13%	29%	52%	11%	16%	2%
Diferencias de situación con un incentivo con respecto a situación sin incentivos															
Bono a cualquier comprador	150 UF/dpto	33%	12%	15%	13%	6%	42%	42%	36%	36%	13%	-17%	-5%	10%	2%
	100 UF/dpto	18%	8%	10%	8%	5%	27%	27%	21%	21%	9%	-11%	-4%	6%	1%
Bono a cualquier comprador con subsidio	150 UF/dpto	5%	-25%	-22%	-15%	5%	8%	8%	-8%	-8%	10%	11%	34%	7%	11%
	100 UF/dpto	3%	-17%	-16%	-11%	4%	5%	5%	-6%	-6%	7%	7%	19%	5%	5%
Bono por tiempo limitado	120 UF/dpto	4%	9%	35%	38%	4%	7%	7%	29%	29%	38%	10%	5%	7%	1%
	80 UF/dpto	3%	6%	25%	25%	3%	4%	4%	17%	17%	25%	7%	3%	4%	1%
Aumento en constructibilidad	30%	3%	11%	13%	12%	6%	6%	6%	28%	28%	12%	13%	7%	32%	7%
	20%	2%	8%	9%	8%	4%	4%	4%	17%	17%	8%	9%	4%	19%	4%
Aumento en densidad	50%	-1%	-4%	-5%	14%	-16%	-11%	-11%	-2%	-2%	14%	-5%	10%	-2%	2%
Disminución del mínimo de estacionamientos	50%	3%	-12%	-12%	-9%	-38%	4%	4%	-5%	-5%	-23%	-4%	-1%	-2%	0%
Inversión pública en espacio público	75 UF/dpto	0%	6%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	7%	3%	4%	1%
	50 UF/dpto	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	2%	3%	0%
Política 1		-	-	43%	50%	-	50%	50%	-	-	-	-	-	-	-
Política 2		60%	-	-	-	-	-	-	76%	76%	62%	-	41%	63%	63%

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se observa un grupo de estaciones menos atractivas para el desarrollo en densificación: Santa Rosa, San Ramón, Los Presidentes, Pedro Aguirre Cerda (PAC), Einstein y Grecia. Todas ellas una probabilidad de desarrollo inmobiliario sin incentivos menor al 20%, debiendo orientarse los incentivos a la creación de un ambiente interesante para el desarrollo en densidad.

En otro plano, los resultados apuntan a que los desarrolladores inmobiliarios prefieren densificar en las estaciones de Metro con un tipo de comprador con mayor poder adquisitivo, y las "estaciones" de corredores de buses con compradores con menor poder adquisitivo. Lo anterior se debe a que los *bonos a cualquier comprador* son preferidos en las estaciones de Metro, mientras que los *bonos a cualquier comprador con subsidio* son preferidos en las "estaciones" de corredores de buses (y estos se orientan a familias subsidiables).

Por otro lado, algunos incentivos tienen mayor influencia en estaciones específicas. Por ejemplo, el *bono por tiempo limitado* resulta principalmente atractivo en las estaciones Conchalí, Los Quillayes y Laguna Sur, lo que sugiere un interés de los desarrolladores inmobiliarios a densificar con el apoyo de un colchón Estatal. Esto concuerda con la esencia de este bono, que busca ser un puntapié inicial a la construcción en densidad en zonas con escaso desarrollo.

Otro caso interesante es el de Grecia, que presenta una probabilidad de densificar muy bajas para la gran mayoría de los incentivos. Esto se debe principalmente a que la comuna donde se encuentra ubicada esta estación (Peñalolen) posee una normativa muy restrictiva orientada al desarrollo de casas.

También es necesario destacar que el aumento en la probabilidad de densificar debido a los incentivos *disminución del mínimo de estacionamientos* e *inversión pública en espacio público* es menor al 7% en todos los casos. Esto da luces de lo poco convenientes que parecen ser estos incentivos al momento de promover desarrollo inmobiliario en la zona.

Por otro lado, en términos de políticas públicas para densificar aquellas estaciones que presentan baja probabilidad en la "situación sin incentivos", es posible agrupar algunos incentivos a fin de construir dos paquetes eficientes, como sigue:

(i) Política 1, orientada a las estaciones Conchalí, Laguna Sur, Los Quillayes y Cerrillos, se incluiría el incentivo *bono a cualquier comprador* y *bono por tiempo limitado* en sus niveles más altos, y

(ii) (ii) Política 2, orientada a las estaciones Santa Rosa, San Ramón, Los Presidentes, Pedro Aguirre Cerda (PAC), Einstein y Grecia, donde se incluiría el *bono a cualquier comprador* además del *bono a cualquier comprador con subsidio* y el *aumento en constructibilidad* en sus niveles más altos.

Con las políticas antes señaladas, el modelo predice probabilidades de densificación mayores a 50% en todas las estaciones estudiadas. Sin embargo, esto no considera las restricciones económicas que puedan limitar al aparato estatal a llevar a cabo todos estos incentivos. Dada la flexibilidad de los modelos estimados, se podrían probar configuraciones de incentivos distintas para lograr diversas probabilidades de densificación. O, en otro plano, diseñar paquetes de incentivos específicos para cada

estación, con el fin de conseguir un objetivo de política determinado. No obstante, esto podría resultar ineficiente en términos de políticas públicas, que buscan – en general - ser agregadas y expansivas (i.e. afectando a la mayor cantidad de estaciones con la menor cantidad de incentivos distintos por estación).

5.4. Probabilidades de densificación con integración social

Como fue señalado anteriormente, se estimó el modelo ENDO para considerar las respuestas de los desarrolladores inmobiliario respecto a la integración social. Por lo tanto, para estimar las probabilidades de elección de construir con integración social, se utilizó la ecuación (3.27); los resultados se muestran en la Tabla 5-12, que muestra las probabilidades de construir con integración social en una situación donde sólo se encuentra disponible alguno de los incentivos si se densifica con integración social. Para estimar estas probabilidades se debió deducir el error asociado a la endogeneidad para las probabilidades iv-P1SÍ y iv-P1NO. Este error tiene una media distinta de cero y está asociado a la elección iii-ED. Por lo tanto, se simuló el error con 1000 iteraciones, promediando las probabilidades obtenidas de la misma forma en que fueron estimadas (Train y Wilson, 2008).

Vistas con detención, es fácil darse cuenta de que las probabilidades de densificar con integración social cuando sólo hay un incentivo son muy bajas. De hecho, en el mejor de los casos la probabilidad que un inmobiliario estuviera dispuesto a construir de esta forma sería de solo 5% con un *aumento en constructibilidad de 40%*.

Tabla 5-12: Probabilidades de densificar con integración social

Sin incentivos		2%
con un incentivo		
Bono a cualquier comprador	50 UF/dpto	2%
	100 UF/dpto	3%
	150 UF/dpto	3%
	200 UF/dpto	4%
Bono a cualquier comprador con subsidio	50 UF/dpto	2%
	100 UF/dpto	3%
	150 UF/dpto	3%
	200 UF/dpto	4%
Bono por tiempo limitado	40 UF/dpto	2%
	80 UF/dpto	3%
	120 UF/dpto	3%
	160 UF/dpto	4%
Aumento en constructibilidad	10%	2%
	20%	3%
	30%	4%
	40%	5%
Aumento en densidad	50%	2%
	100%	4%
Disminución del mínimo de estacionamientos	50%	2%
	100%	2%
Inversión pública en espacio público	50 UF/dpto	2%
	75 UF/dpto	2%
	100 UF/dpto	3%
Con un grupo de incentivos		
Política 1		7%
Política 2		17%
Política 3		33%
Política 4		12%
Política 5		34%
Política 6		63%

Fuente: Elaboración propia

No obstante, si se considera un conjunto de paquetes de incentivos, la probabilidad de construir con integración social mejora bastante. Un detalle de las políticas estudiadas se muestra en la Tabla 5-13.

Como se puede ver, el modelo predice que la probabilidad de construir con integración social sería menor al 35% en la mayoría de los casos, a excepción de la Política 6. Esta, desafortunadamente, es la más cara de todas, ya que consiste en entregar todos los bonos disponibles. Las probabilidades estimadas exponen la baja disposición de los desarrolladores inmobiliarios a construir con integración social.

Tabla 5-13: Políticas de incentivos.

	Incentivos entregados	**Nivel del incentivo**
Política 1	Bono cualquier comprador	150 UF/dpto
	Bono por tiempo limitado	120 UF/dpto
Política 2	Bono cualquier comprador	150 UF/dpto
	Bono cualquier comprador con subsidio	150 UF/dpto
	Aumento en constructibilidad	30%
Política 3	Bono cualquier comprador	150 UF/dpto
	Bono cualquier comprador con subsidio	150 UF/dpto
	Bono por tiempo limitado	120 UF/dpto
	Aumento en constructibilidad	30%
Política 4	Bono cualquier comprador	200 UF/dpto
	Bono por tiempo limitado	160 UF/dpto
Política 5	Bono cualquier comprador	200 UF/dpto
	Bono cualquier comprador con subsidio	200 UF/dpto
	Aumento en constructibilidad	40%
Política 6	Bono cualquier comprador	200 UF/dpto
	Bono cualquier comprador con subsidio	200 UF/dpto
	Bono por tiempo limitado	160 UF/dpto
	Aumento en constructibilidad	40%

Fuente: Elaboración propia

Para terminar, se debe señalar que el modelo se puede mejorar en forma importante, ya que excluye algunas consideraciones particulares de la modelación y no logra caracterizar adecuadamente los efectos en cada estación particular. Un modelo superior,

en el que se piensa trabajar más adelante (mucho más complicado de estimar e interpretar), podría lograr aislar la integración social en cada estación.

6. CONCLUSIONES

Esta investigación es pionera en la utilización de encuestas de preferencias y modelos de elección discreta para comprender la disposición de desarrolladores inmobiliarios a construir viviendas con inclusión social. Más aún, la tesis utiliza métodos innovadores de elección *best-worst*, para intentar comprender como los atributos incentivan o inhiben tales emprendimientos, y también trata el problema de endogeneidad inherente a la encuesta.

En términos generales, nuestros datos muestran que los inmobiliarios exhiben ciertas tendencias al momento de considerar la posibilidad de densificar con incentivos; en primer lugar, tienden a preferir incentivos directos a la demanda y, en segundo lugar, incentivos directos a la oferta en la forma de *aumento en constructibilidad* y *bono por tiempo limitado*. En particular, los desarrolladores inmobiliarios son muy sensibles a la cantidad entregada de estos incentivos al momento de densificar.

Por otro lado, el desarrollo en torno a estaciones de Metro tiende a ser preferido por los inmobiliarios; sin embargo, con una una adecuada combinación de incentivos la probabilidad de inversión en torno a corredores de buses aumenta. Para este efecto, los *bonos a cualquier comprador con subsidio* y *aumento en constructibilidad* resultan ser los más efectivos.

Es interesante constatar que el efecto de los incentivos cuando se aplican a estaciones con características distintas afecta de formas muy diferentes. Por ejemplo, el *bono a cualquier comprador por 150 UF/departamento*, aumenta de sobremanera la probabilidad de densificar en la estación San Ramón, pero sólo tiene un efecto marginal

en la “estación” corredor de buses Grecia. Así, las estaciones deben ser estudiadas en detalle, ya que se alcanzó a reconocer la existencia de cierta tipología de estaciones, o situaciones urbanas, sensibles a algunos incentivos más que a otros. De esta forma, considerando que existen efectos similares de ciertos incentivos sobre algunas estaciones, se propuso paquetes de incentivos para distintos tipos de estaciones. Estos paquetes logran aumentar la probabilidad de densificar, en todas las estaciones, a más de 50%.

En otro plano, los desarrolladores inmobiliarios se muestran reacios a construir con integración social; por ejemplo, la probabilidad de construir con el incentivo más atractivo sólo mejora la disponibilidad a invertir a menos del 5%. Sin embargo, bajo políticas de integración que conjuguen varios incentivos, esta probabilidad puede superar el 60% en el mejor caso. Sin embargo, esto implicaría un alto gasto gubernamental y podría ser desechado frente a otras políticas más “económicas”.

Se encontró que, bajo la forma en que fueron ofrecidos en el ejercicio de preferencias, los incentivos *inversión pública en espacio público* y *reducción del mínimo de estacionamientos*, resultaron tener menor efecto en producir densificación. No obstante, se recomienda no descartarlos ya que, por ejemplo, el primero podría ser interesante desde el punto de vista de la demanda por viviendas y es atractivo en el sentido de afectar positivamente a todos los habitantes del barrio, nuevo y antiguos.

Por otro lado, de acuerdo a las entrevistas con los desarrolladores inmobiliarios, surgió la duda si el uso de estos incentivos podría generar efectos regresivos. En particular,

debido a que en el mediano o largo plazo los subsidios podrían llegar a grupos medios y altos, o ser capitalizados únicamente por los dueños del terreno.

Finalmente, sería interesante estimar modelos que permitieran entender la disposición de los desarrolladores inmobiliarios a densificar con integración social en torno a cada estación particular. Es decir, estimar modelos que considerando variaciones sistemáticas de gusto, solucionaran el problema de endogeneidad asociado a la encuesta y consideraran simultáneamente el efecto panel. A partir de ellos, debiera ser posible diseñar paquetes de incentivos que facilitaran la integración social en cada estación analizada.

Para terminar, el estudio se enmarca en la política actual de vivienda que delega la responsabilidad de construir viviendas económicas en los agentes privados. Así, las políticas de incentivos analizadas deben entenderse dentro de este marco. De esta misma forma, una extensión interesante sería entender cómo se podría comportar la demanda por vivienda debido a la decisión que un desarrollador inmobiliario pueda tener sobre ciertos incentivos. Este último puede encontrar atractivo construir en cierta zona, pero puede darse el caso que no exista demanda; de ser así, el desarrollador inmobiliario podría evitar construir el proyecto, o realizarlo y no generar ganancias (desincentivando futuros desarrollos en el área).

7. BIBLIOGRAFIA

Agostini, C., & Palmucci, G. (2008a). Capitalización anticipada del Metro de Santiago en el precio de las viviendas. *Trimestre Económico,* 562, 1-29.

Agostini, C., & Palmucci, G. (2008b). Capitalización heterogénea de un bien semipúblico: el Metro de Santiago. *Cuadernos de Economía*, 45, 105-128.

Alonso, W. (1960). A theory of the urban land market. *Papers and Proceedings of the Regional Science Association,* 6, 149–157.

Alonso, W. (1964). *Location and Land Use. Toward a General Theory of Land Rent*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Baker, C. (2005). Housing in crisis-a call to reform Massachusetts's affordable housing law. *Boston College Environmental Affairs Law Review, 32*, 165-206.

Balbontín, C., Ortúzar, J. de D. y Swait, J.D. (2014). On the importance of dwelling and neighbourhood attributes in residential location modelling. *Procedia – Social and Behavioural Sciences,* 160, 92-101

Bierlaire, M., y Fetiarison, M. (2009). Estimation of discrete choice models: extending BIOGEME. *Swiss Transport Research Conference (STRC),* Ascona.

Mallach, A. (1997). Inclusionary housing in California and New Jersey: a comparative analysis. *Housing Policy Debate,* 8, 109–142.

Calavita, N. y Mallach, A. (2009). Inclusionary housing, incentives, and land value recapture. *Land Lines* (January), 15-21, *Lincoln Institute of Land Policy*, Cambridge, MA.

Cámara Chilena de la Construcción y Observatorio de Ciudades UC (2013). Estudio de Densificación: Identificación del Potencial de Densificación en el Entorno de la Red de Metro para la Ciudad de Santiago. Santiago.

Cervero, R. (2011). State roles in providing affordable mass transport services for low-income residents. *Working Paper,* International Transport Forum Discussion Paper, No. 2011-17

Coyle, T. (1991). Inclusionary zoning: is it helping or hurting housing. *Land Use Forum* **1**, 27–28.

DICTUC. (2014). Estudio de Densificación en Torno a la Red de Metro de Santiago. Informe Final al Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Santiago.

Ducci, M. (1997). Chile: el lado obscuro de una política de vivienda social exitosa. *EURE,* 23 , 99-115.

Finn, A. & Louviere, J. (1992). Determining the appropriate response to evidence of public concern: the case of food safety. *Journal of Public Policy & Marketing*, 11, 12–25.

Flynn, T.N., Louviere, J.J., Peters, T.J. y Coast, J. (2007). Best-worst scaling: what it can do for health care research and how to do it. *Journal of Health Economics*, 26, 171–189.

Flynn, T.N., Peters, T.J. y Coast, J. (2013). Quantifying response shift or adaptation effects in quality of life by synthesising best-worst scaling and discrete choice data. *Journal of Choice Modelling*, 6, 34–43.

Hidalgo, R. (2007). ¿Se acabó el suelo en la gran ciudad?: Las nuevas periferias metropolitanas de la vivienda social en Santiago de Chile. *EURE*, 33, 57–75.

Huber, J. & Zwerina, K. (1996). The importance of utility balance in efficient choice designs. *Journal of Marketing Research*, 33, 307–317.

Instituto Nacional de Estadísticas (2012). Resultados Preliminares Censo de Población y Vivienda 2012, Santiago.

Lagerkvist, C.J. (2013). Consumer preferences for food labelling attributes: comparing direct ranking and best-worst scaling for measurement of attribute importance, preference intensity and attribute dominance. *Food Quality and Preference,* 29, 77–88.

Lancsar, E., Louviere, J.J., Donaldson, C., Currie, G. y Burgess, L. (2013). Best worst discrete choice experiments in health: methods and an application. *Social Science & Medicine*, 76, 74–82.

Louviere, J.J., Lings, I., Islam, T., Gudergan, S. y Flynn, T. (2013). An introduction to the application of (case 1) best-worst scaling in marketing research. *International Journal of Research in Marketing*, 30, 292–303.

Louviere, J.J., Train, K., Ben-Akiva, M., Bhat, C., Brownstone, D., Cameron, T.A., Carson, R.T., Deshazo, J.R., Fiebig, D., Greene, W., Hensher, D. y Waldman, D. (2005). Recent progress on endogeneity in choice modelling. *Marketing Letters,* 16, 255–265.

Louviere, J. J. y Swait, J.D. (1997). Separating weights and scale values in conjoint tasks using choices of best and worst attribute levels. *Working Paper,* Centre for the Study of Choice, University of Technology Sydney .

Louviere, J.J., Street D., Burgess, L., Wasi1, N., Islam, T. y Marley, A.A.J. (2008). Modeling the choices of individual decision-makers by combining efficient choice experiment designs with extra preference information. *Journal of Choice Modelling*, 1, 128–164.

Louviere, J.J., Hensher, D.A. y Swait, J.D. (2000). *Stated Choice Methods: Analysis and Applications*. New York: Cambridge University Press.

Marley, A.A.J. y Louviere, J.J. (2005). Some probabilistic models of best, worst, and best-worst choices. *Journal of Mathematical Psychology*, 49, 464–480.

Martínez, F.J. (1995). Access: the transport-land use economic link. *Transportation Research*, 29B, 457–470.

Martinez, F.J. (1996). MUSSA: land use model for Santiago city. *Transportation Research Record*, 1552, 126-134.

Martinez, F.J. (2000). Towards a land-use and transport interaction framework. En Hensher, D. y Button, K., *Handbook of Transport Modelling* (145-163). Oxford: Elsevier.

Martínez, F.J. y Henríquez, R. (2007). A random bidding and supply land use equilibrium model. *Transportation Research*, 41B, 632–651.

Mattos, C. (1999). Santiago de Chile, globalización y expansión metropolitana: lo que existía sigue existiendo. *EURE*, 25, 29–56.

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

MINVU (2015). Compra de Vivienda. recuperado de: http://www.minvu.cl/opensite _des_20110425103156_20150506151625.aspx, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Santiago.

MINVU (2013). Oportunidades de densificación urbana: ¿Existen y cuál es su nivel? El caso de la Red de Metro del Gran Santiago. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Santiago.

Muth, R.F.(1969*). Cities and Housing: The Spatial Pattern of Urban Residential Land Use*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

O'Sullivan, S. y Morrall, J. (1996). Walking distances to and from light-rail transit stations. *Transportation Research Record*, 1538, 19–26.

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

Ortúzar, J. de. D. y Willumsen, L.G. (2011). *Modelling Transport*. Cuarta Edición. Chichester: John Wiley and Sons.

PNUD (2002). Reseña del Informe Desarrollo Humano en Chile 2002. Nosotros los chilenos: un desafío cultural. Santiago.

Rose, J.M. & Bliemer, M. (2008). Stated preference experimental design strategies. En Hensher, D. y Button, K., *Transport Modelling, Handbooks in Transport* (capítulo 8). Oxford: Elsevier

Rose, J.M., Bliemer, M., Hensher, D.A. y Collins, A.T. (2008). Designing efficient stated choice experiments in the presence of reference alternatives. *Transportation Research*, 42B, 395–406.

Rose, J.M., Bliemer, M., Hensher, D.A. y Collins, A.T. (2012). NGENE version: 1.1.1.

Sabatini, F. (2000). Reforma de los mercados de suelo en Santiago, Chile: efectos sobre los precios de la tierra y la segregación residencial. EURE, 26, 49-80.

Sabatini, F. (2014). Conciliando integración social y negocio inmobiliario: seguimiento de proyectos integrados (PIS) desarrollados por inmobiliarias e implicancias de política. En *Instrumentos Notables de Políticas de Suelo en América Latina*, 61–67. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy.

Sabatini, F., Edwards, G., Cubillos, G., Brain, I., Mora, P. y Rasse, A. (2010). Dispersión espacial de vivienda económica como vía de integración social urbana. En *Camino al Bicentenario, Propuestas para Chile*, 247–274. Centro de Políticas Públicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.

Sabatini, F. & Arenas, F. (2000). Entre el Estado y el mercado: resonancias geográficas y sustentabilidad social en Santiago de Chile. *EURE*, 26, 95–113.

Schuman, H. (1997). *Racial Attitudes in America: Trends and Interpretations*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Squires, G.D., Friedman, S. y Saidat, C.E. (2001). Housing segregation in the United States: does race matter?. *International Seminar on Segregation in the City*. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy.

Swait, J.J. y Bernardino, A. (2000). Distinguishing taste variation from error structure in discrete choice data. *Transportation Research*, 34B, 1-15.

Train, K. & Wilson, W. (2008). Estimation on stated-preference experiments constructed from revealed-preference choices. *Transportation Research*, 42B, 191–203.

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

Walle, V.S., Steenberghen, T., Paulley, N., Pedler, A. y Martens, M. (2004). The role of indicators in the assessment of integrated land-use and transport policies in European cities. *International Planning Studies* 9, 173–196.

Whitty, J., Ratcliffe, J., Chen, G. y Scuffham, P. (2013). A comparison of discrete choice and best worst scaling methods to assess Australian public preferences for the funding of new health technologies. *International Choice Modelling Conference*. Sydney Australia.

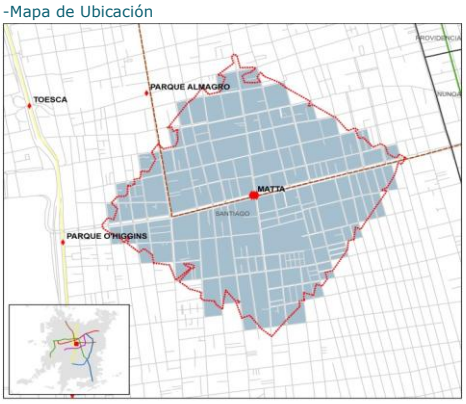
A N E X O S

ANEXO A: ENCUESTA

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE ESTACIONES

1. CONTEXTO

-Mapa de Ubicación



-Estación: **MATTA**

-Línea/s: Línea 3

-Comunas en el área de influencia:

Santiago

-Precio de suelo (valor referencial): 7,5 UF/m²

Fuente: estudio de sitios eriazos (MINVU, 2012)

2. ENTORNO URBANO

Tamaño predial dentro del área de influencia de la estación:

Tamaño promedio del 90% central de los predios en área de influencia: 91 m²

Histograma tamaño de lotes promedio por manzana:

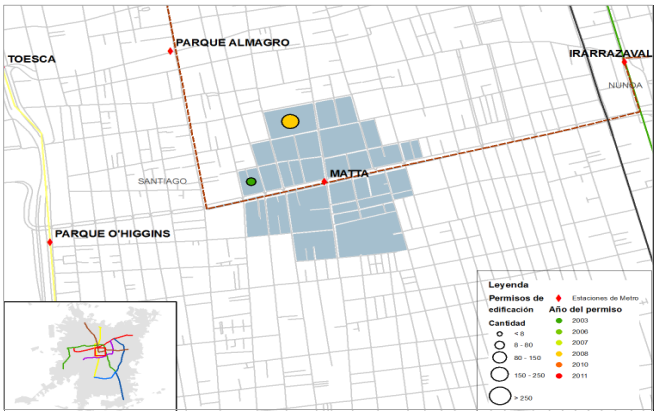
Rangos (m²)	Frecuencia
0-200	55
200-300	37
300-400	13
400-500	4
500-600	2
600-1500	8
1500-4000	0
400-8000	0
y mayor...	0

MORFOLOGÍA

Nuevas construcciones según morfología edilicia:

Nuevas Unidades residenciales (2002-2012)

Tipo de morfología	
Edificio (11 pisos)	80
Torres Aisladas (15 a 27 pisos)	774



Densidad de la trama (superficie de la calzada):

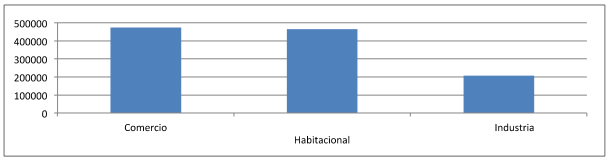
Porcentaje de la superficie dedicada a circulación vehicular: 13%

Figura A-1: Ejemplo de caracterización, página 1 de 3. Fuente: DICTUC (2014).

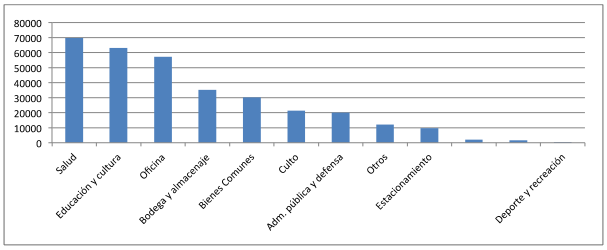
3. USOS DE SUELO

Uso de suelo del área de influencia:

USOS DE SUELO	SUPERFICIE
Comercio	473,802 m²
Habitacional	466,053 m²
Industria	206,700 m²



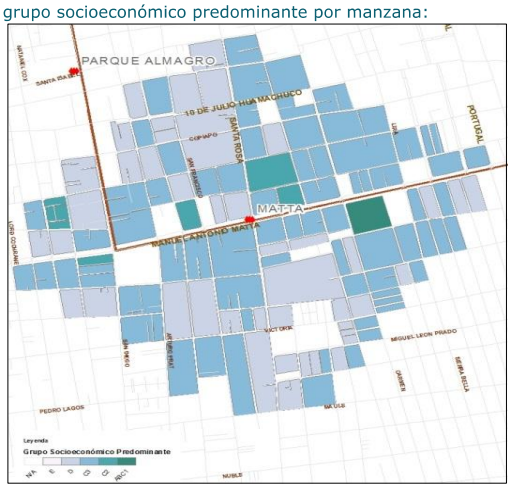
OTROS USOS	SUPERFICIE
Salud	69,627 m²
Educación y cultura	63,207 m²
Oficina	57,224 m²
Bodega y almacenaje	35,309 m²
Bienes Comunes	30,160 m²
Culto	21,339 m²
Adm. pública y defensa	20,088 m²
Otros	12,208 m²
Estacionamiento	9,757 m²
Transporte	2,149 m²
Hotel o Motel	1,624 m²
Deporte y recreación	580 m²



4. INFORMACIÓN SOCIAL

Segmento Socioeconómico según superficie: GRUPO C3

Mapa grupo socioeconómico predominante por manzana:



*Fuente: Basado en estudio Collect 2011

GSE	N° DE HOGARES
ABC1	11
C2	997
C3	2,802
D	1,891
E	4
N/A	0

Figura A-2: Ejemplo de caracterización, página 2 de 3. Fuente: DICTUC (2014).

5. NORMATIVA

Zonificación

Fuente de la normativa: PRC Santiago

Mapa de normativa en el área de influencia:

Zonas con uso de vivienda prohibido

Comuna	Código Zona	Descripción	Densidad Máx. Permitida (hab/há)	Constructibilidad Permitida	Altura Permitida (m)
SANTIAGO	ZE	RES, EQU, ACT PROD, INFRA	1140,0	2,0	14,0
SANTIAGO	ZE/E7	ZONA DE CONSERVACION HISTÓRICA E7	1600,0	2,8	18,0
SANTIAGO	ZE/E8	ZONA DE CONSERVACION HISTÓRICA E8	865,0	2,7	9,0
SANTIAGO	ZE/E9	ZONA ESPECIAL E9	1140,0	2,0	14,0
SANTIAGO	ZE/E10C	ZONA ESPECIAL E10	1600,0	2,8	18,0
SANTIAGO	ZE/E12	ZONA ESPECIAL E12	320,0	1,0	5,0

Requisito de estacionamientos

Fuente: PRC Santiago (Zona E)

Vivienda	
Social	No se exige
Condominio de Vivienda Social	½ estacionamientos por cada vivienda
De 0 a 100 m²	½ estacionamientos por cada vivienda
De 100 a 150 m²	1/1 estacionamientos por cada vivienda
Más de 150 m²	2/1 estacionamientos por cada vivienda

Figura A-3: Ejemplo de caracterización, página 3 de 3. Fuente: DICTUC (2014).

Tabla A.1: Estadísticos de las variables de caracterización.

Grupo	Variable	Min	Max	Promedio	D. Estandar
Contexto	Precio de Suelo	2,95	12	7,0	2,7
Entorno Urbano	Predio promedio	84	1.644	284,9	396,6
	Predio entre 0 - 200 m^2	15	1.060	202,1	319,3
	Predio entre 200 - 300 m^2	2	427	78,8	141,1
	Predio entre 300 - 400 m^2	0	111	18,9	27,3
	Predio entre 400 - 500 m^2	0	22	7,1	7,5
	Predio entre 500 - 600 m^2	0	12	4,0	4,1
	Predio entre 600 - 1500 m^2	0	49	10,6	14,9
	Predio entre 1500 - 4000 m^2	0	94	11,2	25,3
	Predio entre 4000 - 8000 m^2	0	44	7,9	12,5
	Predio mayor que 8000 m^2	0	81	9,3	21,2
	Porcentaje de la superficie dedicada a circulación vehicular	0	0,15	0,09	0,06
	Cantidad de casa nuevas	0	14	0,7	2,8
	Cantidad de departamentos en edificio nuevos	0	1.119	31,1	154,9
Usos de suelo	Cantidad de m^2 destinados a Administración pública y defensa	0	105.000	20.741	34.951
	Cantidad de m^2 destinados a Bienes Comunes	0	63.517	13.117	20.550
	Cantidad de m^2 destinados a Bodega y almacenaje	0	41.235	15.615	15.541
	Cantidad de m^2 destinados a Comercio	6.075	473.802	92.461	118.815
	Cantidad de m^2 destinados a Culto	0	21.339	5.604	6.198
	Cantidad de m^2 destinados a Deporte y recreación	0	36.058	3.567	9.460
	Cantidad de m^2 destinados a Educación y cultura	664	66.139	26.135	23.045
	Cantidad de m^2 destinados a Estacionamiento	0	28.377	3.982	7.723
	Cantidad de m^2 destinados a Habitacional	81.354	653.536	314.000	160.085
	Cantidad de m^2 destinados a Industria	0	260.898	101.444	95.083
	Cantidad de m^2 destinados a Oficina	0	82.606	16.475	24.814
	Cantidad de m^2 destinados a Otros	0	60.827	10.733	15.665
	Cantidad de m^2 destinados a Sitio eriazo	0	277.813	28.183	78.451
	Cantidad de m^2 destinados a Transporte	0	9.403	1.411	2.442
	Cantidad de m^2 destinados a Salud	0	69.627	6.203	18.398
	Cantidad de m^2 destinados a Hotel o Motel	0	1.624	182	441
	Cantidad de m^2 destinados a Minería	0	579	41	155
Info. social	Cantidad de viviendas ABC1 en la zona	0	279	50	99
	Cantidad de viviendas C2 en la zona	0	5.346	854	1.458
	Cantidad de viviendas C3 en la zona	21	5.496	1.542	1.625
	Cantidad de viviendas D en la zona	0	6.739	1.826	1.856
	Cantidad de viviendas E en la zona	0	918	132	271
	Porcentaje de viviendas ABC1 en la zona	0	0,16	0,02	0,05
	Porcentaje de viviendas C2 en la zona	0	0,93	0,22	0,29
	Porcentaje de viviendas C3 en la zona	0	0,66	0,32	0,22
	Porcentaje de viviendas D en la zona	0	0,83	0,40	0,30
	Porcentaje de viviendas E en la zona	0	0,11	0,03	0,04
Norma	Requisito de estacionamientos, viviendas de 0 a 50 m^2	0	1	0,24	0,35
	Requisito de estacionamientos, viviendas de 50 a 75 m^2	0	2	0,35	0,47
	Requisito de estacionamientos, viviendas de 75 a 100 m^2	0	2	0,40	0,58
	Requisito de estacionamientos, viviendas de 100 a 140 m^2	0	2	0,80	0,70
	Requisito de estacionamientos, viviendas de 140 a 150 m^2	0	3	0,82	0,74
	Requisito de estacionamientos, viviendas de más de 150 m^2	0	3	1,13	1,01
	Requisito de estacionamientos, viviendas de carácter social	0	1	0,07	021
	M2 máximos construibles por constructibilidad y altura	200	7.170	973	1.797
	Densidad máxima en la zona	0	2.000	173	410

Fuente: Elaboración propia.

Tabla A.2: Estadísticos para información censal en las estaciones de Metro.

Variable	Min	Max	Promedio	D. Estándar
Predio promedio	132	895	455,6	224,3
hab/ha	61	329	152,9	228,8
m^2 edificación/m^2 predio	0,2	1,0	0,4	0,2

Fuente: Elaboración propia en base a INE (2002).

Tabla A.3: Niveles de incentivos por situaciones para diseño de alternativas sin integración social.

	Situación														
Incentivo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Bono a cualquier comprador (UF/dpto)				150	50				100	50			50	100	50
Bono a cualquier comprador con subsidio (UF/dpto)	50	150	50			150	100	100			50	50			
Bono por tiempo limitado (UF/dpto)	40	80	80	120	80	120	40	120	40	40	40	80	40	80	120
Aumento en constructibilidad	0%	0%	0%	20%	10%	30%	10%	20%	0%	0%	0%	10%	0%	30%	10%
Aumento en densidad	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	50%	0%	50%	0%	50%	0%
Reducción del mínimo de estacionamientos	0%	0%	50%	50%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	50%	0%	50%	0%	0%
Inversión pública en espacio público (UF/dpto)	25	0	75	50	25	50	0	0	25	25	0	50	25	0	75
Bloque	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla A.4: Niveles de incentivos por situaciones para diseño de alternativas con integración social.

	Situación														
Incentivo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Bono a cualquier comprador (UF/dpto)				150	200				200	150			100	100	50
Bono a cualquier comprador con subsidio (UF/dpto)	50	200	150			150	200	100			100	200			
Bono por tiempo limitado (UF/dpto)	160	120	80	160	80	120	40	160	40	160	80	160	80	120	120
Aumento en constructibilidad	30%	0%	40%	20%	10%	30%	30%	20%	30%	0%	10%	10%	10%	30%	40%
Aumento en densidad	100%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	100%
Reducción del mínimo de estacionamientos	0%	0%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	0%	0%	100%	100%	100%	0%	100%
Inversión pública en espacio público (UF/dpto)	25	50	100	50	100	50	75	100	50	25	25	75	75	100	75
Bloque	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3

Fuente: Elaboración Propia

PRESENTACIÓN

En este experimento se le presentará un conjunto de situaciones en que usted deberá elegir la alternativa más atractiva para construir un proyecto inmobiliario.

Evaluaremos distintos esquemas de incentivo a la densificación y a la integración social, que podrían ser aplicados en sitios que rodean ejes de corredores de transporte público o *Bus Rapid Transit* (BRT, por su sigla en inglés) de la ciudad de Santiago.

Vamos a comenzar estableciendo ciertas definiciones y el contexto del ejercicio, y luego procederemos con la aplicación de la encuesta.

Primero se le indicarán distintas características de la zona (entorno de un cruce con el eje de BRT) y luego se le plantearán las alternativas.

Se le presentarán situaciones de elección para 3 zonas diferentes.

Figura A-4: Introducción al experimento, página 1 de 5. Fuente: DICTUC (2014).

INCENTIVOS A LA DEMANDA

Densificación en torno a las estaciones de Metro

A fines de 2013 fue aceptada la modificación a la Ley Nº19.537, sobre copropiedad inmobiliaria, para facilitar la administración de copropiedades y la presentación de proyectos de mejoramiento o ampliación de condominios de viviendas sociales. En ella "El Reglamento Especial de Viviendas Económicas establecerá la categoría de "proyectos de viviendas integradas", referida a proyectos que inducen o colaboran a mejorar los niveles de integración social urbana.
El Ministerio de la Vivienda y Urbanismo podrá establecer beneficios de normas urbanísticas para dichos proyectos en lugares determinados, previa consulta a la municipalidad respectiva."

Por otro lado, la modificación a la ley Nº19.537 contempla cambios a la normativa de estacionamientos, siendo "En casos justificados, y previa consulta a la municipalidad respectiva, la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo podrá rebajar la dotación mínima de estacionamientos para condominios de viviendas sociales, a que se refiere el inciso primero del presente artículo, cuando se trate de proyectos emplazados en lugares no aptos para la circulación de vehículos, o proyectos asociados a transporte público."

Subsidios

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo hizo entrega de subsidios de apoyo a la compra de una vivienda económica a familias emergentes y de sectores medios. Anteriomente los cuales no han sido utilizados. Actualmente existen cerca de 50.000.- subsidios otorgados a estas familias, los que están esperando la construcción de un proyecto inmobiliario donde adquirir su vivienda.

Por otro lado, en el año 1993 se aprobó el subsidio de renovación urbana del centro de Santiago. En este se otorgaba 200 UF a cualquier individio que deseara comprar una vivienda en este sector, cumpliendo ciertos requisitos (personas carentes de vivienda, con capacidad de ahorro y posibilidad de complementar el valor de la vivienda con un crédito hipotecario o recursos propios). Este subsidio logró crear un desarrollo inmobiliario aún vigente en el centro de Santiago.

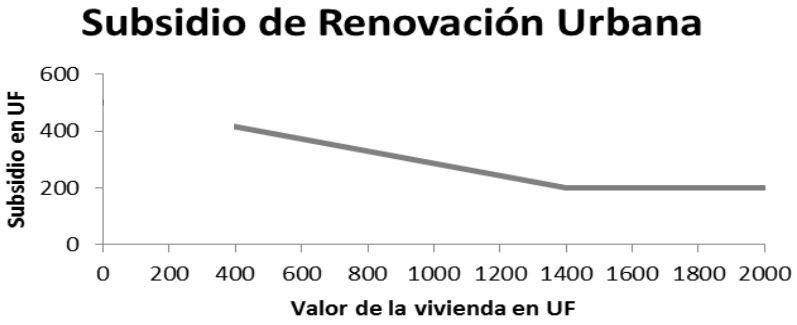


Figura A-5: Introducción al experimento, página 2 de 5. Fuente: DICTUC (2014).

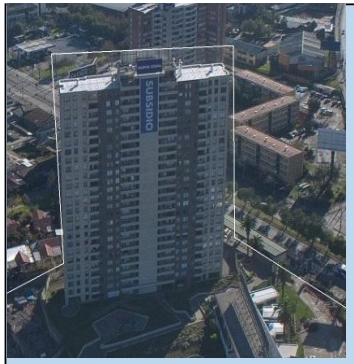
INCENTIVOS

Bono por cercanía al BRT a cualquiera por viviendas de precio menor o igual a 2000 UF	Se entregará monto en UF a cualquier persona que adquiera un departamento en la zona en cuestión, siempre y cuando el departamento tenga un valor menor o igual a 2000 UF.
Bono por cercanía al BRT a cualquiera que cargue con subsidio (adicional al subsidio ya obtenido)	Se entregará monto en UF a personas que ya cuenten con un subsidio habitacionale o que puedan ser objeto de subsidio, como un aumento en UF por sobre el valor de ese subsidio. Las viviendas asociadas a este bono no podrán exceder los 1400 UF.
Bono por cercanía al BRT con tiempo limitado	Se entregará un monto en UF al inmobiliario por cada cada departamento construido bajo este esquema. El único requisito es que se obtenga el permiso de edificación en un plazo menor a dos años de aprobado el decreto.
Aumento en constructibilidad	Aumento de los metros cuadrados disponibles para construir a través de un aumento en la altura máxima edificable.
Aumento en densidad	Aumento porcentual del número de unidades construibles en un mismo volumen edificable, determinado por la disminución del factor de habitantes por vivienda.
Reducción del número mínimo de estacionamientos	Disminución porcentual de la cantidad de estacionamientos exigida por la norma.
Inversión pública	Se invierte un monto en UF por departamento en áreas verdes o infraestructura en el entorno cercano al corredor de BRT.

Figura A-6: Introducción al experimento, página 3 de 5. Fuente: DICTUC (2014).

TIPOLOGÍA

Las tipologías presentadas a continuación representan posibles viviendas construibles en las estaciones a considerar.
De ninguna forma excluyen otras alternativas.



Torres aisladas, 14-20 pisos

Densidad: 500 a 2000 hab./ha dependiendo del tamaño de los lotes.

Circulación: Vertical con caja de escaleras y ascensores interna. Puede ser parte de conjuntos cerrados.
Impacto visual sobre el entorno alto

Edificación en altura, departamentos con plantas repetitivas. Generalmente cuentan con equipamientos comunes a nivel del suelo o en la cubierta superior.

Edificio Barra, 6-8 pisos

Densidad: 200 a 1.000 hab./ha, dependiendo del diseño y tamaño de los lotes.

Circulación: Vertical concentrados con escaleras y ascensores. Puede ser parte de conjuntos cerrados.
Impacto visual sobre el entorno medio, fachada continua

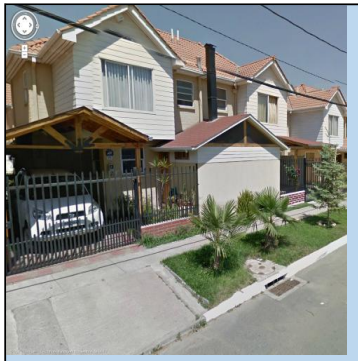
Edificios de media altura, casi todas repetitivas exceptuando la primera y a veces la última y la segunda que tienen diseños diferenciados.

Edificio barra, 4 pisos

Densidad: 200 a 700 hab./ha, dependiendo del diseño y del tamaño de los lotes.

Circulación: Vertical concentrados sin ascensores. Puede ser parte de conjuntos cerrados.
Impacto visual sobre el entorno bajo, fachada continua

Edificios de vivienda de baja altura, plantas casi todas repetitivas, exceptuando, a veces, la primera.



Casas 2-3 pisos

Densidad: 80 a 250 hab./ha, en forma de casas, aisladas, pareadas o continuas

Circulación: directamente sobre una calle pública o bien al interior de conjuntos cerrados.
Impacto visual sobre el entorno bajo, fachada continua

Viviendas con unidades repetitivas con pocas variaciones entre modelos que ofrecen superficies diferentes correspondientes a programas también distintos. Cada casa ocupa un lote.

Figura A-7: Introducción al experimento, página 4 de 5. Fuente: DICTUC (2014).

MORFOLOGÍAS (ESQUEMAS DE INTEGRACIÓN SOCIAL)

Se obtiene una mayor cantidad de beneficios si se aplica integración social bajo el esquema 30-30.

El esquema 30-30 se refiere a que debe haber un mínimo de 30% de las viviendas que sean vendidas con subsidio con ficha social, y un 30% de viviendas de valor libre (que no tengan un subsidio con ficha social). El 40% no tendrá exigencia alguna, y dependerá exclusivamente de la inmobiliaria.

Las morfologías presentadas a continuación representan posibilidades para realizar integración social en viviendas construidas, y de ninguna forma excluyen otras alternativas.

1	En el mismo edificio, compartiendo espacios comunes externos e internos
2	En el mismo edificio con accesos independientes, sin compartir espacios comunes (internos ni externos)
3	En edificios vecinos compartiendo espacios colectivos externos (centro comunitario) y espacio público (juevos infantiles, plaza)
4	En edificios vecinos, sólo compartiendo espacios públicos (la plaza, calle, paradero, comercio vecinal)

Figura A-8: Introducción al experimento, página 5 de 5. Fuente: DICTUC (2014).

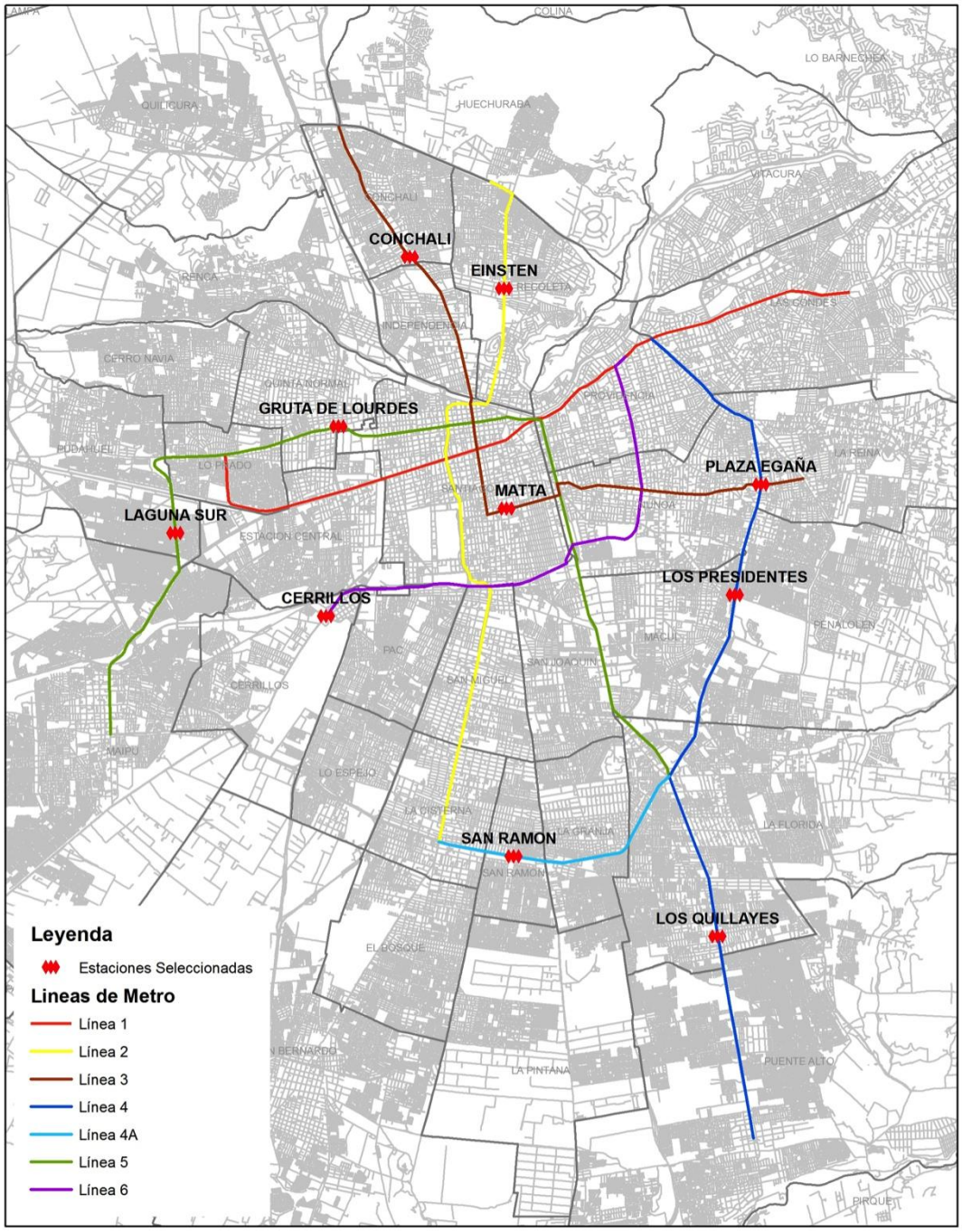


Figura A-9: Mapa del experimento para señalar las estaciones de Metro.

Fuente: DICTUC (2014)

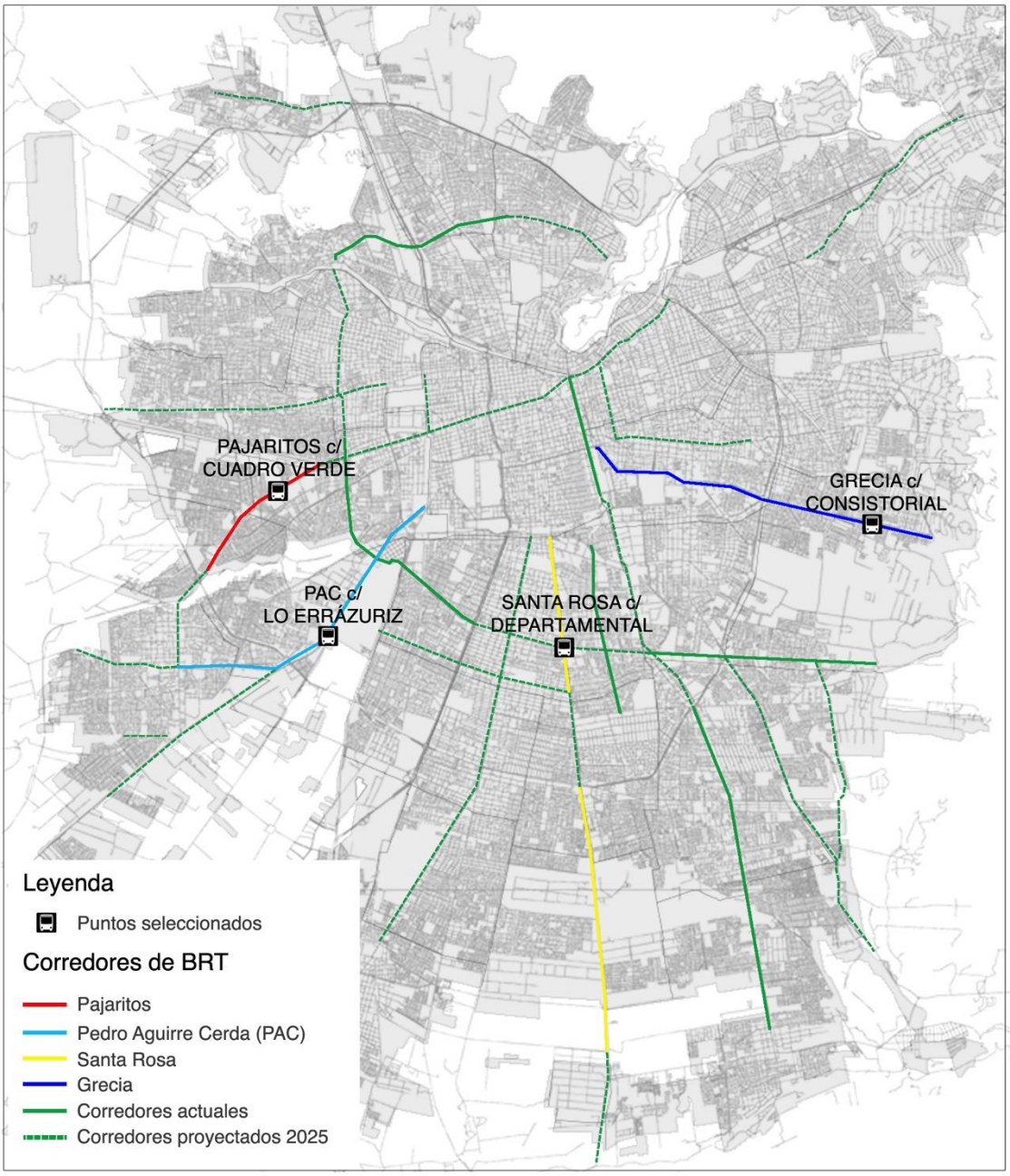


Figura A-10: Mapa del experimento para señalar las “estaciones” corredores de buses.

Fuente: Elaboración Propia.

MORFOLOGÍAS (ESQUEMAS DE INTEGRACIÓN SOCIAL)

	¿Qué esquemas realizaría en cada intersección de BRT encuestada?	Zona 1	Zona 2	Zona 3
1	En el mismo edificio, compartiendo espacios comunes externos e internos			
2	En el mismo edificio con accesos independientes, sin compartir espacios comunes (internos ni externos)			
3	En edificios vecinos compartiendo espacios colectivos externos (centro comunitario) y espacio público (juevos infantiles, plaza)			
4	En edificios vecinos, sólo compartiendo espacios públicos (la plaza, calle, paradero, comercio vecinal)			
5	No integraría			
6	Otro, ¿cuál?			

TIPOLOGÍA

	¿Qué tipologías realizaría en cada intersección de BRT encuestada?	Zona 1	Zona 2	Zona 3
1	Torres aisladas, 14-20 pisos			
2	Edificio Barra, 6-8 pisos			
3	Edificio barra, 4 pisos			
4	Casas 2-3 pisos			
5	Otro, ¿cuál?			

¿Ha construido en las zonas encuestadas?

Si	No

Si responde sí, ¿Cuáles?

Estación Central	Cerrillos	San Joaquín San Miguel	Peñalolen

Figura A-11: Preguntas adicionales del experimento. Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO B: FORMA FUNCIONAL DE LOS MODELOS

BWED_VSG-EP

$$V_{ED_A} = 0{,}470 + \left(0{,}098 - 0{,}212 \cdot Corredor + 0{,}211 \cdot NSEC_{bajo}\right) \cdot BCC$$
$$+ (0{,}075 - 0{,}245 \cdot Densidad_{media} + 0{,}240 \cdot Uso_B) \cdot BCS$$
$$+ \left(0{,}072 + 0{,}195 \cdot Constructibilidad_{baja} - 0{,}205 \cdot Densidad_{baja}\right)$$
$$\cdot BTL \quad + \left(0{,}181 + 0{,}335 \cdot NSEC_{bajo} - 0{,}412 \cdot Predio_{alto}\right)$$
$$\cdot CON$$
$$+ \left(0{,}618 - 0{,}805 \cdot Experiencia - 0{,}722 \cdot Densidad_{baja} + 0{,}971 \cdot Uso_B\right)$$
$$\cdot DEN - (0{,}155 + 1{,}320 \cdot Densidad_{baja} + 0{,}408 \cdot Predio_{grande} - 1{,}680$$
$$\cdot Uso_A) \cdot EST + (0{,}097 - 0{,}089 \cdot Constructibilidad_{baja}) \cdot IPU$$

$$V_{ED_B} = 0$$

BCC	Bono a cualquier comprador
BCS	Bono a cualquier comprador con subsidio
BTL	Bono por tiempo limitado
CON	Aumento en constructibilidad
DEN	Aumento en densidad
EST	Disminución del mínimo de estacionamientos
IPU	Inversión pública en espacio público
$Corredor$	Igual a uno si corresponde a una estación de corredor de buses
$NSEC_{bajo}$	Igual a uno si la zona tiene familias con nivel socioeconómico bajo mayoritariamente
$Densidad_{bajo}$	Igual a uno si la estación tiene densidad baja según INE (2002)
$Densidad_{media}$	Igual a uno si la estación tiene densidad media según INE (2002)
USO_A	Igual a uno si en la estación uno de los usos principales es Comercial
USO_B	Igual a uno si en la estación uno de los usos principales es Sitio eriazo, administración pública, educacional o cultural
$Constructibilidad_{baja}$	Igual a uno si la estación tiene constructibilidad baja según INE (2002)
$Predio_{alto}$	Igual a uno si la estación tiene predios promedios alto
$Experiencia$	Igual a uno si el inmobiliario tiene experiencia en la estación