



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA POR VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN
SANTIAGO, CHILE.

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA
INGENIERÍA, MENCIÓN TRANSPORTE

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

ESTEBAN ANDRÉS FIGUEROA FLORES

PROFESORES GUÍA:
MARCELA MUNIZAGA MUÑOZ
CRISTIÁN GUEVARA CUE

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
FRANCISCO MARTÍNEZ CONCHA
RICARDO ÁLVAREZ DAZIANO

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por Instituto Sistemas Complejos de
Ingeniería "Smartcities"

SANTIAGO DE CHILE
2018

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR
AL TÍTULO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN TRANSPORTE
POR: ESTEBAN ANDRÉS FIGUEROA FLORES
FECHA: 2018
PROF. GUÍAS: SRA. MARCELA MUNIZAGA MUÑOZ & SR. CRISTIÁN GUEVARA CUE

CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA POR VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN SANTIAGO, CHILE.

Los vehículos eléctricos (EV) han sido promocionados en la última década en diversos países por ser sustentables y más eficientes que los vehículos de combustión interna (ICV). No obstante, dadas las condiciones económicas, sociales y tecnológicas su incorporación no se ha extendido en el mercado chileno. El objetivo de esta tesis consiste en identificar los factores que influirían en la adquisición de vehículos eléctricos en Chile y explorar el efecto que causa tener un EV en las percepciones, consideraciones y valoraciones de los atributos de estos.

La metodología del estudio contempló estudios de grupo focal, encuestas de opinión y encuestas de preferencias declaradas, en los que se indagó acerca de las motivaciones y aprensiones hacia los EV de un grupo de estudio formado por: usuarios de EV, interesados e individuos indiferentes en adquirir uno. Los datos se recolectaron de entre los participantes del plan de movilidad eléctrica de Enel, donde 65 trabajadores postularon a adquirir un EV contando con beneficios económicos, de uso y otros. Fueron 30 los seleccionados (aleatoriamente) que recibieron un EV. Esto constituye un caso de estudio privilegiado, ya que permitió encontrar las diferencias de percepción de usuarios y no-usuarios de manera insesgada. Aquellos que recibieron el vehículo los llamamos “ganadores” y quienes no lo adquirieron “postulantes”. Se levantaron datos estadísticos para alguno de los primeros usuarios de EV en el país y se calibraron modelos de elección discreta para comprender qué variables afectan la demanda de EV y medir las valoraciones de estos.

La evidencia encontrada en los modelos de elección sugiere que las variables relevantes para adoptar un EV son: cuota, autonomía, tener un cargador domiciliario y disponibilidad de cargador en el trabajo. Además, se encontró que para los ‘ganadores’ la infraestructura de carga pública dentro de la ciudad *no* es un factor influyente en la adopción de EV, mientras que para ‘postulantes’ *sí* lo es, evidenciando un prejuicio ante esta nueva tecnología. La fuente de carga más valorada por los ganadores es la efectuada en el hogar, seguida por la del trabajo. También se detectó que aquellos más dependientes del auto son menos propensos a adquirir un EV y, por otro lado, las mujeres tienden más a adoptar un EV. En cuanto a la encuesta de opinión, se encontró que quienes tienen un EV declaran que les interesa tener electrolinerías *entre* ciudades para vencer la limitante espacial. Mencionan que las estaciones de carga pública en la ciudad solo son utilizadas cuando van a realizar una actividad en las cercanías.

Los resultados encontrados sugieren que si se desea implementar una política que favorezca la adquisición de EV se tendría que enfocar en regular y asegurar cargadores domiciliarios para los futuros usuarios de EV. Además, sería prioritario impulsar instalación de cargadores entre ciudades. Por último, las diferencias de percepción que se detectan sugieren que el nivel de información puede ser relevante en la introducción de los EV a Chile.

“El éxito y el fracaso son dos impostores, trátalos siempre con la misma indiferencia”

Agradecimientos

Primero que todo agradezco a mi mamá y a mi tía que han estado conmigo desde siempre, que me entregaron las armas para enfrentar éste y otros desafíos. Agradezco a mi tía Edny y a mis primos por su apoyo incondicional.

Quiero agradecer a mis profesores guías, Marcela Munizaga y Ángel Guevara por su apoyo durante todo el proceso que duró esta tesis. A los miembros de la comisión, Ricardo Daziano y Francisco Martínez, les agradezco por sus aportes y sugerencias de mejora para este trabajo.

Gracias a las personas externas a la Universidad que cooperaron para que este trabajo se llevara a cabo, en particular a Leonardo Leyton, Consuelo Rodríguez y Judith Ahumada. También agradezco a Cristina Victoriano y Gabriel Montero por las sugerencias y las invitaciones a eventos relacionados con autos eléctricos.

Aprovecho la oportunidad de dar gracias a cada profesor con quien tuve el placer de tener clases, en particular a los de la División de Transporte. También agradezco a Raúl, Mónica y al taca-taca que son miembros fundamentales del Departamento y fueron gran apoyo durante mi estadía.

Agradecimientos especiales para mis amigos de la infancia que hasta el día de hoy seguimos juntos: Andrés, Javiera y Martín. Gracias también para la 519, que fue y será la mejor oficina del 5^{to}, al Benja, Vera (MVP), Candia y Javi Ybar. También quiero agradecer a los amigos del quinto piso: Zuñiga, Herl, Soto, Campos, Nico, Maca, Isa, Marcelo, Bruno. Agradezco a mis amigos de civil que me acompañaron durante el proceso. Le doy gracias también al grupo de amigos de primer año, en particular a Héctor González por su gran amistad y hospitalidad de recibirme en su hogar los días de necesidad.

Finalmente, agradezco a Javi Matus quien me acompañó y sostuvo en esta última parte del proceso <3

Tabla de Contenido

Índice de Tablas	vii
Índice de Ilustraciones	ix
1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Estructura de la tesis	3
2. Revisión bibliográfica	4
2.1. Introducción	4
2.2. Modelamiento adquisición de EV mediante elecciones discretas	4
2.3. Estudios de marketing sobre adquisición de EV	8
2.4. Variables que afectan la adopción de EV	8
2.4.1. Variables técnicas	9
2.4.2. Variables de usuario	11
2.4.3. Variables no observables	12
2.5. Incentivos para compra de EV en Noruega	14
3. Antecedentes vehículos eléctricos en Chile	17
3.1. Descripción del mercado	17
3.2. Plan de movilidad eléctrica para empleados, Enel	20
4. Análisis Cualitativo: Estudios de grupo focal	22
4.1. Estudio de grupo focal a Externos	23
4.2. Estudio de grupo focal Enel	25
4.3. Síntesis y conclusiones	30
5. Análisis Cuantitativo: Encuesta de opinión y encuesta de preferencias declaradas	33
5.1. Encuesta de opinión online	34
5.2. Análisis de resultados encuesta de opinión	35
5.2.1. Ganadores	40
5.2.2. Postulantes	46
5.2.3. Indiferentes	47
5.2.4. Comentarios	48
5.3. Encuestas de preferencias declaradas	49

5.3.1.	Diseño experimental	50
5.3.2.	Simulación	52
5.3.3.	Análisis estadístico descriptivo de preferencias declaradas	55
6.	Modelamiento adquisición de EV usando datos de encuesta PD	58
6.1.	Alternativas para el plan de movilidad eléctrica	58
6.2.	VARIABLES DE MODELACIÓN	59
6.3.	Modelos de elección	62
6.3.1.	Logit Multinomial	62
6.3.2.	Logit con datos de panel	66
6.3.3.	Logit heteroscedástico anidado	68
6.4.	Análisis a partir de los modelos	71
6.4.1.	Elasticidades agregadas	72
6.4.2.	Efecto de variables en utilidad sistemática promedio	73
6.4.3.	Disposiciones a pagar	74
6.4.4.	Probabilidades de postulación al plan con condiciones de mercado	78
6.5.	Resumen	80
7.	Síntesis y conclusiones	82
7.1.	Implicancias en políticas públicas	84
7.2.	Limitaciones	84
7.3.	Posibles extensiones de la investigación	85
	Bibliografía	86
	A. Pautas Focus Group y Encuestas	91

Índice de Tablas

2.1. Metodologías empleadas para estudiar adopción de EV	7
2.2. Variables que afectan la compra de EV y su clasificación	14
3.1. Modelos de Autos Eléctricos disponibles en Chile.	18
3.2. Escenarios futuros de la electromovilidad en Chile, caso base (J. Clerc et al., 2017).	19
3.3. Automóviles ofrecidos para el concurso	20
4.1. Asistentes a encuentros de grupo focal, grupo “Externos”.	23
4.2. Resumen percepciones sobre vehículos eléctricos, Grupo focal “Externos”. . .	26
4.3. Asistentes a encuentros de grupo focal, grupo “Enel”.	27
4.4. Beneficios percibidos hacia los EV según grupo, encuentro Enel.	27
4.5. Principales barreras percibidas hacia los EV según grupo, encuentro Enel . .	28
5.1. Encuestas online recolectadas y postulaciones según vehículo.	35
5.2. Nivel de ingreso de encuestados, encuesta de opinión.	35
5.3. Rango etario de los encuestados	35
5.4. Género de los encuestados, encuesta de opinión.	36
5.5. Distribución porcentual de rango etario según base de datos.	36
5.6. Distribución porcentual de género según fuente de información.	36
5.7. Distribución porcentual de ingreso según base de datos.	37
5.8. Relevancia de problemas asociados al transporte, encuesta online.	38
5.9. Percepción de ventajas y desventajas de los EV con respecto a ICV	38
5.10. Interés en electromovilidad previo y posterior al plan de movilidad eléctrica.	39
5.11. Satisfacción con el plan y con el EV, ganadores.	39
5.12. Valoración de beneficios del plan de movilidad, ganadores	41
5.13. t-valor de los test de medias para los beneficios del plan. Ganadores	42
5.14. Frecuencia de carga desagregada, ganadores PMEEE	44
5.15. Frecuencia de carga agregada, ganadores PMEEE	44
5.16. t-valor para test de media en valoración de carga. Ganadores	46
5.17. Niveles del experimento según formulario, Nissan Leaf	51
5.18. Niveles del experimento según formulario, Hyundai Ioniq	51
5.19. Niveles del experimento según formulario, BMW i3	51
5.20. Parámetros utilizados para la simulación Montecarlo	53
5.21. Errores de estimación promedio, proporcional al parámetro entregado	54
5.22. Error cuadrático medio para parámetros estimados	54
5.23. Encuestas preferencias declaradas recolectadas	55

5.24. Sede trabajadores Enel, Encuesta preferencias declaradas	55
6.1. Descripción de alternativas para el experimento de preferencias declaradas .	59
6.2. Resultados Logit multinomial, Ganadores	63
6.3. Resultados Logit multinomial, Postulantes	64
6.4. Resultados Logit multinomial, Indiferentes	65
6.5. Logit multinomial, Ganadores, Postulantes e Indiferentes	65
6.6. Logit multinomial con datos de panel, gadores y postulantes.	67
6.7. Logit heteroscedástico anidado, restringido	69
6.8. Logit heteroscedástico anidado, general	70
6.9. Elasticidades agregadas, comparación por vehículo entre ganadores y postu- lantes	73
6.10. Disposiciones a pagar para ganadores y postulantes.	75
6.11. VAN - Disposiciones a pagar para ganadores y postulantes.	76
6.12. DP actualizadas por paridad de poder de compra.	77
6.13. Resumen de intervalos para las disposiciones a pagar por atributo, según este y otros estudios.	77
6.14. Condiciones de compra para EV mediante préstamo de financiamiento auto- motriz.	78
6.15. Casos estudiados según disponibilidad de beneficios	78
6.16. Probabilidad de adquisición en condiciones de mercado, Ganadores.	79
6.17. Probabilidad de adquisición en condiciones de mercado, Postulantes.	79
6.18. Variables significativas y sus signos, según grupo de estudio	80
A.1. Preguntas importancia de problemas de transporte.	95
A.2. Percepción de ventajas y desventajas de los EV con respecto a ICV	96
A.3. Frecuencia de carga de EV	98

Índice de Ilustraciones

2.1. Evaluación de incentivos ofrecidos en Noruega por usuarios de EV. Fuente: Lorentzen et al. (2017)	15
3.1. Ventas anuales de autos eléctricos (EV) e híbridos enchufables (PHEV) en Chile. Fuente: ANAC Octubre 2017.	18
3.2. Foto aérea del escenario donde se realiza la entrega de los autos eléctricos. Fuente: Enel.	21
5.1. Sugerencias para mejorar el Green Parking, palabras más repetidas	40
5.2. Valoración de beneficios promedio, plan de movilidad eléctrica	41
5.3. ¿Estacionamiento gratis en el trabajo o cargar sin costo por la energía?	42
5.4. ¿Mantendría el vehículo finalizado el plazo?	43
5.5. Frecuencia de carga agregada en Noruega para EV en 2017.	44
5.6. Frecuencia de carga para usuarios de EV de este estudio.	45
5.7. Valoración de la recarga, según lugar de carga	46
5.8. Pregunta: ¿Por qué no postulo al plan?	47
5.9. Pregunta: ¿Cuáles son sus principales preocupaciones acerca de los EV?	48
5.10. Respuestas según primera (A) o segunda opción (B), ganadores.	56
5.11. Respuestas según primera (A) o segunda opción (B), postulantes.	56
5.12. Respuestas según formulario entregado, ganadores.	57
5.13. Respuestas según formulario entregado, postulantes.	57
6.1. Efecto de variables en utilidad sistemática promedio según tipo.	74
6.2. Disposiciones a pagar mensualmente por atributos del vehículo y el plan.	76
A.1. Experimento Escrito Forma A, portada.	101
A.2. Experimento Escrito Forma A, juego de elección.	102
A.3. Experimento Escrito Forma B, juego de elección.	103
A.4. Experimento Escrito Forma C, juego de elección.	104
A.5. Experimento Escrito Forma D, juego de elección.	105
A.6. Simulación préstamo financiero automotriz para Nissan Leaf y Hyundai Ioniq, Banco BCI	106
A.7. Simulación préstamo financiero automotriz para BMW i3, Banco BCI	107
A.8. Estacionamientos cercanos al metro Santa Lucía, avisos económicos el mercurio.	108
A.9. Estacionamientos cercanos al metro Santa Lucía, sitio weeb doomos.cl	108
A.10. Estacionamientos cercanos al metro Santa Lucía, sitio weeb doomos.cl	109

Capítulo 1

Introducción

1.1. Motivación

Los primeros vehículos eléctricos (EV) aparecieron durante el siglo XIX, cuando el carruaje y el caballo eran aún los modos de transporte más utilizados. El año 1832, Robert Anderson desarrolló el primer vehículo puramente eléctrico que vencía a su competencia en velocidad y comodidad, pero no podía masificarse dado su alto costo y baja autonomía. En 1890 debuta el primer vehículo en Estados Unidos creado por William Morrison, con velocidad máxima de 23 [km/h]. Este medio de transporte era considerado silencioso, fácil de manejar y no emitía contaminantes por lo que se volvió popular. Sorprendentemente, en el 1900 el 38 % de las ventas de vehículos en EE.UU correspondía a los alimentados por electricidad (40 % vapor y 22 % gasolina)(Matulka, 2014). Sin embargo, la época de prosperidad de los EV comienza su declive en 1908 cuando Henry Ford empieza con la producción masificada de vehículos de combustión interna (ICV). Los ICV eran bastante más económicos y accesibles que los eléctricos. Por ejemplo, en 1912 un ICV costaba \$650 [US] mientras que un EV rondaba los \$1.750 [US](Matulka, 2014). Dadas las condiciones tecnológicas de ese tiempo no había posibilidad alguna de competir para el EV.

Entonces, ¿por qué vuelve a nacer el interés por este tipo de tecnología para vehículos particulares? Las principales razones son la mayor conciencia acerca del medio ambiente, el creciente costo del petróleo y la esperanza de que el precio de las baterías ion-litio disminuya. Estos motivos han atraído a varios gobiernos, automotoras y a la academia a optar por esta tecnología como medio de transporte. Lamentablemente, los conductores aún no se suman a la movilidad eléctrica de forma masiva, optando por no adquirir vehículos con esta tecnología principalmente por su alto valor de compra, además de prejuicios sobre esta ‘nueva’ tecnología. En el aspecto monetario, se estima que los autos eléctricos serán rentables para un uso masificado cuando el costo de las baterías esté bajo los \$100 [USD/kWh](Knupfer et al., 2017). El panorama es prometedor, puesto que con el avance tecnológico se ha reducido el costo de \$1.000 [USD/kWh] en 2008 a \$250 [USD/kWh] en 2015. Según las predicciones realizadas por la International Energy Agency (IEA) el escenario también es optimista para 2020, donde se espera tener precios entre \$100 y \$180 [USD/kWh] (IEA, 2017).

Se espera que dentro de unos años más los EV compitan económicamente con los ICV y sus barreras de adquisición principales serán otras, es decir, no monetarias. Para cuando eso ocurra será relevante tener identificadas aquellas variables que inciden en la decisión de adquisición de EV y sus efectos. Esto es relevante para tomar medidas que permitan fomentar la adopción de vehículos con esta tecnología en la dirección correcta.

Existe una serie de preguntas abiertas en relación al desarrollo de la electromovilidad. Por ejemplo, se intuye que una buena red de electrolinerías es un factor necesario para que la compra de vehículos eléctricos aumente considerablemente, pero a la vez no se justifica crear una red de electrolinerías grande y de calidad si no hay un mercado potencial de EV en crecimiento (Chang et al., 2012). O peor, ¿qué sucedería si los usuarios no cargasen en las electrolinerías? Entonces, ¿se implementan estaciones de carga con el riesgo de que los EV no penetren el mercado automotor o se espera a que los EV entren al mercado con la posibilidad de que esto no ocurra por la falta de puntos de carga?. Esta y otras inquietudes son de gran relevancia para los países en donde aún no se ha establecido la movilidad eléctrica, por lo que es de suma importancia esclarecer las inquietudes. Con este trabajo se busca identificar las barreras y prejuicios hacia los EV, para establecer lineamientos que ayuden a responder alguna de estas inquietudes.

1.2. Objetivos

El objetivo general de este trabajo es caracterizar la demanda por vehículos eléctricos para el caso de Chile. Se plantearon dos objetivos específicos:

- I. *Identificar y cuantificar los factores que influyen en la adquisición de vehículos eléctricos en Chile, aparte del precio de compra.*
- II. *Buscar potenciales diferencias en las percepciones sobre EV para individuos que poseen uno, comparado con quienes postularon por uno.*

Para cumplir estas metas se trabajó con Enel, quienes ofrecieron EV a sus trabajadores mediante un plan de movilidad eléctrica que incluía beneficios especiales y cupos limitados. Se cuenta con tres tipos de individuos: aquellos que concursaron para comprar el EV y lo adquirieron (“**ganadores**”), aquellos que participaron y perdieron (“**postulantes**”), y por último los que no participaron (“**indiferentes**”). Se añadió otro grupo de estudio definido como personas con ingresos altos, que vivían en Santiago, llamados “Externos”. Para estos grupos se realizaron: análisis cualitativo, donde se ejecutaron estudios de grupo focal; para los pertenecientes a Enel se hizo análisis cuantitativo, donde se realizó una encuesta de opinión y una encuesta de preferencias declaradas.

La muestra con que se cuenta es privilegiada, ya que los vehículos se entregaron de manera aleatoria entre los empleados que participaron, tratándose de un experimento de campo, donde la única diferencia entre ganadores y postulantes fue haber recibido un EV. Esto destaca y diferencia el presente estudio de los que se han hecho en esta materia, dado que encontrar una muestra así o realizar dicho experimento es muy difícil.

1.3. Estructura de la tesis

Esta tesis tiene siete capítulos comenzando por el presente que contiene una introducción del trabajo presentado. El segundo capítulo provee de una revisión de la literatura acerca de los vehículos eléctricos y cómo se ha modelado su demanda. Se abordan las características que hacen a los autos eléctricos deseables tanto para el usuario como para la sociedad, así como también las limitantes que hacen difícil su masificación en el mercado automotriz. El tercer capítulo muestra antecedentes de la oferta, demanda y condiciones que tienen los autos eléctricos en Chile e introduce el plan de movilidad eléctrica para empleados de Enel, que jugó un rol protagónico en este trabajo. El cuarto capítulo muestra el análisis cualitativo, incluyendo los estudios de grupo focal realizados para indagar en la demanda por vehículos eléctricos en consumidores chilenos. Por otra parte, el quinto capítulo muestra el análisis cuantitativo, mostrando la encuesta de opinión y la de preferencias declaradas, donde se aborda la forma en que fue obtenida la información y se hace un análisis de los principales resultados que estas encuestas presentan. En el capítulo 6 se calibran los modelos de elección discreta con los datos obtenidos. Se verifican y rebaten las hipótesis planteadas en el quinto capítulo. Finalmente, en el capítulo 7 se presenta un resumen de los principales hallazgos que tuvo esta investigación orientado a cada una de las encuestas realizadas. Por otro lado, se exponen las implicancias en políticas públicas que tiene el trabajo para la movilidad eléctrica en su etapa inicial en Chile. Se presenta también un análisis de sus limitaciones y se plantean nuevas líneas de investigación a seguir.

Capítulo 2

Revisión bibliográfica

2.1. Introducción

Para cumplir con los objetivos del estudio se revisó el estado del arte acerca de la adquisición de EV. Para estudiar este tema existen dos áreas en la literatura. En primer lugar, se tienen estudios de marketing, en los cuales se ejecuta un conjunto de acciones para comprender respuestas del mercado. En segundo lugar, se tienen documentos de elección discreta, donde destacan aquellos basados en encuestas de preferencias declaradas (PD) para mercados poco desarrollados y/o preferencias reveladas (PR) para mercados más avanzados. Ambos métodos anteriores pueden diferenciarse entre ellos, según como sean recolectados los datos o los modelos utilizados. Este capítulo tiene por objetivo mostrar cómo se ha modelado la demanda de los EV y los principales hallazgos. Se abordan las características que hacen que los vehículos eléctricos sean deseables para el usuario como para la sociedad, así como también las limitantes que hacen su inclusión al mercado automotriz más difícil y la relevancia que estas variables tienen en otros estudios.

2.2. Modelamiento adquisición de EV mediante elecciones discretas

El marco teórico donde se sustenta este trabajo es el de elecciones discretas. Este método ha sido utilizadas extensamente para explorar preferencias de los consumidores en áreas de economía, transporte y marketing (Ben-Akiva y Lerman, 1985). Esta metodología requiere que los consumidores sean seres racionales con información perfecta y que estén situados en un mercado homogéneo.

La elección de bienes mediante elecciones discretas se ha modelado mediante observaciones de preferencia del consumidor y con ello han comprendido y/o predicho sus comportamientos. La información utilizada puede ser obtenida de: preferencias declaradas, donde se recolectan las elecciones de un individuo ante uno o más casos hipotéticos; preferencias reveladas, don-

de la información es obtenida de preferencias o elecciones ya realizadas por el individuo; preferencias reveladas más declaradas, donde se mezclan las dos anteriores. Las preferencias reveladas solo muestran una observación por individuo, lo que hace difícil su uso en mercados pequeños (Louviere et al., 2000). Como los EV son un mercado “nuevo” en casi todos los países, es difícil obtener información mediante preferencias reveladas, dado que el tamaño muestral sería pequeño y costoso. Entonces, en general para los EV, se han recolectado datos mediante preferencias declaradas, las que permiten tener una mayor cantidad de respuestas por individuo.

Sin embargo, las preferencias declaradas pueden no reproducir las particiones de mercado actuales, por diversas razones, donde aparentemente la falta de realismo es su principal causante (Louviere et al., 2000). En cuanto al diseño de estas, se debe tener especial cuidado con que la persona esté realmente enfrentada a la situación de elección, que el contexto de la decisión sea bien definido, la complejidad de elegir sea razonable, entre otras. Este último es el problema más desafiante al momento de confeccionar un experimento de preferencias declaradas. Por ejemplo, el juego de elección no puede tener muchos atributos por alternativa o los individuos no considerarían algunos de ellos en su elección o podría perjudicar la calidad de los datos (Arentze et al., 2003). Pero existe un riesgo de que un diseño con pocas alternativas o atributos cometa más errores que un diseño complejo (Cherchi y Hensher, 2015). El nivel aceptable de complejidad depende del tipo de encuestados y de aspectos culturales (Rose et al., 2009). Por otro lado, si la diferencia de un mismo atributo entre alternativas es grande y el diseño posee pocos niveles, es más probable que consideren dicho atributo en su elección (Hensher, 2006). Entonces como recomienda Hensher (2015), el diseño debe apuntar a un experimento no muy complejo, con pocos niveles por atributo y que difieran significativamente entre ellos, con el objeto que todas las alternativas sean “aceptables” para los individuos.

Luego de tener los datos recolectados viene la etapa de modelación. Para esta se deben hacer supuestos sobre la forma de elegir de la persona. Se puede suponer que el individuo elige una alternativa sobre otra cuando esta le entrega una mayor “utilidad”, enfoque de modelación conocido como maximización de la utilidad aleatoria (RUM) (Manski, 1977). O bien, se puede pensar que el individuo toma su decisión basándose en que su arrepentimiento sea mínimo, teoría conocida como minimización del arrepentimiento aleatorio (RRM). Independiente del supuesto anterior, la utilidad (U_{jn}) para cada individuo n de la alternativa j cuenta con una parte sistemática (V_{jn}), que se puede calcular, y una componente aleatoria (ε_{in}). La más utilizada en elección de vehículos de combustible alternativo es la RUM. La utilidad aleatoria es:

$$U_{jn} = V_{jn} + \varepsilon_{in} \quad \forall j = 1, \dots, J, \forall n = 1, \dots, N \quad (2.1)$$

El principal modelo de elecciones discretas es el Logit Multinomial, que asume alternativas no correlacionadas y que los individuos realizan el mismo proceso de decisión. Este modelo cuenta con varias propiedades como: la independencia de alternativas irrelevantes (IIA), no correlación entre los errores de las alternativas, el modelo siempre reproduce las particiones de mercado observadas si está correctamente especificado con $n - 1$ constantes específicas y permite formas funcionales no lineales en los atributos de las alternativas. La probabilidad

de elección del individuo n para la alternativa j tiene la siguiente forma:

$$P(jn) = P(U_{jn} > U_{jm} \quad , \forall m \in M_k, n \neq m) = \frac{\exp(\mu V_{jn})}{\sum_{m=1}^{M_k} \exp(\mu V_{jm})} \quad (2.2)$$

donde M_k es la cantidad de alternativas disponibles en el escenario k , que no necesariamente es igual entre observaciones. Los parámetros β del Logit se calibran mediante el método de máxima verosimilitud y sus resultados incluyen: parámetros de utilidad estimados, significancia estadística de estos parámetros, medidas de ajuste del modelo, valoración de atributos y elasticidades de elección respecto a cualquier atributo. Como se mencionó este modelo depende del supuesto de independencia de alternativas irrelevantes (IAI), este restringe la componente aleatoria de la utilidad de diferentes alternativas.

Las restricciones que presenta este modelo llevaron a los investigadores a desarrollar modelos más sofisticados, como por ejemplo el Logit con datos de panel, el Logit heteroscedástico anidado y el Mixed Logit. El Logit con datos de panel se utiliza para corregir errores al asumir que las respuestas de los individuos son independientes entre sí, lo que ocurre cuando un individuo genera más de una observación. Se calibra con el método del “sandwich estimator”, que Daly y Hess (2010) señala se puede hacer con el programa Biogeme (Bielaire, 2008) agregando la opción [Panel data]. Por otro lado, cuando se quiere mezclar fuentes de datos, en donde se esperen distintos componentes de error, se puede utilizar diferentes parámetros de escala para comprobarlo. Para considerar estas correcciones en un modelo se sigue lo propuesto por Bradley y Daly (1994). El Mixed Logit es una generalización del Logit, acomodando las diferencias en las covarianzas de la componente aleatoria del error y heterogeneidad no observada (Louviere et al., 2000). Este modelo define el grado de heterogeneidad a través de la inclusión de parámetros aleatorios. Para más información sobre estos modelos de elección discreta se recomienda leer los libros Louviere et al. (2000), Ben-Akiva y Lerman (1985) o los artículos Ben-Akiva et al. (2015) y McFadden (1984).

En general, los estudios en adquisición de vehículos ofrecen como alternativas vehículos de combustión interna y autos de combustible alternativo. Los atributos técnicos comúnmente utilizados en los experimentos son: precio de compra, autonomía del vehículo, emisiones, red de carga, tiempo de carga, costos por kilómetro (o costo operacional) o incentivos hacia alguna alternativa. La red de carga se ha definido como un porcentaje de bencineras en la ciudad que tendrán disponible cargadores (Ziegler, 2012). Estas han sido variables del vehículo significativas en la decisión de comprar un auto, pero también se han añadido características del individuo en la función de utilidad como: el ingreso, la edad, el género y la distancia que recorre. Existen modelos más sofisticados que incluyen las actitudes o variables simbólicas de los individuos encuestados y tratan de clasificar a cada uno mediante clases latentes o modelos híbridos. Por ejemplo, Daziano y Bolduc (2013) propone preguntas relacionadas con problemas de tráfico para ver qué efecto tiene ser “pro-ambiente” en la adopción de EV.

Si bien diversos estudios revisados han utilizado información de preferencias declaradas, dentro de ellos se han encontrado encuestas dirigida a distintos tomadores de decisión y mediante diversas plataformas. Por ejemplo, se puede interpretar que la decisión de comprar un automóvil eléctrico es tomada en conjunto como hogar, dado que su elección podría afectar al grupo familiar en su totalidad. Por otro lado, se puede pensar que un vehículo eléctrico

no es visto como un auto familiar dada sus dimensiones y que quienes lo compran serían personas jóvenes con alto ingreso y solteras/os.

La calidad de las respuestas varía si la información es recolectada de manera online o presencial escrita. En este ámbito se ha encontrado un mejores resultados en encuestas escritas que en las online, como en Zhang et al. (2017). Además, si las encuestas son tomadas presencialmente en los sitios de trabajo esto va a evitar sesgos, como la influencia de pares (Hensher, 2015). Mas detalles y consejos para la recolección de datos se pueden encontrar en Louviere et al. (2000).

La metodología elegida, los supuestos sobre la decisión de compra, los datos, el lugar y la forma en que se recolectan marcan las principales diferencias entre los estudios sobre adopción de EV. En la Tabla 2.1 se muestra un resumen comparativo para los estudios revisados para este trabajo. En la sección 2.4 se analizarán los resultados más interesantes de estos.

Tabla 2.1: Metodologías empleadas para estudiar adopción de EV

Referencia	País	Dirigida a	Plataforma	Datos	Modelo
Carley et al. (2013)	EE.UU	Individuos	Online	PD	Marketing
Egbue y Long (2012)	EE.UU	Individuos	Online	PD	Marketing
Golob y Gould (1998)	EE.UU	Hogar	Trial	PD	Marketing
Heffner et al. (2007)	EE.UU	Hogar	Presencial	PD	Marketing
Li et al. (2013)	EE.UU	Individual	Online	PD	Marketing
Lieven et al. (2011)	Alemania	Individuos	Presencial	PD	Marketing
Ozaki y Sevastyanova (2011)	Inglaterra	Hogar	Online	PD	Marketing
Plötz et al. (2014)	Alemania	H+I	Pre+Online	PD	Marketing
Wu et al 2014	China	Individuos		PD	Marketing
Lorentzen et al. (2017)	Noruega	Individuos		PD	Marketing
Ziegler (2012)	Alemania	Individuos	Online	PD	ED
Hidrue et al. (2011)	EE.UU	Individuos	Online	PD	ED
Daziano (2013)	EE.UU	Individuos		PD	ED
Daziano y Bolduc (2013)	EE.UU	Individuos		PD	ED
Axsen et al. (2009)	EE.UU	Individuos	Online	PD/PR	ED
Horne et al. (2005)	Canada	Individuos	Tel+Onl	PD	ED
Kim et al. (2014)	Holanda	Individuos	Presencial	PD	ED
Jensen et al. (2013)	Dinamarca	Hogar	Onl + Trial	PD	ED
Junquera et al. (2016)	España	Individuos	Online	PD	ED
Dimitropoulos et al. (2013)	Holanda	Individuos		PD	ED
Achtnicht et al. (2008)	Alemania	Individuos	Online	PD	ED
Hackbarth y Madlener (2013)	Alemania	Individuos	Online	PD	ED
Lebeau et al. (2012)	Bélgica	Individuos	Online	PD	ED

PD: Preferencias Declaradas, PR: Preferencias Reveladas, ED: Elecciones Discretas, Trial:

Facilitaron EV a los encuestados para estudiar sus percepciones.

2.3. Estudios de marketing sobre adquisición de EV

Los estudios de marketing acerca de los EV se enfocan principalmente en la fase previa a la comercialización de estos, donde han buscado establecer directrices del marketing estratégico, dado su nivel de establecimiento en el mercado. En este se encuentran tres etapas:

1. Identificación de tendencias del ambiente, necesidades y deseos
2. Segmentación del mercado y selección del mercado objetivo
3. Posicionamiento del beneficio o valor.

Para el primer punto se ha identificado a la principal competencia de los EV y se estudia cómo van a cambiar los consumidores en el tiempo. En este contexto, Lieven et al. (2011) clasifica a los potenciales consumidores de EV, sus preferencias individuales y sociales. En el caso del punto 2, se responden preguntas del tipo: ¿qué hace que un consumidor se comporte de una forma u otra? o bien, ¿qué segmento es más conveniente? En este caso, Lebeau et al. (2012) estudia el mercado potencial belga de EV mediante un análisis conjunto. Plötz et al. (2014) identifica características de los potenciales compradores y además sugiere quien debería comprar un EV dada sus características individuales. Carley et al. (2013) también indagaron en estas características para aquellos que declaran intenciones de comprar un EV. Por último, la sub-etapa 3 emplea técnicas para obtener aspectos del producto que son relevantes para los consumidores y opta por destacar aquellos que lo diferencien de la competencia. Por ejemplo, Heffner et al. (2007) emplea métodos cualitativos para comprender las percepciones o ideas de algunos hogares en California sobre los HEV. Li et al. (2013) explora los factores que influyen a los consumidores a comprar un EV. Ozaki y Sevastyanova (2011) analiza las motivaciones que llevaron a comprar un HEV conocido (25 % de tasa de respuesta). Por otro lado, Egbue y Long (2012) se enfoca en las barreras para la adopción masiva de EV con énfasis en las actitudes y percepciones de los consumidores.

2.4. Variables que afectan la adopción de EV

En esta sección se presentan los principales hallazgos acerca de las variables que han afectado la demanda de EV o podría afectarla. Se muestran los resultados de estudios de Marketing y los obtenidos utilizando modelos de elección discreta. Recuerde el lector que la información en estos estudios es obtenida mediante preferencias declaradas, excepto para Axsen et al. (2009). Los países donde se han realizado estos estudios son: Noruega, China, Estados Unidos, Inglaterra, Alemania, Canadá, Holanda y Dinamarca. En cuanto a las muestras utilizadas en estos estudios se tiene que son principalmente potenciales compradores de vehículos, a excepción de Lorentzen et al. (2017) que utiliza usuarios de EV y Jensen et al. (2013) que encuesta personas que condujeron EV por tres meses.

2.4.1. Variables técnicas

El principal elemento que se ha estudiado en la adopción de EV son las variables técnicas, es decir, aquellas que dependen de la tecnología, costos o localización. La más estudiada de estas variables es el precio de compra, que es incluida en casi todos los estudios sobre adopción de vehículos de bajas emisiones, dado las diferencias de magnitud entre el valor de este con la competencia (por ejemplo, Axsen et al. (2009); Carley et al. (2013); Daziano y Chiew (2012); Egbue y Long (2012); Egbue y Long (2012); Hidrue et al. (2011); Horne et al. (2005); Jensen et al. (2013); Junquera et al. (2016); Kim et al. (2014); Lebeau et al. (2012); Li et al. (2013); Ozaki y Sevastyanova (2011); Plötz et al. (2014); Ziegler (2012)). En general, los estudios muestran que esta variable es significativa, o incluso la más relevante para la adopción de EV (Carley et al. (2013) ; Lieven et al. (2011) ; Ziegler (2012)). Hidrue et al. (2011) encuentra que las baterías deberían bajar considerablemente de precio para que los EV penetren el mercado (el costo de la batería representaba casi el 50 % del precio del EV en ese tiempo). En Alemania también hay evidencia que el precio de compra afecta negativamente el uso masivo de los vehículos de bajas emisiones (Ziegler, 2012). Lieven et al. (2011) muestra en un estudio en el mismo país que este factor es el más influyente para los consumidores. Jabeen y Australia (2016) en su revisión bibliográfica encontró que el precio es la segunda mayor barrera luego de la autonomía.

Cabe mencionar que las baterías de los EV son de ión-litio debido a que éstas presentan las mejores condiciones de densidad energética y energía específica de los combustibles existentes en el mercado (revisar Daina (2014) para más información). Knupfer et al. (2017) estima que los autos eléctricos serán rentables para un uso masificado cuando el costo de las baterías esté bajo los \$100 [US/kWh]. Según las predicciones realizadas por la International Energy Agency (IEA) se espera tener precios entre \$100 y \$180 [US/kWh] (IEA, 2017) para el 2020.

Los costos operacionales, o precio por kilómetro recorrido, son una variable que afecta positivamente la adopción de EV. En Alemania, se ha encontrado que un factor positivo hacia la compra de EV es la eficiencia energética que presentan (Plötz et al., 2014) dado que, además de ayudar al medio ambiente, existe una disminución de los costos operacionales en los bolsillos de los usuarios. Además, Jensen et al. (2013) también ha encontrado un factor positivo para la adopción de EV los costos operacionales. No obstante, si bien se ha mencionado anteriormente que el costo operacional es una ventaja que poseen los EV sobre los ICV, se ha encontrado también que este menor costo a veces podría implicar un mayor uso del EV, con lo cual se produce un “efecto rebote”. Este efecto es mencionado por Daziano y Chiew (2012) y encontrado por Small y Van Dender (2007) anteriormente. Es decir, este menor costo operacional es interpretado como una variable favorable hacia el EV por los potenciales consumidores, sin embargo esto podría causar un mayor uso y con ello un efecto negativo en el bolsillo del usuario. Otro problema relativo a los costos operacionales es que se ha encontrado que los compradores de vehículos pueden ser “míopes” (Wang y Daziano, 2015). Esto es, poseen una tasa de descuento superior a la de mercado que produce que evalúen en menor medida el ahorro mensual en combustible de un EV. Esto es relevante puesto a la hora de comprar un auto se fijan mayormente en su costo inicial y en menor medida en su ahorro.

La autonomía es otra variable técnica que se ha incorporado en los modelos de demanda

por EV. Esta es considerada como una de las diferencias de uso más importante entre un EV y un ICV. Ha sido utilizada en numerosas ocasiones para modelos de demanda sobre vehículos de bajas emisiones, como el eléctrico, encontrando un efecto negativo para los EV, altas disposiciones a pagar por aumentar dicha característica - 98.6 [US\$/mi] en Daziano (2013)), entre 66 a 75 [US\$/mi] en Dimitropoulos et al. (2013) o entre 35 a 75 [US\$/km] en Hidrue et al. (2011)- e incluso condiciones irreales de este atributo para lograr competitividad de 570 [km] como en Hess et al. (2006). La autonomía añade un problema adicional en el usuario de EV. Tiene que estar pendiente de la carga restante de su batería para saber si alcanza para llegar a su destino, lo que causa una sensación de molestia o preocupación. Este fenómeno es conocido como “range anxiety” (Daziano y Chiew (2012)) y tiene un efecto negativo en la adopción de EV siendo una variable no observable al momento de investigar acerca de la adquisición de estos autos. Egbue y Long (2012) encuentra que para su muestra la autonomía tiene mayor importancia que el precio de compra y luego le sigue el precio de compra.

La densidad de red de carga pública es otra variable considerada como una barrera para la adopción de EV, debido a una posible necesidad de energía durante la realización de un viaje. Esta variable ha sido añadida en modelos de elección como el porcentaje de bencineras en el lugar del estudio que contarían con cargador de EV (Ziegler, 2012). En este aspecto, Achtnicht et al. (2008) encuentra que la densidad de red afecta a otros vehículos de combustible alternativo, pero al eléctrico no. En cambio, en Hackbarth y Madlener (2013) existe evidencia que la red afecta la adopción de autos de combustible alternativo, pero no específica este parámetro para los EV. Li et al. (2017) encuentra que cuando aumentó 10% la infraestructura de carga también lo hizo la demanda por EV en un 10.8% entre 2011-2013. Pero no es claro que el aumento en red de carga haya causado la variación en demanda o sea solo correlación. Por otro lado, Egbue y Long (2012) encuentran que la densidad de red es la tercera mayor preocupación acerca de los EV. Más estudios relacionados con la red de carga están descritos en Daina (2014), pero la gran mayoría son estudios para autos híbridos enchufables.

Otro aspecto técnico relacionado con el anterior es la posibilidad de cargar el vehículo en el trabajo o en el hogar. Jensen et al. (2013) define variables dummy para la disponibilidad de la carga en el trabajo, en centros de la ciudad y en grandes estaciones de trenes, encontrando que la del trabajo aporta a la adopción de EV. Hidrue et al. (2011) y Carley et al. (2013) por su parte encuentran una mayor probabilidad de compra de EV cuando la persona tiene disponible su hogar para cargar el vehículo.

Los tiempos de carga son otra variable técnica estudiada cuando se comparan compras de autos eléctricos (EV), híbridos enchufables (PHEV) y vehículos de combustión interna (ICV). Para un EV los tiempos de carga son muy superiores a los de un ICV. Ejemplos en la literatura que usan esta variable explicativa al comparar varias tecnologías de automóviles hay bastantes (Carley et al. (2013); Axsen et al. (2009); Daina (2014); Daziano y Chiew (2012); Golob y Gould (1998); Hidrue et al. (2011); Jensen et al. (2013); Junquera et al. (2016); Lebeau et al. (2012); Ozaki y Sevastyanova (2011); Ziegler (2012)). Los resultados obtenidos por estos estudios muestran que el tiempo de espera tiene un efecto negativo en la adopción de EV. La razón de la inclusión de esta variable en los estudios se justifica en que es una desventaja comparativa que tienen los EV sobre la competencia y en que es percibida por los

usuarios de manera crucial, encontrando en algunos casos que se exagera en su percepción acerca de esta.

En cuanto a las emisiones producidas al circular, estas han sido consideradas en estudios que comparan EV, PHEV e ICV, Ozaki y Sevastyanova (2011) encuentran que las bajas emisiones de los Toyota Prius importan a quien compra el auto, pero no es la principal razón por la que se compra, es el precio la principal. Hidrue et al. (2011) incluye en su modelo la variable emisiones como la cantidad emitida relativa a lo que produce un ICV, encontrando que es significativa en la elección de compra. Heffner et al. (2007) encuentra que el beneficio medio ambiental de los HEV es visto como un símbolo de ética y de preocupación por el resto, lo que podría afectar la adopción de tecnologías de combustible alternativo.

En general el efecto que tienen los EV en el medio ambiente es positivo, sin embargo, si se considera el proceso desde la producción de energía hacia la rueda se pueden encontrar efectos positivos en el lugar donde se usa el EV y efectos negativos en donde se produjo la energía para ello (Holland et al., 2016).

Otro aspecto que influencia en la decisión de compra de EV es la “vida” de las baterías que estos utilizan. Estas funcionan durante 8 a 10 años dependiendo de su uso y modo de carga. Por ejemplo, si un EV es cargado frecuentemente en el hogar por mayor tiempo que su carga al 100 % su vida puede disminuir de 10.6 a 10.2 años. En caso que esta batería tenga una vida útil de 8.6 años esta se puede reducir a 8 (Darcovich et al., 2016). En Estados Unidos el rango de vida útil encontrado para estas baterías es de 8 a 10 años cuando los autos recorren alrededor de 100.000 millas al año (U.S. Department of Energy).

La mantención de estos vehículos también genera efectos diversos en la adopción de EV. Por un lado, la mantención cotidiana es más barata para un EV, sin embargo, ante una falla catastrófica los precios pueden elevarse hasta USD\$15.900 - USD\$ 19.900. El mismo problema en un ICV costaría entre USD\$1.600 - USD\$2.000, lo cual representa un sustancial aumento cuando se daña el sistema eléctrico y la batería debe ser reemplazada en su totalidad. Afortunadamente, Matthew (2018) ha mostrado que la probabilidad de que esto ocurra es muy baja, en base a la experiencia en Gran Bretaña.

2.4.2. Variables de usuario

Las variables asociadas al usuario son otro tipo de factores que se ha estudiado para entender la adopción de EV. Estas son aquellas que están relacionados con características propias del individuo, como por ejemplo su edad.

En cuanto a la edad, se ha encontrado que los sujetos jóvenes son más preocupados por el medio ambiente y por ende tienden a preferir más una tecnología sustentable. Este resultado es encontrado por Hidrue et al. (2011) en Estados Unidos, Plötz et al. (2014) en Alemania y Junquera et al. (2016) en España.

La distancia recorrida por el usuario también tiene un efecto en la adopción de EV. Sin embargo, no es claro si es a favor de los EV o en contra, similar a lo sucede con los costos

operacionales. Por un lado, hay autores que han encontrado que mientras más kilómetros viaja un individuo, más tendencia hacia los EV tiene (Plötz et al., 2014) por el ahorro en energía. Pero hay estudios que suponen que quienes viajan mayor cantidad de kilómetros poseen menor tendencia hacia los EV (Junquera et al. (2016) y Ozaki y Sevastyanova (2011)) justificado por el range anxiety y la molestia con la carga.

2.4.3. Variables no observables

En la “teoría de difusión”(Rogers, 2010) se busca explicar como las nuevas tecnologías o ideas son adoptadas por la población. El principal elemento de esta es la innovación, la cual puede ser cualquier cosa que un individuo perciba como nuevo. En este sentido, los autos eléctricos son innovación (pese a que esta existen desde el siglo XIX), ya que la sociedad los percibe como “nuevos”. Para explicar la distribución de la nueva idea u objeto en la sociedad se clasifica a la gente en: innovadores, early adopters, early majority, late majority y los rezagados. En ella se clasifica a un 13.5 % de la población como early adopters quienes son los primeros en incluir dicha idea/tecnología a sus vidas cuando la conocen y perciben que es conveniente para ellos. El resto de los consumidores tenderán a rechazar nuevos productos hasta que se pase una barrera llamada “el abismo” que separa a los “early adopters” de la “early majority”.

En esta misma línea, existen estudios que hacen referencia a la adopción de EV buscando identificar a los early adopters. En el caso de Estados Unidos se encuentra que los early adopters solo comprarán EV si perciben que estos tienen un mejor desempeño que los ICV (Egbue y Long, 2012). Añadido a esto, otro resultado interesante del mismo estudio es que solo el 32 % de los encuestados percibe a los EV más sustentables que los ICV tradicionales, es decir, el 68 % no ve uno de los principales beneficios de los autos eléctricos o peor aún, los ven como desventaja. Dicho esto uno podría interpretar que la percepción de los usuarios hacia esta tecnología puede ser una barrera de entrada para los EV y hay que poner especial atención en ello. Plötz et al. (2014) encontró que los early adopters serán las primeras personas que vean el beneficio costo-eficiencia, donde identifica a jóvenes que trabajen a tiempo completo y que vivan en ciudades de tamaño medio/pequeña. Jensen et al. (2013) descubre mediante un estudio de preferencias antes y después de probar un EV que las preferencias individuales posterior a su uso cambian de manera significativa. Notan que la autonomía de un vehículo es mucho más importante para los usuarios antes de utilizarlo que después de vivir la experiencia. Esto lo atribuyen la brecha que existe entre el alcance que el usuario desearía tener y el que realmente necesita para su quehacer cotidiano, es decir, a su percepción de alcance necesario.

La presión de pares, o el efecto que tiene el grupo cercano al individuo en su toma de decisiones, es algo que en la compra de vehículos eléctricos no se ha estudiado mucho. Axsen et al. (2009) realiza un estudio donde, mediante simulación, encuentra la existencia del “neighbor effect”, es decir, existe un aumento en la disposición a pagar sobre un EV a medida que crece su penetración de mercado. Carley et al. (2013) ha encontrado que una ventaja percibida hacia los EV es la proyección de una imagen ambientalista.

Chan (2007) menciona que la crisis del petróleo incentivó a las varias naciones dependientes

de este combustible fósil a buscar alternativas para el transporte, pues encontraron que su economía se podría ver nuevamente abatida por los movimientos inesperados de este bien. Heffner et al. (2007) encuentra que existen ciudadanos que ven los autos eléctricos como un símbolo anti-guerras, puesto que con ello perciben pérdida de la dependencia que tiene su país con el petróleo, combustible que consideran motivo de varias de ellas.

Li et al. (2013) encontró que los usuarios que compraron un vehículo híbrido tienden a elegir un vehículo del mismo tipo cuando van a cambiar de automóvil. Con esto se puede intuir que un usuario de vehículo de combustible alternativo podría tender más a comprar un vehículo cuando tenga que cambiar de auto.

La poca tolerancia al riesgo es un factor sociológico encontrado por Diamond et al. (2009) que afecta la inclusión de nuevas tecnologías, como el EV. Esto aplica al miedo que el auto se detenga por falta de energía, ya que la nueva tecnología no la sienten de segura, no la han probado, no tienen experiencia con ella y por ende, piensan que les va a fallar.

Uno de los fallos de mercado más común es el de faltas de información, en el cual por desconocer características de un objeto o no ser capaz de procesar todas las alternativas disponibles, se tiene que este no entra en el mercado como lo haría si se tuviese completa información. Por ejemplo, Lieven et al. (2011) encuentra que en Alemania el gran problema con la adopción de EV es la falta de conocimiento que existe hacia esta tecnología, más que los factores técnicos de los mismos. En el caso de Estados Unidos, Golob y Gould (1998) también menciona que percibe insuficiencia en la información manejada por los individuos hacia los EV y que esto podría afectar su demanda.

Finalmente, las variables recopiladas que afectan la adquisición de EV se resumen en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2: Variables que afectan la compra de EV y su clasificación

Tipo de variable	Clasificación	Variable
Técnica	\$	Precio de compra Costos de operación Incentivos Costos de mantención
	Performance	Tiempo de carga Alcance Poder Emisiones
	Localización	Densidad de red Fuente de energía Accesibilidad
Usuario	\$	Ingreso Nivel socio-económico
	Localización	Home/job charging
	Género	Sexo
	Edad	Edad
	Actividades	Actividad ambientalista Distancia recorrida
No observables	Percepción	Estilo de vida Medio ambiente Vanguardia tecnológica Seguridad Manejo Confiabilidad Independencia del petróleo Presión de pares Información usuario

2.5. Incentivos para compra de EV en Noruega

En esta sección se discute los incentivos que se han utilizado para aumentar la adopción de EV en Noruega, país líder en venta de EV con un 40% de ventas anuales en 2017 (EAFO, 2017). En cuanto a dichos incentivos, se han ofrecido comúnmente subsidios monetarios para añadir competitividad financiera frente a los ICV, como: reducción en el precio de compra, disminución de impuestos, exención parcial o total del permiso de circulación, peajes gratuitos, carga gratis, entre otras. En este tema, Ozaki y Sevastyanova (2011) ha encontrado que los beneficios económicos afectan fuertemente la adopción de vehículos híbridos. En otros casos se han empeorado las condiciones de la competencia aumentando el impuesto por contaminantes emitidos. Otras medidas alternativas para incentivar a los EV están asociadas al uso. Por ejemplo, aumentos en red de carga, dar acceso a vías exclusivas, estacionamientos gratuitos, entre otras.

Para ver los efectos empíricos de los incentivos, se mira el caso de Noruega, quienes hace casi 30 años comenzaron a incentivar la compra de vehículos eléctricos. Los beneficios que ha ofrecido el estado de Noruega a los usuarios de EV son los mostrados a continuación:

- Exención al impuesto de compra de vehículo particular (1990)
- Reducción del permiso de circulación (1996)
- Exención del impuesto a la compra de EV (1996)
- Peajes gratuitos (1997)
- Estacionamientos municipales gratuitos (1999)
- Reducción de impuesto a las compañías que ofrecen EV (2000).
- Ventas de EV sin IVA (2001)
- Bajo precio de la electricidad
- Instalación de red de carga pública
- Carga gratuita
- Acceso a vías exclusivas de buses (2003)
- Viajes en Ferries gratuitos (2009)
- Exención de impuesto al valor agregado en la compra de EV o baterías (2015)

Un conjunto extenso de beneficios ofrecidos para incentivar la movilidad eléctrica en el país, pero ¿cuáles de los beneficios son más determinantes para aumentar la participación de los EV? La respuesta a esta pregunta no es trivial, puede que medidas “malas” estén siendo cubiertas por las “buenas”. En Lorentzen et al. (2017) se presentan los resultados de una encuesta donde se les preguntó a 12.000 usuarios de EV cuáles eran los tres beneficios sobre movilidad eléctrica que consideraban más importantes. Los resultados se muestran en la Figura 2.1.

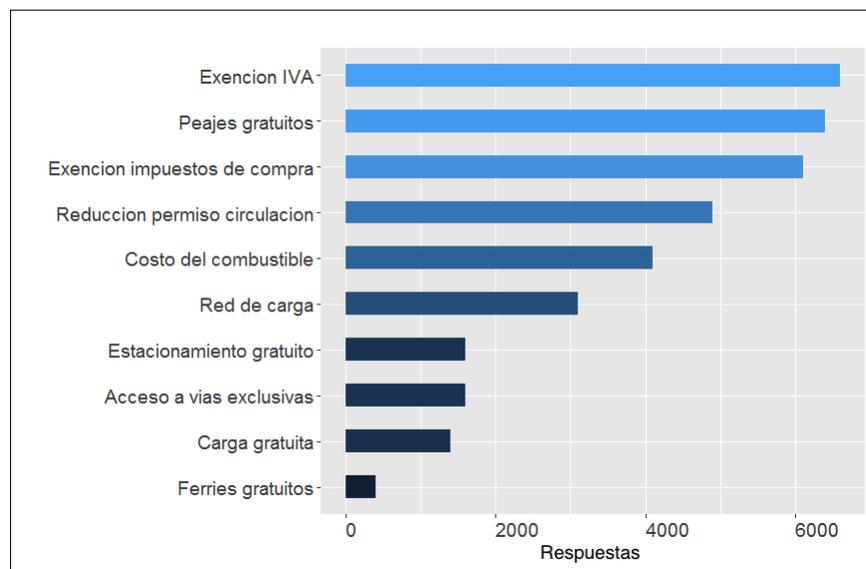


Figura 2.1: Evaluación de incentivos ofrecidos en Noruega por usuarios de EV. Fuente: Lorentzen et al. (2017)

Se puede ver en la Figura 2.1 que los cinco primeros incentivos elegidos son monetarios. Recién en el lugar número seis se encuentra uno diferente: la red de carga. Esto entrega señales de que lo principal para introducir este tipo de tecnología es situarla como conveniente económicamente y el resto es secundario. En este mismo estudio se hace mención a que la red de carga no es determinante por sí sola para la masificación de EV dado que los usuarios en general no las utilizan frecuentemente, sino que cargan en casa o en el trabajo. Para ejemplificar mencionan el caso de Dinamarca, país con un notable desarrollo de red de carga pública (similar a la de Noruega) pero que no surge en cuanto a venta de EV refiere.

Sin embargo, hay estudios que mencionan que los beneficios monetarios pueden tener un efecto pequeño en la partición de mercado de los EV si la gente no confía en la tecnología o la desconoce (Egbue y Long, 2012). Además, hay estudios que sostienen que las políticas públicas iniciales debiesen ir orientadas a aumentar la aceptación de los vehículos con fuentes de energía alternativas en vez de subsidiar el precio de compra, reducir los impuestos o medidas de aporte monetario (Ziegler, 2012). Algunos autores recomiendan informar a la comunidad y a las empresas que fabrican autos eléctricos, dado la falta de información entre ellas es la barrera principal para los EV (Lieven et al. (2011) y Hess et al. (2006)).

Capítulo 3

Antecedentes vehículos eléctricos en Chile

El objetivo de este capítulo es contextualizar brevemente el desarrollo que han tenido los vehículos eléctricos en el mercado nacional. Para ello se revisaron las ventas en Chile, la oferta disponible y las proyecciones para este mercado. Finalmente, se presenta el plan de movilidad eléctrica para empleados de Enel, iniciativa privada orientada a aumentar la adopción de EV. Este plan tuvo un rol protagonista en el estudio, ya que se encuestan personas que hayan participado de éste adquiriendo un vehículo eléctrico, quienes no adquirieron uno y también personas que no participaron del concurso.

El plan de movilidad eléctrica para empleados de Enel destaca, ya que ofreció condiciones no observables en el mercado para incentivar a sus trabajadores a conseguir un vehículo eléctrico. La elección de los ganadores del concurso fue realizada de manera aleatoria, brindando la oportunidad de conocer el efecto del tratamiento (adquirir un EV) sin sesgo de selección.

3.1. Descripción del mercado

La Figura 3.1 presenta las ventas de EV en Chile, donde se tiene que a octubre de 2017 se habían vendido 200 autos eléctricos en Chile (ANAC, 2017), donde el mayor aumento de ventas de estos ocurrió en el año 2017. Esta información incluye la venta a corporaciones, instituciones privadas, públicas y particulares. Los modelos de EV más vendidos hasta esa fecha son el Hyundai Ioniq, BMW i3 y Nissan Leaf, con unidades vendidas de 40, 31 y 26 respectivamente. En cuanto a los modelos PHEV se encuentra que los más vendidos son el Mitsubishi Outlander, Porsche Cayenne híbrido y BMW i8 con ventas acumuladas de 30, 10 y 9 unidades respectivamente.

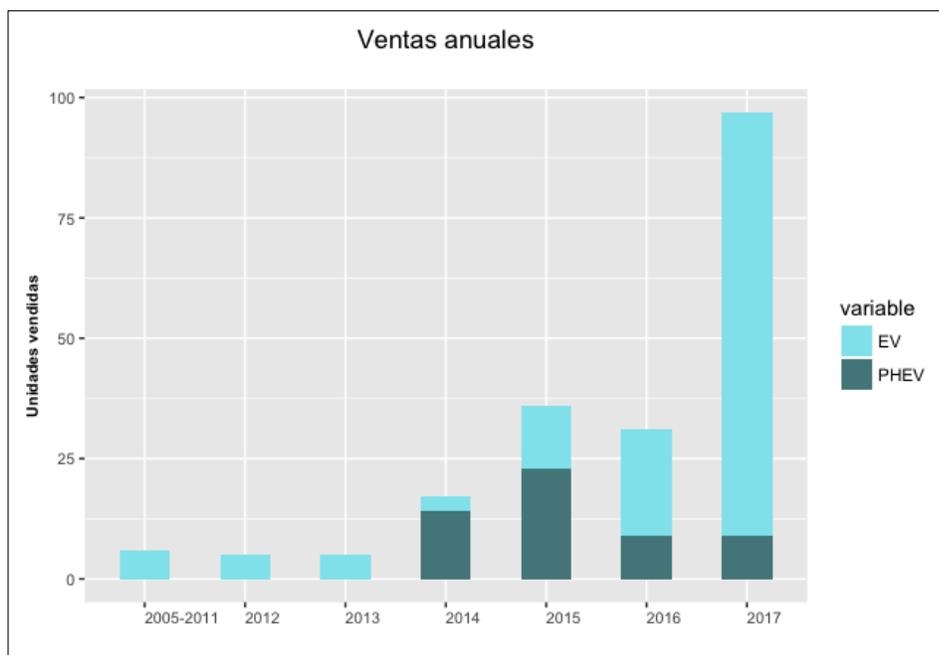


Figura 3.1: Ventas anuales de autos eléctricos (EV) e híbridos enchufables (PHEV) en Chile. Fuente: ANAC Octubre 2017.

En cuanto a la oferta de vehículos, se encuentra que hay algunos modelos de venta directa en el país y otros de importación. En el caso de los disponibles para mercado chileno se cuenta con cuatro modelos, mostrados en la Tabla 3.1, donde se detalla el precio de compra, la autonomía y la velocidad máxima que alcanza el vehículo.

Tabla 3.1: Modelos de Autos Eléctricos disponibles en Chile.

Nombre	Marca	Precio [\$ millones]	Autonomía [km]	Vmax [km/h]
ZOE	Renault	24	200	130
i3	BMW	36	250	120
Ioniq	Hyundai	24	280	N.D
iMiEV	Mitsubishi	30	150 - 200	130

El precio de compra de los EV es la primera barrera que se presenta a los usuarios cuando evalúan adquirir de esta tecnología. La diferencia de precios es muy alta. Para el caso chileno se tiene que un ICV nuevo de similares características al Renault ZOE es el Renault Clio. Este último tiene un precio de \$8.5 millones de pesos. Por otro lado, el Renault ZOE cuesta aproximadamente \$24 millones de pesos. Es decir, el EV más barato es tres veces más caro que un ICV de similares características. Esta diferencia es muy relevante, dado que reduce sustancialmente la cantidad de personas que pueden acceder a este producto. En Santiago, el 80% de los hogares gana menos de \$1.000.000 CLP mensuales (SECTRA, 2014), cifras con las cuales parece casi imposible poder acceder a un EV para un gran porcentaje de la población.

En cuanto al costo operacional, definido como el costo que tiene andar en el vehículo, se tiene que un vehículo eléctrico puede andar 100 km con alrededor de 1.400 [CLP]¹, por su parte un ICV de similares características necesitaría de 4.200² [CLP/100km]. Un EV posee costos operacionales 3 veces menor que un ICV e incluso para algunos modelos de ICV menos eficientes esta cifra aumentaría.

Un problema para los EV en Chile es que a principio de cada año se debe pagar un monto según el precio de compra del vehículo. Por ejemplo, el costo del permiso de circulación para Nissan Leaf es de alrededor de CLP\$ 600.000. Valor superior al de un auto con similares características pero con motor de combustión interna.

El rango de manejo o autonomía que tienen los EV a plena carga va entre 150 a 280 [km] dependiendo del vehículo y el año de fabricación, mientras que un ICV a estanque completo alcanza valores de entre 600 a 1.200 [km]. Además, en cuanto a la densidad de red para cargar los vehículos eléctricos y los bencineros se tiene que en la región metropolitana existe una gran diferencia entre ambas. En el caso de las estaciones de servicio se cuenta con alrededor de 598 en la Región Metropolitana, mientras que solo se cuenta con 18 electrolinerías (Fuente: Enel Distribución S.A).

Finalmente, en cuanto a la evolución del mercado de autos eléctricos, las proyecciones nacionales de la asociación de generadoras de Chile (ver Tabla 3.2) preveían un aumento considerable de taxis eléctricos, dado que recorren una mayor distancia en promedio y los bajos costos de operación bajos de los EV los hacen muy rentables. Haciendo un análisis de costos en valor presente se tiene que el taxi recupera la inversión entre el tercer y cuarto año, mientras que el auto eléctrico lo haría entre ocho y diez.

Tabla 3.2: Escenarios futuros de la electromovilidad en Chile, caso base (J. Clerc et al., 2017).

	2020	2030	2050
Buses eléctricos	180	520	1.950
Taxis eléctricos	700	28.000	62.000
Vehículos eléctricos particulares	1	128	3.000

¹Elaborado con el promedio de los EV disponibles en Chile y usando el precio de la electricidad de Enel para el mes de enero 2017.

²Considerando un ICV con rendimiento de 16 [km/lt] y el precio de la bencina de 95, enero 2017

3.2. Plan de movilidad eléctrica para empleados, Enel

En 2017 la multinacional Enel implementó un ambicioso programa para potenciar la comercialización de vehículos eléctricos. Este programa tomó el nombre de “Plan de movilidad eléctrica para empleados, Enel”. El programa consistió en realizar un sorteo entre los trabajadores interesados en adquirir un vehículo eléctrico. En éste se debía postular a la opción de compra por uno de los tres modelos de vehículos ofrecidos por la empresa. Para esta primera versión del plan se realizaron algunas actividades informativas iniciales: test drive con capacidad para 20 individuos donde podían manejar dos de los tres vehículos presentes, entrega de folletos en la sede principal y promoción vía correo electrónico.

La adquisición de estos vehículos mediante el programa presentaba varios beneficios en términos económicos, de uso y de seguridad indicados a continuación:

- *Descuento sobre el precio de compra*. Un porcentaje del costo vehículo era cubierto por la empresa en caso de que el dueño aceptara colocar el logo de la misma en el vehículo y también hay un descuento por parte de la marca del vehículo.
- *Préstamo tipo “Compra Inteligente” sin interés para pagar el resto del valor del vehículo*. En esta modalidad se pacta un valor residual del automóvil y el monto restante se paga en cuotas que dependen del plazo pactado.

Finalizado el período de préstamo del vehículo (previamente definido), la persona debe decidir si pagar el valor residual acordado y mantiene el vehículo o lo devuelve a la automotora.

- *Instalación gratuita de cargador domiciliario*. Para cada uno de los ganadores, la empresa se comprometió a instalar una estación de recarga en casa de 3.5 [kW] para aquellos que contaran con una red eléctrica superior a 10 Amperes.
- *Estacionamiento preferente con estación de recarga en la sede principal de la empresa*. Se dispuso de catorce estacionamientos con carga de 7 [kW] y uno de carga rápida (50 [kW]). El uso de estos cargadores no presenta costos al usuario por la electricidad utilizada.
- *Mantenciones incluidas hasta ciertos kilómetros recorridos*. Éste beneficio variaba según el vehículo.
- *Rebaja en el precio del seguro automotriz*. El monto rebajado depende de si el beneficiario accede a portar el logo de la empresa aseguradora en su vehículo.
- *Garantía de la batería del auto*. Para aquellos que optaran por quedarse con el vehículo se les ofrece una garantía de entre 5 a 8 años.

Los vehículos que se ofrecieron fueron los siguientes (Las propuestas económicas de los vehículos no se muestra, ya que es información clasificada de Enel):

Tabla 3.3: Automóviles ofrecidos para el concurso

	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3
Autonomía [km]	200-250	200-250	200-250
Vehículos disponibles	25	5	Sin límite

En la primera etapa se ofrecieron 30 cupos y hubo 65 participantes. El método de selección de beneficiarios fue un sorteo aleatorio, realizándose mediante tómbola con todos los postulantes presentes el día 6 de enero del 2017 (ver Figura 3.2) y los automóviles fueron entregados entre mayo y junio del mismo año.



Figura 3.2: Foto aérea del escenario donde se realiza la entrega de los autos eléctricos. Fuente: Enel.

En las siguientes secciones aquellos que hayan adquirido un vehículo eléctrico mediante este programa serán llamados “ganadores”, quienes hayan postulado sin ganar serán “postulantes” y aquellos que no tuvieron interés quedarán definidos como “indiferentes”.

La oportunidad que brindó Enel a sus trabajadores fue única y ventajosa comparándolo con las ofrecidas por el mercado chileno. Adquirir un Nissan Leaf con condiciones de mercado actual, sin cargador domiciliario ni estacionamiento en el trabajo tendría una cuota mensual de \$925 mil (préstamo automotriz banco BCI, ver Anexos A). Este valor sería entre cuatro a cinco veces más que lo ofrecido por la compañía y no incluiría beneficios asociados a lugares de carga, ni reducciones de seguro.

Este plan benefició también a la academia, porque entregó condiciones que permitieron estudiar el efecto que tiene tener un vehículo eléctrico sin sesgo de selección. Esto dado que los ganadores fueron elegidos al azar y llevaban varios meses utilizando el vehículo cuando se realizó el estudio, por lo cual eran conscientes acerca de sus características. El plan permitió: comparar percepciones de los ganadores y postulantes hacia la movilidad eléctrica, identificar y evaluar las variables que afectan la demanda de EV y tener un catastro cualitativo de la experiencia que tuvieron los usuarios con los autos.

Capítulo 4

Análisis Cualitativo: Estudios de grupo focal

Este capítulo contiene los resultados del análisis cualitativo, que consistió en estudios de grupo focal que se realizaron para guiar la tesis de movilidad eléctrica. En las siguientes secciones se muestran dos conjuntos de estudios de grupo focal, ‘Externos’ y ‘Enel’. El llamado ‘Externos’ fue realizado a santiaguinos de altos ingresos con entre 35 - 55 años de edad y fue llevado a cabo en mayo de 2017. El segundo de estos, ‘Enel’, fue dirigido a los trabajadores de la compañía, donde se hicieron tres encuentros en septiembre del mismo año. Uno para los ganadores del plan de movilidad eléctrica, otro para los postulantes del mismo plan y un último encuentro para aquellos indiferentes en participar del mismo. Para llevar a cabo estos estudios se utilizaron pautas confeccionadas en conjunto con la socióloga Judith Ahumada (ver Anexos A).

La metodología de estos estudios de grupo focal consistió en llevar unas seis a ocho personas de cada grupo objetivo a un café céntrico de la ciudad, ofrecerles una merienda y entre tanto hacerles preguntas para indagar sobre su percepción que tenían acerca de los vehículos eléctricos. La estructura definida de estos buscaba que cada concepto, asociación, idea o conjetura naciera espontáneamente entre los participantes para evaluar las principales componentes que rodean la percepción de los EV.

Los resultados de estos estudios se encuentran en los reportes técnicos Ahumada (2017a) y Ahumada (2017b). Este capítulo termina con un análisis sobre los resultados obtenidos entre ambos conjuntos de estudios y también acerca de las diferencias entre los tres grupos de empleados de Enel.

4.1. Estudio de grupo focal a Externos

Este estudio de grupo focal estaba orientado a ‘Externos’, identificados como personas residentes en la Región Metropolitana entre 35-55 años de altos ingresos que ya cuenten con al menos un vehículo en su hogar. Se realizaron tres encuentros para este caso y los participantes de cada uno de estos son mostrados en la Tabla 4.1. La pauta con la que se dirigieron estos encuentros es “Pauta focus group, Externos” (ver Anexos A).

Tabla 4.1: Asistentes a encuentros de grupo focal, grupo “Externos”.

	Participantes	Género
Grupo 1 ‘Académicos’	5 profesores Asociados pertenecientes a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile	4 hombres y 1 mujer
Grupo 2 ‘Profesionales que trabajan en el centro de la ciudad’	8 asistentes, ex-alumnos de la FCFM y profesionales del Banco Estado	6 hombres y 2 mujer
Grupo 3 ‘Profesionales que trabajan en el barrio el Golf’	6 asistentes externos	5 hombres y 1 mujer

Estas personas son profesionales, principalmente ingenieros de distintas áreas. Los contactados por la Universidad de Chile estaban vinculados al mundo de la investigación y las políticas públicas, mientras que los contactos externos eran asesores, inversionistas y empresarios vinculados al mundo privado.

El objetivo de este estudio de grupo focal fue explorar la demanda de vehículos eléctricos para conocer los posibles aspectos, más allá del valor de entrada, que influyen en la adquisición que estos han tenido en la Región Metropolitana, así como identificar aspectos que podrían potenciarla. Estos encuentros fueron realizados en mayo de 2017. Los resultados son obtenidos del reporte sobre el análisis cualitativo realizado por Judith Ahumada (Ahumada, 2017a).

Aspectos generales del estudio

- Los mayores beneficios asociados a la movilidad eléctrica fueron las emisiones y el bajo costo operacional percibido por los participantes. Por el contrario, las desventajas más nombradas han sido el alto precio de compra y el tamaño de estos vehículos, esto último debido a que lo asocian a “inseguridad” en caso de accidentes.
- La decisión de compra se toma generalmente junto a la pareja, especialmente si se trata del auto familiar. En el caso de vehículos eléctricos, se proyecta una decisión más individual por asociarse a segundo auto o a usuario soltero.
- Al hablar de un modo de pago en el cuál se arrienda la batería se observa que se asocia al actual arriendo de equipos celulares. Lo vieron como una ventaja, aunque algunos prefieren ser dueños del auto completo. A los más innovadores les pareció buena idea asociado a una compra inteligente.

- La “compensación por riesgo” no generó atractivo, en algunos aumentaba la desconfianza: “con la garantía normal debería bastar”.

Variables consideradas para la compra de vehículos

Antes de hablar de la electro movilidad, se les preguntaba acerca de cómo es su proceso de elección o compra de vehículo, donde las personas indicaron en qué atributos se fijaban al momento de elegir. A modo general, los participantes mencionaron que la compra de un automóvil se relacionaba directamente con el uso y el ciclo de vida del mismo.

Los atributos mayormente mencionados fueron el precio de compra, tamaño, comodidad, seguridad (muy vinculado por ellos al tamaño), rendimiento, marca, lugares donde hacer la mantención, diseño y desempeño. A nivel de significados, los aspectos considerados pueden agruparse de la siguiente manera:

- **Precio de compra:** es relevante, ya que la compra de un automóvil requiere un alto desembolso inicial que repercute en el presupuesto familiar de los entrevistados. Este precio fija un rango o techo del valor que pueden gastar.
- **Tamaño:** se describe como parte de la comodidad y la seguridad. Es un atributo que destacan de manera espontánea asociada al modelo que eligen comprar. Por un lado, es parte de la comodidad que se busca para el traslado, y por otro lo asemejan a la resistencia frente a accidentes que comprometan al vehículo y sus pasajeros.
- **Comodidad:** se considera importante para los entrevistados ya que pueden pasar largas horas arriba del vehículo, además incluye el traslado de la familia que requiere el espacio por persona y sus artículos personales.
- **Rendimiento:** se dejan guiar por la recomendación del fabricante. Algunos señalan que es distinto lo que se ofrece versus lo que realmente rinde.
- **Marca:** es un atributo relevante, ya que la marca les habla sobre la calidad del automóvil. Señalan que es importante en el sentido de la confianza, trayectoria y prestigio que les trasmite. La marca los lleva a la confiabilidad sobre la calidad del automóvil asociado a que “no fallará” y se ahorrarán costos en mantenciones.
- **Ubicación mantención:** son importantes por el tiempo de traslado hacia el lugar de la mantención, especialmente para las mujeres.
- **Diseño:** la estética, el color, las líneas y definiciones del diseño son importantes como elementos de agrado, así como identificación con estilo de vida. Valoran los diseños, ergonómicos e inteligentes.
- **Desempeño:** para algunos, especialmente hombres, es relevante que el automóvil tenga potencia para llegar a la velocidad deseada. Otros mencionan que prefieren que tenga caja de transmisión automática por la comodidad en el manejo.

Imagen y atributos de los vehículos eléctricos

Las proyecciones que tienen son amplias y se registran a partir de experiencias puntuales, como en estadías o viajes al extranjero, haber accedido a información específica (audiovisual, radio, publicaciones, noticias, etc...) o a partir de conversaciones entre pares. De manera espontánea asociaron la electro movilidad a la marca “Tesla”, como marca que desarrolla vehículos con esta tecnología. Paralelamente, proyectaban modernidad en el sentido de ir a la vanguardia y las asociaciones se vinculan también a la sustentabilidad, referido a lo ecológico

y amigable con el medio ambiente.

Un resumen de las percepciones que tuvo este grupo acerca de los aspectos positivos y negativos de los vehículos eléctricos se presenta en la Tabla 4.2. Es importante destacar que en el grupo “Externos” el tiempo de carga fue una variable mencionada de manera muy aislada por parte de los participantes. Esto podría atribuirse a que no existe información suficiente o a que hay barreras de “primera capa” en los vehículos eléctricos que no dejan que el consumidor vea el resto. Este hallazgo se contrasta con lo que se verá mas adelante para el estudio de grupo focal ‘Enel’, donde enfatizan el tiempo de carga como barrera para la adopción de EV.

Cuando ordenaron las variables según relevancia el precio de compra ocupó el primer lugar, y en segundo lugar el tamaño del vehículo. Luego, se encontraban la autonomía, red de carga y la accesibilidad a la mantención.

Entonces, a nivel de análisis cualitativo, se identificó que el costo inicial es una barrera significativa al momento de pensar en la compra de un automóvil eléctrico. Se pudo diferenciar dos aspectos: el costo total de compra del vehículo está por sobre el máximo que están dispuestos a pagar y por el mismo valor de un automóvil eléctrico se pueden comprar un automóvil de combustible fósil que cumpla o sobrepase sus expectativas en atributos como comodidad, confiabilidad y desempeño. Una segunda barrera relevante se relaciona con la autonomía y la densidad de red en la ciudad que hoy se consideran insuficiente para garantizar se cumpla la funcionalidad y comodidad del traslado. En ese sentido, mencionan que el cambio tecnológico tiene un costo al comienzo de su inmersión al mercado y prefieren “que sea otro él que lo pague”.

Percepción del usuario de vehículos eléctricos

En cuanto al usuario de EV, proyectaron principalmente a un hombre. A nivel de edad, si bien consideraban que es alguien joven, debe tener sobre 30 años para tener el poder adquisitivo que requiere la compra de vehículo eléctrico. Lo describieron como:

- Soltera/o, no se proyectaba como un padre o madre de familia.
- Es un profesional tipo arquitecto, puede ser independiente o un alto ejecutivo.
- Es alguien vanguardista, innovador y sofisticado.
- Por un lado su personalidad puede ser reservada. También mencionaron que es alguien que va a la vanguardia en el uso de tecnología.

4.2. Estudio de grupo focal Enel

El objetivo de este fue recolectar percepciones acerca del plan de movilidad eléctrica del que fueron o pudieron haber sido parte, tener una idea preliminar de como apreciaban los incentivos ofrecidos, juntar experiencias iniciales con los vehículos eléctricos por parte de los ganadores y con esta información poder confeccionar la encuesta. Los tres encuentros de grupo focal estuvieron destinados para los grupos mostrados en la tabla 4.3 y se guían

Tabla 4.2: Resumen percepciones sobre vehículos eléctricos, Grupo focal “Externos”.

Variable	Positivo	Negativo
Precio de compra		Se observa como una dificultad y freno para la compra. El alto precio se asocia a que aún no está desarrollado el mercado.
Tamaño	Adecuado para la ciudad y tramos cortos	Pequeños y aparentemente inseguros para trasladar a la familia
Autonomía	Se percibe que esta tecnología está mejorando; desarrollo en tecnología de las baterías	Consideran que la autonomía actual es insuficiente, en especial para viajes largos. Perciben un valor promedio de 100 [km], muy por debajo del actual.
Range anxiety (miedo de no llegar al destino por falta de carga en la batería)		Existe un miedo considerable a “quedar botado” y no saber que hacer o tener que estar mucho tiempo esperando para salir de esa situación
Red de carga	Perciben que esta puede tener una rápida implementación	No saben donde ir en caso de que tengan que recargar el vehículo en mitad de un viaje. Consideran falta más instalaciones de carga dentro de la ciudad antes que los vehículos eléctricos sean masivos.
Costo operacional	Consideran que es más barato que el combustible fósil	Hay falta de información sobre el menor gasto operacional al cambiar de ICE a EV
Sustentabilidad	Cero emisiones. No emite ruido	Preocupación por el residuo de las baterías y la matriz energética nacional que producirá la energía que utilizarán estos autos. El no emitir ruidos podría causar accidentes.
Gasto en mantenimiento	Medianamente perciben que serían más bajo por el menor desgaste de las piezas	Consideran que al ser tecnología nueva, serían más costosas las mantenciones, ya que se requieren técnicos especializados
Poder	Sería una ventaja destacada de manera aislada	Conocen muy poco sobre la potencia a nivel técnico
Diseño	Aerodinámicos, livianos y limpios	Tienen la percepción de que los que hay en Chile son poco agradables estéticamente

por “Pauta focus group, Enel” (ver Sección Anexos A). Estos encuentros se realizaron en Septiembre 2017. Los resultados fueron obtenidos del reporte sobre el análisis cualitativo realizado por Judith Ahumada (Ahumada, 2017b).

Los participantes fueron principalmente hombres que trabajan en el negocio de la elec-

Tabla 4.3: Asistentes a encuentros de grupo focal, grupo “Enel”.

	Participantes	Género
Ganadores	5 asistentes	5 hombres
Postulantes	8 asistentes	6 hombres y 2 mujer
Enterados	8 asistentes	6 hombres y 2 mujer

tricidad tanto en la distribución, operación y algunos en sustentabilidad e innovación de la industria eléctrica. A la vez, trabajaban todos en el centro de la ciudad de Santiago y eran usuarios intensivos de automóvil.

Percepción sobre movilidad eléctrica

Los tres grupos entrevistados coincidieron en que la movilidad eléctrica es tendencia, vanguardia e innovación tecnológica. Se considera una tecnología que cumple con parámetros de alta eficiencia y sustentabilidad que debe ir acompañado de una matriz energética limpia, aún en desarrollo a nivel nacional. Además, mencionaron que la electromovilidad se está incorporando de forma lenta y consecuentemente el costo de entrada es alto, lo que actúa como la principal barrera para su adquisición. A esto se le suma también que estos vehículos están destinados a utilizarse solo en ciudad, dada la autonomía insuficiente, imponiendo una mayor barrera de entrada.

Las principales fortalezas que destacaban del automóvil eléctrico, se relacionan con la eficiencia. Se destacó que casi toda la energía que genera se utiliza, que la energía eléctrica es más barata y actualmente es gratis en electrolinerías, lo que se tangibiliza en menor costo mensual en energía, en comparación a ICV. Además, el ser “cero emisiones” ambientales como acústicas les parecía un beneficio a nivel de la disminución en huella de carbono y les generaba un sentimiento de “estoy haciendo algo”. También desde el punto de vista emocional, disponer de una tecnología novedosa y vanguardista es altamente atractivo entre sus pares y familiares. En general, los ganadores comentaron que se sentían “rockstars”, ya que la gente los detenía en alguna esquina para preguntarles acerca de su vehículo, del rendimiento, potencia, autonomía, entre otros. Las fortalezas percibidas hacia los EV se encuentran en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4: Beneficios percibidos hacia los EV según grupo, encuentro Enel.

	Ganadores	Postulantes	Indiferentes
Beneficios	Aceleración		
	Conducción		
	Excelente 2 ^{do} auto		
	Comunidad de whatsapp		
	Pioneros	Pioneros	
	Imagen	Imagen	
	Eficiencia	Eficiencia	
	Costos de mantención	Costo de mantención	
	Emissiones y ruido	Emissionesy ruido	Emissiones y ruido
	Costo de energía	Costo de energía	Costo de energía

Estos beneficios percibidos fueron mencionados de manera espontánea por los participantes de los estudios de grupo focal. Se les preguntó acerca de los beneficios que percibían ellos de los EV y hubo diferencias entre la cantidad de factores que mencionaron, ilustrados en la Tabla 4.4.

En cuanto a las debilidades del auto eléctrico se obtuvo que todos los grupos coincidieron espontáneamente en que las principales son el precio de compra, la autonomía, red de carga y ubicar dónde hacer la mantención. Los ganadores y postulantes perciben además que el tiempo de carga y el ruido son también una barrera, entendiendo que la falta de ruido puede traer consigo un mayor riesgo de accidentes. Finalmente existieron barreras que sólo los ganadores aprecian y tienen que ver con el permiso de circulación, el seguro automotriz y los impuestos asociado al tener un auto eléctrico (dado el alto costo de estos). Sentían que en vez de ser beneficiados por utilizar esta tecnología, amigable con el medio ambiente, eran penalizados.

Tabla 4.5: Principales barreras percibidas hacia los EV según grupo, encuentro Enel

	Ganadores	Postulantes	Indiferentes
Barreras	Precio de compra	Precio de compra	Precio de compra
	Autonomía	Autonomía	Autonomía
	Acc. a mantenciones	Acc. a mantenciones	Acc.a mantenciones
	Red de carga	Red de carga	Red de carga
	Tiempo de carga	Tiempo de carga	
	Ruido (accidentes)	Ruido	
	Permiso de circulación		
	Impuestos		
	Funciones limitadas		

Un resultado destacado de estos encuentros de grupo focal fue la *diferencia sobre la percepción de la red de carga*. Por un lado, los no-usuarios (postulantes más indiferentes) mencionaron que la red de carga en Santiago y afueras de esta eran una barrera considerable en la incorporación masiva de los vehículos eléctricos. No obstante, los usuarios (ganadores) se preocupaban sólo por la red de carga entre ciudades para poder iniciar un viaje desde Santiago y llegar a otras ciudades, dado que al parecer con la carga domiciliaria y la carga en el trabajo les bastaba. Este interesante hallazgo preliminar motivó el enfoque de esta tesis para las siguientes secciones, se volverá a hablar de este interesante hallazgo preliminar más adelante.

Uso del automóvil eléctrico

Los ganadores mencionaron que, en general, los recorridos y las distancias dentro de la ciudad no habían variado con el uso del automóvil eléctrico. El patrón de recorrido y la intensidad de uso del automóvil siguen siendo las mismas que tenían con el auto a combustible fósil. En general, los usuarios mencionaban que el vehículo eléctrico es su segundo auto que usan para los viajes dentro de la ciudad. Sin embargo, un caso particular menciona haberse quedado con el eléctrico como vehículo único y que su frecuencia de viajes en auto hacia la V Región había bajado (estos viajes ahora los realiza en bus).

La carga del vehículo se realiza principalmente en el hogar y también en el trabajo (Green Parking, Enel), especialmente para aquellos que recorrían una mayor cantidad de kilómetros diarios. La periodicidad de carga dependía de las distancias diarias que recorrían cada uno de los usuarios. Para algunos era suficiente cargar el auto cada dos o cuatro días. En menor medida mencionaron recargar en electrolinerías ubicadas en las cercanías de centros comerciales o supermercados, ya que aprovechaban ese tiempo y se ahorraban el gasto en electricidad. Valoraban los indicadores de carga que les permitía un uso eficiente y controlado de la energía, es decir, podían planificar y racionalizar la carga y el consumo de electricidad. Inicialmente se sospechaba que recargaban con similar frecuencia en casa y trabajo por las facilidades que presentan, más adelante se mostrará con los resultados de la encuesta de opinión que esto ocurría. Es evidente que cargaban en menor medida en electrolinerías, pero aquí se debe hacer un análisis sobre si esto ocurría por la escasez de estas o porque no son necesarias para ellos. El uso de las estaciones de carga internacional indica que puede ser lo segundo.

En relación a las primeras preocupaciones que tuvieron con su EV, las fallas mecánicas y el acceso a mantenciones fueron las primeras, desplazando casi en su totalidad a las aprensiones por la autonomía y red de carga. En ese sentido, reconocieron que al principio tenían mucha preocupación por llegar a destino con la carga, sin embargo notaron un rápido aprendizaje al momento de tener que calcular las distancias con facilidad.

Respecto al uso futuro de la electromovilidad, mencionaron que está sujeta a las condiciones de una próxima versiones del Plan. Si la oferta es mejor que la anterior volverían a postular y devolverían el vehículo eléctrico actual. Esperaban que al avanzar los años se tenga mejores condiciones sobre todo en autonomía, la cual esperan aumente rápidamente. Por otra parte, en caso de que las condiciones no mejoren pretendían devolver el vehículo finalizado el período, por lo que es de esperar un alto porcentaje de los participantes (o todos) devuelva el auto terminado el plazo correspondiente. Por otra parte, señalaban como relevante el respaldo y apoyo de la comunidad formada por los beneficiarios del plan de movilidad. Valoraron el chat de “WhatsApp” que tienen para compartir información, experiencias y aprendizajes, así como el resolver inquietudes sobre el uso y los lugares de carga disponible.

Percepción plan de movilidad eléctrica para empleados, Enel

En primer lugar se puede decir que los participantes de los focus groups tenían una percepción positiva del plan. Mencionaron que es un aporte a la visión estratégica de la compañía no sólo desde el punto de vista comercial, sino que también contribuía significativamente en su imagen y registro de marca, así como en las relaciones con sus propios trabajadores.

En relación a llevar el logo de la compañía en el vehículo, se consideraba que tuvo beneficios para ambas parte, “win/win”. Es decir, ganó Enel con la promoción y visibilidad de la energía limpia aportando en la imagen de empresa amigable y sustentable con el medio ambiente, así como en innovación. No obstante, consideraban que el logo no estaba cumpliendo adecuadamente con su objetivo, ya que no tendría diferenciadores que lo vinculen a movilidad eléctrica, por ejemplo, contaron experiencias donde en la calle los asociaban directamente a las cuadrillas de trabajo de la empresa.

Finalmente, respecto de las expectativas futuras de dicho plan, los entrevistados mencionaron cierta incertidumbre, ya que perciben que las condiciones y beneficios podrían ser distintos en las próximas versiones del plan de movilidad, especialmente en lo que ofrecen las marcas y Enel con el estacionamiento en el trabajo (que tiene capacidad actual de 14 estacionamientos). No obstante se modifiquen algunos de los beneficios, consideraban que se debería seguir impulsando el plan de movilidad eléctrica y más colaboradores interesados en adquirir el automóvil ofrecido para otra versión de éste.

Beneficios del plan de movilidad eléctrica para empleados, Enel

Los beneficios ofrecidos fueron en su conjunto bien evaluados por los participantes y trabajadores de Enel, ya que sin ellos veían muy lejana la posibilidad de optar a un auto eléctrico. Tanto para los usuarios y no usuarios entrevistados, el beneficio más relevante para postular fue la forma de pago tipo “compra inteligente” sin interés que otorgaba garantías al tener la posibilidad de devolver el vehículo, reduciendo así el miedo de desconocer el precio de mercado del vehículo en unos años más. En el mismo nivel de relevancia se mencionó el Green parking que, por una parte significaba un ahorro en relación al costo mensual que se paga en estacionamiento y paralelamente permitía la carga gratuita del automóvil, considerando además la ventaja en comodidad de que esté en el mismo lugar físico donde trabajaban y que sus pares los vean llegar en su vehículo eléctrico.

En un segundo lugar, los beneficios que destacaron los usuarios fueron: la instalación del “wallbox”, ya que mejoraba la carga y permitía cargar en el hogar mientras el auto no estaba en uso, y la reducción del precio del seguro. Por su parte, los beneficios menos valorados fueron las mantenciones y las campañas informativas, debido a que identificaban poco desgaste en el automóvil y las campañas no fueron consideradas cruciales, porque creían que con los tutoriales de internet era suficiente para informarse.

Finalmente, sugerían incorporar descuentos en el permiso de circulación, ya que era excesivamente caro, dado el precio de mercado del vehículo (dado por el alto costo de la batería). En ese sentido señalaron que el Estado o alguien debería hacerse cargo en esto.

4.3. Síntesis y conclusiones

En este capítulo se han presentado los resultados de dos conjuntos de estudios de grupo focal. Se tiene al conjuntos “Externos” que son ciudadanos de altos ingresos y, por otro lado se encuentra el conjuntos de “Enel”, donde están los grupos: ganadores, postulantes e indiferentes. Cabe recordar que los ganadores son empleados de Enel que participaron en el plan y se adjudicaron un EV, los postulantes participaron y por azar no se adjudicaron uno, y los indiferentes son empleados de la misma compañía que no participaron del plan.

Los beneficios asociados a los vehículos eléctricos percibidos por el conjuntos “Externos” fueron: los costos operacionales, las cero emisiones y el diseño aerodinámico de estos. El grupo “indiferentes” percibía los mismos beneficios que el conjuntos “Externos”, pero añadieron el silencio al circular. Luego, los “postulantes” veían en los EV más ventajas, como el costo de

mantención, la eficiencia energética, la imagen proyectada a los pares por usarlos y el sentirse pioneros manejando uno. Finalmente, el grupo “ganadores” observó todos los beneficios anteriores, pero además vio otros asociados al uso, como la aceleración al iniciar el movimiento, la conducción eficiente que mejora la autonomía del vehículo, la comunidad de “whatsapp” y el buen desempeño como 2^{do} auto. Aquí se han evidenciado las primeras diferencias entre un grupo de ciudadanos y los miembros de una empresa del área de la electricidad que realizó el plan de movilidad eléctrica. Entre ellos se observó mayor cantidad de beneficios percibidos en los miembros de Enel. Además, entre los mismos empleados de Enel se vieron diferencias en la percepción de beneficios. Por un lado, los indiferentes percibieron menor cantidad de beneficios - y fueron casi los mismos que ven los miembros del conjunto “Externos”. Por otro lado, los grupos más interesados en los EV - ganadores y postulantes - vieron mayores beneficios, dado que se informaron acerca de esta tecnología con las campañas informativas del plan. Entre ganadores y postulantes existieron diferencias pequeñas en la percepción de beneficios, principalmente porque el primer grupo tenía un EV y el otro no.

En cuanto a las barreras para la adquisición de EV, los participantes del grupo “Externos” percibieron -en orden de importancia- las siguientes: el precio de compra, la inseguridad (dada el tamaño), la baja autonomía, la densidad de red dentro de la ciudad y la accesibilidad a mantenciones. De las anteriores, el precio de compra fue la principal barrera para la adquisición, dado que son caros y por el mismo dinero (o menos) podían comprar un ICV de mejores o similares características. Estas variables se repitieron en el grupo de los indiferentes, quienes asociaban las mismas barreras que el conjunto “Externos”. Por otro lado, los postulantes veían como desventaja también el tiempo de carga y la falta de ruido que podían causar accidentes a peatones distraídos.

El grupo que maneja más información nuevamente es el de los ganadores, usuarios de EV, quienes observaron casi todas las barreras anteriores y añadieron otras asociadas al uso, como el costo del permiso de circulación, los altos impuestos de compra y funciones limitadas de estos vehículos. Sin embargo, los ganadores diferían en la percepción sobre la **red de carga**. Estos mencionaban que era necesario tener infraestructura que conecte ciudades distantes para viajar en EV entre ellas y no la red de carga dentro de la ciudad como mencionaban los otros grupos. Esto se puede explicar en que los ganadores no cargan frecuentemente en las electrolinerías, luego no la consideran tan relevante en su decisión de adquirir un EV.

Según lo mencionado en los análisis anteriores, los individuos del conjunto “Externos” parecieran manejar el mismo nivel de información que los Indiferentes. Esto se concluye dado que ambos observaban similares beneficios del uso de EV y las mismas barreras para su adopción. Por otro lado, hay dos grupos más informados en esta materia que eran los ganadores y postulantes, quienes al parecer averiguaron sobre los EV, ya que iban a optar por poseer uno.

Para los ganadores, las primeras preocupaciones con su EV fueron las fallas mecánicas y el acceso a mantenciones, desplazando casi en su totalidad a las aprensiones por la autonomía y red de carga. En cuanto a la red de carga tuvieron mucha preocupación por llegar a destino con la carga los primeros días, sin embargo, notaron un rápido aprendizaje al momento de tener que calcular las distancias con facilidad.

En este último punto, es interesante destacar que existieron diferencias observables entre

ganadores y postulantes. Esto nos muestra que adquirir un EV tiene efecto en las percepciones hacia ellos, principalmente en temas relacionados con el uso. No obstante, existió diferencia entre la percepción sobre la red de carga dentro de la ciudad y su efecto en la adquisición de EV. Para los ganadores no parecía ser relevante, mientras que para los postulantes sí lo era. Recuerde el lector que la única diferencia entre estos dos grupos es que los ganadores adquirieron el EV por selección aleatoria y los postulantes no. Este hallazgo comenzaba a guiar una de las preguntas iniciales de la tesis acerca de la infraestructura de carga y se volverá a hablar sobre esto más adelante.

Otro resultado interesante de estos estudios de grupo focal es lo encontrado con el uso y la experiencia que habían tenido los ganadores con su EV. Aparentemente, el tener un EV no motivaba a los usuarios a manejar mayores distancias ni a cambiar su patrón de viajes, como se pensaba podría ocurrir dado el menor costo operacional. Es más, los usuarios declararon viajar las mismas distancias en el vehículo, excepto uno que reporta haber cambiado al bus para su viaje de Santiago a Viña del Mar (aproximadamente 125 km).

Sobre la experiencia con la recarga del EV mencionaban que valoran mucho la carga domiciliaria y la del trabajo, puesto que es donde más tiempo pasaba el vehículo. Mencionaron además que cargando cada dos o cuatro días no tenían mayores problemas con el nivel de carga de la batería. En casos apartados declaraban la carga en electrolinerías, dado que la veían como un lugar de carga en caso de emergencia o pasada mientras realizaban una actividad en las cercanías de la estación, como compras o paseos. Entonces, aquí se está encontrando que las electrolinerías tienen un rol distinto al de las bencineras, donde los vehículos cargan por obligación en una de ellas, mientras que las electrolinerías son una alternativa más para cargar el vehículo. Es más, según la evidencia de este estudio cualitativo estas fueron catalogadas como tercera opción de carga, detrás del hogar y el trabajo.

Finalmente, cabe destacar los beneficios más valorados ofrecidos por el plan de movilidad eléctrica de Enel que fueron (en orden decreciente): el método de pago, la reducción del precio de compra, el estacionamiento con carga gratis, la instalación del wallbox y la reducción del seguro automotriz. Este punto es relevante, ya que la principal motivación para conseguir un EV parece ser la conveniencia en temas económicos que mitigaría el miedo de probar esta 'nueva' tecnología.

Capítulo 5

Análisis Cuantitativo: Encuesta de opinión y encuesta de preferencias declaradas

Este capítulo tiene por misión mostrar como se obtuvo datos de los trabajadores de Enel, utilizados posteriormente para la estimación de modelos sobre adquisición de EV. Para recolectar la información requerida se realizaron dos encuestas. La primera fue una encuesta de opinión online enviada por correo y la segunda fue una encuesta escrita de preferencias declaradas llevada a cabo en el puesto de cada trabajador.

Estas encuestas tuvieron tres ejes principales: el primero fue recolectar información de los ganadores acerca de la experiencia con el vehículo eléctrico y también cuantificar la preferencia que tenían los trabajadores de Enel respecto al plan que les ofreció la empresa. En segundo lugar, se buscaba indagar las posibles diferencias de percepción hacia los vehículos eléctricos que existían entre los distintos grupos estudiados (ganadores, postulantes e indiferentes), para comprender cuáles eran los principales cambios que produce el poseer un auto eléctrico (o haber querido tener uno) en torno a los beneficios, barreras y oportunidades percibidas. En tercer lugar, se quería calcular valoraciones de ciertos atributos con el objetivo de poder comprender la tasa de sustitución entre ellos y tener evidencia estadística acerca de las variables que influenciaron su postulación al plan.

En resumen, en esta sección se presenta el proceso de diseño de cada una de las encuestas realizadas, los resultados que se obtuvieron con ellas y lo concluido de su análisis.

5.1. Encuesta de opinión online

El público objetivo de esta encuesta fueron empleados de Enel que estuvieron en la compañía durante el desarrollo del plan de movilidad eléctrica (enero 2017). Se identifican tres grupos de sujetos: **ganadores**, que son aquellos que participaron por adquirir un auto eléctrico y lo adquirieron; **postulantes**, que participaron por el auto eléctrico y no lo adquirieron; e **indiferentes**, que no participan del plan. Esta encuesta fue distribuida mediante correo electrónico corporativo de los trabajadores y estos fueron obtenidos del profesional a cargo del plan de movilidad eléctrica. La plataforma utilizada fue Qualtrics (Qualtrics, 2005).

Para elaborar esta encuesta se trabajó en conjunto con Enel, junto a los miembros del grupo “E-Solutions” (Leonardo Leyton y Consuelo Castillo), quienes colaboraron en la revisión y confección de ésta. E-Solutions buscaba evaluar cómo fue la experiencia para los ganadores y usar esta información para mejorar próximas versiones del plan, mientras que el objetivo de este trabajo era indagar en la experiencia de los ganadores con el EV y en las posibles diferencias sobre percepciones hacia los EV entre los grupos del público objetivo. Por lo anterior, los temas de interés en los cuales se centraron las preguntas son los siguientes:

- Principales beneficios que motivaron la postulación al plan. Cuantificar también la valoración de los beneficios ofrecidos por el plan.
- Conocer el vehículo al que postularon. Saber cómo se enteraron del plan.
- Saber cómo había cambiado el interés hacia la movilidad eléctrica dentro de su grupo de cercanos. Saber si recomendaban el plan y las razones de aquello.
- Uso de la infraestructura para carga y experiencia con ella. Este punto era de los más relevantes puesto que podía marcar una directriz sobre la instalación y uso de esta. Por ejemplo, se ha visto que en Noruega los usuarios de autos eléctricos cargan principalmente en el hogar y muy poco en las estaciones de carga pública (Lorentzen et al., 2017), ¿Sucedía lo mismo en este grupo?
- En cuanto al beneficio del estacionamiento con carga gratuita en el trabajo, interesaba distinguir si éste es relevante para ellos por ser un estacionamiento gratis o porque podían cargar sin costo.
- Saber si mantendrían el vehículo finalizado el plazo acordado.

Un punto era buscar posibles diferencias entre los prejuicios que tuvo la gente que no ha tenido nunca un vehículo eléctrico y compararlos con personas que, dentro de la misma compañía, poseían uno y lo habían manejado por cinco meses. Esto se hizo comparando las respuestas de los distintos grupos, con especial énfasis en las diferencias que se encontraron respecto a los postulantes con ganadores. La encuesta de opinión online que recolectó la información de interés se encuentra en la sección Anexos A.

5.2. Análisis de resultados encuesta de opinión

Se recibieron 81 encuestas válidas. Todas estas encuestas fueron contestadas en horario laboral, es decir, entre las 9:00 y las 18:00. A continuación, se presentarán resultados que se obtuvieron en la encuesta de opinión online, presentando una comparación con la Encuesta Origen Destino (SECTRA, 2014), resultados generales de ésta y finalmente se revisan preguntas específicas para ganadores, postulantes y indiferentes.

Tabla 5.1: Encuestas online recolectadas y postulaciones según vehículo.

	Ganadores	Postulantes	Indiferentes
Encuestados	30	24	27
Nissan Leaf	25	21	No aplica
Hyundai Ioniq	5	3	No aplica
BMW i3	0	0	No aplica

En cuanto a las características socio económicas se preguntó por: sexo, rango etario e ingreso líquido mensual individual.

Tabla 5.2: Nivel de ingreso de encuestados, encuesta de opinión.

Ingreso	Total	Ganadores	Postulantes	Indiferentes
Menos de 1.0 MM\$	0	0	0	0
1.0 a 1.5 MM\$	5	1	1	3
1.5 a 2.5 MM\$	33	13	9	11
2.5 a 4.0 MM\$	29	10	8	11
4.0 a 6.0 MM\$	13	5	6	2
Más de 6.0 MM\$	0	0	0	0

De la distribución de ingresos se desprende que estos tres grupos poseían distribuciones similares en cuanto a esta característica, dado que no se observaron diferencias significativas en los rangos mostrados en la Tabla 5.2.

Tabla 5.3: Rango etario de los encuestados

Rango Etario	Total	Ganadores	Postulantes	Indiferentes
Menos de 30 años	0	0	0	0
30 a 35 años	17	8	3	6
36 a 45 años	36	11	13	12
46 a 50 años	11	5	4	2
51 - 60 años	15	6	4	5
Más de 60 años	0	0	0	0

Con respecto la edad se detectó que la muestra se movía entre los treinta y los sesenta años. Además, estos se concentraban en el rango de treinta y seis a cuarenta y cinco años.

Tabla 5.4: Género de los encuestados, encuesta de opinión.

Género	Total	Ganadores	Postulantes	Indiferentes
Hombre	66	24	23	19
Mujer	15	6	1	8

La distribución de género no resultó ser equitativa en ninguno de los grupos. Se tuvo que el 81 % de los participantes es hombre y el 19 % mujer.

Comparación con Encuesta Origen Destino 2012

Para analizar la representatividad de la muestra en Santiago, se compararon los indicadores socio económicos con los encontrados en la *Encuesta Origen Destino de Viajes* (SECTRA, 2014). Dicha encuesta se realiza cada diez años en la ciudad de Santiago y tiene por objetivo: recolectar información detallada acerca de los viajes que se realizan en la ciudad y de las personas que los efectúan; y satisfacer los requerimientos de información para la estimación de modelos estratégicos de transporte para la ciudad. Se realizaron encuestas a hogares, mediciones de niveles de servicio y catastros de servicios de transporte público. En cuanto a la encuesta a hogares, la muestra consideró 18.000 seleccionados aleatoriamente y buscaban identificar las características de los viajes que se realizan en la ciudad y de quienes los realizan.

Los datos socio económicos de interés para comparar fueron el rango etario, el género y el ingreso líquido mensual o según hogar entre las muestras. Las comparaciones son mostradas en las Tablas 5.5, 5.6 y 5.7, y consideran los resultados de la encuesta de **opinión**.

Tabla 5.5: Distribución porcentual de rango etario según base de datos.

Rango Etario	EOD 2012 [%]	Ganadores[%]	Postulantes[%]	Indiferentes[%]
Menos de 30 años	38,8	0	0	0
30 a 35 años	7,7	26,7	12,5	29,6
36 a 45 años	14,2	36,7	54,2	44,4
46 a 50 años	6,4	16,6	16,7	7,4
51 - 60 años	13,9	20,0	16,6	18,6
Más de 60 años	18,7	0	0	0

El rango etario de la muestra recolectada está localizado entre los treinta y sesenta años, mientras que la encuesta origen destino 2012 mostró que solo un 41,6 % de los santiaguinos se encontraba en ese rango. Con esto se tuvo una diferencia clara entre el rango etario poblacional y el muestral.

Tabla 5.6: Distribución porcentual de género según fuente de información.

Género	EOD 2012 [%]	Ganadores[%]	Postulantes[%]	Indiferentes[%]
Hombre	48,9	80	95,8	70,3
Mujer	51,1	20	4,2	29,7

La muestra de la encuesta de opinión online contiene principalmente hombres, lo cual difiere de la poblacional en Santiago donde se tenía que existían más mujeres que hombres. Esto evidencia otra diferencia importante entre la muestra y la población.

Tabla 5.7: Distribución porcentual de ingreso según base de datos.

Ingreso	EOD 2012 [%]	Ganadores[%]	Postulantes[%]	Indiferentes[%]
Menos de 1,0 MM\$	79,1	0	0	0
1,0 a 1,5 MM\$	11,1	3,3	4,2	11,2
1,5 a 2,5 MM\$	6,6	46,7	37,5	40,7
2,5 a 4,0 MM\$	2,0	33,3	33,3	40,7
4,0 a 6,0 MM\$	0,5	16,7	25	7,4
Más de 6,0 MM\$	0,3	0	0	0

Cabe mencionar que el ingreso en la encuesta orgien-destino 2012 es por hogar y en la encuesta que se realizó se rescataba el ingreso mensual líquido del individuo ($I_h \geq I_i$). Los trabajadores encuestados tienen un ingreso por sobre la media de la ciudad. Se obtiene otra diferencia significativa entre la población y la muestra.

En cuanto a las características socio económicas, se puede concluir de esto que la muestra de los trabajadores de Enel no es representativa de la población y está caracterizada como: personas de altos ingresos, con rango etario entre treinta a sesenta años y principalmente hombres.

Finalmente, estas diferencias socio económicas implicarán que **las conclusiones que se obtengan de este trabajo serán aplicables a los grupos de personas de similares características que los encuestados** en este trabajo y no serán extensibles a todo Santiago.

Percepción de los vehículos eléctricos

En otra pregunta se les pidió que indicaran de 1 a 5 su opinión con respecto a los problemas de transporte en Santiago, donde 1 significaba que “no es un problema” y 5 que “es un problema muy importante”. El enunciado de esta pregunta se hizo siguiendo lo propuesto por Daziano y Bolduc (2013) con el objetivo de que puedan ser utilizados a futuro para incorporar actitudes acerca del medio ambiente en los modelos de elección vehicular. La Tabla A.1 presenta la cantidad de respuestas recolectadas para cada grado de importancia percibido por los encuestados para cada uno de los problemas de transporte incluido. Se presenta también (\bar{x}) que muestra el promedio de importancia que tuvo dicho problema de tránsito y la desviación estándar (σ) asociada a las observaciones.

Tabla 5.8: Relevancia de problemas asociados al transporte, encuesta online.

	Grado de importancia					Media	Desv. estándar
	1	2	3	4	5	\bar{x}	σ
Emisiones de vehículos que afectan la calidad del aire y al calentamiento global	1	6	7	16	51	4,35	1,00
Ruido de tráfico que se escucha en lugares como, casa, trabajo o en la escuela.	2	3	24	17	35	3,98	1,05
Congestión de tráfico que experimenta al conducir.	2	0	3	22	54	4,55	0,79
Accidentes causados por conductores agresivos o distraídos.	4	7	12	26	32	3,92	1,15
Accidentes de tráfico por exceso de velocidad.	3	12	19	20	27	3,69	1,18

Se ha encontrado que los problemas de transporte tienen una alta relevancia para los encuestados. En promedio, los más importantes son la congestión y las emisiones causadas por los vehículos. La mayor varianza en las respuestas estaba en los accidentes de tránsito, tanto para los causados por exceso de velocidad como aquellos que son efecto de conductores agresivos o distraídos.

Se pidió evaluar las ventajas o desventajas percibidas hacia los autos eléctricos en comparación a los vehículos de combustión interna. Los asuntos a evaluar fueron: costo de energía, emisiones, ruido, costos de mantención, carga en el hogar, red de carga, autonomía, confort y seguridad. En la Tabla 5.9 se reportan la cantidad total de individuos que consideraron como ventaja/indiferencia/desventaja cierto atributo de los EV con respecto a los ICV.

Tabla 5.9: Percepción de ventajas y desventajas de los EV con respecto a ICV

	Ventaja	Indiferente	Desventaja
Costo de energía	69	9	3
Cero emisiones y cero ruido	79	1	1
Costos de mantención del vehículo	52	17	12
Posibilidad de cargar en el hogar	73	7	1
Red de carga pública	16	12	53
Autonomía/Alcance	1	10	70
Precio de compra	1	3	77
Confort	52	24	5
Seguridad de la carrocería	21	59	1

En cuanto a las características percibidas como ventajosas hacia los EV se evidenciaron las siguientes: costo de la energía, cero emisiones, ausencia de ruido, costos de mantención, carga en el hogar y confort. En cuanto a las desventajas se tuvo al precio de compra, a la autonomía y la red de carga pública. La seguridad en la carrocería se percibió como indiferente, es decir que los individuos perciben un comportamiento similar entre el auto eléctrico y uno de combustión interna.

Se recolectó también la percepción que existe en su lugar de trabajo antes del plan de movilidad eléctrica de Enel, y también el interés generado después de este plan. En la Tabla 5.10 se muestra un conteo de las respuestas asociadas sobre el nivel de interés percibido previo y posterior al plan de movilidad eléctrica.

Tabla 5.10: Interés en electromovilidad previo y posterior al plan de movilidad eléctrica.

	Interés previo		Interés posterior
Muy alto	6	↑	34
Alto	12	↑	18
Medio	17	↑	23
Bajo	38	↓	6
Muy bajo	10	↓	0
Inexistente	8	↓	0

En la Tabla 5.10 se evidencia un cambio entre el interés en movilidad eléctrica previo y posterior al plan. En principio, existían individuos que no tenían interés alguno en ella, pero luego del plan ninguno es indiferente ante vehículos de esta tecnología.

Para los ganadores se les pregunta sobre su nivel de satisfacción con el plan y su nivel de satisfacción con el EV. En la Tabla 5.11 se presenta un recuento de la cantidad de **ganadores** que declararon sentirse satisfechos en escala desde “muy bajo” hasta “muy alto” con respecto al plan ofrecido por la empresa y al vehículo eléctrico.

Tabla 5.11: Satisfacción con el plan y con el EV, ganadores.

	Plan movilidad eléctrica	Auto eléctrico
Muy alto	14	15
Alto	14	11
Medio	1	4
Bajo	1	0
Muy bajo	0	0

En cuanto al vehículo eléctrico y al plan, la satisfacción declarada de los usuarios es alta. Esto muestra lo conforme que estaban los ganadores con su elección de sumarse a la electromovilidad, a utilizar el vehículo y dejar de lado su antiguo auto de combustión interna (al menos en los viajes dentro de la ciudad). El plan de Enel también fue muy bien evaluado, principalmente dado que entregó condiciones ventajosas que en el mercado no existían.

Por otra parte, se hicieron dos preguntas abiertas, una con relación al funcionamiento del estacionamiento en el trabajo y otra acerca de recomendaciones para la compañía. Respecto de las recomendaciones para mejorar el funcionamiento del Green Parking ante la posible llegada de más EV se hicieron bastantes comentarios con respecto a la capacidad actual y la urgencia por aumentarla: más estacionamientos, capacidad, ampliar, espacio y acceso. También se refirieron al uso organizado de este beneficio, donde destacaron palabras como: calendario, respetar, reglamento, uso, entre otras. En menor medida destacaban ideas de

buscar cargadores alternativos en los alrededores de la compañía y facilitar esos para los próximos beneficiarios. La Figura 5.1 muestra las palabras más repetitivas para los ganadores con respecto a un posible aumento de beneficiarios a causa de un segundo plan. Esta es generada a través de un “wordcloud” en R (R Development Core Team (2008))



Figura 5.1: Sugerencias para mejorar el Green Parking, palabras más repetidas

Las recomendaciones para versiones futuras del plan, por parte de los usuarios de EV fueron las siguiente:

- Por parte de quienes tienen un vehículo en particular se repetía una exigencia hacia la marca para que el auto tuviese todo lo que les fue prometido y que no estaba disponible, como por ejemplo: el GPS, el cargador de viaje, vidrio trasero polarizado. De estos últimos, el pedido con mayor fuerza fue el cargador de viaje que entienden como indispensable.
- Que se hicieran gestiones dentro de la empresa o por parte del Estado para que el permiso de circulación no fuese tan costoso.
- Que se incluyesen más modelos y con mejores condiciones, en especial la autonomía.

5.2.1. Ganadores

Estas preguntas fueron aplicadas a las personas que participaron en el plan de movilidad eléctrica de Enel y adquirieron por selección aleatoria un EV. Cabe mencionar que estas personas llevaban 5 meses manejando el EV al momento de realizar la encuesta. De este grupo respondieron los treinta individuos que adquirieron un auto eléctrico. La identificación de los individuos pertenecientes a este grupo es entregada por el profesional a cargo del plan de movilidad eléctrica de Enel.

Plan de movilidad eléctrica para empleados, Enel

Se preguntó en esta encuesta acerca de los beneficios del plan que los ganadores encuentran más relevantes, considerando los que se mencionaron en el estudio de grupo focal de Enel (ver Sección 4.2). Ellos evaluaron los cinco beneficios que le parecieron más relevantes para postular al plan, donde la nota cinco representa beneficio más valorado y un uno al peor. En

la Tabla 5.12 se muestra el promedio de valoración que tienen los cinco beneficios para los ganadores, desviación estándar, mediana y moda.

Tabla 5.12: Valoración de beneficios del plan de movilidad, ganadores

	\bar{x}	σ	Mediana	Moda
Rebaja en precio	4,1	0,845	4	4
Forma de Pago	4,3	0,987	5	5
Estacionamiento	2,8	1,205	3	3 - 4
Reduccion seguro	1,3	0,543	1	1
Wallbox	2,5	0,776	2,5	3

Con los resultados de la Tabla 5.12 se obtuvo que los beneficios más relevantes eran los incentivos monetarios, como la forma de pago y reducción del precio de compra. El menos valorado resultó ser la reducción del valor de seguro automotriz. Interesante es lo encontrado para el estacionamiento en el trabajo con carga gratis (o “Green Parking”) y la instalación gratuita del “wallbox”. Observando a los treinta encuestados se ve que en promedio el primero es mejor evaluado, sin embargo, no todos los beneficiarios del plan tienen acceso al Green Parking, puesto que no trabajan en la sede principal de la empresa. Al separar a aquellos con acceso al Green Parking (25) y los que no lo tienen(5), se encuentra que para los que poseen acceso el estacionamiento importa más el acceso al Green Parking (ver Figura 5.2). Mientras que para aquellos sin acceso el wallbox, es más importante este último que el estacionamiento en el trabajo en promedio.

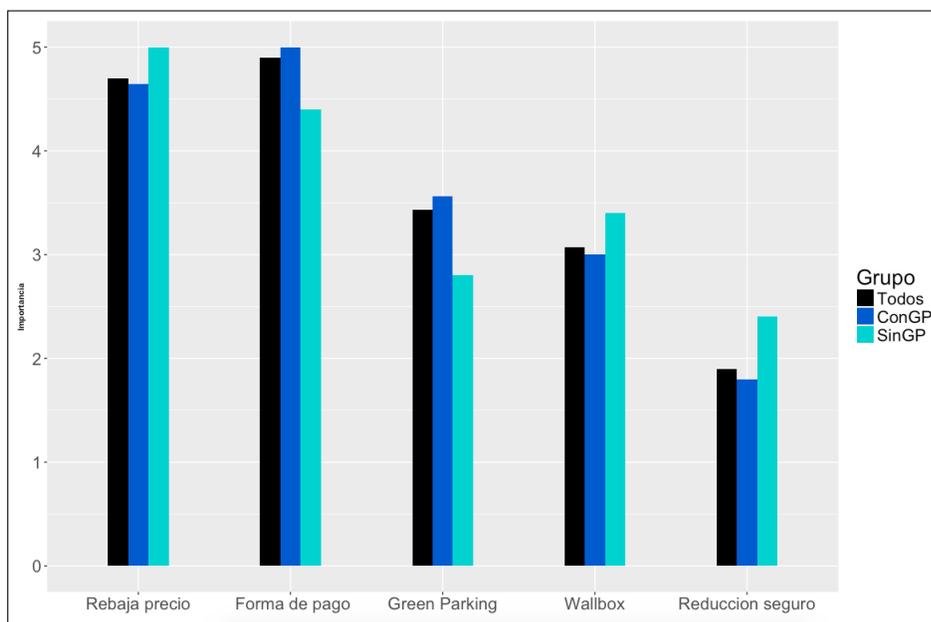


Figura 5.2: Valoración de beneficios promedio, plan de movilidad eléctrica

Tabla 5.13: t-valor de los test de medias para los beneficios del plan. Ganadores

	PP	FP	E	RS	W
Precio preferente (PP)	-	-0,84	5,007	13,724	7,329
Forma de pago (FP)		-	5,348	13,368	7,586
Estacionamiento con carga gratis (E)			-	5,954	1,344
Reducción del seguro (RS)				-	-6,199
Wallbox (W)					-

Para comprobar los resultados mostrados en la Figura 5.2 de manera formal, se plantean test de hipótesis de una cola para verificar si las medias de las valoraciones son diferentes entre ellas. la hipótesis nula H_0 dice que las medias son iguales ($\bar{x}_1 = \bar{x}_2$) y la hipótesis alternativa H_1 dice que la media de la variable 2 es mayor ($\bar{x}_1 > \bar{x}_2$). El t-estadístico es conocido como a “t de Welch” para dos muestras con misma muestra pero distintas varianzas (Welch, 1947).

La Tabla 5.13 muestra los valores para t entre los beneficios de las filas con respecto a los de las columnas. Es decir, el valor $-0,84$ representa el $t - valor$ para la diferencia entre el beneficio de precio preferente (PP) con la forma de pago (FP). Dado los resultados mostrados en la Tabla 5.13 se comprueba con un 95 % de confianza ($t > 1,96$ se rechaza H_0) que los beneficios mejor valorados son la forma de pago y la reducción de precio, pero entre ellos no se encuentra una jerarquía. En un segundo nivel están los beneficios del wallbox y el estacionamiento, los cuales tampoco tienen un orden jerárquico entre ellos. Finalmente, el beneficio menor valorado fue la reducción del seguro automotriz. Sin embargo, hay que destacar que es el menor valorado dentro del grupo selecto de los beneficios más relevantes, lo cual implica que no es un mal beneficio, solo que hay otros mejores.

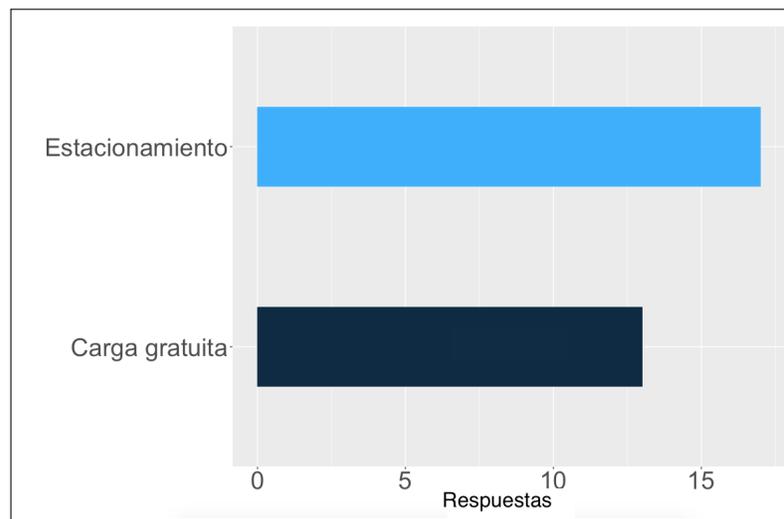


Figura 5.3: ¿Estacionamiento gratis en el trabajo o cargar sin costo por la energía?

Con respecto al beneficio acerca del estacionamiento con carga gratuita en el trabajo se buscaba separar el hecho de tener estacionamiento versus tener la carga gratis. Se encontró que diecisiete ganadores prefieren el beneficio por el estacionamiento y trece lo prefirieron por

la carga gratuita, como muestra la Figura 5.3. Lo llamativo de este punto es que los precios de estacionamientos cercanos a la sede principal de la empresa (av. Santa Rosa 76) tienen un valor entre \$ 60 mil a \$ 90 mil pesos mensuales (ver Anexos A.8) y este estacionamiento está ubicado dentro de la empresa a pasos de sus puestos de trabajo, mientras que la carga mensual tendría un costo mensual de \$ 30 mil aproximadamente (recorriendo 1.000 km). Cabe mencionar que el beneficio del estacionamiento es compartido entre dos beneficiarios, es decir, tienen derecho al Green Parking cada dos días y se ponen de acuerdo con su compañero para arrendar a medias otro estacionamiento para los otros días.

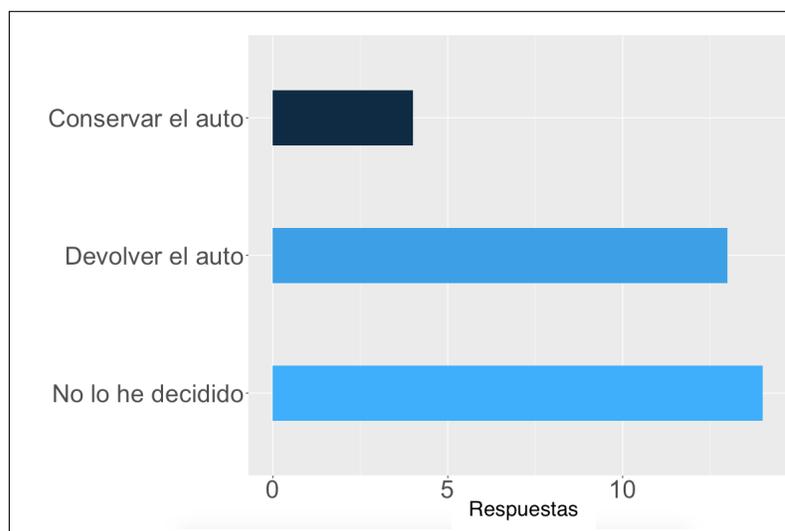


Figura 5.4: ¿Mantendría el vehículo finalizado el plazo?

El plan que ofreció Enel a sus trabajadores tuvo una gran ventaja para los beneficiarios, dado que finalizado el plan la persona podrán entre decidir pagar un precio de recompra o simplemente devolver el vehículo. Esto mitiga el riesgo para el individuo de desconocer cómo se deprecia el auto. Se les preguntó si mantendrán el vehículo finalizado el plazo del préstamo encontrando que catorce encuestados estaban indecisos, trece lo devolverían y sólo cuatro están seguros de que mantendrían el EV (ver Figura 5.4).

Sobre el uso que le daban al vehículo eléctrico se ha encontrado que veintiocho usuarios lo declararon como vehículo principal, mientras que los otros dos individuos dijeron no utilizarlo como vehículo principal porque el auto lo usaba otra persona del hogar y el otro se movilizaba en bicicleta. Sin embargo, se mencionó que principalmente su uso es dentro de la ciudad. Viajes fuera de Santiago con los EV han sido realizados hacia Viña del Mar sin ningún problema. Es más, **ningún ganador se ha quedado sin batería en medio de un viaje**, incluso aquellos que han viajado a Viña del mar.

Infraestructura de carga

El uso de la red de carga declarado no fue muy distinto a lo mostrado en la literatura y, en particular el caso de Noruega (Lorentzen et al. (2017)). Sin embargo, se ha encontrado que la carga en el trabajo superaba en frecuencia a la carga en el hogar, quizás porque es gratis y lo pueden dejar cargando mientras realizan sus labores. Sin embargo, el precio de la electricidad

es tan bajo que podrían hacer lo mismo en su hogar. Además, existen individuos que solo cargaban en el trabajo y nunca en el resto de los lugares disponibles, tomando ventaja de la comodidad y/o la gratuidad de la carga en su trabajo.

Tabla 5.14: Frecuencia de carga desagregada, ganadores PMEEE

	Diariamente	Semanalmente	Mensualmente	Nunca
Hogar	4	15	6	5
Trabajo	14	8	1	7
Electrolinera	0	11	10	9
Cargador de viaje	1	2	4	22

Se agregaron las frecuencias de carga declaradas por los usuarios en nivel alto, incluyendo diaria o semanalmente, y nivel bajo donde se incluye las categorías mensualmente con la opción nunca. Con esto se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 5.15 que podrán ser comparados con los resultados noruegos. La frecuencia de carga para el caso noruego son obtenidas de Lorentzen et al. (2017), donde se recolectaron los datos de la encuesta nacional a 12.000 usuarios de EV. Las frecuencias de carga para estos lugares son mostradas en las Figuras 5.6 y 5.5.

Tabla 5.15: Frecuencia de carga agregada, ganadores PMEEE

	Alta frecuencia	Baja frecuencia
Hogar	19	11
Trabajo	22	8
Electrolinera	11	19
Cargador de viaje	3	27

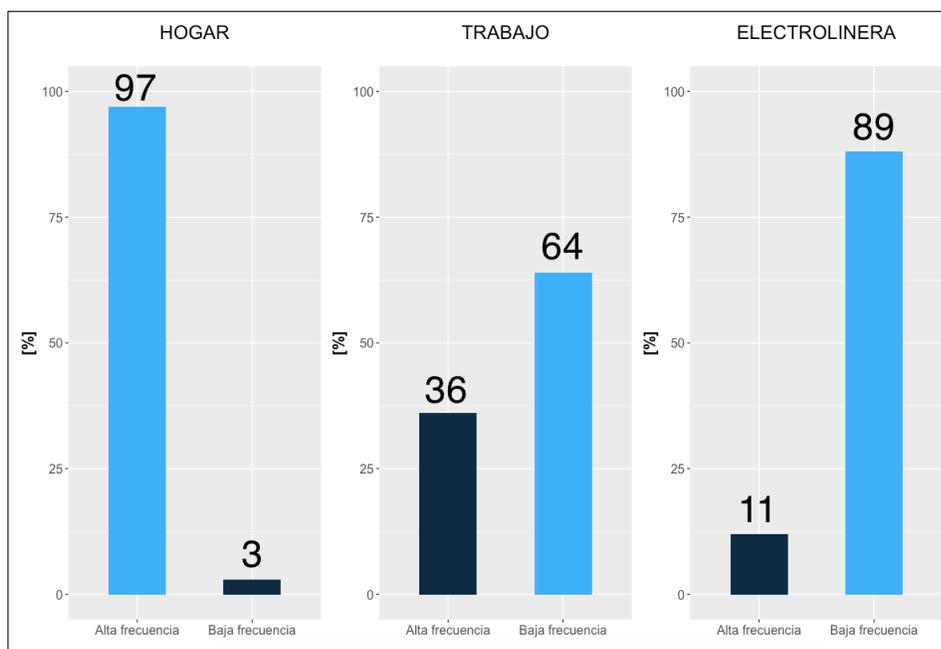


Figura 5.5: Frecuencia de carga agregada en Noruega para EV en 2017.

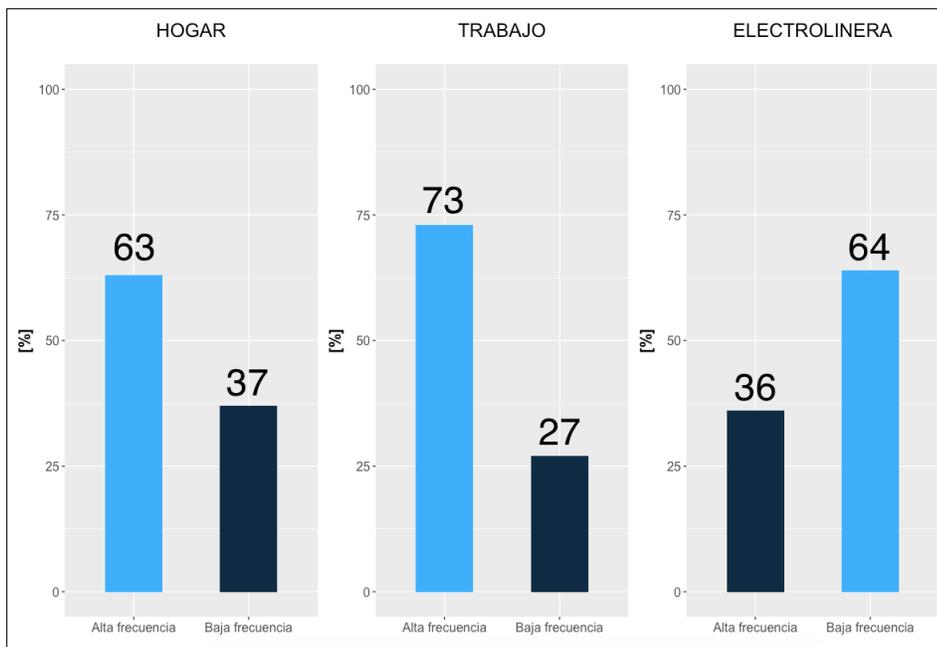


Figura 5.6: Frecuencia de carga para usuarios de EV de este estudio.

En este estudio se observó que los usuarios frecuentan mayormente la carga en el trabajo, mientras que en el caso noruego se vio una preferencia notoria por la carga domiciliaria. La carga en las electrolineras fue más frecuente en los usuarios de este estudio que en el caso noruego. Es interesante que en Noruega los usuarios carguen con alta frecuencia en el trabajo solo para un 36 %, mientras en este estudio se tuvo que casi todos utilizan frecuentemente dicho lugar, porque 25 de 30 poseen acceso a este beneficio.

En relación a la experiencia con la carga en el hogar (mediante el “wallbox”) fue la preferida y mejor evaluada en promedio por parte de los ganadores, quienes no habían presentado problemas con ella. El Green Parking también ha resultado bien evaluado, pero solamente por aquellos que tienen acceso a éste, con un valor similar al de la carga en el hogar. Las electrolineras (aún gratis) también tuvieron una evaluación positiva por parte de los usuarios de EV.

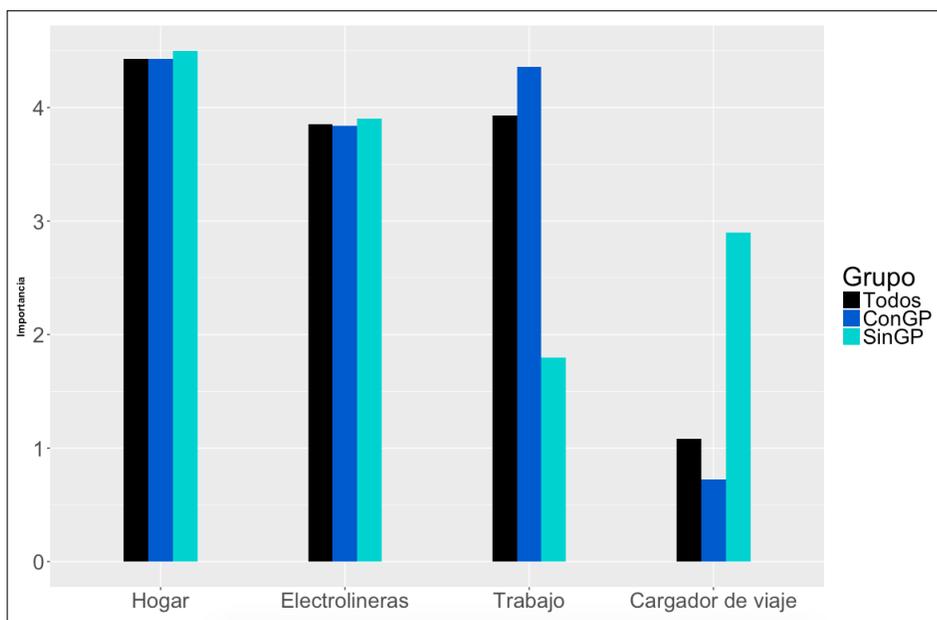


Figura 5.7: Valoración de la recarga, según lugar de carga

Tabla 5.16: t-valor para test de media en valoración de carga. Ganadores

	Hogar	Trabajo	Electrolinera
Hogar	-	1,551	1,924
Trabajo		-	0,213
Electrolinera			-

Para comprobar estas afirmaciones se plantearon test de hipótesis similar al caso de los beneficios del plan. La Tabla 5.16 muestra el t - *valor*, para un test de media de una cola, entre la variable de la fila respecto a la de la columna. Con esto se obtuvo que la carga en el hogar es la más valorada, mientras que entre la electrolinera y el trabajo no se pudo afirmar con un 95 % de confianza que una era más valorada que la otra

5.2.2. Postulantes

Esta encuesta fue aplicada a las personas que participaron en el plan, haciendo una solicitud formal y **no** fueron seleccionados para adquirir un EV. De este grupo respondieron los veinticuatro individuos de los treinta y cinco posibles. Hay que mencionar que uno o dos de estos postulantes fueron desvinculados antes de septiembre cuando fue realizada esta encuesta. De estos se tuvo que 21 postularon al Nissan Leaf, 3 al Hyundai Ioniq y 0 al BMW i3.

Con respecto a la evaluación de beneficios del plan se puede decir que nuevamente los más valorados fueron la forma de pago y el precio preferente ofrecido. En tercer lugar quedó el “Green Parking”, seguido por la instalación del wallbox y finalmente la reducción del seguro. Es decir, la evaluación de los beneficios fue exactamente igual (en orden) a la que realizaron los ganadores con acceso al Green Parking.

Una diferencia con respecto a los ganadores es que 16 postulantes (dos tercios) prefirieron el estacionamiento por sobre la carga gratuita mientras que los 8 restantes se inclinaron por esta última.

5.2.3. Indiferentes

Para ellos interesaba conocer su motivo de no participar en el plan y cuáles fueron sus principales aprensiones acerca de los EV. En cuanto a lo primero, es sorprendente que el principal motivo por el cual no postularon fuese monetario(ver Figura 5.8), dado los beneficios en este ámbito. La categoría “Otro” contenía motivos relacionados con la autonomía y no poder salir de la ciudad. Algo llamativo fue que nadie tomó la decisión de no participar por la desconfianza en la tecnología eléctrica. Por otro lado, las preocupaciones más latentes en los indiferentes fueron: la falta de red de carga amplia y el “range anxiety” (ver Figura 5.9).

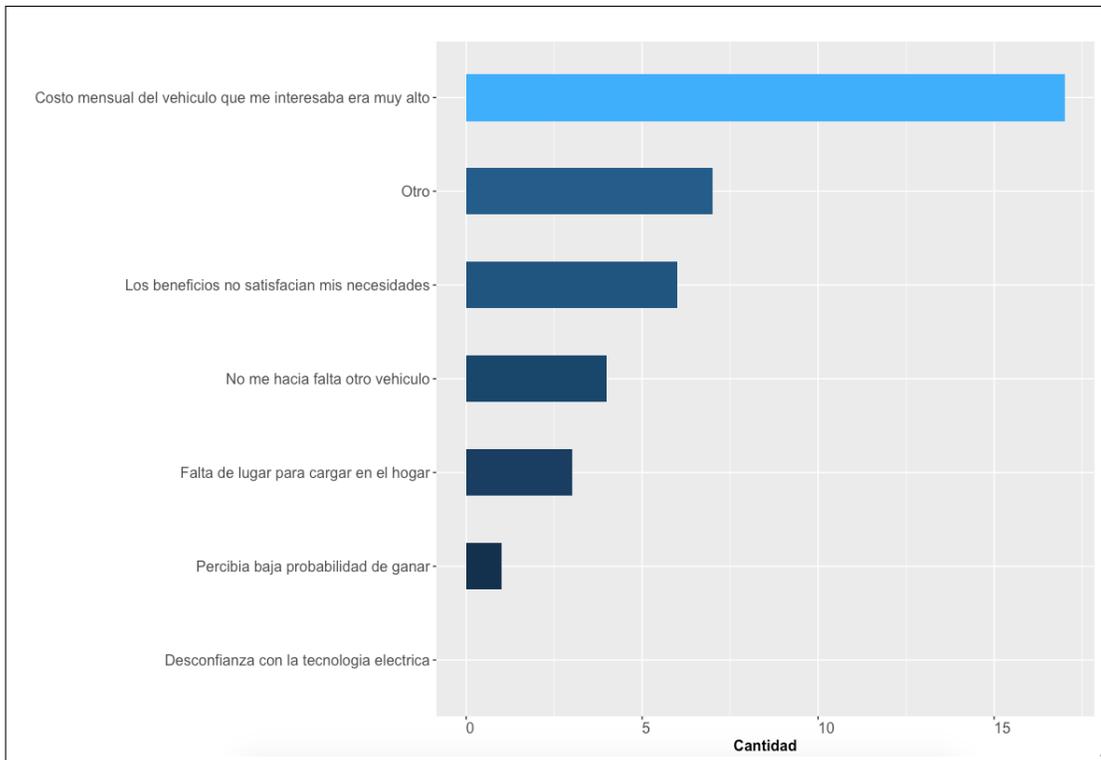


Figura 5.8: Pregunta: ¿Por qué no postulo al plan?

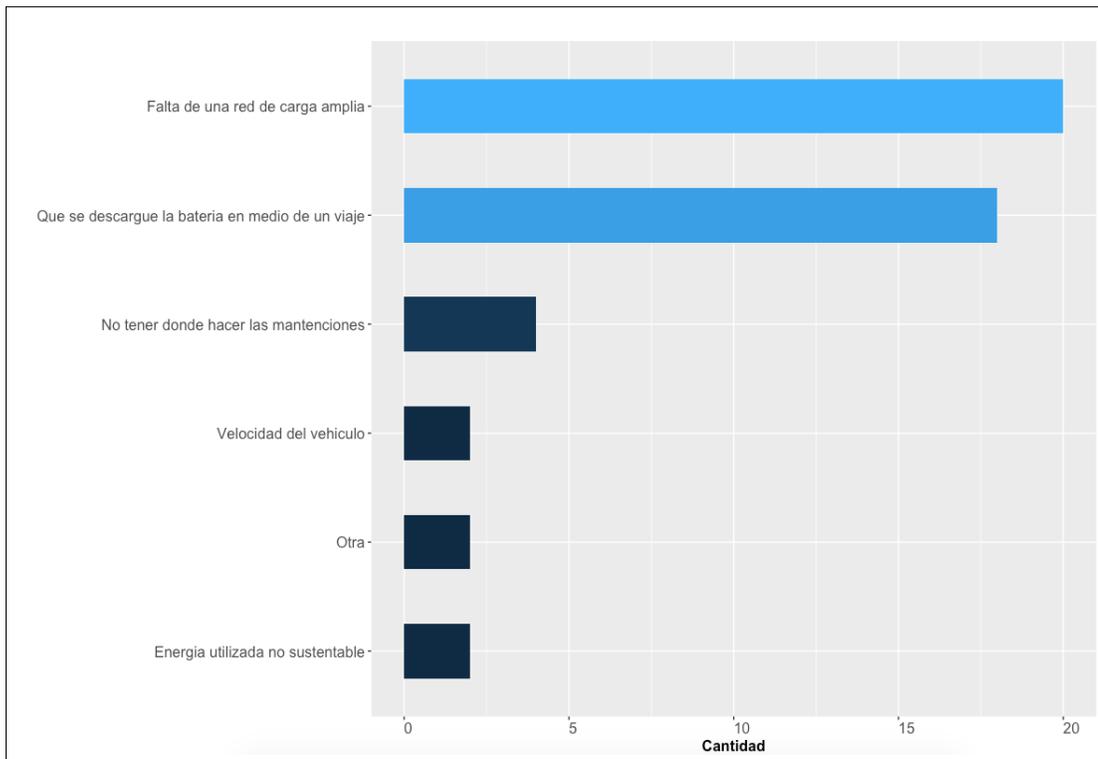


Figura 5.9: Pregunta: ¿Cuáles son sus principales preocupaciones acerca de los EV?

5.2.4. Comentarios

En esta sección se han mostrado varias de las inquietudes que se tenían en un inicio acerca de la movilidad eléctrica y la percepción de individuos sobre ésta. La muestra no es representativa de la ciudad, es más, se tiene un grupo de altos ingresos, de entre 30 - 60 años y principalmente hombres trabajadores de una compañía en el rubro de la electricidad.

La primera interrogante era saber que beneficios había motivado a los postulantes y ganadores a atreverse a optar por la movilidad eléctrica. Aquí destacaron en primer lugar la forma de pago tipo “compra inteligente” y el descuento en el precio de compra. En segundo lugar están los beneficios del estacionamiento con carga gratis en el trabajo y el wallbox. En último lugar, se encuentra la reducción del seguro automotriz. Entonces, el principal motivo por el cual postularon al plan tuvo que ver con motivos económicos y luego consideraron los beneficios asociados al uso del EV.

Con respecto al interés hacia la movilidad eléctrica se ha evidenciado que este se ve potenciado por efecto del plan de movilidad eléctrica. Esto se vio dado que los individuos percibieron un mayor interés en los lugares de trabajo posterior al plan.

El nivel de satisfacción que tienen los ganadores con su EV y con el plan fue muy alto. Además, existen usuarios que estarían dispuestos a mantener el vehículo eléctrico finalizado el plazo del préstamo, esto muestra que se puede manejar un auto eléctrico en Santiago.

El uso de la infraestructura de carga tiene como principales sitios a la carga en el trabajo y la carga domiciliaria. En tercer lugar aparece la carga en electrolinerías, la cual se había declarado como carga de oportunidad en el estudio de grupo focal. La valoración de estas sitúa la carga domiciliaria en el primer lugar, a la carga en trabajo en segundo lugar (para aquellos que la tienen disponible) y la carga en electrolinerías en tercer lugar. Esto ocurre dada la comodidad que tiene cargar en los lugares donde más pasa el vehículo, hogar y trabajo, no teniendo que hacer un viaje extra a recargar. Además, la energía de las electrolinerías y del trabajo es gratuita, mientras que el costo de la carga domiciliaria no. Con esto se tiene que hay un factor no visto que hace a la carga domiciliaria muy especial para los ganadores, probablemente la comodidad y la seguridad de cargar en el hogar.

Se ha encontrado que en cuanto al beneficio del estacionamiento con carga gratuita, existen 17 individuos que prefieren el estacionamiento por sobre la carga y 13 que lo hacen al revés.

Con respecto a los indiferentes, se encontró que sus principales preocupaciones estaban relacionadas con la falta de red de carga y a que se les descargue la batería en medio de un viaje (“range anxiety”). Esto indica que los principales miedos de este grupo está asociado al enfrentamiento con la programación de la carga del vehículo. El hecho que su segunda razón para no postular al plan haya sido la autonomía del vehículo respalda este resultado.

5.3. Encuestas de preferencias declaradas

La encuesta de preferencias declaradas se dirigió al mismo grupo objetivo que la encuesta online, es decir, ganadores, postulantes e indiferentes. En esta encuesta se realizó un juego de elección en el cual los sujetos eran expuestos a elegir un vehículo eléctrico en un hipotético plan, similar al que ocurrió. Dicho juego tenía por objetivo identificar las variables que fueron significativas para los trabajadores de Enel para postular o no al plan de movilidad eléctrica. En segundo lugar, se quiso explorar en las diferencias que existen entre el grupo con tratamiento (ganadores) y el grupo sin tratamiento (postulantes). Para cumplir con ello se elaboró un experimento de preferencias declaradas en donde se puso a los encuestados varios juegos de elección para cuantificar dichas variables de interés.

Los datos se recolectaron de manera presencial, en donde se fue al puesto de trabajo del individuo y se le presentó la encuesta en una hoja de papel por ambos lados, donde en la primera plana se presentaba el experimento y en la parte de atrás estaban los escenarios a los que se enfrenta el sujeto (ver Anexos A). El método de ubicación a las personas del grupo ganadores y postulantes fue con ayuda de la central de Enel, la que ayudaba a ubicar sus números de teléfono corporativos, luego se les contactaba y se les pedía participar de la encuesta. Se iban visitando a los individuos en orden alfabético y según disponibilidad de contestar la encuesta, entregando encuestas tipo A, luego B, luego C y así sucesivamente. En el caso de los indiferentes el muestreo se hizo entre trabajadores que estaban en la sede y estuvieron dispuestos a contestar la encuesta. Dichas encuestas se tomaron en diciembre de 2017.

En el juego se presentaron tres vehículos (los mismos del plan) con cinco atributos y las personas deberían elegir entre uno de ellos o la opción de no postular al plan. Esto para dar realismo al ejercicio, ya que en el plan tenían la opción de no postular si los vehículos no cumplían sus expectativas. Las alternativas (autos) se mostraron en orden aleatorio para no sesgar las elecciones según el orden presentado para cada alternativa. En cuanto a los incentivos que se planearon para la recolección de datos de la encuesta escrita se tuvo como alternativas sortear un premio o dar un pequeño regalo de agradecimiento a cada uno de los encuestados. Siguiendo lo que recomienda Ben-Akiva et al. (2015) se eligió dar un pequeño souvenir (chocolate) a todos aquellos que participaron de la encuesta para que cada participante sintiera que se le estaba agradeciendo por su colaboración.

A continuación se muestra el diseño que tiene el experimento, una simulación para mostrar el nivel de precisión que tiene ante distintas situaciones y finalmente se exponen los datos recolectados. El experimento puede encontrar en Anexos A.

5.3.1. Diseño experimental

Con respecto al diseño del experimento de preferencias declaradas este fue uno factorial fraccional de 2^5 (total de 32 escenarios), es decir, en cada escenario se tuvieron cinco atributos para cada alternativa y estos tenían dos valores para cada una de ellas.

Para que todos los parámetros especificados pudieran ser estimados de manera independiente se realiza un diseño ortogonal donde se fraccionan los 32 casos posibles en 4, descartando las interacciones de tercer orden y las de segundo, como se explica en Louviere et al. (2000). La justificación de esto radica en que el 85 % de la varianza es explicada por las interacciones de primer orden (Louviere et al., 2000).

Con estos se realizaron combinaciones de modo tal que entre las alternativas no exista dominancia. Finalmente, se confecciona un cuestionario con 8 escenarios por encuesta. Para cada escenario se preguntó por la mejor y la peor opción, de acuerdo con Jabeen y Australia (2016), donde se encontró que esta metodología era beneficiosa y entregaba parámetros más confiables, además de entregar mayor número de observaciones. Con este diseño de nuestro experimento se obtenía un máximo 16 respuestas por individuo, cuando el individuo “postula siempre al plan” y un mínimo de 8 cuando siempre se elige la opción de opt-out (“no postular”). Las variables de interés para este experimento fueron:

- **Cuota mensual** [miles\$/mes]: Pago mensual en miles de pesos, durante el plazo de préstamo.
- **Autonomía** [km]: Distancia que el vehículo es capaz de recorrer con una carga de batería completa.
- **Red de carga** [%]: Porcentaje de estaciones de servicio (bencineras) que tendrían servicio de carga exclusivo para dicho vehículo eléctrico cuando se le haga entrega el vehículo (un compromiso).
- **Wallbox**: Indica si eligiendo este auto le instalarán gratuitamente el cargador domiciliario en su casa.

- **Estacionamiento:** Indica si eligiendo este vehículo tendrá derecho preferente al estacionamiento con carga gratuita en el trabajo.

Los niveles de los atributos establecidos para el experimento fueron confeccionados de modo de que fueran de magnitud similar al primer plan de movilidad eléctrica (ver Tabla 3.3) y parecieran familiares para quienes la contestan, con la excepción de la red de carga. Para que el experimento fuese recibido de la mejor forma posible se diseñó la encuesta en una única hoja de papel.

Cabe destacar que este diseño fue bien recibido por los encuestados e incluso manifestaban estar satisfechos por lo corto de la encuesta. Al momento de responder se les entregó un bombón a cada uno en señal de agradecimiento por haber participado de este estudio. Los niveles del wallbox y el estacionamiento son siempre Sí/No. En las Tablas 5.17, 5.18, 5.19 se muestran los niveles de los otros atributos utilizados en los Perfiles A, B, C, D. Los niveles utilizados para estos atributos fueron conversados con los encargados de Enel, con quienes se buscó que no escapasen de la ‘lógica’ del mercado y sean lo más cercano a los de una futura versión del plan. Por ejemplo, dadas las condiciones del plan hubo uno de los vehículos no debía ser el más caro nunca. Pero, en el caso de la red de carga este podía estar sobre el 3% en que actualmente se encuentra en Chile, dado que uno de los objetivos del experimento era explorar la sensibilidad de esta variable en la decisión de adoptar un EV.

Tabla 5.17: Niveles del experimento según formulario, Nissan Leaf

Perfil	A	B	C	D
Cuota [\$ /mes]	175 - 225	200 - 250	225 - 300	225 - 275
Autonomia[km]	200 - 250	175 - 225	200 - 250	200 - 250
Red de carga [%]	10 - 25	25 - 40	5 - 20	10 - 50

Tabla 5.18: Niveles del experimento según formulario, Hyundai Ioniq

Perfil	A	B	C	D
Cuota [\$ /mes]	275 - 325	275 - 325	250 - 325	350 - 400
Autonomia[km]	225 - 300	200 - 300	225 - 325	300 - 375
Red de carga [%]	5 - 50	10 - 60	0 - 30	10 - 20

Tabla 5.19: Niveles del experimento según formulario, BMW i3

Perfil	A	B	C	D
Cuota [\$ /mes]	350 - 400	350 - 400	380 - 450	450 - 550
Autonomia[km]	325 - 400	300 - 350	350 - 500	400 - 550
Red de carga [%]	40 - 70	30 - 80	50 - 100	40 - 80

Además, se les mencionaba que el plazo de préstamo se mantenía igual que en el primer plan para empleados, es decir, tres años para el Nissan Leaf y el BMW i3, mientras que eran dos años para el Hyundai Ioniq. También se fijó el valor del precio de recompra por no haber sido una variable importante en el encuentro de grupo focal para ninguno de los grupos, es

más, la mayoría de los asistentes pensaba devolver el vehículo finalizado el período. Se explicó que el valor de esta variable era fijo para cada escenario e igual al que les fue presentado en la primera versión del plan. Las razones de fijar estos parámetros fueron: reducir el número de atributos por escenario, dado que en caso de haber muchos el individuo puede no considerar alguno (Arentze et al., 2003); y facilitar la comprensión del préstamo, para que esto les permitiera estimar rápidamente la conveniencia de los vehículos ofrecidos fijándose en la cuota.

Los juegos de elección se encuentran en los Anexos A, donde se representan las cuatro formas del experimento que podía tocarle a los encuestados de Enel.

Las hipótesis que se plantearon en este estudio son las mostradas a continuación:

hipótesis 1: Los ganadores (usuarios) no valoran la red de carga pública dentro de la ciudad, mientras que los postulantes (no-usuarios) interpretan esta variable como importante para adquirir un EV. Esto se sustenta en que los estudios que han encontrado que la densidad de red afecta la demanda de EV utilizan como muestra a no-usuarios de EV (Achtnicht et al. (2008), Egbue y Long (2012), Hackbarth y Madlener (2013)). Esto generó la inquietud de comprobar si los usuarios de EV diferían con los no-usuarios.

hipótesis 2: Los postulantes valoran en mayor medida el beneficio del estacionamiento con carga gratis en el trabajo que los ganadores.

hipótesis 3: Aquellos individuos que dan mayor uso a su vehículo en una semana normal son menos propensos a postular al plan. Lo que motivó esta hipótesis fue que en unos estudios recorrer mayores distancias con el vehículo tenía un efecto positivo en la demanda (Plötz et al., 2014) y en otros negativo Ozaki y Sevastyanova (2011).

Testeando estas hipótesis se logrará identificar las variables que afectan la adopción de EV, observar posibles diferencias entre ganadores y postulantes, plantear medidas preliminares que impulsen la adquisición de vehículos eléctricos y estimar los efectos que tienen las variables en la demanda de estos. Por último, se sugirieron nuevas líneas de investigación en base a los resultados obtenidos.

5.3.2. Simulación

Para apoyar el diseño descrito en la sección anterior y verificar que el juego de elección propuesto fuera capaz de recuperar los betas entregados y cuantificar qué tan precisamente los obtenía se realizaron simulaciones de Monte Carlo. Esta se hace para el experimento con los 3 vehículos disponibles en el plan de Enel como alternativa.

El desafío que presentaba este diseño era estimar modelos de elección con pocas observaciones, dado que el público objetivo era reducido (no más de 35 personas por grupo) y además, son trabajadores con disponibilidad reducida a responder encuestas presenciales. Esta disponibilidad se veía afectada por reuniones, horarios laborales especiales, vacaciones, entre otras.

El procedimiento para esto fue el siguiente:

1. Se generaron valores para los parámetros (β_{gen_k}) de cada uno de los atributos que se quería estudiar proporcionales al de la cuota que se fijó en -0.01 [util/\$]. Los precios de los estacionamientos en el sector donde está ubicado Enel rondan los 60 a 90 mil pesos, el beneficio es compartido, por lo que se podría considerar el precio la mitad. Además, el costo de la energía que se ahorraría cargando sólo en el trabajo es aproximadamente 30 a 45 mil (andando 1.500 km). Así entonces, el rango donde se mueve el valor del beneficio del estacionamiento es entre 60 a 90 mil. Luego, como se tiene estimada la tasa de sustitución entre cuota y el estacionamiento, el parámetro $\beta_{est} \in TS_{est,cuota}^1 \cdot \beta_{cuota}$, con lo que se obtiene $\beta_{est} \in [0,6 - 0,9]$. En el caso del wallbox se obtiene de la encuesta online que es igualmente valorado que el estacionamiento en el trabajo, por lo que se utilizará el mismo rango, $\beta_{wall} \in [0,6 - 0,9]$. En cuanto a la autonomía se estima que $\beta_{auton} \in [0,005 - 0,05]$, dado las tasas de sustitución para este atributo en Dimitropoulos et al. (2013) y Daziano (2013). Por último, $\beta_{red} \in [1 - 2]$, dado los valores encontrados para las disposiciones a pagar por este atributo en Daziano y Achtnicht (2013).

Se utilizan tres valores para cada uno de los parámetros dentro de los rangos antes mencionados, estos son mostrados en la Tabla 5.20.

Tabla 5.20: Parámetros utilizados para la simulación Montecarlo

β_{gen}	1	2	3
β_{auton} [util/km]	0.005	0.025	0.050
β_{red} [util/%red]	1	1.5	2
β_{wall} [util]	0.6	0.75	0.9
β_{est} [util]	0.6	0.75	0.9

2. Para cada una de las 81 combinaciones entre (β_{gen}) se realizaron 50 iteraciones de Monte Carlo.
3. Con este β_{gen_k} se calcula una utilidad sistemática en los parámetros para el individuo n (V_{in}) con la ecuación 5.1. Dado V_{in} se calcula la probabilidad de que el individuo n elija la alternativa n ($P_n(i)$).

$$V_{in} = \sum_q^Q \beta_{q_k} \cdot X_{iq} + \beta_{cte_{i_k}} \quad (5.1)$$

$$P_n(i_k) = \frac{\exp(\mu V_{i_k})}{\sum_n \exp(\mu V_{n_k})} \quad (5.2)$$

4. Para asignar la opción elegida para cada uno de los escenarios se genera un número aleatorio x entre 0 y 1 para cada uno de ellos. Después la asignación para cada escenario f se hace como sigue:

- Si $x \leq P_n(Leaf_f) \Rightarrow$ Se elige el Nissan Leaf.
- Si $P_n(Leaf_f) \leq x \leq P_n(Leaf_f) + P_n(Ioniq_f) \Rightarrow$ Se elige el Hyundai Ioniq.

¹Tasa de sustitución entre el beneficio del estacionamiento en el trabajo con la cuota mensual

- En caso contrario, se asigna al BMW i3.
5. Se realizó este procedimiento suponiendo que se obtenían 10, 20 y 30 encuestados. El gran desafío de este diseño era que se esperaba un tamaño muestral pequeño, dado que es un público de personas específico ocupado y que no necesariamente se tomaría el tiempo de contestar la encuesta. Para cada uno de los casos se calcula el ratio entre lo que calibra el modelo y el valor que fue computado:

$$\frac{\beta_{calibrado_k}}{\beta_{gen_k}}$$

Finalmente, con los resultados obtenidos de la simulación se calculan dos parámetros para ver la efectividad del diseño. El primero es el error de estimación promedio, calculado como:

$$EP = \sum_{k=1}^K \left(\frac{|\beta_{calibrado_k} - \beta_{gen_k}|}{\beta_{gen_k}} \right)$$

El segundo indicador es el error cuadrático medio (ECM) que nos permitirá estimar la varianza de los parámetros y su desviación estándar (RMSE) (Lehmann y Casella, 2006). Las Tablas 5.21 y 5.22 muestran estos indicadores.

Tabla 5.21: Errores de estimación promedio, proporcional al parámetro entregado

	10 resp.		20 resp.		30 resp.	
	\bar{x} [%]	σ	\bar{x} [%]	σ	\bar{x} [%]	σ
β_{cuota}	19,4	17,6	9,8	7,0	5,1	4,2
β_{auton}	16,7	14,1	8,4	6,6	4,1	3,1
β_{wall}	13,2	20,3	6,1	7,7	3,3	5,0
β_{red}	18,1	16,3	9,5	7,1	4,2	4,7
β_{est}	15,1	17,3	7,2	6,3	4,5	3,8

Tabla 5.22: Error cuadrático medio para parámetros estimados

	10 resp.		20 resp.		30 resp.	
	ECM $[u/x]^2$	RMSE $[u/x]$	ECM $[u/x]^2$	RMSE $[u/x]$	ECM $[u/x]^2$	RMSE $[u/x]$
β_{cuota}	$2,96 \cdot 10^{-7}$	0,00054	$1,10 \cdot 10^{-7}$	0,00033	$6,32 \cdot 10^{-7}$	0,00025
β_{auton}	$1,1 \cdot 10^{-5}$	0,0033	$6,46 \cdot 10^{-7}$	0,0008	$3,79 \cdot 10^{-7}$	0,00061
β_{wall}	0,0036	0,060	0,0012	0,035	0,00077	0,027
β_{red}	0,034	0,18	0,014	0,11	0,0084	0,091
β_{est}	0,011	0,10	0,0021	0,046	0,0012	0,036

A medida que se tenga mayor número de encuestados por grupo menor será el error promedio en los parámetros estimados. Cabe destacar que el error promedio de estimación para diez encuestas respondidas oscila entre 10 a 20%, mientras que con 30 se tiene un error entre 3 a 6%. Los resultados del error cuadrático medio avalan este resultado, pues también decaen a medida que aumenta el número de encuestas recibidas. Estas simulaciones fueron programadas en R (R Development Core Team, 2008).

La conclusión que se puede obtener de este estudio es que era prioritario encuestar a treinta individuos por grupo para que el error promedio de los parámetros estimados no superase el umbral del 6 %. Lamentablemente esto no fue posible para ningún grupo.

5.3.3. Análisis estadístico descriptivo de preferencias declaradas

Se recolectaron 60 encuestas en total, 22 para el grupo de los ganadores, 15 para el grupo de postulantes y 33 para los indiferentes. Los detalles de la cantidad de formularios entregados a cada uno se encuentran en la Tabla 5.23.

Tabla 5.23: Encuestas preferencias declaradas recolectadas

Respuestas recolectadas	Ganadores	Postulantes	Indiferentes
Forma A	5	3	12
Forma B	5	4	8
Forma C	6	4	8
Forma D	6	4	5
Total	22	15	33

Un desafío que presentaba esta encuesta presencial era ubicar la mayor cantidad de trabajadores dentro de las distintas sedes. En el caso de los ganadores se recolectaron 22 de 30 encuestas posibles y 15 de 35 para los postulantes. Hubo dificultades con los ganadores relacionadas al horario de trabajo de los sujetos, que eran mediante turnos 4x3. Para los postulantes se tienen 5 casos de individuos abandonaron su trabajo.

En la Tabla 5.24 se resume la distribución de sedes de trabajo para los encuestados y el total según corresponde en paréntesis.

Tabla 5.24: Sede trabajadores Enel, Encuesta preferencias declaradas

Sede	Ganadores (total)	Postulantes (total)	Indiferentes
Santa Rosa 76	16 (22)	11 (25)	33
Marcoleta 665	2 (2)	4 (4)	0
San Isidro 65	2 (2)	0 (5)	0
Presidente Riesco 5335	1 (3)	0 (1)	0
Dominica 185	1 (1)	0	0

En esta encuesta se preguntaba primero por el vehículo que elegiría y luego por el auto al que considera la peor opción. En este caso, interesaba ver la distribución en las elecciones según si era la primera opción (A) o la segunda (B). Las Figuras 5.10 y 5.11 muestran esto para los ganadores y postulantes más indiferentes respectivamente.

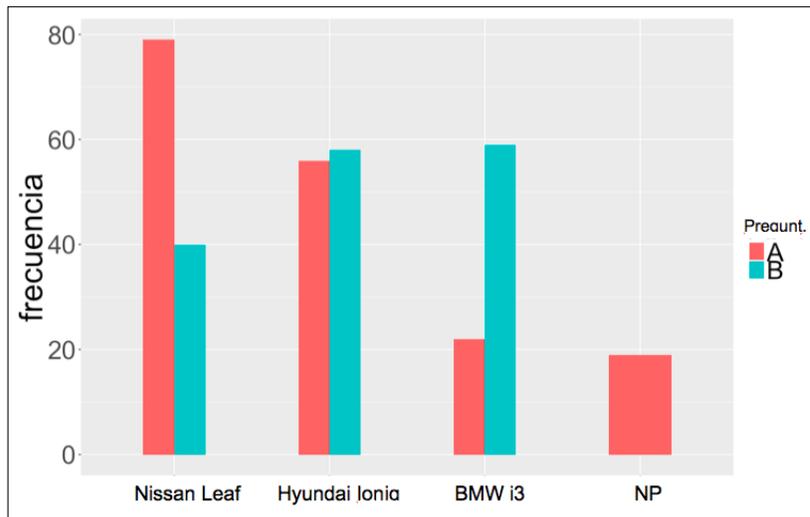


Figura 5.10: Respuestas según primera (A) o segunda opción (B), ganadores.

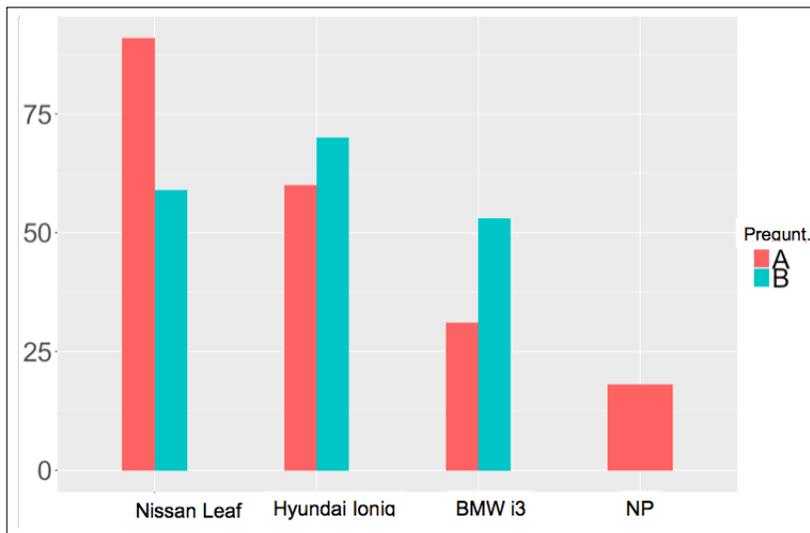


Figura 5.11: Respuestas según primera (A) o segunda opción (B), postulantes.

Con esto se puede observar que la primera opción para los grupos es el Nissan Leaf en su mayoría, luego el Hyundai Ioniq y finalmente el BMW i3. Hay que destacar que se tienen elecciones por el BMW i3, diferente a lo observado en el plan de movilidad real. En cuanto al vehículo considerado como segunda opción se tiene que no hubo diferencias significativas entre el BMW i3 y el Hyundai Ioniq para los ganadores, sin embargo, los postulantes y indiferentes parecían preferir el modelo de Hyundai.

Ahora bien, también interesaba ver si las respuestas según forma de la encuesta están inclinadas hacia algún vehículo en particular. Para esto se graficaron las elecciones de los grupos según el formulario que les fue entregado (ver Figuras 5.12 y 5.13).

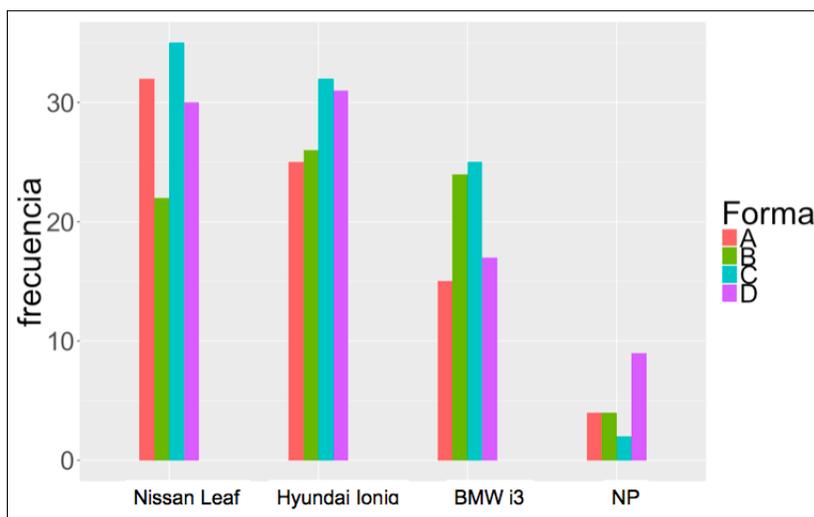


Figura 5.12: Respuestas según formulario entregado, ganadores.

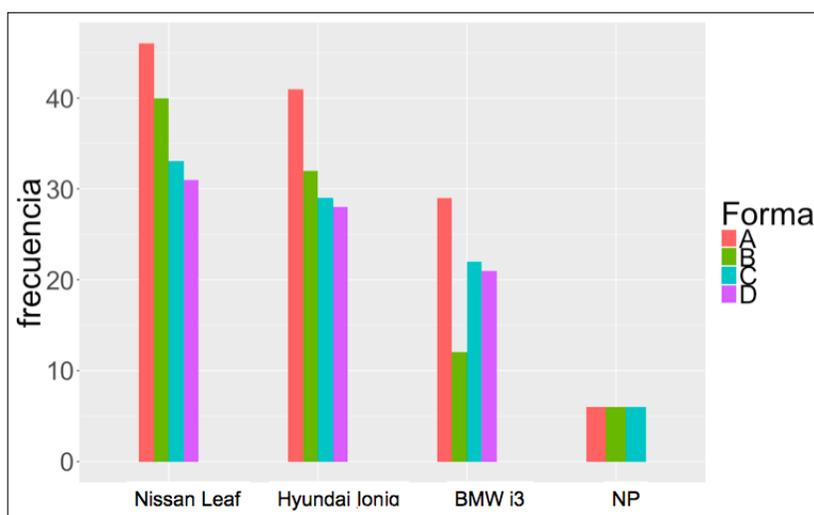


Figura 5.13: Respuestas según formulario entregado, postulantes.

Los resultados según formulario muestran que en la forma A y la forma C, los ganadores eligen mayormente el modelo de Nissan, luego el de Hyundai y finalmente el de BMW. En cambio, en las formas B y D el vehículo preferido es el Hyundai Ioniq. En el caso de los postulantes y indiferentes, la hegemonía del Nissan Leaf se mantiene en las cuatro formas. Las preferencias ordenadas serían Nissan Leaf, Hyundai Ioniq y en último lugar el BMW.

Capítulo 6

Modelamiento adquisición de EV usando datos de encuesta PD

El objetivo de la modelación es determinar qué factores eran los que contribuyen a explicar la elección de vehículos eléctricos y cómo varían entre los grupos en estudio. Para representar la elección vehicular se estimaron modelos de elección discreta tales como: logit multinomial (MNL), logit con datos de panel y logit heteroscedástico anidado. En este capítulo se describen los modelos planteados y se muestra el análisis correspondiente de los resultados obtenidos. Dichos modelos fueron estimados en el lenguaje computacional R (R Development Core Team, 2008) con el método de máxima verosimilitud (Henningsen y Toomet, 2011) o utilizando el software BIOGEME (Bielaire, 2008).

Los modelos fueron estimados con la información recolectada del estudio cuantitativo y permitieron estudiar las hipótesis planteadas al inicio de la tesis. Las variables utilizadas para la modelación fueron aquellas asociadas a características del individuo (edad, consciencia medio ambiental, ingreso), características del vehículo (precio, autonomía, red de carga), se añadieron también la instalación del wallbox en el hogar y el estacionamiento con carga gratis en el trabajo.

Cabe destacar que se contó con información de preferencias reveladas para los 30 ganadores de la primera versión del plan, pero esta no poseía varianza suficiente en las elecciones y por esto no fueron utilizadas en los modelos. Haberlas añadido a los modelos calibrados o a la información de preferencias declaradas podría haber generado más errores que aportes.

6.1. Alternativas para el plan de movilidad eléctrica

Las alternativas que tuvieron los encuestados en el experimento de preferencias declaradas eran: postular al Nissan Leaf, postular al Hyundai Ioniq, postular al BMW i3 o no participar en el sorteo ('opt-out'). Con esto se buscaba simular una versión hipotética del plan de movilidad eléctrica a las cuales los individuos se enfrentaban.

Tabla 6.1: Descripción de alternativas para el experimento de preferencias declaradas

Alternativa	Descripción
1	Postular al Nissan Leaf
2	Postular al Hyundai Ioniq
3	Postular al BMW i3
4	No Postular

En este experimento se modeló la elección de vehículo como una decisión individual mediante un modelo de elección discreta, donde se supuso que ellos eligen de forma racional conforme al nivel de utilidad que era entregado por las alternativas ofrecidas. Como el experimento tuvo la opción de no elegir ninguno de los vehículos presentados (opt-out), resultó conveniente elegir la maximización de la utilidad aleatoria (RUM) por sobre la minimización del arrepentimiento aleatorio (RRM), dado que cuando la opción “opt-out” es caracterizada como un rechazo a las alternativas se ha encontrado que RUM se desempeña mejor (Hess et al., 2014). La opción opt-out se agregó para dar mayor realismo al experimento, emulando el plan para empleados. Así entonces la teoría de elecciones se basó en la maximización de la utilidad aleatoria (Manski, 1977).

6.2. Variables de modelación

Las variables que se utilizaron para modelar la elección del automóvil eléctrico están relacionadas con las características del individuo, los atributos del vehículo y beneficios que tendrían al adquirir dicho automóvil. Los formularios de estas encuestas se encuentran en la Sección Anexos A, en las Figuras A.2, A.3, A.4 y A.5.

Características del Usuario

Edad (Edad) Edad del individuo agrupada en los rangos siguientes:

- Menor a 30 años
- 30 a 35 años
- 36 a 45 años
- 46 a 50 años
- 51 - 60 años
- Más de 60 años

Hombre: (Hombre) Variable dummy que identificaba a los encuestados del género masculino.

- Masculino (1)
- Femenino (0)

Uso semanal del vehículo: (Uso) Cantidad de días a la semana que la persona utilizaba el vehículo principal en promedio. Variable entera que abarca desde el 0 hasta el 7.

Nivel de Ingreso: (Ing) Segmento en el cual se encontraba el ingreso líquido mensual en pesos chilenos. Se consideró el ingreso individual.

- Menos de \$ 1.000.000
- \$ 1.000.000 a \$ 1.500.000
- \$ 1.500.000 a \$ 2.500.000
- \$ 2.500.000 a \$ 4.000.000
- \$ 4.000.000 a \$ 6.000.000
- Más de \$ 6.000.000

La percepción de los usuarios acerca de los vehículos ofrecidos, como por ejemplo la estética, no fue rescatada en las encuestas y sus efectos estuvieron presentes en el término de la componente aleatoria (ε_n) del modelo y en las constantes modales asociadas a las alternativas.

Características del vehículo

Pago mensual (Cuota): Valor entero que representó la mensualidad que debían cancelar los beneficiarios en caso de adjudicarse un vehículo.

Autonomía (Auton): Distancia que el vehículo alcanzaba a recorrer con la batería a máxima carga.

Red de carga (Red): Porcentaje de bencineras en Santiago que tendrían estaciones de carga para vehículos eléctricos cuando se les hubiese hecho entrega del vehículo.

El resto de las características que diferencian a los vehículos del plan no fueron incluidas en la modelación directamente y se supuso que quienes participaron del programa tenían conocimiento de ellas, como por ejemplo del precio de recompra y el plazo, los que fueron mencionados explícitamente en el enunciado de la encuesta. Por otra parte, el tiempo de carga no fue incluido en la elección entre vehículos eléctricos, puesto que los tres autos demoran tiempos similares en cargar. Caso distinto hubiese sido si, por ejemplo, se hubiese tenido como alternativa un vehículo híbrido, convencional o a gasolina.

Beneficios del plan

Fueron incluidos al experimento dos de los beneficios no económicos más importantes del plan, que eran: instalación gratuita del wallbox en el hogar y estacionamiento con carga gratuita dentro del trabajo. Ambas fueron modeladas como variables “dummy”.

Instalación del wallbox (Wallbox): Variable Dummy.

- Sí (1)
- No (0)

Estacionamiento con carga gratis en el trabajo: (Est) Variable Dummy.

- Sí (1)
- No (0)

El resto de los beneficios del plan no estaban incluidos, dados que no fueron relevantes para los participantes de la primera versión en su decisión de postular. Esto está justificado en los resultados del estudio de grupo focal y la encuesta de opinión online.

Segmentación

Como se ha mencionado anteriormente, existen tres grupos de individuos de trabajadores Enel entre los cuales se indagó en diferencias sobre sus valoraciones y percepciones acerca de los vehículos eléctricos, estos son los siguientes:

- Ganadores: Participaron del plan de movilidad eléctrica y fueron beneficiados por este. Al momento de realizadas las encuestas tenían 5 meses con el EV.
- Postulantes: Participaron del plan de movilidad eléctrica, pero no fueron beneficiados. Cabe destacar que ellos estaban comprometidos con adoptar el EV en caso de haber salido sorteados.
- Indiferentes: Quienes no participaron del sorteo ni tampoco manifestaron interés de ninguna manera.

6.3. Modelos de elección

A continuación se muestran los tres modelos calibrados para describir la adquisición de vehículos eléctricos para el caso particular de un plan similar al de Enel. El primer modelo fue el Logit multinomial, que fue calibrado para tener una idea preliminar del efecto que tenían los atributos sobre la función de utilidad de los individuos. En segundo lugar, se calibró un modelo Logit con datos de panel, con el procedimiento sugerido en Daly y Hess (2010). Este modelo permitió considerar el hecho de que una persona estuviese reportando más de una observación, ajustando los errores estándar de cada parámetro considerado. En tercer lugar, se calibró un Logit heteroscedástico anidado, en el que se combinaron las bases de datos de ganadores y postulantes para poder ejecutar un test de hipótesis sobre si una de las variables de interés era relevante para sólo uno de los grupos.

6.3.1. Logit Multinomial

El modelo inicial que se calibró tuvo como variables de decisión la cuota, la autonomía del vehículo, la red de carga, la instalación del wallbox y el estacionamiento con carga gratis en el trabajo. Esto con el objetivo de buscar un primer acercamiento a la información recolectada. No se incluyó ninguna característica del usuario en este modelo inicial. La ecuación 6.1 muestra la función de utilidad (U_{jn}) de la alternativa j para el individuo n:

$$U_{j,n} = \beta_{cuota}Cuota_j + \beta_{auton}Auton_j + \beta_{Red}Red_j + \beta_{wallbox}Wall_j + \beta_{est}Est_j + \beta_j + \varepsilon_n \quad (6.1)$$

$$U_{no-postular,n} = \beta_{np} + \varepsilon_n \quad (6.2)$$

Para la alternativa que representa rechazo al plan y no postular a éste, su utilidad se definió como una constante. La constante modal fija es la del Nissan Leaf para que los parámetros puedan ser estimados. Las Tablas 6.2, 6.3 y 6.4 muestran lo obtenido con este modelo para los ganadores, postulantes e indiferentes respectivamente.

Tabla 6.2: Resultados Logit multinomial, Ganadores

Variable	Parámetro	Error estándar	t-valor	Prob (>t)
Cuota	-0,00985***	0,00206	-4,773	$1,7 \cdot 10^{-6}$
Auton	0,00488***	0,00155	3,142	0,0017
Red	0,158	0,452	0,350	0,72
Wallbox	0,988***	0,157	6,309	$2,0 \cdot 10^{-10}$
Est	0,822***	0,146	5,638	$1 \cdot 10^{-8}$
β_{ioniq}	0,292	0,246	1,187	0,23
β_{i3}	-0,171	0,433	-0,397	0,69
β_{NP}	-1,512***	0,568	-2,658	0,008
Observaciones	333			
ρ^2 ajustado	0,177			
Log-verosimilitud	-281,49			

Nota: *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01

Para identificar las variables que explican la adquisición de EV en este experimento se plantearon test de hipótesis de dos colas contra el cero, para ver si dicha variable era distinta de cero con un nivel de confianza del 95 %. La hipótesis nula H_0 dice que el parámetro en cuestión $\beta_x = 0$, mientras que la hipótesis alternativa H_1 es que $\beta_x \neq 0$. La hipótesis nula es rechazada cuando el valor del t-estadístico del parámetro, en módulo, sea mayor que la t-student al 95 % de confianza (1,967 para 332 grados de libertad).

En el modelo para los ganadores (Tabla 6.2) se ha encontrado que las variables que influyeron positivamente hacia la adopción de EV son: la autonomía del vehículo, el wallbox y el estacionamiento con carga gratis en el trabajo. Estas variables han entregado un valor positivo en sus parámetros β respectivos. Además, al aplicar los test de hipótesis a los resultados obtenidos, se pudo observar que estas tres variables son significativas e influyen en la decisión de postular al EV ($t_{auton} = 3,142$; $t_{wall} = 6,309$ y $t_{Est} = 5,638$). En cuanto a la cuota, se ha evidenciado que esta variable tiene signo negativo, mostrando que las personas prefieren vehículos más baratos. Esta variable es significativa también, dado que su t-valor ($t_{cuota} = -4,773$) permite rechazar la hipótesis nula antes planteada. Así entonces, las variables relevantes en la decisión de optar por un EV para los ganadores son: cuota, autonomía, wallbox y estacionamiento con carga gratuita.

Tabla 6.3: Resultados Logit multinomial, Postulantes

Variable	Parámetro	Error estándar	t-valor	Prob (>t)
Cuota	-0,00470*	0,0026	-1,768	0,077
Auton	0,00350*	0,00194	1,799	0,072
Red	1,361**	0,595	2,288	0,022
Wallbox	0,541***	0,201	2,687	0,00722
Est	0,816***	0,180	4,532	$5,8 \cdot 10^{-6}$
β_{ioniq}	-0,453	0,333	-1,358	0,17
β_{i3}	-1,562*	0,614	-2,544	0,01
β_{NP}	-0,994	0,779	-1,277	0,20
Observaciones	230			
ρ^2 ajustado	0,155			
Log-verosimilitud	-182,01			

Nota: *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01

En el modelo para postulantes (Tabla 6.3) se ha encontrado que las variables que influyen positivamente hacia la adopción de EV son: autonomía del vehículo, **red de carga dentro de la ciudad**, wallbox y estacionamiento con carga gratis en el trabajo. Estas variables han entregan un valor positivo en sus parámetros β respectivos. Por otro lado, al aplicar los test de hipótesis a los resultados obtenidos, se pudo observar que estas cuatro variables son significativas al 95 % e influenciaban la decisión de postular al EV ($t_{auton} = 1,799$; $t_{Red} = 2,288$; $t_{wall} = 2,687$ y $t_{Est} = 4,532$). En cuanto a la cuota, se ha evidenciado que esta variable tuvo signo negativo, mostrando que las personas prefieren vehículos más baratos. Esta variable es significativa al 7% de confianza, dado que su t-valor ($t_{cuota} = -1,768$) permitió rechazar la hipótesis nula antes planteada. Así entonces, las variables relevantes en la decisión de optar por un EV para los postulantes son: cuota, autonomía, red de carga en la ciudad, wallbox y estacionamiento con carga gratuita.

Tabla 6.4: Resultados Logit multinomial, Indiferentes

Variable	Parámetro	Error estándar	t-valor	Prob (>t)
Cuota	-0,00388**	0,00179	-2,163	0,031
Auton	0,00229	0,00136	1,688	0,09
Red	0,272	0,404	0,674	0,50
Wallbox	0,535***	0,140	3,882	$1,0 \cdot 10^{-4}$
Est	0,637***	0,127	5,029	$5,0 \cdot 10^{-7}$
β_{ioniq}	0,218	0,216	1,012	0,31
β_{i3}	-0,456	0,411	-1,110	0,26
β_{NP}	-1,228**	0,528	-2,348	0,018
Observaciones	369			
ρ^2 ajustado	0,111			
Log-verosimilitud	-336,72			

Nota: *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01

En el modelo para los indiferentes (Tabla 6.4) se encontró que las variables que influyen positivamente hacia la adopción de EV son: wallbox y estacionamiento con carga gratis en el trabajo. Estas variables entregan un valor positivo en sus parámetros β respectivos. Además, al aplicar los test de hipótesis a los resultados obtenidos, se pudo comprobar que estas dos variables son significativas e influyen la decisión de postular al EV ($t_{wall} = 3,882$ y $t_{Est} = 5,029$). En cuanto a la cuota, se evidencia que esta variable tiene signo negativo, mostrando que las personas prefieren vehículos más baratos. Esta variable es significativa también, dado que su t-valor ($t_{cuota} = -2,163$) permite rechazar la hipótesis nula antes planteada. Así entonces, las variables relevantes en la decisión de optar por un EV para los indiferentes son: cuota, autonomía, wallbox y estacionamiento con carga gratuita. Las Elasticidades y la contribución relativa serán vistas en la sección siguiente.

Tabla 6.5: Logit multinomial, Ganadores, Postulantes e Indiferentes

	Ganadores		Postulantes		Indiferentes	
	Parámetro	Prob(>t)	Parámetro	Prob(>t)	Parámetro	Prob(>t)
Cuota	-0,00985	$1,7 \cdot 10^{-6}$	-0,0047	0,077	-0,00388	0,031
Auton	-0,00488	0,0017	0,0035	0,072	0,00229	0,09
Red	0,158	0,72	1,361	0,022	0,272	0,5
Wall	0,988	$2,0 \cdot 10^{-10}$	0,541	0,00722	0,535	$1,0 \cdot 10^{-4}$
Est	0,822	$1,0 \cdot 10^{-8}$	0,816	$5,8 \cdot 10^{-6}$	0,637	$5,0 \cdot 10^{-7}$
β_{ioniq}	0,292	0,23	-0,453	0,17	0,218	0,31
β_{i3}	-0,171	0,69	-1,562	0,01	-0,456	0,26
β_{NP}	-1,512	0,008	-0,994	0,20	-1,228	0,018
Observaciones	333		230		369	
Ro ajustado	0,177		0,155		0,111	
Log-verosimilitud	-281,49		-182,01		-336,72	

Con lo mostrado en esta sección, se pudo ver que las variables significativas al 5% de confianza para los ganadores son la cuota, la autonomía, el wallbox y el estacionamiento (dados los t-valor encontrados para cada atributo). En el caso de los indiferentes las variables significativas al 5% fueron la cuota, el wallbox y el estacionamiento. Por otro lado, para los postulantes se tuvo que las variables significativas al 7% fueron las mismas que para los ganadores pero se les agregó la **red de carga** (ver Tabla 6.5).

La red de carga no afectó la decisión de los ganadores, ni a los indiferentes, pero sí influyó en los postulantes. Esto se puede explicar en que los postulantes pensaban que ocuparían la red de carga casi tanto como utilizaban las bencineras, sobre valorando el beneficio y considerándolo en su decisión de optar por un EV. Esto fue sustentado por las diferencias de percepción encontradas en el estudio de grupo focal Enel (ver Sección 4). Además, los ganadores no valoraron la red de carga dado que sabían la baja frecuencia con la que asistían a ellas. Para los indiferentes se sospechó que este grupo no se había cuestionado el uso de los cargadores públicos ni la autonomía, por lo cual estas variables podrían no haber sido consideradas en su decisión, pero no se tuvo respaldo de esto en los estudios de grupo focal ni en la encuesta de opinión.

Para los siguientes modelos sólo se utilizaran las respuestas de **ganadores y postulantes, puesto que fueron los dos grupos que estuvieron dispuestos a comprar un EV y solo los diferenciaba haber sido elegidos aleatoriamente** para optar por uno.

6.3.2. Logit con datos de panel

Un problema que tiene el modelo anterior es que cada persona está reportando más de una observación y esto produce correlación entre las observaciones, causando que se tengan estimadores consistentes pero ineficientes. Esto quiere decir que el valor de los coeficientes se estimó de forma correcta, pero los errores estándar (e.e) se estimaron mal.

Para recoger este efecto en el modelo y ajustar los errores estándar se realiza normalmente la calibración del modelo y a posteriori se corrigen los errores estándar. El método utilizado en este modelo para determinar el error es el del “sandwich estimator”, el cual para efectos prácticos se incluye con una línea al código de BIOGEME añadiendo el termino [Panel Data], como se propuso en Daly y Hess (2010).

Para este modelo se agregaron las variables de género (*Hombre*), uso vehicular (*Usuario*). La variable *Hombre* se modeló como una indicatriz $\mathbf{1}_{hombre_n}$ que tomaba el valor uno cuando el individuo n es de género masculino y cero en caso contrario. En el caso de la variable *Usuario* esta también era una indicatriz $\mathbf{1}_{Usuario_n}$ que tomaba valor uno cuando el individuo n utilizaba su vehículo particular los siete días de la semana y cero en caso contrario. Esta última variable fue independiente del tipo de motor que tuviese el vehículo del individuo.

Estos nuevos factores fueron añadidos a la utilidad sistemática para la opción de no postular (‘opt-out’), dado que de esta forma un valor positivo en el parámetro indicaría una tendencia a rechazar el plan y, por ende, su interpretación sería directa.

$$U_{no-postular,n} = \beta_{np} + \beta_{hombre}\mathbf{1}_{hombre_n} + \beta_{Usuario}\mathbf{1}_{Usuario_n}$$

Un problema que se buscó abordar en este modelo era ver si los individuos que adquirieron un vehículo eléctrico mediante el plan de Enel mostrarían una tendencia a seguir eligiendo el mismo vehículo independiente de sus atributos (auto-afirmación). Para esto se incluyó el parámetro *Inercia* en cada una de las utilidades de las alternativas multiplicado por una variable dummy que valía uno cuando el individuo adquirió dicho vehículo en el primer plan y cero en caso contrario. Cabe mencionar que esta sólo se incluyó para los ganadores y no para los postulantes, dado que se esperaba que los ganadores tuviesen más presente su elección en el primer plan y mayor información del vehículo, mientras que los postulantes podían no ser conscientes de su postulación anterior. Los resultados del modelo con datos de panel para ganadores y postulantes, calculados independientemente, se muestran en la Tabla 6.6.

Tabla 6.6: Logit multinomial con datos de panel, gadores y postulantes.

Variable	β_{gan}	$e.e_{gan}$	t_{gan}	β_{pos}	$e.e_{pos}$	t_{pos}
Cuota	-0,00974	0,00251	-3,88	-0,00321	0,00241	-1,33
Auton	0,00595	0,00148	4,02	0,00301	0,00188	1,60
Red	0,00198	0,00570	0,35	0,126	0,595	2,12
Wall	1,05	0,211	4,99	0,619	0,131	4,72
Est	0,885	0,182	4,88	0,775	0,232	3,34
<i>Inercia</i>	2,54	0,652	3,90	—	—	—
<i>Hombre</i>	2,11	1,19	1,77	—	—	—
<i>Usuario</i>	1,28	0,779	1,65	1,37	0,721	1,93
β_{ioniq}	2,56	0,665	3,84	-0,419	0,317	-1,32
β_{i3}	1,96	0,541	3,63	-1,61	0,705	-2,28
β_{np}	-1,37	1,62	-0,84	-1,55	0,775	-2,00
N^o individuos	22			15		
Observaciones	333			230		
ρ^2 ajustado	0,223			0,157		
Log-verosimilitud	-263,088			-195,543		

De los resultados obtenidos para este modelo (ver Tabla 6.6) se puede ver que se mantienen los signos de los parámetros para los ganadores. La significancia de la cuota, la autonomía, el wallbox y el estacionamiento se mantienen también con la misma confianza que antes. En este modelo se pudo observar que la variable *Inercia* tiene un valor positivo y significativo ($|t_{inercia}| = 3,90$) al 5%. Esto muestra que los ganadores tienen preferencia por adquirir el vehículo que ya poseían. Por otro lado, la variable *Hombre* tiene también un valor positivo y es significativa al 8% de confianza ($t_{Hombre} = 1,77$), evidenciando que las mujeres son más propensas a postular al plan que los participantes de género masculino. En cuanto a la variable *Usuario*, se obtiene valor positivo y no significativa para los ganadores ($t_{usuario} < 1,96$), por lo que ser dependiente del automóvil parecía no afectar la adopción de EV para los ganadores.

Para los postulantes se mantienen también los signos de la cuota, autonomía, red de carga, wallbox y estacionamiento. La significancia de estas también se mantienen como en

el caso anterior. La variable Hombre no se añadió a este modelo, ya que sólo respondieron hombres en este grupo. La Inercia tampoco se incluye, dado que se explicó antes que esta variable importaba para los ganadores, quienes manejan el EV y eran más conscientes de su postulación al primer plan. En cuanto a la variable Usuario, se ha encontrado que esta tiene un valor positivo y significativo al 5% ($t_{usuario} = 1,93$). Esto permite interpretar que los postulantes más dependientes del vehículo, tienden a no adquirir un auto eléctrico. La explicación de esto pudo ser el miedo a quedarse sin batería dentro de un viaje o el desgaste que esperado por estar pendientes de la carga del vehículo con frecuencia.

Finalmente, cabe mencionar que en estos modelos se buscó ver si existía el efecto ingreso en la adquisición de estos autos, esto es, individuos con mayor ingreso estarían dispuestos a pagar más por uno de los atributos del bien estudiado. Sin embargo, se había encontrado en el análisis descriptivo (ver Tabla 5.2) que los individuos eran todos de ingresos altos y con los rangos que se tienen de esto es probable que no fuese posible detectar este efecto. El nivel de ingreso se añadió como una variable dummy en la utilidad según los rangos monetarios incluidos en la Tabla 5.2. Cuando se incluyó el nivel de ingreso en el modelo el resultados arrojó que los parámetros asociados a los niveles de ingreso definidos no resultaron significativos ($|t| < 1,96$).

6.3.3. Logit heteroscedástico anidado

Para llevar a cabo un test formal de significancia acerca de la red de carga y su efecto en ganadores y postulantes se planteó un modelo Logit Heteroscedástico anidado, dado que los modelos anteriores no permitían realizar dicho test. El modelo planteado en esta sección utilizó ambas fuentes de datos y brindó la oportunidad de hacer un test de razón de verosimilitud.

Por otro lado, una hipótesis que se planteó en este experimento es que la varianza era mayor en los postulantes, dado que los ganadores ya manejaban un EV y entendían mejor el efecto de tener mayor/menor autonomía en un vehículo o cuánto le importaban el resto de las variables dado el uso que habían tenido. Esto se manifiesta en la escala del modelo, que tiene forma $\mu = \frac{\pi}{\sqrt{6} \cdot \sigma}$, y si la varianza en las observaciones de los postulantes era mayor que en los ganadores, entonces su escala debía ser menor. Para encontrar este efecto se calibró un modelo que tiene escalas distintas para ganadores y postulantes, incluyendo los datos de panel.

Con lo obtenido de la Tabla 6.6 se encontró que las constantes modales para estos dos grupos eran distintas en signos. Se calibran entonces dos modelos con las respuestas de los ganadores y postulantes, donde se separaron las constantes modales para el vehículo j si el individuo n es ganador y otra si es postulante. Esto se justificó en base al supuesto que los errores aleatorios de ganadores y postulantes diferían.

El primer modelo que se presenta (reportado en Tabla 6.7) posee las mismas variables que el con datos de panel (ver Tabla 6.6), pero con constantes modales específicas para cada grupo y escala diferenciada para ganadores y postulantes. Esto último para poder combinar

ambas bases de datos.

En el segundo modelo (reportado en Tabla 6.8) se calibró un parámetro de red de carga para ganadores ($Red_{ganador}$) y otro para postulantes ($Red_{postulante}$). Esto bajo el supuesto de que para uno de los grupos esta variable era significativa y para el otro no. Se tuvieron entonces 15 parámetros estimados para el primer modelo (ver Tabla 6.7) y 16 para el segundo (ver Tabla 6.7). Además, el primer modelo es una versión restringida del segundo, lo cual seguía por objetivo realizar un test de verosimilitud entre ambos para comprobar si efectivamente la red de carga era percibida distinta entre ambos grupos.

Tabla 6.7: Logit heteroscedástico anidado, restringido

Variable	Parámetro	Error estándar	t-valor	Prob (>t)
Cuota	-0,0083***	0,00231	-3,61	0,00
Auton	0,0055***	0,00138	3,96	0,00
Red	0,0062	0,0053	1,18	0,24
Wall	0,99***	0,186	5,35	0,00
Est	0,924***	0,159	5,83	0,00
Inercia	2,57***	0,652	3,90	0,00
Hombre	2,33*	1,18	1,89	0,06
Usuario	1,46**	0,746	1,96	0,05
$\beta_{ioniq}(gan)$	2,48***	0,668	10,82	0,00
$\beta_{i3}(gan)$	1,64***	0,480	3,43	0,00
$\beta_{np}(gan)$	-1,31	1,52	-0,86	0,39
$\beta_{ioniq}(post)$	2,32***	0,431	5,38	0,00
$\beta_{i3}(post)$	1,28*	0,717	1,79	0,07
$\beta_{np}(post)$	-2,27	1,71	-1,33	0,18
$\mu_{ganador}$	1			
$\mu_{postulante}$	0,709 [⊗]	0,160		
Individuos	37			
Observaciones	563			
ρ^2 ajustado	0,200			
Log-verosimilitud	-461,095			

Nota: *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01

En este modelo con bases de datos conjunta se han encontrado los mismos signos para los parámetros significativos que se tenían antes, es decir, los positivos fueron: autonomía, wallbox, estacionamiento, Inercia, Hombre y Usuario. Mientras el único negativo fue la cuota. Cabe mencionar que en este modelo el parámetro red de carga no resultó significativo ($t_{red} < 1,96$).

El test que se hizo para las escalas (μ) fue un test sobre 1, en el cual la hipótesis nula H_0 supone que $\mu_{postulante} = 1$ y la alternativa H_1 que es distinto de uno. En caso que las escalas (μ) fueran iguales esto implicaría que la varianza en las observaciones es similar

entre ganadores y postulantes, en caso contrario las varianzas son distintas.

El resultado de este test mostró con un 7% de confianza que la escala de los postulantes es menor que la de los ganadores, o en otras palabras, la varianza en las observaciones de los postulantes es mayor que la de los ganadores. Esto prueba la hipótesis planteada al inicio de esta sección, donde se discutía acerca de este punto.

El segundo modelo que se presentó en esta sección fue parecido al primero, pero se definió un parámetro para la red de carga de los ganadores ($Red_{ganador}$) y otro para los postulantes ($Red_{postulante}$). Los resultados son mostrados en la Tabla 6.8.

Tabla 6.8: Logit heteroscedástico anidado, general

Variable	Parámetro	Error estándar	t-valor	Prob (>t)
Cuota	-0,0085***	0,00234	-3,64	0,00
Auton	0,0056***	0,00140	3,97	0,00
Red _{ganador}	0,0019	0,00497	0,34	0,73
Red _{postulante}	0,019***	0,00929	2,04	0,04
Wallbox	1,01***	0,184	5,52	0,00
Est	0,94***	0,158	5,93	0,00
Inercia	2,57***	0,191	13,44	0,00
Hombre _{optout}	2,26*	1,19	1,91	0,06
U7 _{optout}	1,45**	0,751	1,93	0,05
$\beta_{ioniq}(gan)$	2,51***	0,234	10,69	0,00
$\beta_{i3}(gan)$	1,84***	0,498	3,70	0,00
$\beta_{np}(gan)$	-1,40	1,54	-0,91	0,36
$\beta_{ioniq}(post)$	2,22***	0,463	4,80	0,00
$\beta_{i3}(post)$	0,69	0,975	0,71	0,48
$\beta_{np}(post)$	-2,17	1,68	-1,29	0,20
$\mu_{ganador}$	1			
$\mu_{postulante}$	0,681 [⊗]	0,149		
Individuos	37			
Observaciones	563			
ρ^2 ajustado	0,201			
Log-verosimilitud	-459,643			

Nota:

*p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01

De los resultados del modelo se desprendió que la escala $\mu_{postulante}$ es significativa en el modelo al 5%, y no con un 7% como lo era en el modelo anterior. En relación al signo de las variables, se mantuvieron los encontrados anteriormente sin mayores modificaciones en sus valores.

No obstante, se ha encontrado que el parámetro $Red_{ganador}$ no es significativo, mientras que el parámetro $Red_{postulante}$ sí es. Esto da otro indicio de que la red de carga en la ciudad

es importante en la decisión de los postulantes. Para hacer el test formal sobre si la red es percibida de manera diferente entre ganadores y postulantes se realizó el test de razón de verosimilitud. En este se comparó la log-verosimilitud del modelo general, donde se calibró separadamente el parámetro de Red para ganadores o postulantes (Tabla 6.8), y el modelo restringido en donde solo hubo un parámetro de red asumido igual para ambos grupos (Tabla 6.7).

$$LR = -2 \cdot (l^*(\theta_r) - l(\theta)) \quad (6.3)$$

Donde:

$l^*(\theta_r)$: log-verosimilitud del modelo restringido con r grados de libertad

$l(\theta)$: log-verosimilitud del modelo general

La hipótesis nula (H_0) supone que las restricciones son “verdaderas” y el modelo restringido es correcto. El valor de LR (Ver ecuación 6.3) se asume distribuye como una χ^2 . Cuando LR tenga un valor superior a $\chi^2_{95,df}$ se rechaza H_0 y se concluye que el modelo general es correcto.

$$LR = -2 \cdot (-461,095 + 459,643) = 2,904 < \chi^2_{95,df=1} = 3,841$$

$$LR = 2,904 > \chi^2_{91,df=1} = 2,874$$

Con este cálculo, se pudo rechazar H_0 con un **91 %** de confianza, es decir, la red de carga fue percibida diferente entre ganadores y postulantes con un 9% de error. Además, otra conclusión fue que el modelo general, donde se separa el parámetro de la red para ganadores y postulantes, es correcto.

6.4. Análisis a partir de los modelos

En la sección anterior se han presentado las estimaciones realizadas para representar la decisión de postular un EV mediante un plan de movilidad eléctrica especial. En estos se ha trabajado con tres grupos: ganadores del plan anterior (y actuales usuarios de EV), postulantes al plan previo e indiferentes que no participaron de dicho plan. Es muy importante volver a destacar que a los ganadores y postulantes sólo los diferenciaba haber ganado un EV por sorteo aleatorio, teniendo así grupos controlados (ganadores y postulantes), selección aleatoria y un tratamiento (poseer y manejar un EV por 5 meses), los que permitieron estimar el efecto de dicho tratamiento sin sesgo de selección.

En general, los estudios revisados en el Capítulo 2 utilizaron como muestra a posibles compradores de vehículos, con excepción de Jensen et al. (2013) que hizo un análisis antes/-después de experimentar un EV 3 meses. En el caso de este estudio esos posibles compradores se asemejaron al grupo de los postulantes, quienes habían declarado su interés en participar postulando al plan. No se parecieron a los indiferentes, pues estos no quisieron comprar un EV.

De acuerdo a los resultados de este trabajo se ha encontrado que la utilidad de los individuos aumentaba directamente con la autonomía del vehículo, con el wallbox, con el estacionamiento con carga gratis en el trabajo. Por contrario, la utilidad disminuía con la cuota, como era de esperar. Sin embargo, los resultados sugirieron que la red de carga dentro de la ciudad es un factor positivo en la compra de EV para los postulantes, pero para los ganadores es irrelevante en su decisión. Además, se ha encontrado que los hombres son menos propensos a adquirir un EV que las mujeres y que aquellos más dependientes del vehículo durante la semana son menos propensos a adquirir un EV.

En esta sección contiene análisis de las elasticidades agregadas para cada uno de los atributos y los vehículos estudiados. Se ilustra también el efecto que cada una de estas variables tiene en la utilidad sistemática promedio. Las disposiciones a pagar por atributo también se muestran para cada uno de los atributos y grupo. Se comparan estos valores con los obtenidos por otros estudios de esta área de investigación. Finalmente, se muestran predicciones de la probabilidad de compra con las condiciones de mercado actual, donde se verá que son muy bajas.

6.4.1. Elasticidades agregadas

Una forma de interpretar el efecto que tuvieron las variables independientes de un modelo es calcular las elasticidades agregada y desagregadas. La intuición tras el concepto de elasticidad es medir la respuesta que tiene una variable (X_o) ante los cambios en otra (X_p). En este caso se calcula la **elasticidad agregada** (ver Ecuación 6.4), que representa el efecto marginal de una variable descriptiva (X_{jk}) sobre la probabilidad promedio de elección de una alternativa ($\bar{P}(i)$). Es decir, este valor representa el cambio porcentual producido en la probabilidad de elección promedio de una alternativa cuando se aumenta en 1% el valor de una variable descriptiva.

$$E_{X_{jk}}^{\bar{P}(i)} = \frac{\sum_{n=1}^N P_n(i) \cdot E_{X_{jk}}^{P_n(i)}}{\sum_{n=1}^N P_n(i)} \quad (6.4)$$

En cambio, la **elasticidad desagregada** representa el efecto de dicha variable (X_{ink}) sobre la probabilidad de elección del individuo n ($P_n(i)$). Es decir, es similar a la anterior pero rescata el efecto porcentual en la probabilidad de elección para un individuo en vez de la promedio. Las expresiones para calcular estos valores están en las ecuaciones vienen de las ecuaciones (5.30) y (5.23) Ben-Akiva y Lerman (1985), que aquí se muestran en las ecuaciones 6.4 y 6.5 respectivamente.

$$E_{X_{ink}}^{P_n(i)} = (1 - P_n(i)) \cdot x_{ink} \cdot \hat{\beta}_i \quad (6.5)$$

En la Tabla 6.9 se presentan las elasticidades agregadas para los ganadores y postulantes.

Para cada vehículo y atributo se destaca en negrita el valor de su elasticidad cuando es mayor que el del otro grupo.

Tabla 6.9: Elasticidades agregadas, comparación por vehículo entre ganadores y postulantes

Atributo	Nissan Leaf		Hyundai Ioniq		BMW i3	
	Ganadores	Postulantes	Ganadores	Postulantes	Ganadores	Postulantes
Cuota	-1,751	-0,428	-0,876	-0,683	-1,509	-1,197
Auton	1,015	0,307	0,481	0,449	0,896	0,859
Wall	0,455	0,103	0,140	0,129	0,248	0,185
Red	0,00235	0,0292	0,00114	0,0149	0,00455	0,0522
Est	0,391	0,621	0,106	0,223	0,182	0,349

De la Tabla 6.9 se puede observar que los ganadores son más sensibles a cambios en la cuota, autonomía y al cargador domiciliario en el hogar. Por otro lado, los postulantes presentaron mayor sensibilidad a postular al plan respecto a la red de carga dentro de la ciudad y al estacionamiento con carga gratis en el trabajo. Aquí se evidencia de manera más precisa lo encontrado en los estudios de grupo focal, encontrando que los resultados son consistentes con lo anterior, respecto de ambos casos.

En cuanto a las alternativas, el vehículo más afectado por cambios en cuota, autonomía, wallbox y estacionamiento es el Nissan Leaf para los ganadores. Esto se puede deber a que es el vehículo que más usaban los ganadores. Para los postulantes, el vehículo de BMW es el más afectado ante cambios en la cuota, autonomía, wallbox y red de carga, mientras que la postulación al Nissan Leaf resulta ser más sensible al estacionamiento.

Las diferencias de elasticidades a la cuota entre alternativas radica en que los experimentos se diseñaron con distintos niveles de cuota entre los vehículos para mantener la tendencia que establece el mercado automotriz.

6.4.2. Efecto de variables en utilidad sistemática promedio

A modo de comparar la valoración por los atributos para los ganadores y postulantes se muestra el efecto promedio (en porcentaje) de la utilidad sistemática que presenta cada variable de decisión. La ecuación 6.6 muestra como son calculados estos porcentajes y en la Figura 6.1 se muestran los resultados.

$$\bar{V}_q = \frac{|\beta_q \cdot \bar{X}_q|}{\sum_k^Q |\beta_k \cdot \bar{X}_k|} \quad (6.6)$$

La idea de utilizar esta expresión es ilustrar el efecto promedio que tiene cada una de las variables con respecto a las otras. Para ello se pondera el parámetro asociado a la variable x (β_x) con el promedio que toma el atributo en todos los escenarios (\bar{X}_q), representando

este factor la utilidad promedio que reportaba dicha variable. Este valor se dividió por la suma sobre los atributos Q de las utilidades sistemáticas ($\sum_k^Q |\beta_k \cdot \bar{X}_k|$) y se obtuvo el efecto porcentual promedio de las variables estudiadas en la utilidad sistemática. Cabe mencionar que estos valores no representan la relevancia de un atributo para un caso particular, sino que muestran el promedio de los efectos que estos tuvieron en cada observación.

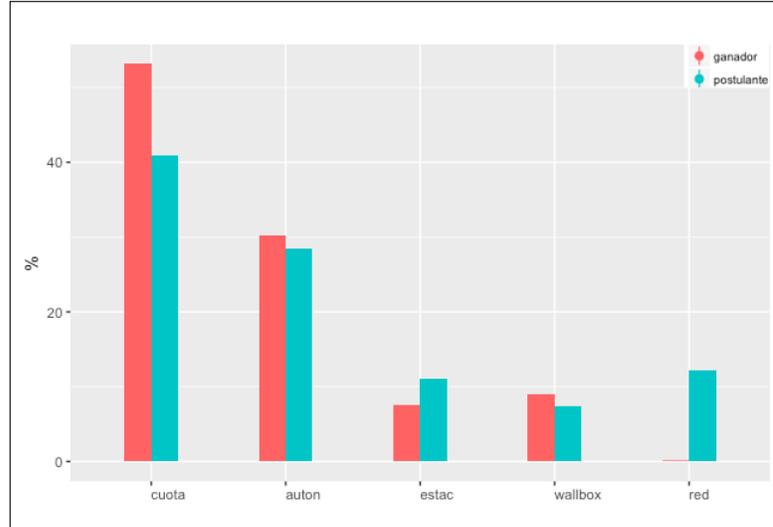


Figura 6.1: Efecto de variables en utilidad sistemática promedio según tipo.

Según lo mostrado en la Figura 6.1 la mayor diferencia entre los grupos es en la apreciación por la red de carga. Mientras para los ganadores no influye en su función de utilidad, en los postulantes tiene un efecto del 12%. Se evidencia también una diferencia porcentual en la cuota, donde este ítem parece influir más la decisión de ganadores que postulantes. Además, para los ganadores el wallbox aporta mayor utilidad que el estacionamiento en el trabajo, mientras que para los postulantes es al revés. Es relevante destacar entonces en este acercamiento que la red de carga **no** aumenta la probabilidad de adoptar un EV para aquellos que ya son usuarios, pero sí lo tuvo para quienes no lo son.

6.4.3. Disposiciones a pagar

Por otra parte, con los modelos estudiados se puede calcular tasas de sustitución entre dos atributos que describen la función utilidad de los individuos. Es decir, se puede observar cuánto bien “y” esta dispuesto a transferir un individuo por obtener una unidad más del bien “x” manteniendo un mismo nivel de utilidad. La ecuación 6.7 muestra como se obtiene dicho valor. Esto fue propuesto por McFadden (1984).

$$TS_{xy} = \frac{\frac{dU}{dx}}{\frac{dU}{dy}} = \frac{\beta_x}{\beta_y} \quad (6.7)$$

Un caso particular para las tasas de sustitución es la disposición a pagar por un atributo específico, en donde el término del denominador es la derivada con respecto al costo, o en este caso la cuota. Como las funciones de utilidad son lineales en los parámetros la disposición a pagar es la división de los parámetros β respectivos.

Las desviaciones estándar de las disposiciones a pagar ($e.e_{gan}$ para ganadores y $e.e_{post}$ para postulantes) se calculan como propusieron Hess y Daly (2009) para mediciones a partir de operaciones con parámetros de un modelo de elección discreta. Como la tasa de sustitución es un ratio entre dos parámetros la forma en que se calcula su varianza es la siguiente:

$$var(\beta_1/\beta_2) = (\beta_1/\beta_2)^2 \cdot \left(\frac{\omega_{11}}{\beta_1^2} + \frac{\omega_{22}}{\beta_2^2} + \frac{\omega_{12}}{\beta_1 \cdot \beta_2} \right) \quad (6.8)$$

Donde:

ω_{11} = Varianza de β_1

ω_{12} = Covarianza entre β_1 y β_2

ω_2 = Varianza de β_2

Luego, la desviación estándar de las disposiciones a pagar se calcularon como la raíz de la varianza. Utilizando esta información se crearon intervalos de confianza para evidenciar posibles diferencias entre las valoraciones de ganadores y postulantes. Así entonces, se calcularon las disposiciones mensuales a pagar por atributo reportadas en la Tabla 6.10.

Tabla 6.10: Disposiciones a pagar para ganadores y postulantes.

Disposición a pagar	\bar{x}_{gan}	$e.e_{gan}$	\bar{x}_{post}	$e.e_{post}$
Autonomía [\$/mes · km]	610	169	745	382
Red [\$/mes · 1% _{red}]	203	4.639	3.925	1.580
Wallbox [\$/mes]	107.802	24.213	115.106	52.683
Estacionamiento [\$/mes]	90.862	22.034	173.617	76.679

Se ha encontrado que los ganadores están dispuestos a pagar \$ 91 mil \pm \$22 mil mensuales por tener estacionamiento en el trabajo. O dicho de otro modo, un ganador estaría dispuesto a renunciar al estacionamiento si se rebaja su cuota en \$91 mil \pm \$22 mil. En cuanto a los postulantes, se obtuvo que el estacionamiento en el trabajo es dos veces más valorado, \$174 mil \pm \$77 mil, mostrando que para este grupo el estacionamiento es más importante. Esto se puede deber a que sobre valoran el beneficio, dado que habían visto cinco meses como sus colegas llegan en su EV y dejan el vehículo estacionado en el trabajo.

Para la autonomía se obtuvo que las disposiciones a pagar son similares entre ambos grupos, entre 610 a 750 [\$/mes] por aumentar en un kilómetro la autonomía. En caso del wallbox sucede algo similar, con valores parecidos, solo que para los postulantes la desviación estándar es mayor. Por el lado de la red de carga en la ciudad se tuvo que los postulantes están dispuestos a subir su cuota en \$4 mil \pm \$2 mil. Los ganadores poseen una disposición a pagar por la red de carga que se mueve entre -4 a 4 mil pesos mensuales, lo cual muestra que esta variable no era relevante para ellos, puesto que un valor negativo de esta no tiene

sentido económico. Ningún ganador exigiría recibir dinero para aumentar la red de carga en la ciudad.

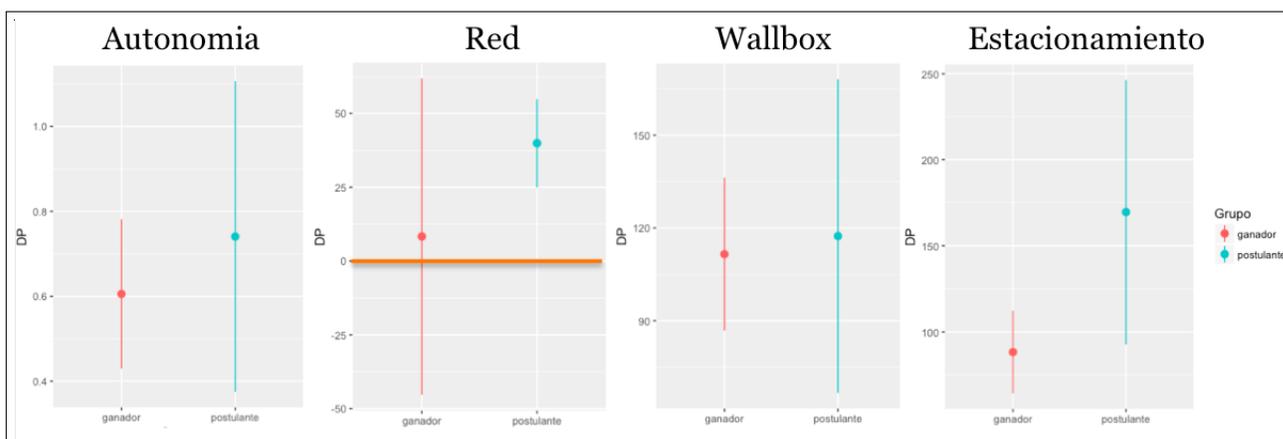


Figura 6.2: Disposiciones a pagar mensualmente por atributos del vehículo y el plan.

Para extender estos resultados a disposiciones a pagar, se realizó un análisis del valor actualizado neto (VAN) de los valores obtenidos en la Tabla 6.2. El VAN es un procedimiento para traer beneficios o costos futuros a valor presente para determinados periodos de tiempo (Brealey et al., 2006).

En el plan de Enel se sabía que los ganadores que devolviesen el EV lo tendrían durante 3 años y aquellos que lo conservasen se estima lo harían por 5 u 8 años. A esto se le agregó una tasa de descuento anual del 6% con lo que se obtuvieron aproximaciones de las disposiciones a pagar por atributo en \$ chilenos para los distintos casos. Estos son mostrados en 6.11. Los rangos de valores presentados son amplios, dado que se desconoce el tiempo de posesión que alguien tendría un EV en Chile.

Tabla 6.11: VAN - Disposiciones a pagar para ganadores y postulantes.

Periodo	3 años		5 años		8 años	
	Ganad.	Post.	Ganad.	Post.	Ganad.	Post.
Autonomía [\$/km]	19.566	23.896	30.834	37.658	45.455	55.515
Red [\$/1% _{red}]	-	125.898	-	198.402	-	292.481
Wallbox [\$]	3.460.759	3.692.157	5.453.764	5.818.420	8.039.845	8.577.414
Estacionamiento[\$]	2.914.503	5.549.173	4.592.926	8.744.867	6.770.811	12.891.532

A modo de validar los resultados que se han obtenido para las disposiciones a pagar se compararán los resultados con estudios de investigación de la misma área. Para llevar a cabo esta tarea se analizaron las disposiciones a pagar de otros estudios y sus valores fueron corregidos según la paridad de poder de compra¹ relativo entre el país donde se realizó dicho estudio y Chile (donde esta tesis fue realizada).

¹Paridad de poder de compra (PPC) es una tasa de conversión de divisas que equipara el poder adquisitivo de diferentes monedas al eliminar las diferencias en los niveles de precios entre países.

La disposición a pagar por aumentar 1% la red de electrolineras tiene un valor entre 125.000 a 292.000 \$ pesos chilenos para los postulantes en nuestro estudio, mientras que en Daziano y Achtnicht (2013) encuentran un valor aproximado de \$200.000 para la misma variable. En caso de la autonomía se obtuvo un rango de \$20.000 a \$45.000 para los ganadores y \$23.000 a \$55.000 para los postulantes. En el estudio de Daziano (2013) el valor fue 93.508 \$/km, mientras que en Dimitropoulos et al. (2013) esta se encontró en un rango de 64.000 a 72.450 \$/km. Para comparar las disposiciones a pagar de estos estudios hubo que actualizar los valores de la Tabla 6.11 con la paridad de poder de compra que para Chile con EE.UU tenía un valor de 413,424 [$\text{\$clp}/\text{\$US}$] (OECD, 2018) al año 2017. Con esto las disposiciones a pagar actualizadas por la paridad de poder de compra resultaron los mostrados en la Tabla 6.12.

Tabla 6.12: DP actualizadas por paridad de poder de compra.

Periodo	3 años		5 años		8 años	
	Ganad.	Post.	Ganad.	Post.	Ganad.	Post.
Disp. a Pagar / Grupo						
Autonomía [$\text{\$/km}$]	28.722	35.084	45.271	55.290	66.768	81.508
Red [$\text{\$/1 \%red}$]	-	184.846	-	291.300	-	429.428

Cabe mencionar que en los estudios de 2013 los EV poseían menor autonomía, lo que puede explicar sus valores mayores, si se supone que la utilidad marginal de la autonomía es decreciente.

En la Tabla 6.13 se presenta un resumen de las disposiciones a pagar por atributo. En ésta se muestran los intervalos encontrados para las disposiciones a pagar por cada atributo dependiendo de la cantidad de años que el individuo tenga el vehículo. Además, se muestran los valores para aquellas variables según algunos estudios de la misma área.

Con respecto al wallbox y al estacionamiento con carga gratis o Green parking no se tiene otros estudios en los cuales comparar dichas valoraciones. A priori, la valoración del estacionamiento por parte de los postulantes parecía exagerado en los tres casos mostrados anteriormente.

Tabla 6.13: Resumen de intervalos para las disposiciones a pagar por atributo, según este y otros estudios.

	Este trabajo		Otros trabajos			
	Ganadores	Postulantes	Daziano (2013)	Daziano y Achtnicht (2013)	Dimitropoulos et al. (2013)	Hidruet et al. (2011)
Auton [$\text{M}\$/\text{km}$]	28 a 67	35 a 82	93		64 a 74	22 a 47
Red [$\text{M}\$/\text{1 \%red}$]		180 a 430		200		
Wallbox [$\text{MM}\$$]	3,5 a 8,1	3,7 a 8,6				
Est [$\text{MM}\$$]	2,9 a 6,7	5,5 a 12,9				

6.4.4. Probabilidades de postulación al plan con condiciones de mercado

En esta sección se muestra un análisis de las posibilidades que tendría una persona chilena de comprar un EV, en caso de que pueda comprarlo con un préstamo similar al del plan de movilidad eléctrica pero con las condiciones monetarias del mercado.

Esto porque se asume que un factor crucial que explica la baja demanda por EV en Chile es el alto precio de compra, donde se tiene que pagar alrededor de \$24.000.000 por un EV compacto, mientras que por \$8.000.000 se puede optar a un vehículo similar pero con motor de combustión interna. Con los modelos calibrados se puede calcular la probabilidad de que un individuo compre un EV con condiciones similares a las del plan de movilidad eléctrica. Para esto se ajustó la cuota que tendrían los autos mediante un crédito de consumo a tres años para vehículos de 24 y 35 millones de pesos, precios de mercado de los vehículos del plan. Esto se obtuvo con un préstamo de financiamiento automotriz del banco BCI, ver Tablas A.6 y A.7 en Anexos A. Además, se debe suponer que el conjunto de elección de los individuos es de cuatro alternativas (comprar alguno de los tres autos o no comprar) y que se les hace una previa campaña informativa, como con los participantes del plan. Se agregan también las nuevas autonomías de los EV para el año 2018 y obtenemos las condiciones mostradas en la Tabla 6.14.

Tabla 6.14: Condiciones de compra para EV mediante préstamo de financiamiento automotriz.

	Nissan leaf	Hyundai Ioniq	Bmw i3
Precio [MM\$]	24	24	35
Cuota [M\$/mes]	923	923	1345
Autonomía [km]	220	280	225
Red de carga [%]	3 %	3 %	3 %
Wallbox	Sí/No	Sí/No	Sí/No
Estacionamiento	Sí/No	Sí/No	Sí/No

Se estudiaron cuatro casos, que se diferencian entre si según la disponibilidad de estacionamiento en el trabajo y la instalación gratuita del wallbox en el hogar. En la Tabla 6.15 se muestra el resumen de los casos estudiados.

Tabla 6.15: Casos estudiados según disponibilidad de beneficios

	Estacionamiento	Wallbox
Caso 1	Sí	Sí
Caso 2	No	Sí
Caso 3	Sí	No
Caso4	No	No

Los resultados para las probabilidades de compra de los ganadores entregaron probabilidades bajas para la adquisición de EV. Se obtiene que la **probabilidad de adquirir un EV es del 2 % para los ganadores cuando tienen disponible wallbox y estacionamiento (ver Tabla 6.16), mientras que esta baja a 0,37 % cuando no tienen disponible ninguna de ellas**. Las probabilidades en detalle son mostradas en la Tabla 6.16. Cabe destacar que el resultado es consistente con las elasticidades agregadas, donde tener wallbox influye más en la probabilidad de adquirir EV que tener estacionamiento. Esto se ve comparando las probabilidades del Caso 2 (solo con wallbox) y las del Caso 3 (solo con estacionamiento).

Tabla 6.16: Probabilidad de adquisición en condiciones de mercado, Ganadores.

P(x)[%]	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3	Opt - Out
Caso 1	1,04	1,20	0,01	97,76
Caso 2	0,46	0,53	0,01	99,00
Caso 3	0,39	0,45	0,01	99,15
Caso 4	0,17	0,20	0,00	99,63

Con las probabilidades encontradas para los ganadores se concluye que las condiciones actuales del mercado hacen que la masificación de estos vehículos sea baja y lenta, donde el factor que más los perjudica es el precio de compra.

Como los postulantes son menos sensibles a la cuota, es de esperar que sus probabilidades de compra ante esta nueva situación sean mayores que para los ganadores, lo cual ocurre para todos los vehículos (ver Tabla 6.17). Aquí se ha detectado que la probabilidad de adquirir un EV va desde el 5.5 % al 21 % comparando el caso más ventajoso (Caso 1) con el menos ventajoso (Caso 4). Y nuevamente el resultado fue consistente con lo encontrado en las elasticidades, donde se tiene que el estacionamiento influye más en la adopción que el wallbox para los postulantes (comparando Caso 2 con Caso 3).

Tabla 6.17: Probabilidad de adquisición en condiciones de mercado, Postulantes.

P(x) [%]	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3	Opt - Out
Caso 1	9,98	11,08	0,026	78,68
Caso 2	5,01	5,56	0,13	89,30
Caso 3	6,38	7,08	0,17	86,38
Caso 4	3,05	3,39	0,08	93,48

En el Caso 4, sin wallbox y sin estacionamiento con carga gratis en el trabajo, se representa la condición de venta de EV existente en Chile. En nuestro país no se entrega un estacionamiento en el trabajo por la compra de un EV y el wallbox tampoco. Según nuestras predicciones la **probabilidad de NO comprar estos vehículos en estas condiciones es del 93,4 % para postulantes (personas que aun no tienen un EV) y 99,6 % para ganadores (usuarios de EV)**. Estos valores muestran que las condiciones actuales no permiten una venta masificada de autos eléctricos.

6.5. Resumen

En este capítulo se han presentado modelos para describir la adquisición de EV para tres grupos especiales de individuos, todos empleados de la compañía Enel. En primer lugar, se tuvo a los ganadores, quienes participaron del plan de movilidad eléctrica y adquirieron un EV. En segundo lugar, estaban los postulantes, quienes se inscribieron en el plan, pero no obtuvieron un EV. Finalmente, están los indiferentes, quienes pudiendo haber participado no lo hicieron. Como se ha mencionado anteriormente, lo más interesante de estas muestras fue que ganadores y postulantes se habían inscrito para adquirir un EV, sólo que el adquirir y usar un EV los diferenciaba. Además, la asignación de EV fue realizada de manera aleatoria.

Tabla 6.18: Variables significativas y sus signos, según grupo de estudio

	Ganadores	Postulantes	Indiferentes
Cuota	–	–	–
Auton	+	+	
Red		+	
Wall	+	+	+
Est	+	+	+
Inercia	+	No incluido	No incluido
Hombre	+	No incluido	No incluido
Usuario	+	+	No incluido

Las variables significativas han resultado ser distintas entre los grupos. La diferencia más destacada es lo sucedido con la **red de carga dentro de la ciudad** (ver Tabla 6.18). Para los ganadores esta no es una variable relevante, mientras que para los postulantes sí lo es. Este hallazgo se respalda también con el test de razón de verosimilitud con un 9% de error y con lo encontrado por los estudios de grupo focal a los trabajadores de Enel. Otro descubrimiento interesante es que existe una tendencia en los ganadores a volver a elegir el mismo vehículo al cual postularon en la primera versión del plan. Esto queda mostrado por la significancia y el signo que tiene la variable “Inercia” en los modelos. Por otro lado, los usuarios frecuentes de vehículos particulares tuvieron una tendencia a rechazar los autos eléctricos, dado que tendrán que ser más organizados con la carga y estar más pendiente de ésta. En cuanto al efecto del género en la adquisición de EV se encontró que las mujeres son más propensas a adquirir un EV.

Para interpretar el efecto que tienen las variables en la probabilidad de elección se calcularon las elasticidades agregadas para cada atributo. En estas se obtuvo que los ganadores eran más sensibles ante cambios en la cuota, la autonomía y el wallbox. La mayor sensibilidad en cuota puede deberse a que llevaban cinco meses pagando el vehículo y sentían más “real” su efecto. El mismo argumento se pudo utilizar para explicar lo que sucede con la autonomía. En cuanto a la sensibilidad al wallbox, se pensó que esto ocurría dado que los ganadores habían utilizado el cargador domiciliario y, según lo encontrado en la encuesta online y el estudio de grupo focal, valorarían más este beneficio.

Los postulantes son más sensibles ante cambios en la red de carga. Esta les afecta más, pues parecían asociar la carga a su ICV, donde solo poseen un lugar donde cargar, que son las bencineras. En cambio, para el EV tienen tres potenciales sitios de carga que pueden ser el hogar, el trabajo y la infraestructura de carga pública. Como los postulantes nunca han experimentado la carga de un EV, pueden sobrestimar el uso de la red de carga, ya que piensan utilizar sólo la red de carga. Además, puede estar afectando el miedo a quedarse sin batería en mitad de un viaje, lo cual a los ganadores no les había pasado en cinco meses. Por otro lado, se ha evidenciado que los postulantes fueron más sensibles a la disponibilidad de estacionamiento con carga gratis en el trabajo. Esto dado que vieron como sus colegas llegaban y estacionaban su EV en el trabajo durante cinco meses. Estos resultados también fueron mostrados como efectos de variables en utilidad sistemática promedio, donde las conclusiones no cambiaron.

En la sección 6.4.4 se muestran las probabilidades de compra de EV con las condiciones de mercado actuales en Chile. En ésta se encontraron probabilidades pequeñas de obtener uno, dado el alto precio que tiene comprar un EV. **Para el caso representativo chileno (comprar un EV sin wallbox y sin estacionamiento en el trabajo incluidos) se obtuvo probabilidades de adquirir un EV de 5,5 % para postulantes y 0,4 % para ganadores.** Con esto se corrobora la baja demanda que tienen estos vehículos para uso particular.

Finalmente, en cuanto a las disposiciones a pagar, se ha visto que el estacionamiento en el trabajo es más valorado por los postulantes que los ganadores. La red de carga no es valorada por los ganadores, mientras que para los postulantes sí lo es. Por el lado de la autonomía y el wallbox, se obtuvo que estas son valoradas de manera similar entre los grupos.

Capítulo 7

Síntesis y conclusiones

Adoptar medidas que aumenten, generen e incentiven el uso de energías limpias, tiene especial urgencia en las principales ciudades del mundo. Es por esto que durante las últimas décadas, las autoridades de países desarrollados han impulsado la adopción de vehículos eléctricos como medio de transporte eficiente y sustentable, en conjunto con aumentar su generación en base a energías renovables no convencionales. En Chile se ha aumentado la producción de estas energías a un 19% de la matriz y se ha buscado tímidamente impulsar la movilidad eléctrica. La experiencia internacional y la nacional han demostrado que la adopción de estos vehículos es afectada por un conjunto de variables técnicas, usuario y no observables.

En general, los trabajos de investigación en esta área obtienen su información de posibles compradores de vehículos, dado que los EV son un producto nuevo. Sin embargo, para este trabajo se presentó la oportunidad de estudiar la adopción de vehículos eléctricos con una muestra privilegiada. Se contó con usuarios de EV (‘ganadores’), personas que manifestaron su intención de compra de EV (‘postulantes’) y aquellos que pudiendo haberlo hecho desistieron (‘indiferentes’). Lo más importante de la muestra es que **lo único que diferenció a los ganadores de los postulantes fue haber sido seleccionados aleatoriamente para recibir el EV**, permitiendo estimar el efecto del tratamiento (tener un EV) sin sesgo de selección.

En los estudios de grupo focal se ha encontrado que, para ciudadanos con el poder adquisitivo suficiente para comprar un EV (llamados “Externos”), sus principales razones para no adoptar a un EV fueron: el precio de compra, el tamaño que les hacía pensar que son inseguros ante colisiones, que los percibían como lentos, su autonomía y la densidad de red en la ciudad. Por otro lado, para los “*indiferentes*” (trabajadores de Enel que no se participaron del programa) sus razones para no postular fueron el costo mensual del vehículo que les interesaba y la autonomía. Mientras que sus principales miedos con el EV eran que se descargue la batería en medio de un viaje y la poca infraestructura de carga que veían en la ciudad. Los “indiferentes” estuvieron presentes en las campañas informativas y recibieron correos electrónicos con información del plan y relacionada con los EV, mientras que los “Externos” no contaban con conocimiento de movilidad eléctrica. Esto parece mostrar que realizando campañas informativas y difundiendo el plan se desmitificaron las aprensiones respecto a la seguridad y velocidad de los EV, puesto que el grupo “indiferentes” no las men-

cionó. Aparentemente, si se bajase el precio de compra del EV, las siguientes barreras que frenarían su adopción serán la percepción de seguridad (asociada al tamaño), la percepción de velocidad reducida, la autonomía, y densidad de red.

En los estudios de grupo focal de Enel, se evidencian diferencias entre los grupos participantes. En primer lugar, los “ganadores” perciben mayores beneficios asociados a manejar un EV y más desventajas, lo que podría explicarse porque estos manejaban mayor información. En segundo lugar, los principales beneficios percibidos de los EV son el costo energético, las emisiones, la imagen y la eficiencia. En tercer lugar, los ganadores mencionan que es necesario instalar cargadores fuera de la ciudad, mientras que postulantes e indiferentes buscan que se instalen más dentro de ésta. Esto dado que no han experimentado la carga en el hogar ni la carga en el trabajo y las comodidades que presentan para el uso del vehículo.

Los beneficios más valorados del plan, o los que más motivan a adquirir un EV, son aquellos que dan facilidades de pago y reducciones del precio de compra. Luego, se encuentran los asociados al uso, como el wallbox o el estacionamiento con carga gratis en el trabajo. Para este último se encontró que es más relevante el estacionamiento por sí sólo que la carga gratuita. Otro hallazgo es que los vehículos eléctricos pasaron a ser el automóvil principal en 28 de 30 hogares de los ganadores. Además, más de la mitad de ellos estaba al menos pensando en conservar su vehículo cuando el plazo termine. Con respecto a la carga del vehículo eléctrico, la preferida y más valorada fue la carga en el hogar, donde su comodidad parece ser más relevante que el tiempo de demora. En segundo lugar apareció el trabajo y en tercero la carga en electrolinerías públicas dentro de la ciudad. Esta última solo representa una opción para los ganadores cuando hay una actividad a realizar cerca de ellas o ante emergencias por falta de carga en la batería.

La evidencia de los modelos de elección discreta confirma la existencia del mito sobre la red de carga dentro de la ciudad con un **91 %** de confianza, apoyado también con el hallazgo de los estudios de grupo focal. Esto quiere decir que para aquellos que tienen un EV esta variable no influye su participación en el plan, mientras que para los postulantes esta variable sí afecta su probabilidad de participar. Por otro lado, aquellos más dependientes del automóvil son menos propensos a adquirir un EV y las mujeres fueron más propensas a postular al plan. Las valoraciones promedio de los atributos de los EV que fueron ofrecidos han variado entre los ganadores y los postulantes. Los ganadores valoran más la autonomía y el wallbox, mientras que los postulantes aprecian más la red de carga en la ciudad y el estacionamiento con carga gratuita en el trabajo.

Finalmente, se realizó un análisis de las probabilidades de compra por EV con las condiciones actuales en Chile para un plan similar al de Enel (ver Sección 6.4.4), en la cual se encontró que las posibilidades de adquirir un EV están entre **5.5 %** para postulantes y **0.4 %** para ganadores. En este caso mostrado se considera que el wallbox y el estacionamiento con carga gratis no estaban incluidos en el programa, lo cual representa las condiciones de venta de EV en Chile. Con este análisis se concluye que la demanda por EV está muy afectada por el precio de compra que estos vehículos tienen y su probabilidad de compra es aún muy baja.

7.1. Implicancias en políticas públicas

Mundialmente, la medida más utilizada y eficaz para aumentar la adquisición de EV ha sido subsidiar monetariamente el precio de compra; este también es el beneficio mejor valorado del plan de Enel, pero dado el contexto nacional una medida monetaria no es viable dado que hay otros temas de mayor relevancia para la agenda nacional.

Con la experiencia de los primeros usuarios particulares de EV se tiene que el tema donde más se ha aprendido es sobre la **infraestructura de carga dentro y fuera de la ciudad**. Para aquellos que tienen EV esta pierde relevancia en la ciudad, pues cargan en la casa y/o en el trabajo. La infraestructura de carga que a ellos les preocupa es la que conecta ciudades del país, con la que podrían hacer viajes por todo Chile utilizando una extensa red de electrolineras. La red de carga dentro de la ciudad es usada solo en casos de emergencia o carga de pasada mientras realizan otras actividades como compras o trámites.

Por otro lado, a los no usuarios, pero potenciales compradores, si les importa la red dentro de la ciudad pues asociarían la tecnología del EV con el uso que hacían con su vehículo actual (principalmente ICV). Este es uno de los primeros mitos que tiene la red de carga para los EV, avalado por la experiencia internacional (Lorentzen et al., 2017). Para abordar este mito se puede que informar a la ciudadanía mediante campañas publicitarias donde usuarios comenten su experiencia orientados al uso de la red de carga, con documentos técnicos acerca de estudios en esta misma línea, incentivando medidas como planes de movilidad eléctrica o instalando de manera eficiente una red piloto dentro de Santiago que mejore la percepción de infraestructura de carga.

Pero a la larga, las electrolineras dentro de la ciudad debieran ser pocas, de alta potencia para suplir emergencias o de potencia media cuando estén cercanas a un lugar donde el individuo pueda realizar una actividad de quince minutos a una hora mientras se efectúa la carga.

Con esto dicho, el tema urgente a tratar en la movilidad eléctrica para vehículos particulares debiese ser la regulación y estandarización de los cargadores domiciliarios, ya que en ellos se sustenta la recarga y se cambia el paradigma de tener que salir a la calle llenar estanques.

7.2. Limitaciones

Dadas algunas situaciones este trabajo se encuentra sujeto a dos limitaciones principales a tener en cuenta. La primera es que el plan de movilidad eléctrica en el cual participaron los trabajadores de Enel ofreció condiciones monetarias muy ventajosas en comparación a las del mercado. Con ello este trabajo no pretendía estimar o proyectar demanda de EV para Chile en los años próximos, pero si se pudo estimar valoraciones de los atributos influyentes en la compra y las postulaciones a un plan de movilidad eléctrica con condiciones de mercado actual.

La segunda limitante es que tanto los “ganadores” como “postulantes” tuvieron un cargador domiciliario o la posibilidad de instalar uno en su hogar. En ciudades donde haya una gran porción de hogares sin estacionamiento propio o con estacionamientos sin acceso a electricidad (en el caso de departamentos) el problema se complejiza. En este caso se justificaría una mayor cantidad de electrolinerías dentro de la ciudad, puesto que la recarga de los vehículos dependería de ella. Este caso ocurriría en ciudades como Valparaíso, donde las grandes pendientes y la infraestructura de los hogares no permiten tener estacionamiento dentro de la casa. En Santiago se espera que este problema no ocurra.

7.3. Posibles extensiones de la investigación

Una de las extensiones podría ser incluir un modelo de clases latentes en el cual se busque identificar, entre otras cosas, si las personas más conscientes acerca del medio ambiente son más propensos a adquirir un EV, esto se propone hacer con el modelo y las preguntas sugeridas en Daziano y Bolduc (2013). También se podría incluir el efecto que tiene el uso del vehículo de manera más específica, según su diario de viajes o distancia que los individuos recorren. Otra adición a este trabajo tiene que ver con el diario de carga de los usuarios, esta información podría mostrar con más detalle el uso que le dan a la red de carga, puesto que la información de este estudio se encuentra agregada.

Dado lo encontrado en las proyecciones de movilidad eléctrica que se revisaron en este trabajo, sería interesante explorar las condiciones en las que un taxista aceptaría cambiar su vehículo actual por uno eléctrico. Esto dado que los taxis recorren una mayor cantidad de kilómetros, por lo que su ahorro es mayor que el de un vehículo de uso particular (Clerc et al., 2017). Pero, aunque para el taxista la inversión se recupere entre el tercer y cuarto año de adquirido el vehículo eléctrico, calculando racionalmente el valor actual de los ahorros futuros, no se conoce cuáles serían las posibles barreras que frenarían la adopción para ellos. Puede que la programación de carga los complique en demasía, que su tasa de descuento anual sea muy alta o simplemente desconfíen de la tecnología de los autos eléctricos.

Por otro lado, hemos visto cómo la gente se decide a adquirir un vehículo eléctrico mediante una compra con facilidades monetarias y de uso, ¿pero qué pasará en las empresas que arriendan autos y ofrecen vehículos eléctricos dentro de su flota?. ¿Qué motiva a una persona a arrendar un auto eléctrico por sobre un ICV? Podría realizarse un estudio similar con una empresa de “rent-a-car” para indagar en dichas motivaciones. Además, si bien los autos eléctricos presentan los beneficios ambientales y menores costos operacionales, no resuelven el problema de alto tráfico que hay en las calles por ineficiente uso de las vías. En esta línea se podría investigar acerca del uso masificado de bicicletas, motos o buses eléctricos, que además de ser eficientes y amigables con el medio ambiente harían un aporte en descongestionar Santiago.

Bibliografía

- Achtnicht, M., G. Bühler y C. Hermeling (2008). Impact of service station networks on purchase decisions of alternative-fuel vehicles. ZEW discussion papers 8.
- Ahumada, J. (2017a). Informe analisis cualitativo: Exploracion en la demanda de vehiculos electricos. Tech. rep., Departamento de Ingenieria Civil, Universidad de Chile.
- Ahumada, J. (2017b). Informe analisis cualitativo: Plan de movilidad electrica colaboradores enel chile. Tech. rep., Departamento de Ingenieria Civil, Universidad de Chile.
- ANAC (2017). Ventas vehiculos electricos, hibridos enchufables e hibridos convencionales.
- Arentze, T., A. Borgers, H. Timmermans y R. DelMistro (2003). Transport stated choice responses: effects of task complexity, presentation format and literacy. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 39 (3), 229–244.
- Axsen, J., D. C. Mountain y M. Jaccard (2009). Combining stated and revealed choice research to simulate the neighbor effect: The case of hybrid-electric vehicles. *Resource and Energy Economics* 31 (3), 221–238.
- Ben-Akiva, M., D. McFadden y K. Train (2015). Foundations of stated preference elicitation. Tech. rep., working paper, Department of Economics, University of California, Berkeley, <http://eml.berkeley.edu/~train/foundations.pdf>.
- Ben-Akiva, M. E. y S. R. Lerman (1985). *Discrete choice analysis: theory and application to travel demand*. Vol. 9. MIT press.
- Bielaire, M. (2008). An introduction to BIOGEME Version 1.7.
URL `biogeme.epfl.ch`
- Bradley, M. y A. Daly (1994). Use of the logit scaling approach to test for rank-order and fatigue effects in stated preference data. *Transportation* 21 (2), 167–184.
- Brealey, R. A., S. C. Myers, F. Allen, L. N. Soria y M. Á. F. Izquierdo (2006). *Principios de finanzas corporativas*.
- Carley, S., R. M. Krause, B. W. Lane y J. D. Graham (2013). Intent to purchase a plug-in electric vehicle: A survey of early impressions in large us cites. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 18, 39–45.

- Chan, C. C. (2007). The state of the art of electric, hybrid, and fuel cell vehicles. *Proceedings of the IEEE* 95 (4), 704–718.
- Chang, D., D. Erstad, E. Lin, A. F. Rice, C. T. Goh, A. Tsao y J. Snyder (2012). Financial viability of non-residential electric vehicle charging stations. *Luskin Center for Innovation: Los Angeles, CA, USA*.
- Cherchi, E. y D. A. Hensher (2015). Workshop synthesis: Stated preference surveys and experimental design, an audit of the journey so far and future research perspectives. *Transportation Research Procedia* 11, 154–164.
- Daina, N. (2014). Modelling electric vehicle use and charging behaviour. *Tesis de Ph.D., Imperial College London*.
- Daly, A. y S. Hess (2010). Simple approaches for random utility modelling with panel data. *En: European transport conference. Citeseer*.
- Darcovich, K., S. Recoskie, H. Ribberink, F. Pincet y A. Foissac (2016). Effect on battery life of vehicle-to-home electric power provision under canadian residential electrical demand. *Applied Thermal Engineering*.
- Daziano, R. A. (2013). Conditional-logit bayes estimators for consumer valuation of electric vehicle driving range. *Resource and Energy Economics* 35 (3), 429–450.
- Daziano, R. A. y M. Achtnicht (2013). Forecasting adoption of ultra-low-emission vehicles using bayes estimates of a multinomial probit model and the ghk simulator. *Transportation Science* 48 (4), 671–683.
- Daziano, R. A. y D. Bolduc (2013). Incorporating pro-environmental preferences towards green automobile technologies through a bayesian hybrid choice model. *Transportmetrica A: Transport Science* 9 (1), 74–106.
- Daziano, R. A. y E. Chiew (2012). Electric vehicles rising from the dead: data needs for forecasting consumer response toward sustainable energy sources in personal transportation. *Energy Policy* 51, 876–894.
- Dimitropoulos, A., P. Rietveld y J. N. Van Ommeren (2013). Consumer valuation of changes in driving range: A meta-analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 55, 27–45.
- Egbue, O. y S. Long (2012). Barriers to widespread adoption of electric vehicles: An analysis of consumer attitudes and perceptions. *Energy policy* 48, 717–729.
- Golob, T. F. y J. Gould (1998). Projecting use of electric vehicles from household vehicle trials. *Transportation Research Part B: Methodological* 32 (7), 441–454.
- Hackbarth, A. y R. Madlener (2013). Consumer preferences for alternative fuel vehicles: A discrete choice analysis. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 25, 5–17.

- Heffner, R. R., K. S. Kurani y T. S. Turrentine (2007). Symbolism in californias early market for hybrid electric vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 12 (6), 396–413.
- Henningsen, A. y O. Toomet (2011). maxlik: A package for maximum likelihood estimation in R. *Computational Statistics* 26 (3), 443–458.
URL <http://dx.doi.org/10.1007/s00180-010-0217-1>
- Hensher, D. A. (2006). How do respondents process stated choice experiments? attribute consideration under varying information load. *Journal of applied econometrics* 21 (6), 861–878.
- Hensher, D. A. (2015). Data challenges: more behavioural and (relatively) less statistical—a think piece. *Transportation Research Procedia* 11, 19–31.
- Hess, S., M. J. Beck y C. G. Chorus (2014). Contrasts between utility maximisation and regret minimisation in the presence of opt out alternatives. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 66, 1–12.
- Hess, S. y A. Daly (2009). Calculating errors for measures derived from choice modeling estimates. En: *TRB 88th Annual Meeting Compendium of Papers DVD*. National Academy of Sciences, p. 23.
- Hess, S., K. E. Train y J. W. Polak (2006). On the use of a modified latin hypercube sampling (mlhs) method in the estimation of a mixed logit model for vehicle choice. *Transportation Research Part B: Methodological* 40 (2), 147–163.
- Hidrué, M. K., G. R. Parsons, W. Kempton y M. P. Gardner (2011). Willingness to pay for electric vehicles and their attributes. *Resource and Energy Economics* 33 (3), 686–705.
- Holland, S. P., E. T. Mansur, N. Z. Muller y A. J. Yates (2016). Are there environmental benefits from driving electric vehicles? the importance of local factors. *American Economic Review* 106 (12), 3700–3729.
- Horne, M., M. Jaccard y K. Tiedemann (2005). Improving behavioral realism in hybrid energy-economy models using discrete choice studies of personal transportation decisions. *Energy Economics* 27 (1), 59–77.
- IEA (2017). *Global EV Outlook 2017: Two millions and counting*.
- Jabeen, F. y W. Australia (2016). *The adoption of electric vehicles: Behavioural and technological factors*. Tesis de Ph.D.
- Jensen, A. F., E. Cherchi y S. L. Mabit (2013). On the stability of preferences and attitudes before and after experiencing an electric vehicle. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 25, 24–32.
- Junquera, B., B. Moreno y R. Álvarez (2016). Analyzing consumer attitudes towards electric vehicle purchasing intentions in spain: Technological limitations and vehicle confidence.

Technological Forecasting and Social Change 109, 6–14.

- Kim, J., S. Rasouli y H. Timmermans (2014). Expanding scope of hybrid choice models allowing for mixture of social influences and latent attitudes: Application to intended purchase of electric cars. *Transportation research part A: policy and practice* 69, 71–85.
- Knupfer, S., R. Hensley, P. Hertzke, P. Schaufuss, N. Laverty y N. Kramer (2017). Electrifying insights: How automakers can drive electrified vehicle sales and profitability. McKinsey & Company.
- Lebeau, K., J. Van Mierlo, P. Lebeau, O. Mairesse y C. Macharis (2012). The market potential for plug-in hybrid and battery electric vehicles in flanders: A choice-based conjoint analysis. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 17 (8), 592–597.
- Lehmann, E. L. y G. Casella (2006). *Theory of point estimation*. Springer Science & Business Media.
- Li, S., L. Tong, J. Xing y Y. Zhou (2017). The market for electric vehicles: indirect network effects and policy design. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 4 (1), 89–133.
- Li, X., C. D. Clark, K. L. Jensen, S. T. Yen y B. C. English (2013). Consumer purchase intentions for flexible-fuel and hybrid-electric vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 18, 9–15.
- Lieven, T., S. Mühlmeier, S. Henkel y J. F. Waller (2011). Who will buy electric cars? an empirical study in germany. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 16 (3), 236–243.
- Lorentzen, E., P. Haugneland, C. Bu y E. Hauge (2017). Charging infrastructure experiences in norway-the worlds most advanced ev market. En: *EVS30 Symposium*. Stuttgart, Germany, EN.
- Louviere, J. J., D. A. Hensher y J. D. Swait (2000). *Stated choice methods: analysis and applications*. Cambridge university press.
- Manski, C. F. (1977). The structure of random utility models. *Theory and decision* 8 (3), 229–254.
- Matthew, A. (2018). *Vision zero international*, edition january 2018.
URL viewer.zmags.com/publication/49482026#/49482026/10
- Matulka, R. (2014). *The history of the Electric Car*. US Department of Energy.
- McFadden, D. L. (1984). Econometric analysis of qualitative response models. *Handbook of econometrics* 2, 1395–1457.
- OECD (2018). Purchasing power parities (PPP) (indicator). doi: 10.1787/1290ee5a-en (Accessed on 23 March 2018).

URL <https://data.oecd.org/conversion/purchasing-power-parities-ppp.htm>

Ozaki, R. y K. Sevastyanova (2011). Going hybrid: An analysis of consumer purchase motivations. *Energy Policy* 39 (5), 2217–2227.

Plötz, P., U. Schneider, J. Globisch y E. Dütschke (2014). Who will buy electric vehicles? identifying early adopters in germany. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 67, 96–109.

Qualtrics (2005). Qualtrics 2017 ©. Provo, Utah, USA, version diciembre 2017.
URL <http://www.qualtrics.com>

R Development Core Team (2008). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, ISBN 3-900051-07-0.
URL <http://www.R-project.org>

Rogers, E. M. (2010). *Diffusion of innovations*. Simon and Schuster.

SECTRA (2014). Encuesta origen-destino de viajes 2012, Chile: Sectra - Universidad Alberto Hurtado.
URL <http://www.sectra.gob.cl/biblioteca/detalle1.asp?mfn=3253>

Small, K. A. y K. Van Dender (2007). Fuel efficiency and motor vehicle travel: the declining rebound effect. *The Energy Journal*, 25–51.

Wang, C. y R. A. Daziano (2015). On the problem of measuring discount rates in intertemporal transportation choices. *Transportation* 42 (6), 1019–1038.

Welch, B. L. (1947). The generalization of student's' problem when several different population variances are involved. *Biometrika* 34 (1/2), 28–35.

Zhang, X., L. Kuchinke, M. L. Woud, J. Velten y J. Margraf (2017). Survey method matters: Online/offline questionnaires and face-to-face or telephone interviews differ. *Computers in Human Behavior* 71, 172–180.

Ziegler, A. (2012). Individual characteristics and stated preferences for alternative energy sources and propulsion technologies in vehicles: A discrete choice analysis for germany. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 46 (8), 1372–1385.

Anexos A

Pautas Focus Group y Encuestas

Pauta focus group, Externos

I Presentación y explicación de la dinámica.

II Exploración en atributos para la compra de un automóvil (vehículo personal)

Vamos a hablar del momento cuando se evalúa y se decide qué automóvil comprar, quisiera que me contaran:

- ¿Cuáles son los elementos que consideran al momento de comprar un vehículo?, ¿en qué se fijan?, ¿en que más?.
- ¿Cuáles son los atributos más importantes al momento de comprar un automóvil?, ¿cuáles son los decisivos?, ¿por qué?.
- ¿En qué medida son relevantes estos atributos?. Indagar en beneficios percibidos.
- ¿Es una decisión que se toma acompañado o solo?, ¿con quién se conversa o comparte la decisión de compra?.

III Indagación en imagen y atributos de los vehículos eléctricos.

Cuando decimos “vehículos eléctricos”:

- ¿Qué se les viene a la mente?, ¿con qué imágenes, situaciones, emociones se asocian?.
- ¿Qué conocen?, ¿qué saben de los vehículos eléctricos?, ¿qué se comenta?, ¿cuáles son sus atractivos?.
- ¿Cuáles serían las ventajas de los automóviles eléctricos?.
- Y, ¿cuáles serían las desventajas de los automóviles o vehículos eléctricos? (explorar en las principales preocupaciones, barreras).
- ¿Cómo se enteran o se informan acerca de los vehículos eléctricos?

1. Hablemos ahora de los elementos importantes al momento de comprar un vehículo eléctrico:

- ¿Cuáles serían los atributos considerados en la compra de un EV? (Si no sale en espontaneo, indagar: costo de compra, costo de operación, incentivos, costos de

mantención, tiempo de carga, alcance /autonomía, poder /trasmisión, emisiones, densidad de red, fuentes de energía, accesibilidad).

- De los atributos que hemos conversado, ordenémoslos, ¿cuáles son los más importantes?, ¿cuáles son los menos importantes?
- ¿Por qué son importantes éstos atributos para ustedes?, ¿cuál son los beneficios que perciben del uso de un automóvil eléctrico? (Si no sale en espontáneo indagar en sustentabilidad, medio ambiente, vanguardia tecnológica, estilo de vida/status, entre otras).

2. Pensemos en los usuarios de vehículos eléctricos:

- ¿Quiénes usan automóviles eléctricos?, ¿para quiénes son?
- Imaginemos a la persona que usa un vehículo eléctrico, ¿cómo es?, hombre o mujer, edad, cómo luce, personalidad, actividad, pasatiempo, estilo de vida, preocupaciones, etc.
- ¿Qué buscan en un automóvil eléctrico?
- Pensando en su próxima compra, ¿cotizarían, comprarían un automóvil eléctrico? (motivos).
- ¿Dónde buscaría información?, ¿dónde cotizarían?, ¿qué marcas /modelos?
- ¿Es una decisión que se toma acompañado, solo?. ¿Con quién se compartiría la decisión?

3. Oferta de EV:

- ¿Qué les parece la oferta de vehículos eléctricos en Chile?, ¿qué la caracteriza?, ¿qué ofrece hoy día la industria de vehículos eléctricos?, ¿de qué habla?
- ¿Cuáles son las marcas y/o modelos que destacan en el mercado de vehículos eléctricos en Chile?, ¿por qué destacan o se diferencian? (indagar en cada una).
- ¿Hacia donde se dirige la industria de vehículos eléctricos en Chile?, ¿cómo se proyecta?
- Si tuvieran que ofrecer vehículos eléctricos, ¿qué destacarían? (Se puede hacer un juego de roles: si fueran vendedores de EV, ¿qué argumentos darían para la venta de un EV?)
- ¿Qué sugerencias harían para fomentar la venta de vehículos eléctricos en Chile? (explorar más allá del factor precio). Indagar percepción sobre políticas e incentivos al uso de EV.

A continuación, les leeré algunas políticas implementadas en otros países para fomentar el uso del vehículo eléctrico: subsidio al precio de compra en EEUU de 3.000 USD, subsidio a la compra de 6.000 euros en España, disminución de impuestos en Europa, estacionamientos exclusivos stgo, vías exclusivas para EV en varios países, etc. ¿qué opinión les merece éstas políticas?

¿Qué opinan acerca de comprar un EV pagando una menor cantidad inicial y arrendar la batería por X años? versus pagar el precio total del vehículo eléctrico, ¿qué les parece esta opción de venta?

En caso de no salir anteriormente el tema de ?desconfianza en la batería?, ¿Qué opinan acerca de una ?compensación por riesgo.^a quienes adquieran EV?

4. Evaluación imágenes

- De estas tres imágenes, ¿qué elementos destacarían?

- ¿Qué les gusta de estas imágenes?, ¿por qué les llama la atención?
- ¿Qué proyectan?
- ¿Qué cosas no les gustan?, ¿por qué?, ¿sienten que les falta o les sobra algo?
- Si tuvieran que elegir uno, ¿cuál escogerían?, ¿por qué?

Pauta focus group, Enel

I Presentación y explicación de la dinámica.

II Experiencia general con automóviles eléctricos.

A continuación les voy a pedir que cada uno escriba en un par de frases lo que ha sido su experiencia con el vehículo eléctrico los últimos tres meses. En segundo y tercer lugar les voy a pedir que escriban los principales aspectos favorables y desfavorables del uso del vehículo eléctrico. Luego conversaremos sobre lo que han escrito.

- Hablemos de la experiencia en general, ¿qué escribieron?, ¿cómo ha sido la experiencia con del uso del automóvil eléctrico durante los últimos tres meses?
- ¿Cuáles han sido los aspectos favorables del uso del automóvil eléctricos?
- ¿Cuáles han sido los aspectos desfavorables del uso del automóvil eléctrico?
- ¿Podrían identificar los principales beneficios del uso del automóvil eléctrico?
- ¿En qué sentido son un beneficio para ustedes? ¿por qué es importante para ustedes esos beneficios?, ¿cuál es el principal beneficio percibido?

III Uso del automóvil eléctrico.

- ¿Cómo usan hoy el automóvil eléctrico?, ¿podría describirme los tramos que recorren y el uso que le dan en general? (con quiénes se traslada, cantidad de días a la semana, uso el fin de semana).
- ¿Cómo lo cargan, cada cuánto tiempo, dónde recargan el automóvil?
- ¿Cuánto gastan mensualmente?, ¿cómo saben cuánto gastan?, ¿cómo hacen el cálculo? (indagar en inquietudes)
- ¿Sienten que con el uso del vehículo eléctrico han cambiado las distancias y forma de los recorridos en relación al vehículo anterior (de combustión fósil)?, ¿en qué ha cambiado su uso? , ¿a qué se deben esos cambios?
- Actualmente, ¿cuáles son las principales preocupaciones o inquietudes que tienen con el uso del vehículo eléctrico?, ¿son las mismas preocupaciones que tenían antes de comenzar a usarlo?, ¿en qué han cambiado?, ¿han aparecido nuevas preocupaciones con su uso?

IV Beneficios del plan de movilidad eléctrica para empleados Enel.

¿Qué opinión tienen de los beneficios del plan de movilidad eléctrica de Enel?. (evaluar para cada uno la percepción general, aspectos positivos y negativos)

- Campañas informativas/ Test-Drive/ Charlas con expertos en autos eléctricos.
- 17 a 20 % de descuento sobre el precio de compra (financiado entre la marca y la empresa).
- Forma de pago tipo “compra inteligente”.
- Mantenciones incluidas hasta los 30.000 ? 60.000 [km].
- Seguros con descuentos.
- Instalación gratuita de cargador en domicilio de los ganadores.
- Estacionamiento preferente con estación de recarga en la sede Enel de Santa Rosa (Indagar proyección del Green parking antes el crecimiento de los beneficiarios del programa).

¿Cuáles son los más relevantes?, ¿Cuáles son los menos relevantes?

¿Cuál de éstos beneficios sienten que los ha movilizado a que ustedes hayan participado en el plan de movilidad eléctrica?, ¿cuáles sienten que son los imprescindibles para movilizar al uso del vehículo dentro del Plan de Movilidad Eléctrica Enel?. ¿Cuál de los beneficios cambiarías?, si tuviéramos que mejorar algunos beneficios, ¿qué mejorarían?.

V Evaluación del plan de movilidad eléctrica para empleados Enel.

- ¿Cómo considera que ha funcionado el sistema de recarga en general?
- ¿Qué opinión tiene respecto de llevar la imagen de la compañía en el automóvil?, ¿qué rol sienten que ha cumplido?.
- ¿Cómo proyecta a futuro (tres años) el uso del automóvil eléctrico?, luego de terminado el plazo de préstamo, ¿considera seguir usando el automóvil eléctrico?.
- ¿Qué tan satisfecho se siente hoy con el Plan de Movilidad Eléctrica Enel?, ¿en qué medida se siente satisfecho o insatisfecho con dicho plan?.
- ¿Sienten que se cumplieron las expectativas que tenía al postular al programa?.
- ¿Qué cambiarían del programa y qué mantendría igual?.
- ¿Qué esperaría de Enel en relación al plan de movilidad eléctrica para los próximos tres años?.

VI Consideraciones y recomendaciones finales.

- Luego de su participación en el plan de movilidad eléctrica, ¿recomendaría a otras personas (funcionarios y círculo cercanos) que participen?
- ¿En qué medida considera que el círculo cercano de funcionarios está interesado en el plan de movilidad eléctrica?, ¿porqué motivos estarían interesados?, ¿cuáles son las principales preguntas que les hacen respecto a la movilidad eléctrica?
- ¿Qué les dirían o recomendarían para que se integraran al plan de movilidad eléctrica?, ¿cómo se los ofrecerían, qué argumentos ocuparían para que participen en el plan de movilidad eléctrica Enel?
- Finalmente, ¿qué sugerencias o recomendaciones haría para mejorar el plan de movilidad eléctrica Enel?

Cierre y Agradecimientos

Encuesta de opinión

Start of Block: Presentación

1. -Postulacion- ¿Postuló usted al Plan de movilidad eléctrica para empleados Enel?
 - Sí, gané y hoy manejo mi auto eléctrico (1)
 - Sí, lamentablemente no gané por cosas del azar (2)
 - No, tuve interés pero no mandé la postulación formal (3)
 - No, no supe del programa o no tuve interés (4)

Display this Question: If Postulacion = 1 Or Postulacion = 2

2. -veh. elegido- ¿A qué vehículo postuló? [R]
 - Nissan Leaf
 - Hyundai Ioniq
 - BMW i3

End of Block: Presentación

Start of Block: Clase Latente

- 3 -Daziano- Respecto a los problemas de transporte en Santiago, indique de 1 a 5 su opinión sobre el nivel de importancia que tienen los siguientes problemas, donde 1 significa que le parece que “no es problema” y 5 que “es un problema muy importante”. [R]

Tabla A.1: Preguntas importancia de problemas de transporte.

	1	2	3	4	5
1. Emisiones de vehículos que afectan la calidad del aire y al calentamiento global					
2. Ruido de tráfico que se escucha en lugares como, casa, trabajo o en la escuela.					
3. Congestión de tráfico que experimenta al conducir.					
4. Accidentes causados por conductores agresivos o distraídos.					
5. Accidentes de tráfico por exceso de velocidad.					

End of Block: Clase Latente

Start of Block: Percepcion sobre los EV

- 4 -Venta EV- Evalúe las ventajas o desventajas que percibe acerca de los vehículos eléctricos en comparación con los vehículos a bencina o diesel.[R]

Tabla A.2: Percepción de ventajas y desventajas de los EV con respecto a ICV

	Ventaja	Indiferente	Desventaja
1. Costo de energía			
2. Cero emisiones y cero ruido			
3. Costos de mantención del vehículo			
4. Posibilidad de cargar en el hogar			
5. Red de carga pública			
6. Autonomía/Alcance			
7. Precio de compra			
8. Confort			
9. Seguridad de la carrocería			

End of Block: Percepcion sobre los EV

Start of Block: Preguntas Enel Ganadores/Postulantes/Indiferentes

Display this Question: If Postulacion = 1 Or Postulacion = 2

- 5 -Cómo se entero- ¿Cómo se enteró sobre el Plan de movilidad eléctrica para empleados Enel?

- Campaña de difusión (exhibición, test drive o entrega de folletos)
- Intranet Enel
- Correo: movilidad.electrica@enel.com
- Un colega me avisó
- Otro: _____

Display this Question: If Postulacion = 3 Or Postulacion = 4

- 6 -desinteresados- ¿Por qué no postuló al Plan de movilidad eléctrica para empleados Enel? [R]

- No me interesan los vehículos eléctricos
- Desconfío de los autos eléctricos
- Viajo grandes distancias, por lo que no se acomodan a mis requerimientos
- Falta red de carga pública dentro de la ciudad
- Falta de red pública entre ciudades
- No necesito otro vehículo en mi hogar
- Los tiempos de carga son excesivos
- No me enteré del proyecto
- Otro: _____

- 7 -interes ev pasado- ¿Qué tanto interés acerca de los vehículos eléctricos **había** en su lugar de trabajo antes del Plan de movilidad eléctrica para empleados Enel? (departamento, sección o área)

- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo
- Inexistente

8 -interés en futuro- ¿Qué tanto interés acerca de los vehículos eléctricos **se generó** en su lugar de trabajo posterior al Plan de movilidad eléctrica para empleados Enel? (departamento, sección o área)

- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo
- Inexistente

Display this Question: If Postulacion = 1 Or Postulacion = 2

9 -Rank Beneficios- Ordene los siguientes beneficios según la relevancia que tuvieron para usted al momento de optar por un vehículo eléctrico. (Pinche y arrastre con el mouse) [R]

- Precio preferente, descuento sobre el precio inicial.
- Forma de Pago: 2 préstamos sin intereses, uno pagado en cuotas y el otro asociado a la recompra del vehículo
- Estacionamiento preferente: uso compartido y recarga gratuita.
- Precio del seguro automotriz: descuento en el costo a cambio de llevar el logo de la compañía de seguros.
- Instalación gratuita de cargador domiciliario.

Display this Question: If Postulacion = 1 Or Postulacion = 2

10 -pago cuot vs recom- En relación al beneficio de estacionamiento, ¿qué es más importante para usted: tener estacionamiento gratuito en el trabajo o cargar sin costo por la energía?

- Estacionamiento en el trabajo
- Carga gratuita

Display this Question: If Postulacion = 1

11 -sug. GP- ¿Qué sugerencias haría respecto a la coordinación del uso compartido del Green Parking? _____

Display this Question: If Postulacion = 1

12 -DC 1- ¿Con qué frecuencia carga su vehículo eléctrico en los siguientes lugares?

Tabla A.3: Frecuencia de carga de EV

	Diariamente	Semanalmente	Mensualmente	Nunca
Hogar				
Trabajo (Green Parking)				
Electrolineras				

Display this Question: If Postulacion = 1

13 -frec carviaje- ¿Con qué frecuencia utiliza el cargador de viaje?

- Diariamente
- Semanalmente
- Mensualmente
- Nunca

Display this Question: If Postulacion = 1

14 -RC 1- Califique su experiencias de recarga durante los meses que lleva con el vehículo eléctrico (1 al 5, donde 5 es excelente):

- Recarga en el hogar
- Recarga en “Green Parking”
- Recarga en estación de carga pública
- Recarga con cargador de viaje

Display this Question: If Postulacion = 1

15 -sat PEM- Su nivel de satisfacción con el plan de movilidad eléctrica para empleados Enel es:

- Muy Alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

Display this Question: If Postulacion = 1

15 -satis. EV- El nivel de satisfacción con su vehículo eléctrico es:

- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

Display this Question: If Postulacion = 1

16 -recomendacion ev- En escala de 0 a 10, donde 0 es “de ninguna manera” y 10 “con toda seguridad”, ¿Qué tan dispuesto esta usted a recomendar el plan de movilidad eléctrica para empleados Enel?

Display this Question: If Postulacion = 3 Or Postulacion = 4

17 -preo nousuarios- ¿Cuáles son sus principales preocupaciones acerca de los vehículos eléctricos? [R]

- Que se descargue la batería en medio de un viaje
- No tener donde hacer las mantenciones
- La falta de una red de carga amplia
- La velocidad del vehículo
- Que la energía con que se cargan no sea sustentable.
- Otros: _____

Display this Question: If Postulacion = 1

18 -mantener veh- Finalizado el plazo del Plan. ¿qué elegiría? [R]

- Conservar el vehículo
- Devolver el vehículo
- No lo he decidido aún

Display this Question: If Postulacion = 1 Or Postulacion = 2

19 -Rec Enel- ¿Qué recomendaciones haría para el próximo Plan de movilidad eléctrica? _

End of Block: Preguntas Enel Ganadores/Postulantes/Indiferentes

Start of Block: Preguntas Segmentación

20 -Sexo- ¿Cuál es su género?

- Hombre
- Mujer

21 -Edad- ¿Cuál es su grupo de edad?

- 30 o menos
- 30 - 35 años
- 36 - 45 años
- 45 - 50 años
- 51 - 60 años
- Más de 60

22 -Hijos- ¿Tiene hijos?

- Sí
- No

23 -Residencia- ¿Con quién vive? (seleccione la(s) opción(es) que apliquen)

- Sólo/a
- Con pareja
- Con hijos
- Con los padres
- Con amigos o hermanos
- Otro: _____

24 -tasa mot hog- ¿Cuántos vehículos motorizados se utilizan en su hogar?

Display this Question: If Postulacion = 1

25 -veh principal- ¿Cuál es su vehículo principal? (pensando en el que más usa)

- Vehículo eléctrico
- Otro

Display this Question: If Postulacion = 1

26 -uso ev semanal- ¿Cuántos días a la semana utiliza su vehículo eléctrico durante la semana?

Display this Question: If Postulacion = 2 Or Postulacion = 3 Or Pstulacion = 4

27 -uso ice semanal- ¿Cuántos días a la semana utiliza su vehículo principal?

28 -modo viaje trabajo- ¿En qué modo viaja usualmente al trabajo?

- Vehículo particular
- Transporte público (bus, Metro o combinación de ambos)
- Caminando
- Bicicleta
- Taxi
- Uber
- Otro: _____

29 -Comuna- ¿En qué comuna se encuentra su hogar?

30 -SedeEnel- ¿En cuál de las sedes de Enel trabaja?

- Santa Rosa 76
- Vicuña Mackenna 264
- Marcoleta 665
- San Isidro 65
- Dominica 185
- Victoria 621
- Presidente Riesco 5335

31 Ingreso ¿En que rango se encuentra su ingreso líquido mensual?

- Menos de \$1.000.000
- \$1.000.000 - \$ 1.500.000
- \$1.500.000 - \$ 2.500.000
- \$2.500.000 - \$ 4.000.000
- \$4.000.000 - \$ 6.000.000
- Mayor a \$ 6.000.000

End of Block: Preguntas Segmentacion

Juegos de elección escritos

La portada del experimento es mostrada en la Figura A.1, mientras que los experimentos están en las Figuras A.2, A.3, A.4 y A.5.

ENCUESTA DE PREFERENCIAS

FORMA
A

NOMBRE DEL ENCUESTADO

EMAIL

FECHA

Buenos días,

A continuación le presentamos un juego de elección, con el objetivo de comprender sus percepciones de los distintos atributos de los vehículos eléctricos en el contexto de un plan hipotético de movilidad eléctrica. Este cuestionario es realizado por el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile en el contexto de un proyecto de investigación y la tesis de magíster del alumno Esteban Figueroa, en colaboración con Enel S.A.

Se le mostrarán ocho escenarios los cuales simulan hipotéticos planes de Movilidad Eléctrica para empleados Enel.

- Se ofrecen tres vehículos: Nissan Leaf, Hyundai Ioniq y BMW i3.
- Para cada uno de los vehículos presentados se mostrarán cinco atributos que usted deberá considerar para su elección:

Cuota [\$mil/mes]	Pago mensual en miles de pesos, durante el plazo de préstamo.
Autonomía [km]	Distancia que el vehículo es capaz de recorrer con una carga de batería completa.
Red de carga [%]	Porcentaje de estaciones de servicio de Santiago (bencineras) que tendrían estaciones de carga para vehículos eléctricos cuando se le haga entrega el vehículo (es un compromiso).
Wallbox	Indica si eligiendo este auto le instalarán un cargador en su casa.
Estacionamiento	Indica si eligiendo este vehículo tendrá derecho preferente al estacionamiento con carga gratuita en el trabajo.

- ▶ Suponga que se le entrega un vehículo eléctrico por un plazo fijo (3 años para Nissan Leaf y BMW i3, 2 años para Hyundai Ioniq). El financiamiento está asociado a un crédito sin interés con cuota mensual. Después del plazo, la automotora recompra el vehículo y se anula la deuda.

Ante cualquier consulta, contactar a Esteban Figueroa,
Tel: +56 9 7862 8094 (llamada, whatsapp o mensaje de texto).

Agradecemos su participación. Por favor conteste de la forma más sincera posible, considerando todos los atributos. La información recolectada será utilizada sólo para fines de investigación.

Coordialmente,

Dra. Marcela Munizaga
Profesora Asociada
Departamento de Ingeniería Civil
Universidad de Chile

Leonardo Leyton
Especialista Senior Movilidad Eléctrica
Enel Distribución Chile



Figura A.1: Experimento Escrito Forma A, portada.

INSTRUCCIONES

Para cada escenario se le pide que marque un círculo en el vehículo al cual postularía y una cruz en el que le parece la peor opción.

En el ejemplo mostrado usted elegiría postular al BMW i3 y la peor oferta es el Hyundai Ioniq.

En caso que ningún vehículo ofrecido le atraiga marque con un círculo la opción "Ninguno"

NINGUNO	1	X	③
EJEMPLO	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3
Cuota [\$mil/mes]	225	275	350
Autonomía [km]	250	300	325
Red de carga [%]	25%	50%	70%
Wallbox	Sí	No	Sí
Estacionamiento	Sí	No	Sí

NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 1	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3
Cuota [\$mil/mes]	225	275	350
Autonomía [km]	250	300	325
Red de carga [%]	25%	50%	70%
Wallbox	Sí	No	Sí
Estacionamiento	Sí	No	Sí

NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 2	Hyundai Ioniq	BMW i3	Nissan Leaf
Cuota [\$mil/mes]	275	400	225
Autonomía [km]	225	325	250
Red de carga [%]	5%	70%	10%
Wallbox	No	No	No
Estacionamiento	Sí	No	Sí

NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 3	BMW i3	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq
Cuota [\$mil/mes]	350	175	325
Autonomía [km]	325	250	225
Red de carga [%]	40%	10%	5%
Wallbox	No	No	Sí
Estacionamiento	Sí	No	No

NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 4	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3
Cuota [\$mil/mes]	175	275	400
Autonomía [km]	200	300	325
Red de carga [%]	10%	5%	40%
Wallbox	No	Sí	Sí
Estacionamiento	Sí	No	No

NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 5	Hyundai Ioniq	BMW i3	Nissan Leaf
Cuota [\$mil/mes]	325	350	225
Autonomía [km]	300	400	200
Red de carga [%]	50%	70%	10%
Wallbox	Sí	No	Sí
Estacionamiento	Sí	No	No

NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 6	BMW i3	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq
Cuota [\$mil/mes]	400	225	275
Autonomía [km]	400	200	225
Red de carga [%]	40%	25%	50%
Wallbox	No	No	Sí
Estacionamiento	Sí	No	Sí

NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 7	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3
Cuota [\$mil/mes]	175	325	350
Autonomía [km]	200	300	400
Red de carga [%]	25%	5%	40%
Wallbox	Sí	No	Sí
Estacionamiento	Sí	Sí	No

NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 8	Hyundai Ioniq	BMW i3	Nissan Leaf
Cuota [\$mil/mes]	325	400	175
Autonomía [km]	225	400	250
Red de carga [%]	50%	70%	10%
Wallbox	No	Sí	Sí
Estacionamiento	No	Sí	No

Figura A.2: Experimento Escrito Forma A, juego de elección.

INSTRUCCIONES

Para cada escenario se le pide que marque un círculo en el vehículo al cual postularía y una cruz en el que le parece la peor opción.

En el ejemplo mostrado usted elegiría postular al BMW i3 y la peor oferta es el Hyundai Ioniq.

En caso que ningún vehículo ofrecido le atraiga marque con un círculo la opción "Ninguno"

NINGUNO	1	X	3
EJEMPLO	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3
Cuota [\$mil/mes]	225	275	350
Autonomía [km]	250	300	325
Red de carga [%]	25%	50%	70%
Wallbox	Sí	No	Sí
Estacionamiento	Sí	No	Sí

NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 1	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3
Cuota [\$mil/mes]	250	275	350
Autonomía [km]	225	300	300
Red de carga [%]	40%	60%	80%
Wallbox	Sí	No	Sí
Estacionamiento	Sí	No	Sí

NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 2	Hyundai Ioniq	BMW i3	Nissan Leaf
Cuota [\$mil/mes]	275	400	250
Autonomía [km]	200	300	225
Red de carga [%]	10%	80%	25%
Wallbox	No	No	No
Estacionamiento	Sí	No	Sí

NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 3	BMW i3	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq
Cuota [\$mil/mes]	350	200	325
Autonomía [km]	300	225	200
Red de carga [%]	30%	25%	10%
Wallbox	No	No	Sí
Estacionamiento	Sí	No	No

NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 4	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3
Cuota [\$mil/mes]	200	275	400
Autonomía [km]	175	300	300
Red de carga [%]	25%	10%	30%
Wallbox	No	Sí	Sí
Estacionamiento	Sí	No	No

NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 5	Hyundai Ioniq	BMW i3	Nissan Leaf
Cuota [\$mil/mes]	325	350	250
Autonomía [km]	300	350	175
Red de carga [%]	60%	80%	25%
Wallbox	Sí	No	Sí
Estacionamiento	Sí	No	No

NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 6	BMW i3	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq
Cuota [\$mil/mes]	400	250	275
Autonomía [km]	350	175	200
Red de carga [%]	30%	40%	60%
Wallbox	No	No	Sí
Estacionamiento	Sí	No	Sí

NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 7	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3
Cuota [\$mil/mes]	200	325	350
Autonomía [km]	175	300	350
Red de carga [%]	40%	10%	30%
Wallbox	Sí	No	Sí
Estacionamiento	Sí	Sí	No

NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 8	Hyundai Ioniq	BMW i3	Nissan Leaf
Cuota [\$mil/mes]	325	400	200
Autonomía [km]	200	350	225
Red de carga [%]	60%	80%	25%
Wallbox	No	Sí	Sí
Estacionamiento	No	Sí	No

Figura A.3: Experimento Escrito Forma B, juego de elección.

INSTRUCCIONES

Para cada escenario se le pide que marque un círculo en el vehículo al cual postularía y una cruz en el que le parece la peor opción.

• En el ejemplo mostrado usted elegiría postular al BMW i3 y la peor oferta es el Hyundai Ioniq.

En caso que ningún vehículo ofrecido le atraiga marque con un círculo la opción "Ninguno"

	NINGUNO	1	X	3
EJEMPLO	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3	
Cuota [\$mil/mes]	225	275	350	
Autonomía [km]	250	300	325	
Red de carga [%]	25%	50%	70%	
Wallbox	Sí	No	Sí	
Estacionamiento	Sí	No	Sí	

	NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 1	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3	
Cuota [\$mil/mes]	300	250	380	
Autonomía [km]	250	325	350	
Red de carga [%]	20%	30%	100%	
Wallbox	Sí	No	Sí	
Estacionamiento	Sí	No	Sí	

	NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 2	Hyundai Ioniq	BMW i3	Nissan Leaf	
Cuota [\$mil/mes]	250	450	300	
Autonomía [km]	225	350	250	
Red de carga [%]	0%	100%	5%	
Wallbox	No	No	No	
Estacionamiento	Sí	No	Sí	

	NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 3	BMW i3	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	
Cuota [\$mil/mes]	380	225	325	
Autonomía [km]	350	250	225	
Red de carga [%]	50%	5%	0%	
Wallbox	No	No	Sí	
Estacionamiento	Sí	No	No	

	NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 4	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3	
Cuota [\$mil/mes]	225	250	450	
Autonomía [km]	200	325	350	
Red de carga [%]	5%	0%	50%	
Wallbox	No	Sí	Sí	
Estacionamiento	Sí	No	No	

	NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 5	Hyundai Ioniq	BMW i3	Nissan Leaf	
Cuota [\$mil/mes]	325	380	300	
Autonomía [km]	325	500	200	
Red de carga [%]	30%	100%	5%	
Wallbox	Sí	No	Sí	
Estacionamiento	Sí	No	No	

	NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 6	BMW i3	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	
Cuota [\$mil/mes]	450	300	250	
Autonomía [km]	500	200	225	
Red de carga [%]	50%	20%	30%	
Wallbox	No	No	Sí	
Estacionamiento	Sí	No	Sí	

	NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 7	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3	
Cuota [\$mil/mes]	225	325	380	
Autonomía [km]	200	325	500	
Red de carga [%]	20%	0%	50%	
Wallbox	Sí	No	Sí	
Estacionamiento	Sí	Sí	No	

	NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 8	Hyundai Ioniq	BMW i3	Nissan Leaf	
Cuota [\$mil/mes]	325	450	225	
Autonomía [km]	225	500	250	
Red de carga [%]	30%	100%	5%	
Wallbox	No	Sí	Sí	
Estacionamiento	No	Sí	No	

Figura A.4: Experimento Escrito Forma C, juego de elección.

INSTRUCCIONES

Para cada escenario se le pide que marque un círculo en el vehículo al cual postularía y una cruz en el que le parece la peor opción.

En el ejemplo mostrado usted elegiría postular al BMW i3 y la peor oferta es el Hyundai Ioniq.

En caso que ningún vehículo ofrecido le atraiga marque con un círculo **NINGUNO**.

	NINGUNO	1	X	3
EJEMPLO	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3	
Cuota [\$mil/mes]	225	275	350	
Autonomía [km]	250	300	325	
Red de carga [%]	25%	50%	70%	
Wallbox	Sí	No	Sí	
Estacionamiento	Sí	No	Sí	

	NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 1	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3	
Cuota [\$mil/mes]	275	350	450	
Autonomía [km]	250	375	400	
Red de carga [%]	5%	20%	80%	
Wallbox	Sí	No	Sí	
Estacionamiento	Sí	No	Sí	

	NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 2	Hyundai Ioniq	BMW i3	Nissan Leaf	
Cuota [\$mil/mes]	350	550	275	
Autonomía [km]	300	4000	250	
Red de carga [%]	10%	80%	1%	
Wallbox	No	No	No	
Estacionamiento	Sí	No	Sí	

	NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 3	BMW i3	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	
Cuota [\$mil/mes]	450	225	400	
Autonomía [km]	400	250	300	
Red de carga [%]	40%	1%	10%	
Wallbox	No	No	Sí	
Estacionamiento	Sí	No	No	

	NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 4	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3	
Cuota [\$mil/mes]	225	350	550	
Autonomía [km]	200	375	400	
Red de carga [%]	1%	10%	40%	
Wallbox	No	Sí	Sí	
Estacionamiento	Sí	No	No	

	NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 5	Hyundai Ioniq	BMW i3	Nissan Leaf	
Cuota [\$mil/mes]	400	450	275	
Autonomía [km]	375	550	200	
Red de carga [%]	20%	80%	1%	
Wallbox	Sí	No	Sí	
Estacionamiento	Sí	No	No	

	NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 6	BMW i3	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	
Cuota [\$mil/mes]	550	275	350	
Autonomía [km]	550	200	300	
Red de carga [%]	40%	5%	20%	
Wallbox	No	No	Sí	
Estacionamiento	Sí	No	Sí	

	NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 7	Nissan Leaf	Hyundai Ioniq	BMW i3	
Cuota [\$mil/mes]	225	400	450	
Autonomía [km]	200	375	550	
Red de carga [%]	5%	10%	40%	
Wallbox	Sí	No	Sí	
Estacionamiento	Sí	Sí	No	

	NINGUNO	1	2	3
ESCENARIO 8	Hyundai Ioniq	BMW i3	Nissan Leaf	
Cuota [\$mil/mes]	400	550	225	
Autonomía [km]	300	550	250	
Red de carga [%]	20%	80%	1%	
Wallbox	No	Sí	Sí	
Estacionamiento	No	Sí	No	

Figura A.5: Experimento Escrito Forma D, juego de elección.

Simulación préstamo financiero automotriz

Crédito Automotriz Bci Simulador de Financiamiento Automotriz

Jueves 19 de Abril de 2018

1 Condiciones del Crédito 2 Resultado de la Simulación 3 Solicitud de Crédito

Resultado de la Simulación

Datos del Vehículo		Producto: Crédito Cuota Fija	
Precio del Vehículo:	\$ 24.000.000	Cuota Mensual:	\$ 924.745
Marca:	HYUNDAI OTRO	Plazo:	36 Meses ⓘ
Año:	2018	Tasa de Interés:	1,35 % mensual ⓘ
Estado:	Nuevo	Total del Crédito:	\$ 25.838.798 ⓘ (1)
Pie:	\$ 0 ⓘ	Gastos Operacionales:	\$ 73.000 ⓘ
Monto Solicitado:	\$ 24.000.000 ⓘ	Impuestos:	\$ 155.033 ⓘ
Meses de Gracia:	1	Seguro Degravamen:	\$ 528.120 Ver
		Seguro Cesantía:	\$ 1.082.646 Ver
		Ahorro Estimado:	\$ 1.818.855 (2)

Figura A.6: Simulación préstamo financiero automotriz para Nissan Leaf y Hyundai Ioniq, Banco BCI

Crédito Automotriz Bci

Simulador de Financiamiento Automotriz

Jueves 19 de Abril de 2018

- 1 Condiciones del Crédito
 2 Resultado de la Simulación
 3 Solicitud de Crédito

Resultado de la Simulación

Datos del Vehículo		Producto: Crédito Cuota Fija	
Precio del Vehículo:	\$ 35.000.000	Cuota Mensual:	\$ 1.347.329
Marca:	OTRO	Plazo:	36 Meses ⓘ
Año:	2018	Tasa de Interés:	1,35 % mensual ⓘ
Estado:	Nuevo	Total del Crédito:	\$ 37.646.439 ⓘ (1)
Pie:	\$ 0 ⓘ	Gastos Operacionales:	\$ 73.000 ⓘ
Monto Solicitado:	\$ 35.000.000 ⓘ	Impuestos:	\$ 225.879 ⓘ
Meses de Gracia:	1	Seguro Degravamen:	\$ 770.175 Ver
		Seguro Cesantía	\$ 1.577.386 Ver
		Ahorro Estimado:	\$ 2.650.024 (2)

Figura A.7: Simulación préstamo financiero automotriz para BMW i3, Banco BCI

Estacionamientos en cercanías de la sede principal de Enel

Esta es una pequeña recolección de los precios que tenían los estacionamientos cercanos a la sede principal de Enel, ubicada en av. Santa Rosa 76, para septiembre del 2017. Los avisos fueron buscados vía internet.

	<p>Estacionamiento en Arriendo en Santiago</p> <p>100.000 Huerfanos entrada /salida Miraflores Maciver 2° piso jpoblete 992382349</p>	<p>Región: Metropolitana de Santiago</p> <p>Publicado el: 2018-04-29</p> <p>Diario: El Mercurio</p>
	<p>Estacionamiento en Arriendo en Santiago</p> <p>80.000 Alonso Ovalle/ Arturo Prat. Arriendo estacionamiento céntrico, independiente. 992992128</p>	<p>Región: Metropolitana de Santiago</p> <p>Publicado el: 2018-04-28</p> <p>Diario: El Mercurio</p>

Figura A.8: Estacionamientos cercanos al metro Santa Lucía, avisos económicos el mercurio.

	<p>Estacionamiento caren 237 metro santa luc...</p> <p>Estacionamiento - Región Metropolitana - Santiago</p> <p> 5.00 m²</p> <p>Arriendo estacionamiento metro santa lucía subterráneo ref. carmen con curicó disponibilidad inmediata, independiente (muro por ambos lados), a pasos del ascensor con su control remoto correspondiente...</p> <p>Publicado el 08/11/2017</p>	<p>\$ 65.000 Arriendo</p> <p>Ver detalle</p> <p>Contactar</p>
	<p>Estacionamiento metro santa lucia l1, santiago...</p> <p>Estacionamiento - Región Metropolitana - Santiago</p> <p> 12.00 m²</p> <p>Estacionamiento metro santa lucia línea 1, santiago se arrienda estacionamiento para auto a dos cuadras aproximadamente de metro santa lucia, santiago centro. ubicado en edificio alto san isidro, en...</p> <p>Publicado el 14/02/2018</p>	<p>\$ 75.000 Arriendo</p> <p>Ver detalle</p> <p>Contactar</p>

Figura A.9: Estacionamientos cercanos al metro Santa Lucía, sitio weeb doomos.cl

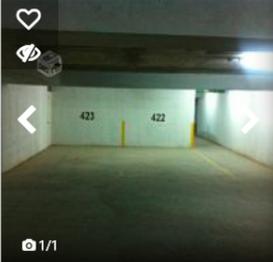
	<p>Estacionamiento techado metro santa ana, \$...</p> <p>Estacionamiento - Región Metropolitana - Santiago</p> <p>3.00 m²</p> <p>Estacionamiento subterráneo portero electrónico con control remoto seguridad las 24 hrs numero de contacto: 983404297 diego miranda</p> <p>Publicado el 12/02/2018</p>	<p>\$ 70.000 Arriendo</p> <p>Ver detalle</p> <p>Contactar</p>
	<p>Estacionamiento metro</p> <p>Estacionamiento - Región Metropolitana - Santiago</p> <p>15.00 m²</p> <p>Estacionamiento metro cal y canto - santa ana vigilancia 24 horas. cel: 92286637 - 975011328</p> <p>Publicado el 09/11/2017</p>	<p>\$ 70.000 Arriendo</p> <p>Ver detalle</p> <p>Contactar</p>

Figura A.10: Estacionamientos cercanos al metro Santa Lucía, sitio web doomos.cl