

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PLAN DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA: ESTIMACIÓN DE DEMANDA DE DOCENTES Y ADMINISTRATIVOS DE LA PUCE SEDE MATRIZPARA UN SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO SUSTENTABLE

AUTORA:

PAMELA NICOLE HIDALGO VILLAGÓMEZ

QUITO DM,16 AGOSTO DE 2022

DEDICATORIA:

Este proyecto se lo de dedico a DIOS, por crearme y darme el propósito de seguir la carrera de ingeniería civil, por acompañarme a lo largo del transcurso este camino, por concederme logros que son resultados de tu ayuda y aprendizaje de cada una de las pruebas y errores que tuve al frente mío para mejorar como ser humano y crecer de diversas maneras.

AGRADECIMIENTO:

Al finalizar este proyecto en el transcurso de mis estudios, he tenido la ayuda tan importante de mi abuelita quien me llevo de la mano a conseguir este logro académico, gracias por la paciencia, consejos y apoyo incondicional, también mi mama por darme la vida y su cariño, por ser la mejor amiga y consejera, a mi padre gracias por el apoyo con el cual pude culminar mis estudios, a Orlando gracias por tu cariño y apoyo incondicional y anhelar siempre lo mejor para mí , a Marco por tu ayuda, por estar a mi lado en momentos de mucho gozo, pero también en momentos malos, gracias por motivarme, y por el cariño .

Al Ing. Paredes por confiar en mí, para realizar este proyecto, por ser muy paciente por su constante apoyo a lo largo de mi carrera universitaria y de este proyecto quien con sus directrices y orientaciones han sido indispensables en el desarrollo de este proyecto.

Gracias familia este es nuestro logro.

Contenido

Introducción....5
Planteamiento del problema. 5
Objetivos generales y específicos. 5
Objetivo general:....5
Objetivos específicos: 5
Alcance.....6
CAPÍTULO I....7
1.1 Características de los modelos de elección discreta 7
1.2 Modelos de elección discreta. 7
1.3 Modelos de utilidad aleatorios....8
1.3.2 Constantes específicas de alternativa....9
1.3.3 Población muestral....10
1.3.4 Conjunto de opciones $\boldsymbol{Cn}$....11
1.3.5 Parte determinista de la función de utilidad 12
1.3.6 Variables cuantitativas 12
1.3.7 Características cuantitativas socioeconómicas 13
1.3.8 Variables cualitativas 13
1.3.9 Modelo de elección binario 13
1.3.9.1 Modelo Logit Multinomial....15
CAPITULO II....16
2.1.1 Cálculo de la muestra....16
2.2 DISEÑO DE LA ENCUESTA....17
2.2.1.1 Encuestas de preferencias reveladas 18
2.2.1.2 Encuesta de preferencias declaradas....18
2.2.1.3 Diseño de encuestas de preferencias declaradas. 19
2.2.1.4 Determinación del número de casos de elección 19
CAPITULO III....24
3.Análisis de la población muestral....24
3.1 Resultados obtenidos aplicando econometría 26
3.2 Simbología para comprensión de modelos Logit Multinomial: 26
3.3 Hipótesis de signos....27
3.4 Modelos....27
3.4.1 $\boldsymbol{MNL_1}$: Considera el costo y tiempo de viaje....27
3.4.2 $\boldsymbol{MNL_2}$ ECONOMÍA....31
3.4.3 $\boldsymbol{MNL_3}$ COSTO, TIEMPO DE VIAJE, PARQUEADERO Y ECONOMÍA 33
3.4.4 $\boldsymbol{MNL_{4.1}}$ PARQUEADERO, ECONOMÍA Y GÉNERO (FEMENINO)....35
3.4.5 $\boldsymbol{MNL_{4.2}}$ PARQUEADERO, ECONOMÍA Y GÉNERO (MASCULINO)....37
3.4.6 $\boldsymbol{MNL_5}$ PARQUEADERO, ECONOMÍA EDAD....39

3.4.7 $\boldsymbol{MNL_6}$ PARQUEADERO, ECONOMÍA DOCENTES 40
3.4.8 $\boldsymbol{MNL_7}$ PARQUEADERO, ECONOMÍA ADMINISTRATIVOS 42
4.CONCLUSIONES 45
5. BIBLIOGRAFÍA.....46

Ilustración 1.....28
Ilustración 2.....29
Ilustración 3.....30
Ilustración 4.....30
Ilustración 5.....31
Ilustración 6.....32
Ilustración 7.....32
Ilustración 8.....33
Ilustración 9.....34
Ilustración 10.....34
Ilustración 11.....35
Ilustración 12.....36
Ilustración 13.....36
Ilustración 14.....37
Ilustración 15.....38
Ilustración 16.....38
Ilustración 17.....39
Ilustración 18.....41
Ilustración 19.....41
Ilustración 20.....42
Ilustración 21.....43
Ilustración 22.....43
Ilustración 23.....44

Introducción

La PUCE está alineada a la reducción de huella de carbono a nivel mundial. En este contexto, es necesario proponer medios de transporte alternativos y sustentables con el medio ambiente.

Para justificar un medio de transporte masivo para docentes y administrativos de la Universidad, es necesario estimar adecuadamente la demanda, para dimensionar adecuadamente el sistema.

El presente trabajo de integración curricular permitirá estimar la probabilidad de que los docentes cambien su actual modo de transporte al de un transporte masivo sustentable.

Planteamiento del problema.

Par dimensionar la demanda de que un nuevo modo de transporte sea aceptado por un grupo social, es necesario establecer una probabilidad de ese cambio.

A nivel mundial se utiliza el programa BIOGEME para definir la probabilidad de incluir un producto nuevo en el mercado. El programa también se ha utilizado para evaluarcambios de modos de transporte en la sociedad.

El Vicerrectorado de la PUCE está alineado a reducir la huella de carbono en la Universidad. Para eso, ha propuesto implementar un sistema de transporte masivo para docentes y administrativos, que sustituya el uso del vehículo privado. Por tal razón en estetrabajo de integración curricular se investigará la probabilidad de que la comunidad universitaria se cambie de su modo actual de transporte a una modalidad de transporte masiva y sustentable.

Con los resultados del presente trabajo, se podrá estimar unademanda muy aproximada a la realidad, que permitirá diseñar adecuadamente el sistema masivo propuesto.

Objetivos generales y específicos.

Objetivo general:

- Estimar la demanda de docentes de la PUCE sede matriz, para un servicio de transporte masivo sustentable, para lo cual se utilizará el software BIOGEME.

Objetivos específicos:

- Resumir los aspectos teóricos más relevantes relacionados con los modelos deelección de transporte.
- Seleccionar el modelo de transporte para los usuarios de la PUCE basado en encuestas según los parámetros necesarios para calibrar el modelo en el softwareBIOGEME.

- Presentar e interpretar los resultados obtenidos por el programa para determinar la aceptabilidad del recorrido por parte del docente como modo alternativo de transporte.

Alcance.

El presente estudio estimará la demanda de docentes de la PUCE sede Matriz, que utilizarían un nuevo modo de transporte masivo, que sea sustentable y que permitareducir la huella de carbono en la Universidad, para lo cual se realizarán encuestas a los docentes sobre las preferencias reveladas y declaradas para la utilización de un modo de transporte, para estimar la demanda para un potencial sistema de transporte masivo, a base de lo cual se seleccionará la alternativa más sustentable para los modosde transporte.

CAPÍTULO I

1. Modelos de elección discreta en transportes

1.1 Características de los modelos de elección discreta

Dichos modelos presentan las siguientes diferencias:

1. La muestra de individuos que tomará la decisión.

2. Características de esta población

3. Opciones para elegir

4. Características de estas alternativas

5. Los principios que debe seguir la población muestreada a la hora de seleccionarla.

Según las características antes descritas:

1. La toma de decisiones de la población, me este caso son todos los administrativos ydocentes de la PUCE.
2. Las características de los individuos serán el nivel socioeconómico, la edad, el sexo, el horario de trabajo a la entrada ya la salida, así como el lugar de residencia.
3. Las alternativas disponibles serán: vehículo propio, Puce bus, ytransporte.
4. Las características de las opciones: costos de transporte, tiempo de viaje, costos de estacionamiento.

1.2 Modelos de elección discreta.

Estos modelos determinan la deliberación de una persona a un conjunto de alternativas, lo que permite identificar las características que un tomador de decisiones tiene en cuenta al elegir una opción de reemplazo.

En cuyo caso, estas opciones sean mutuamente excluyentes, la elección de las personas de utilizar estos dos medios de transporte para ir del punto A al punto B debe considerarse como la otra opción.

1. Considere todas las alternativas posibles.
2. La cifra de opciones no es capaz de ser perdurable.

Los modelos de elección discreta a menudo se basan en el hecho de que un individuo tomará decisiones de una manera que siempre trate de maximizar su utilidad. (Train, 2014).

1.3 Modelos de utilidad aleatorios.

1.3.1 Modelo de utilidad aleatoria

Los siguientes modelos aleatorios establecen una persona llamada n que tomará una decisión y elegirá entre un conjunto de alternativas, indicadas con la letra J. Al elegir una alternativa, esa persona recibirá un cierto nivel de utilidad. La utilidad que obtiene la unidad n al elegir la opción j se denotará como Unj, donde j=1.

Elegir personalmente la elección que le ofrezca el máximo beneficio, es tener en cuenta que este complemento solo lo conocen las personas.

Por lo tanto, un individuo elegirá la opción i si y solo si el beneficio que obtendrá el individuo n al elegir la opción i es mayor que el beneficio que recibirá el individuo n al elegir la opción j. En ese aspecto, el modelador quiere evaluar este beneficio, pero al no poder observar dicho beneficio de un solo n, el modelador define varias propiedades, denominadas Xnj ∀. (Train, 2014).

$$Uni > Unj \ \forall \ j \neq i \qquad [1]$$

j, alternativas a las que están expuestos los individuos; y a su vez definen varios atributos de personalidad, llamados Snj.

Una vez que se definen estas propiedades, el modelador puede definir una función que se denominará función de utilidad representativa que relaciona estas propiedades observables con la utilidad cognitiva humana. Dicha ecuación corresponde a la siguiente relación Vnj=V(Xnj, Sn).

Por lo general, V es dependiente de parámetros inéditos, de manera que se estiman estadísticamente, además que no son observables por el modelador, podemos concluir que $Vnj \neq Unj$. (Train, 2014).

Entonces, la utilidad se puede desglosar de la siguiente manera:

$$U_{nj} = V_{nj} + \varepsilon_{nj} \quad [2]$$

εnj es el término que cubre todas las propiedades las cuales inquietan la utilidad de Unj y no está incluido en Vnj. Dado que el término no está definido, será tratada como una variable aleatoria. La densidad de posibilidad total de una resultante aleatoria se denota por (ε), con probabilidad unitaria n elegirá una alternativa es:

$$=Pni = Prob\ (Uni > Unj\ \forall\ j \neq i) \quad [3]$$

$$= Prob\ (Vni + \varepsilon ni > Vnj + \varepsilon nj\ \forall\ j \neq i) \quad [4]$$

$$= Prob(\varepsilon ni - \varepsilon nj < Vni - Vnj\ \forall\ j \neq i) \quad [5]$$

$$= \int I(\varepsilon ni - \varepsilon nj < Vni - Vnj\ \forall\ j \neq i)\ f(\varepsilon n) d\varepsilon n \quad [6]$$

Al hacer diferentes suposiciones sobre la descomposición de la expresión, se logra conseguir distintos modelos de elección discreta, como es el modelo logit binario, este modelo logit polinomial, el modelo probit y otros modelos. (Train, 2009).

1.3.2 Constantes específicas de alternativa

Por lo general, el segmento observable de la utilidad se trata como una ecuación lineal más una constante, en otras palabras:

$$Vnj = X'\ \beta + kj \quad [7]$$

Xnj es una matriz vectorial, la cual abarca las características de la opción j, β es una constante como la cifra de estas características; a kj es la constante que determina la alternativa j Considere que si las constantes kj; parte de la utilidad que no se observa por parte del modelador, por lo tanto, εnj posee un valor de cero gracias a la forma a la que está construida.

$$Unj = X' \beta + \varepsilon^* \; con \; E(\varepsilon^*) = kj \; A \; kj \neq 0 \qquad [8]$$
$$nj \qquad nj \qquad nj$$

$$\therefore Unj = X' \beta + \varepsilon nj + kj \; con \; E(\varepsilon nj) = 0 \qquad [9]$$

Pese a lo cual, la diferencia de utilidad es la más importante, porque la probabilidad es dependiendo de la resta de utilidad mas no de su magnitud absoluta, por lo tanto, su utilidad dependerá de:

$$U = \alpha T_{\text{vehiculo}} + \beta C_{\text{Puce bus}} + \varepsilon_{\text{bus publico}} \qquad [10]$$

Por lo tanto, cualquier modelo donde la diferencia sea la misma entre los resultados de las constantes será uniforme. Por otro lado, evaluar estas dos constantes al mismo tiempo no es posible porque existen infinitas composiciones de valores que dan similar discrepancia y conducen a las mismas probabilidades de selección. Cabe señalar que el modelo no dependerá de cuál constante particular se normaliza, ya que todo lo que se hace es distinguir entre cada constante para el constante particular que se normaliza. (Train, 2009).

1.3.3 Población muestral

Es un individuos o grupo de individuos que determinan decisiones; es decir individuo o individuo y en adelante se hará referencia a esta población con la letra n. Se debe destacar que cada uno es diferente por tanto cada persona es capaz de decidir diferente, por lo que es importante obtener datos sobre ellas.

En modelos desagregados las personas tomadoras de decisiones se caracterizan por: lugar de residencia, tiempo dentro y fuera del trabajo, años, ganancia y sexo.

Una variedad de opciones o alternativas, si es necesario para el transporte, se brindan en autobús, automóvil, motocicleta y otros medios. Este conjunto de opciones puede denominarse conjunto común de alternativas porque incluye la totalidad de alternativas que se dispone en el medio, para

este caso se considerara un acumulado especifico de situaciones que incluyen autobuses, automóviles privados y autobuses Puce. Después de definir un conjunto de opciones relevantes para cada persona, debe describir ese conjunto, como el precio, el tiempo de viaje.

1.3.4 Conjunto de opciones Cn

Cn está definido por un listado de alternativa, desde el punto de vista analista se debe distinguir dos tipos de conjunto de opciones, en primer lugar, el universal.

Dicho conjunto posee la totalidad de las alternativas que el público y los analistas consideran adecuadas. Un ejemplo de este primer conjunto podría ser el modelo de selección de medios para la movilización docente y administrativos de la sede de la PUCE.

El analista quiere saber todo el tráfico disponible en una determinada zona de Quito. Las personas pueden usar el transporte público, pueden conducir automóviles, usar el transporte público o vehículos privados como el autobús de la PUCE.

El grupo numero dos posee opciones individuales, considerando los hechos de que no todas las individios poseen acceso a los medios de transporte que se mencionan, por ejemplo, licencia de conducir o automóvil, ganó no ser capaz de usarlo. (Bierlaire M., Introduction to behaivor modeling, 2020).

$$Pn(i|Cn) = Pn(i|\delta n, C) = \Pr(Uin + ln\delta in \geq Ujn + ln\delta jn) \qquad [11]$$

Con el fin de armar el modelo es necesario colocar dicho indicador δin como una variable. Por lo que el modelo de elección en función del acumulado de opciones se puede escribir como un modelo de elección en función del conjunto universal de opciones y el conjunto de variables, utilizando la teoría de la utilidad, resulta que la probabilidad de elegir la opción i es igual a la probabilidad de que Uin más el logaritmo natural δin sea la mayor de todas las alternativas en el conjunto de opciones. Donde si δin es 1 entonces el logaritmo de δin será cero, es decir, volverá a su uso original, y si δin es 0, entonces el logaritmo natural de 0 resultará en infinito negativo, demostrando que esta utilidad no es mayor de lo posible. Por lo tanto, el modelo se escribir como una ecuación de conjunto individual o como una ecuación de conjunto frecuente. (Bierlaire M., Introduction tobehaivor modeling, 2020).

1.3.5 Parte determinista de la función de utilidad

$$Vnj = V(Xnj, Sn) \quad [12]$$

Vnj se divide en dos categorías: znj que distingue atributos y alternativas y Sn, distingue características socioeconómicas de una persona. Con el fin de sintetizar la notación de las variables znj y Sn, se utilizará el vector Xnj, salvo que exista diferencia entre los atributos y características socioeconómicas. βk (Bierlaire M., Introducción to behaivor modeling, 2020).

$$xnj = (znj, Sn) \quad [13]$$

$$Vnj = V(znj, Sn) = V(xnj) = \sum_k \beta k \ (xnj) \quad [14]$$

1.3.6 Variables cuantitativas

Estas variables pueden llegar a variar entre las variantes i y n, Vin no posee dimensiones, por ende βk es dependiente del atributo de asociación.

$$Vni = \beta 1 \ TTni + \cdots \quad [15]$$

$$Vnj = \beta 1 \ TTnj + \cdots \quad [16]$$

o

$$Vni = \beta 1 \ TTni + \ldots \quad [17]$$

$$Vnj = \beta 2 \ TTnj + \cdots \quad [18]$$

Tener en cuenta que, si hay una variable constante en la especificación, debe especificar si la variable es una variable sustituta general o específica. Normalmente, si los coeficientes de i y j, son iguales, las dos variables poseerán el mismo coeficiente β.

Por otro lado, una variable aparecerá como alternativa si los coeficientes no son los mismos, en tal caso obtener el efecto del tiempo de viaje en las alternativas i y el efecto del tiempo de viaje en la alternativa j. (Bierlaire M., Introductionto behaivor modeling, 2020).

1.3.7 Características cuantitativas socioeconómicas

Las variables socioeconómicas, denotadas como $(Sn)k$, son números reales que no cambian y varían solo entre individuos por lo que no afecta en el medio de tranporte que se elija.

1.3.8 Variables cualitativas

Con el fin de modelar una variable categórica se requiere determinar los posibles niveles de dicha variable para que se considere como una variable discreta. Por ejemplo, si tomamos la variable velocidad, podemos distinguir cuatro niveles: muy veloz, veloz, bastante veloz o lento. Una vez que se haya definido dichos niveles se selecciona un nivel de referencia.

1.3.9 Modelo de elección binario

En este modelo existen dos opciones *i, j*, en donde *i* puede ser la opción a utilizar el bus de la PUCE como medio de transporte para los docentes y administrativos de la sede de la PUCE, y *j* es el medio de transporte como su propio proyecto de coche.

$$U_{in} = V_{in} + \in_{in} \quad [19]$$

$$U_{jn} = V_{jn} + \in_{jn} \quad [20]$$

Modelo de elección

$$Pn(i|\{i,j\}) = \Pr(Uin \geq Ujn) \quad [21]$$

$$= \Pr(Vin + \varepsilon in \geq Vjn + \varepsilon jn) \quad [22]$$

$$= \Pr(Vin - Vjn \geq \varepsilon jn - \varepsilon in) \quad [23]$$

$$= \Pr(\varepsilon n \leq Vin - Vjn) \quad [24]$$

$Vin\ y\ Vjn$ es la parte que observa el analista, $\varepsilon jn\ y\ \varepsilon in$ es la parte que no se puede observar, incluidos los errores de medición. Por lo cual el modelo constituye la probabilidad Pn(i) de que un individuo elija la opción i y j es la probabilidad de que esta alternativa i produzca más utilidad que j. (Bierlaire M., Introduction to behaivor modeling, 2020)

Sustituyendo la expresión de utilidad anterior en esta, obtenemos:

$$Pn(i|\{i,j\}) = \Pr(\varepsilon n \leq Vin - Vjn) = \text{Fs}(Vin - Vjn) \qquad [25]$$

Donde la probabilidad de que una persona elija la opción i es igual a la probabilidad de que εn sea menor o igual que Vin menos Vjn (Bjerler M., Introducción al modelado de comportamiento, 2020). El siguiente ejemplo pretende ilustrar este modelo. Considere el caso de que hay dos formas de llegar a la sede de la PUCE: autobús de la PUCE y transporte público; cada opción está vinculada a la utilidad y se espera que esté determinada por la tarifa (CV), el tiempo de viaje (TV), el género, la edad y los ingresos mensuales recibidos por quien toma la decisión. (Bierlaire M., Introduction to behaivor modeling, 2020)

La utilidad de la parte observable de cada vehículo se determinará como:

$$Ubus = \beta 1 * Costobus + \beta 2 * Tiempobus + \varepsilon bus \qquad [26]$$

y

$$U\text{PUCE Bus} = \beta 1 * Costo\text{PUCE Bus} + \beta 2 * Tiempo\text{PUCE Bus} + \varepsilon\text{PUCE Bus} \qquad 27]$$

Dado que las tarifas más altas para un modo de transporte en particular significan un costo de capital mensual más alto, se espera que las ganancias disminuyan con el paso de que aumenta el costo de utilizar un medio de movilización de preferencia.

Lo mismo ocurre con el tiempo de viaje, el tomador de decisiones elige el modo de movilización más efectivo, por lo cual la utilidad esperada disminuirá a medida que aumente el tiempo de viaje; tal que 1 < 0 2 < 0.

Para las variables del ingreso mensual que recibe quien toma la decisión, por lo que la influencia y percepción de cada persona, en función de su sexo y edad, es la probabilidad de que una persona opte por un medio de transporte alternativo:

$$P_{bus} = \frac{e^{\beta 1 Costobus + \beta 2 * Tiempobus}}{e^{\beta 1 Costobus + \beta 2 * Tiempobus} + e^{\beta 1 * Costo\text{vehiculo} + \beta 2 * Tiempo\text{vehiculo}}} \qquad [28]$$

Al mismo tiempo, la probabilidad de que una persona elija su propio automóvil:

$$P_{\text{veh}} = \frac{e^{\beta 1 * Costo_{\text{vehiculo}} + \beta 2 * Tiempo}}{e^{\beta 1 Costo_{bus} + \beta 2 * Tiempo_{bus}} + e^{\beta 1 * Costo_{\text{vehiculo}} + \beta 2 * Tiempo_{\text{vehiculo}}}} \quad [29]$$

A medida que aumentan los costos y el tiempo de viaje, disminuye la probabilidad de elegir el transporte, por tanto, los valores de $\beta 1$ y $\beta 2$ deben ser negativos al momento de establecer el modelo de BIOGEME, ya que los modelos con dos o más alternativas sufren una expansión simple.

1.3.9.1 Modelo Logit Multinomial

En el modelo logic multinomial se supone que los atributos no observables no están correlacionados, y se supone que la totalidad de las alternativas tienen la misma varianza. Este modelo a diferencia del modelo logit binario considera mas de dos opciones, por lo tanto, se denota la siguiente:

$$Pn\,(i|\{i, j, k\}) = \frac{e^{\mu V i}_{n}}{e^{\mu V_{in}} + e^{\mu V_{jn}} + e^{\mu V_{kn}}} \quad [30]$$

Considerando el modelo logarítmico binario, se tendrá en cuenta un medio adicional que será el bus de la PUCE, siendo la función de utilidad de este vehículo dada por la fórmula:

$$U_{\text{PUCE Bus}} = \beta_1 * Costo_{\text{PUCE Bus}} + \beta_2 * Tiempo_{\text{PUCE Bus}} + \varepsilon_{\text{PUCE Bus}}. \quad [31]$$

Con esta opción adicional, la probabilidad de que un vehículo PUCE Bus sea seleccionado es la siguiente:

$$P_{\text{PUCE Bus}} = \frac{e^{\beta 1 * Costo_{\text{PUCE Bus}} + \beta 2 * Tiempo_{\text{PUCE Bus}}}}{e^{\beta 1 Costo_{bus} + \beta 2 * Tiempo_{bus}} + e^{\beta 1 * Costo_{\text{veh}} + \beta 2 * Tiempo_{\text{veh}}} + e^{\beta 1 * Costo_{\text{PUCEbus}} + \beta 2 * Tiempo_{\text{PUCE Bus}}}} \quad [32]$$

CAPITULO II

2.1 METODOLOGÍA

Se revelan encuestas de interés y se afirma que se realizarán en la sede de la PUCE para evaluar qué medios de transporte elegirán los maestros y administradores. Los resultados de las pruebas se calibrarán para que sean relacionados con el software BIOGEME.

Gracias a las variables de corrección, el siguiente modelo será programado logrando una aceptación del modelo. Finalmente, el resultado será interpretado durante la ejecución del programa y es posible determinar cuál es la tasa de aceptación del bus PUCE en el argumento anterior.

2.1.1 Cálculo de la muestra

Para que esta sea confiable, debe ser representativa y tener la ventaja de un uso práctico, económico y eficiente. Por lo tanto, es importante determinar los factores con el fin de obtener el tamaño de la muestra con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * z^2 * \sigma^2}{e^2 * (N - 1) + z^2 * \sigma^2} \quad [33]$$

Donde:

n= es la cantidad de encuestas

N= magnitud de la población

Z= nivel de confianza

σ = margen de error al 5 %.

2.2 DISEÑO DE LA ENCUESTA

2.2.1 Encuestas acoplables al modelo Logit Multinomial

Hay dos tipos de encuestas a considerarse como información necesaria, por un lado, realizamos un estudio de prioridades determinadas que incluye la información real, actual y clara sobre las pruebas.

En este caso, la encuesta tiene como objetivo obtener información, la realidad sobre la investigación de la población es la edad, el género, la situación socioeconómica, entre otros, también se puede usar en el caso de la investigación, como el momento en que el automóvil se pospondrá el punto B o la cantidad de pasajeros que viajan en automóvil, por lo que la investigación de este tipo de encuesta es real.

Por lo tanto, se ha publicado encuestas prioritarias que nos permiten recibir información sobre las hipótesis, lo que demuestra que una o más variables no existen, pero si quiere ser incluida en el futuro.

Por esta razón, en el caso de usar este tipo de encuesta, se deben desarrollar diferentes escenarios de selección, por ejemplo, si desea saber si el nuevo vehículo aceptará a la población o no, se crea un drama que se crea la hipótesis, un escenario hipotético como las variables, como los costos, el tiempo en el camino, el tiempo de espera, entre otros, dependiendo del caso se utilizarán para los métodos. Este transporte significa que desea hacerse, puede comparar con otros.

Se puede tener en cuenta si los vehículos actuales tienen el mismo análisis para averiguar si la población ha aplicado vehículos nuevos.

Estos tipos de encuestas se pueden usar no solo para las necesidades de envío, sino que también se pueden realizar utilizando productos tecnológicos, sistemas educativos u otros escenarios hipotéticos, indicados para funcionar en el futuro. En una encuesta como las necesidades de transporte, ambos tipos de encuestas se utilizan a menudo para recopilar información real y existente, como información personal.

2.2.1.1 Encuestas de preferencias reveladas

Se desea obtener la aprobación de los buses de la PUCE como una alternativa a la sede de la PUCE para docentes y administrativos, ya que la población utiliza este vehículo para desplazarse dentro de una zona en particular. transporte público en el campo de estudio. (Kocur, 1982).

Se necesitan las siguientes variables:

- Edad: edad del individuo a ser encuestado.

- Sexo: determina si es femenino como masculino.
- Economía: considera las entradas mensuales:
    - 0 - 425 ($)
    - 426 - 800($)
    - 800-1200($)
    - Mas de 1200($)

- Nombre: Esta variable no afecta el modelo que se está analizando, pero conocer esta información es importante como evidencia de que la persona ha sido entrevistada.

2.2.1.2 Encuesta de preferencias declaradas

El propósito de este estudio es determinar los medios de transporte preferidos (autobuses públicos, automóviles particulares y autobuses de la PUCE) a partir de nueve escenarios hipotéticos.

Para establecer la cantidad de escenarios presentados al encuestado, es necesario determinar la cantidad de variables y el nivel en el que se encuentra cada representante, como sugirió Kokur en 1986, al señalar que se deben definir los rieles de la PUCE. como medio de transporte alternativo a la sede de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (Kocur, 1982).

2.2.1.3 Diseño de encuestas de preferencias declaradas.

Dicha encuesta está diseñada con n variables y niveles, que genera diferentes combinaciones, dando como resultado un modelo factorial que identifica todas las combinaciones posibles para el análisis; como posibles escenarios. Existen una serie de métodos que permiten realizar estudios de preferencias específicas evitando errores de sesgo, correlaciones entre variables y sobre exploración de situaciones.

En este estudio, Kocur decidió optar por el plan piloto, que está realizando una serie de estudios para desarrollar investigaciones sobre intereses específicos centrados en el análisis de las necesidades de transporte.

Los planes se basan en la teoría de regresión. linealidad, el objetivo del diseño es que los datos permitan la evaluación de los parámetros β con el error más bajo, las características deseables en el diseño experimental lineal es la ortogonalidad, que no permite la correlación entre las propiedades del modelo de modo que todos los parámetros para que se evalúen. (Kocur, 1982).

2.2.1.4 Determinación del número de casos de elección

Los resultados obtenidos con el modelo logit polinomial y ejecutándolo en el software BIOGEME. En la industria del transporte, dos variables se analizan con mayor frecuencia: el tiempo de viaje y el costo, pero se puede incluir mayor cantidad de variables.

El objetivo principal es determinar la aceptabilidad del vehículo, el modelo adecuado para lograr el resultado deseado es MNL. Después de analizar en conjunto el grupo de datos, se obtiene el valor probabilístico usando la siguiente ecuación:

ALTERNATIVA 1	VEHÍCULO PROPIO 	PUCE BUS 	TRANSPORTE PÚBLICO 
TIEMPO DE VIAJE (min) 	30 minutos	40 minutos	50 minutos
COSTO DE VIAJE ($) 	$ 3.50	$ 1.75	$ 0.70
COSTO PARQUEADERO ($/h) 	$ 0.60	-	-

Marca solo un óvalo por fila.

	VEHÍCULO PROPIO	PUCE BUS	TRANSPORTE PÚBLICO
MEDIOS DE TRASPORTE	⬭	⬭	⬭

Escenario 1

ALTERNATIVA 2	VEHÍCULO PROPIO 	PUCE BUS 	TRANSPORTE PÚBLICO 
TIEMPO DE VIAJE (min) 	$ 30 minutos	$ 40 minutos	$ 50 minutos
COSTO DE VIAJE ($) 	$ 4	$ 2	$ 1.40
COSTO PARQUEADERO ($/h) 	$ 0.80	-	-

Marca solo un óvalo por fila.

	VEHÍCULO PROPIO	PUCE BUS	TRANSPORTE PÚBLICO
MEDIOS DE TRASPORTE	⬭	⬭	⬭

Escenario 2

ALTERNATIVA 4	VEHÍCULO PROPIO 	PUCE BUS 	TRANSPORTE PÚBLICO 
TIEMPO DE VIAJE (min)	45 minutos	50 minutos	60 minutos
COSTO DE VIAJE ($)	$ 3.50	$ 1.75	$ 0.70
COSTO PARQUEADERO ($/h)	$ 0.70	-	-

Marca solo un óvalo por fila.

	VEHÍCULO PROPIO	PUCE BUS	TRANSPORTE PÚBLICO
MEDIOS DE TRASPORTE	⬭	⬭	⬭

Escenario 3

ALTERNATIVA 3	VEHÍCULO PROPIO 	PUCE BUS 	TRANSPORTE PÚBLICO 
TIEMPO DE VIAJE (min)	30 minutos	40 minutos	50 minutos
COSTO DE VIAJE ($)	$ 4.50	$ 2.25	$ 2.10
COSTO PARQUEADERO ($/h)	$ 0.70	-	-

Marca solo un óvalo por fila.

	VEHÍCULO PROPIO	PUCE BUS	TRANSPORTE PÚBLICO
MEDIOS DE TRASPORTE	⬭	⬭	⬭

Escenario 4

ALTERNATIVA 5	VEHÍCULO PROPIO 	PUCE BUS 	TRANSPORTE PÚBLICO 
TIEMPO DE VIAJE (min)	45 minutos	50 minutos	60 minutos
COSTO DE VIAJE ($)	$ 4	$ 2	$ 1.40
COSTO PARQUEADERO ($/h)	$ 0.60	-	-

Marca solo un óvalo por fila.

	VEHÍCULO PROPIO	PUCE BUS	TRANSPORTE PÚBLICO
MEDIOS DE TRASPORTE	⬭	⬭	⬭

Escenario 5

ALTERNATIVA 6	VEHÍCULO PROPIO 	PUCE BUS 	TRANSPORTE PÚBLICO 
TIEMPO DE VIAJE (min) 	45 minutos	50 minutos	60 minutos
COSTO DE VIAJE ($) 	$ 4.50	$ 2.25	$ 2.10
COSTO PARQUEADERO ($/h) 	$ 0.80	-	-

Marca solo un óvalo por fila.

	VEHÍCULO PROPIO	PUCE BUS	TRANSPORTE PÚBLICO
MEDIOS DE TRASPORTE	◯	◯	◯

Escenario 7

ALTERNATIVA 7	VEHÍCULO PROPIO 	PUCE BUS 	TRANSPORTE PÚBLICO 
TIEMPO DE VIAJE (min) 	60 minutos	90 minutos	120 minutos
COSTO DE VIAJE ($) 	$ 3.50	$ 1.75	$ 0.70
COSTO PARQUEADERO ($/h) 	$ 0.80	-	-

Marca solo un óvalo por fila.

	VEHÍCULO PROPIO	PUCE BUS	TRANSPORTE PÚBLICO
MEDIOS DE TRASPORTE	◯	◯	◯

Escenario 6

ALTERNATIVA 8	VEHÍCULO PROPIO 	PUCE BUS 	TRANSPORTE PÚBLICO 
TIEMPO DE VIAJE (min) 	60 minutos	90 minutos	120 minutos
COSTO DE VIAJE ($) 	$4	$ 2	$1.40
COSTO PARQUEADERO ($/h) 	$ 0.70	-	-

Marca solo un óvalo por fila.

	VEHÍCULO PROPIO	PUCE BUS	TRANSPORTE PÚBLICO
MEDIOS DE TRASPORTE	◯	◯	◯

Escenario 8

ALTERNATIVA 9	VEHÍCULO PROPIO 	PUCE BUS 	TRANSPORTE PÚBLICO 
TIEMPO DE VIAJE (min) 	60 minutos	90 minutos	120 minutos
COSTO DE VIAJE ($) 	$ 4.50	$ 2.25	$ 2.10
COSTO PARQUEADERO ($/h) 	$ 0.60	-	-

Marca solo un óvalo por fila.

	VEHÍCULO PROPIO	PUCE BUS	TRANSPORTE PÚBLICO
MEDIOS DE TRASPORTE	⬭	⬭	⬭

Escenario 9

CAPITULO III

El presente estudio se enfoca en analizar la aceptación que tendría la implementación del recorrido (PUCE-BUS) enfocado en docentes y personal administrativo de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Previo a realizar la encuesta definitiva se a realizado la encuesta a 20 estudiantes con la finalidad de realizar la calibración de la encuesta para poder implementar la encuesta definitiva una vez realizada la respectiva calibración de la encuesta.

Una vez calibrada la encuesta se procedió a encuestar a la población muestral realizando un total de las 235 encuestas entre docentes y administrativos de donde se obtienen los siguientes resultados.

3.Análisis de la población muestral



Figura 1

De las 235 personas encuestadas, 1 tienen una edad entre 15-24 años y 234 personas tienen una edadmayor a los 24 años

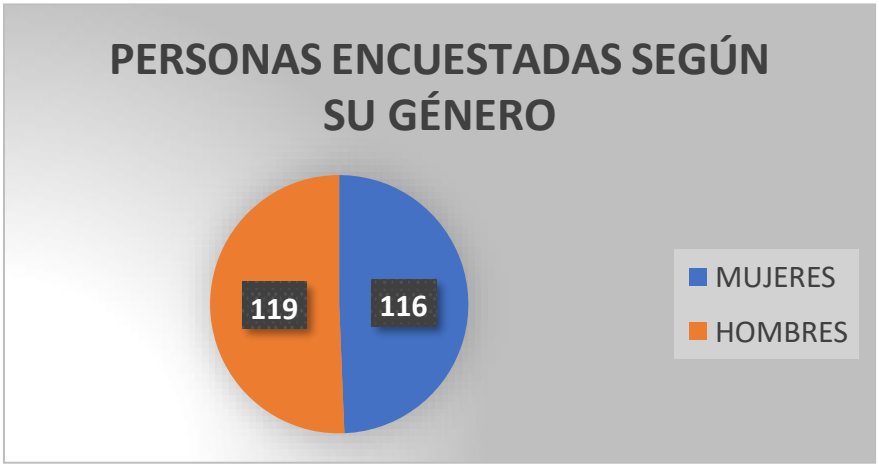


Figura 2

De las 235 personas encuestadas 116 pertenecen al género femenino y 119 al género masculino.

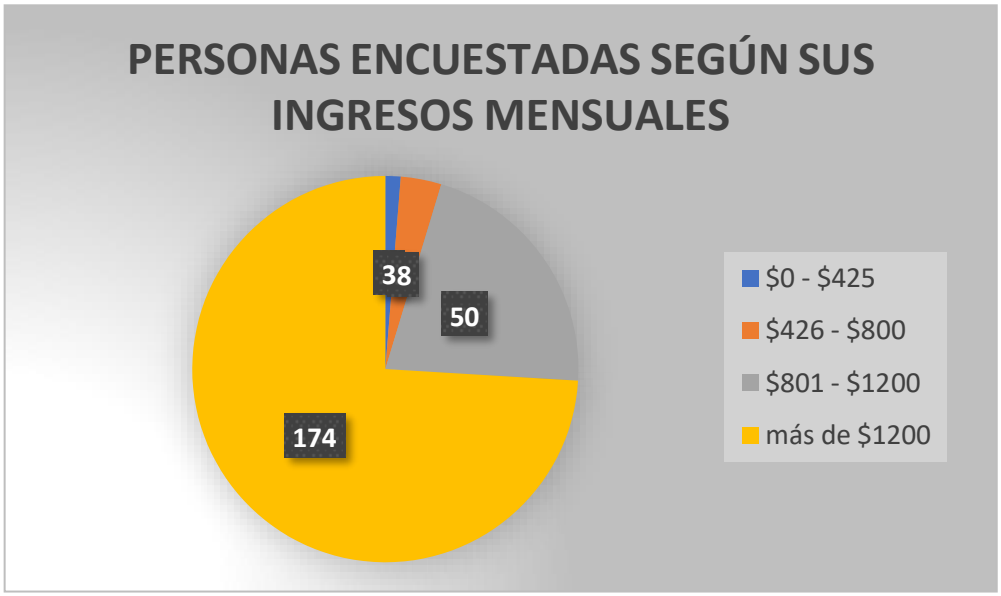


Figura 3

De las 235 personas encuestadas: 3 perciben ingresos mensuales de $0 - $425, 8 $426 - $800, 50
$801 - $1200 y 174 más de $1200

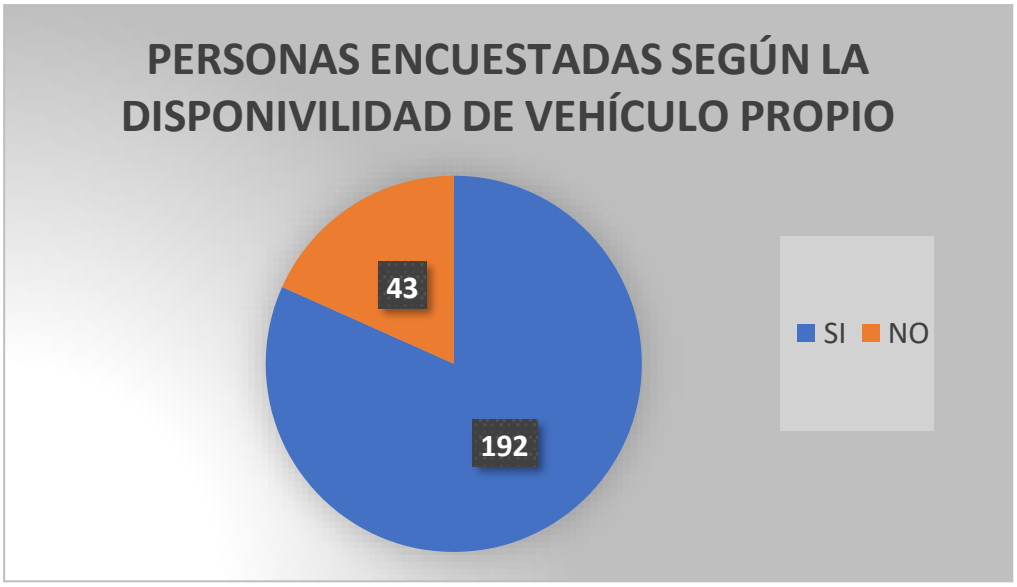


Figura 4

De las 235 personas encuestadas, 192 si disponen de vehículo propio y 43 no disponen.

3.1 Resultados obtenidos aplicando econometría

Los efectos de probabilidad que se obtuvieron utilizando el modelo logit polinomial en el software BIOGEME.

Este software tiene en cuenta en las funciones de utilidad, permitiéndote alcanzar los fenómenos que ocurren en la realidad. La industria del transporte, dos variables se analizan con mayor frecuencia: el tiempo de viaje y el costo.

El principal objetivo es establecer la aceptabilidad del vehículo, el modelo adecuado para lograr el resultado deseado es MNL, después de analizar junto con los datos logarítmicos, por lo que, para calcular la probabilidad real, usa las siguientes fórmulas:

$$P_1 = \frac{e^{V1}}{e^{V1} + e^{V2} + e^{V3}} \quad [34]$$

$$P_2 = \frac{e^{V2}}{e^{V1} + e^{V2} + e^{V3}} \quad [35]$$

$$P_3 = \frac{e^{V3}}{e^{V1} + e^{V2} + e^{V3}} \quad [36]$$

De donde:

e = es el número de Euler (e= 2.71828).

V_1 = Es la utilidad de elección del vehículo propio.

V_2 = Es la utilidad de elección del recorrido PUCE-BUS.

V_3 = Es la utilidad de elección de transporte público.

P_1, P_2, P_3 = corresponden a la elección probabilística de cada medio de transporte (vehículo propio,recorrido (PUCE-BUS) y transporte público).

3.2 Simbología para comprensión de modelos Logit Multinomial:

β_1 = Constante especifica de alternativa del vehículo propio, en la programación de BIOGEME se larepresenta como ASC_PROPIO.

β_2 = Constante especifica de alternativa del recorrido PUCE-BUS, en la programación de BIOGEMEse la representa como ASC_PUCEBUS.

β_3 = Constante especifica de alternativa del transporte público, en la programación de BIOGEME sela representa como ASC_PUBLICO.

β_T = Parámetro β referente al tiempo, este lo determina el programa (β_TIEMPO).

β_C = Parámetro β referente al costo, este lo determina el programa (β_COSTO).

β_{EC} = Parámetro β referente a la variable economía, este lo determina el programa ($\beta_ECONOMIA$).

β_{PARQ} = Parámetro β referente a la variable parqueadero, este lo determina el programa ($\beta_PARQUEADERO$).

TV =tiempo de viaje en minutos para cada caso.

$COSTO$=costo de viaje para cada caso.

$ECONOMIA$= ingresos mensuales percibidos

$PARQUEADERO$= costos de hacer uso del parqueadero

3.3 Hipótesis de signos

Para que los modelos sean coherentes con el caso de estudio se espera que:

- El signo de la constante específica B_COSTO obtenido en Biogeme, sea negativo, debido a que a mayor costo de viaje se espera que la probabilidad de aceptación de un transporte disminuya.
- El signo de la constante específica B_TIEMPO obtenido en Biogeme, sea negativo, debido a que a mayor costo de viaje se espera que la probabilidad de aceptación de un transporte disminuya.
- El signo de la constante específica B_PARQUEADERO obtenido en Biogeme, sea negativo, debido a que a mayor costo de viaje se espera que la probabilidad de aceptación del vehículo propio disminuya.

3.4 Modelos

3.4.1 MNL_1: Considera el costo y tiempo de viaje

El MNL1 Es el modelo base que considera las dos variables necesarias para hacer un análisis dedemanda de transporte las cuales son tiempo de viaje y costo de viaje.

Alternativa	Tiempos de viaje en minutos			Costos de viaje en dólares			Costos de parqueaderoen dólares
	Auto	Taxi	Recorrido	Auto	Taxi	Recorrido	Auto
1	30	40	50	3.5	1.75	0.7	0.4
2	30	40	50	4	2	1.4	0.6
3	30	40	50	4.5	2.25	2.1	0.5
4	45	50	60	3.5	1.75	0.7	0.5
5	45	50	60	4	2	1.4	0.4
6	45	50	60	4.5	2.25	2.1	0.6
7	60	90	120	3.5	1.75	0.7	0.6
8	60	90	120	4	2	1.4	0.5
9	60	90	120	4.5	2.25	2.1	0.4

Tabla 1

Name	Value	Std err	t-test	p-value	Rob. Std err	Rob. t-test	Rob. p-value
ASC_PUBLICO	-1.17	0.44	-2.67	0.00768	0.44	-2.66	0.00771
ASC_PUCEBUS	-0.453	0.334	-1.35	0.176	0.334	-1.36	0.175
B_COSTO	-0.262	0.163	-1.6	0.109	0.163	-1.61	0.108
B_TIEMPO	-0.0163	0.00299	-5.45	5.18e-08	0.00307	-5.31	1.1e-07

Ilustración 1

$$V_1 = \beta_1 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_1 + \varepsilon \quad [37]$$
$$V_2 = \beta_2 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_2 + \varepsilon \quad [38]$$
$$V_3 = \beta_3 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_3 + \varepsilon \quad [39]$$

ALTERNATIVA	V1	V2	V3	P1	P2	P3
1	-1.4050	-1.5626	-2.1713	43.12%	36.84%	20.04%
2	-1.5359	-1.6281	-2.3545	42.50%	38.76%	18.74%
3	-1.6668	-1.6935	-2.5378	41.80%	40.70%	17.50%
4	-1.6493	-1.7255	-2.3341	41.14%	38.12%	20.74%
5	-1.7802	-1.7909	-2.5174	40.52%	40.09%	19.39%
6	-1.911	-1.8564	-2.7007	39.84%	42.08%	18.09%

	1					
7	-1.8936	-2.3770	-3.3114	53.79%	33.17%	13.03%
8	-2.0245	-2.4425	-3.4947	52.96%	34.87%	12.17%
9	-2.1554	-2.5079	-3.6780	52.05%	36.59%	11.36%
			PROMEDIO	45.30%	37.91%	16.78%

Tabla 2

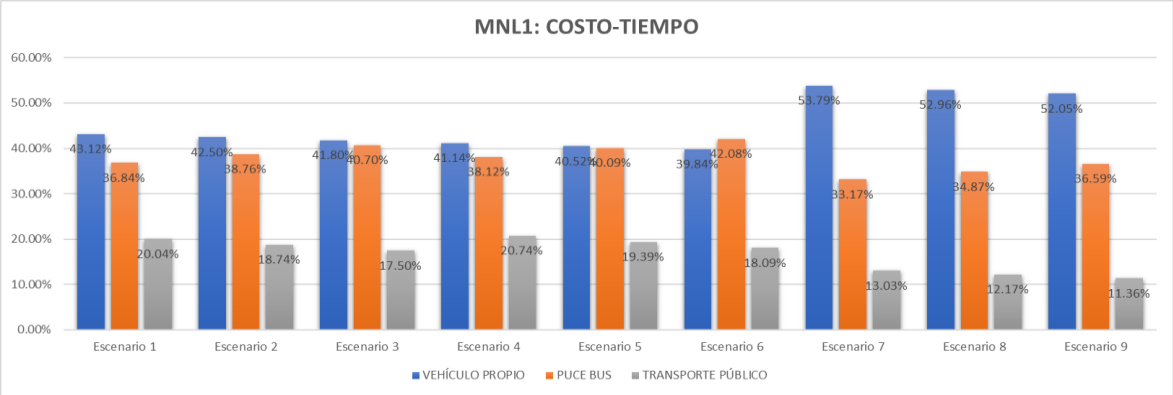


Ilustración 2

En el presente modelo de estudio podemos notar que a medida que incrementan los tiempos de viaje, y dado que la mayoría de la población encuestada si dispone de vehículo propio se puede observar enla ilustración 1, que a medida que incrementan los costos de viaje la probabilidad de aceptación del vehículo propio incrementa, especialmente en los escenarios 7, 8 y 9 en donde se presentan las alternativas con mayor tiempo de viaje. este último potaron que se dada para los escenarios 7, 8, 9 se repetirá para el resto de los modelos. Cabe recalcar que para los escenarios 1, 2 y 3 se consideran tiempos de viaje bajos, para los escenarios 4, 5 y 6 se consideran tiempos de viaje intermedio y para los escenarios 7, 8 y 9 tiempos de viaje altos.

Si nos enfocamos en la tabla 1 se puede observar que a medida que los costos de viaje incrementan la probabilidad de elección del vehículo propio decrece, mientras que la probabilidad de elección del vehículo propio incremente. Este patrón es mayormente evidente en los escenarios 3, 6 y 9 donde loscostos de viaje son los más elevados para los tres medios de transporte. Este patrón se replica en los siguientes modelos ya que al igual que la variable tiempo se la considera para la formulación de todoslos modelos. Cabe mencionar que para los escenarios 1, 4 y 7 se consideran costos de viaje bajos, paralas alternativas 2, 5 y 8 se

consideran tiempos de viaje intermedios y para los escenarios 3, 6 y 9 se consideran tiempos de viaje altos.

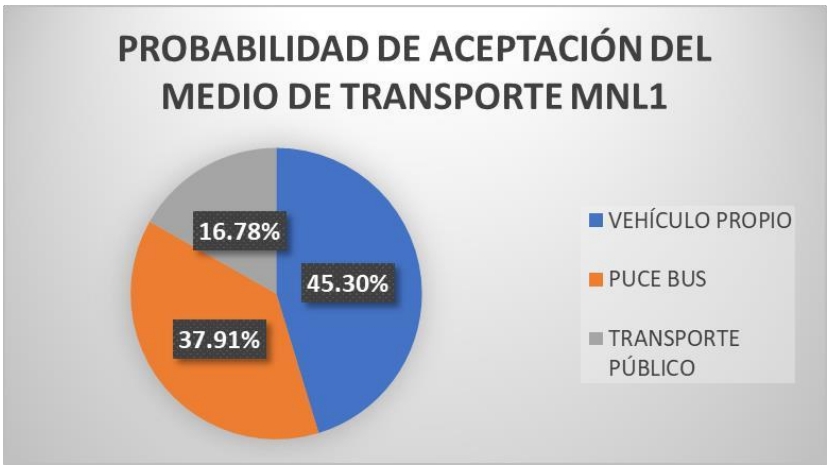


Ilustración 3

El modelo MNL1 es un modelo de estudio que nos permite determinar la aceptación de docentes y administrativos del 100%de encuestas realizadas, la probabilidad de aceptación del vehículo propio es del 45%, la aceptación del recorrido PUCE-BUS, es del 38% y el transporte público tiene una aceptación del 18%.

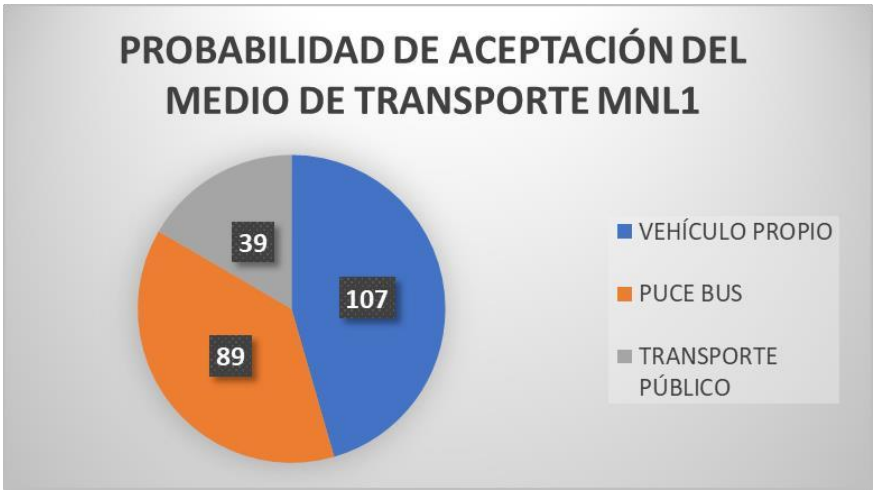


Ilustración 4

De 235 encuestas realizadas y teniendo en cuenta que solo 107 personas prefieren hacer uso de vehículo propio, 89 prefieren hacer huso del recorrido y 39 prefieren hacer uso del transporte público.

3.4.2 MNL_2 ECONOMÍA

Este modelo tiene en cuenta el tiempo de viaje, los costos de traslado y los ahorros para determinar cómo la elección del vehículo afecta el ingreso mensual.

$$V_1 = \beta_1 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_1 + \beta_{ECON} * ECONOMIA_1 + \varepsilon \quad [40]$$

$$V_2 = \beta_2 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_2 + \varepsilon \quad [41]$$

$$V_3 = \beta_3 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_3 + \varepsilon \quad [42]$$

ESCENARIO	V1	V2	V3	P1	P2	P3
1	-0.9308	0.1889	-0.4195	17.45%	53.46%	29.09%
2	-1.0606	0.1240	-0.6012	17.09%	55.86%	27.05%
3	-1.1903	0.0591	-0.7828	16.69%	58.22%	25.09%
4	-1.1787	0.0236	-0.5848	16.29%	54.21%	29.50%
5	-1.3085	-0.0413	-0.7664	15.95%	56.63%	27.42%
6	-1.4382	-0.1062	-0.9481	15.57%	59.00%	25.42%
7	-1.4266	-0.6374	-1.5763	24.62%	54.19%	21.19%
8	-1.5564	-0.7023	-1.7580	24.00%	56.38%	19.62%
9	-1.6861	-0.7672	-1.9396	23.35%	58.53%	18.12%
			PROMEDIO	19.00%	56.28%	24.72%

Tabla 3

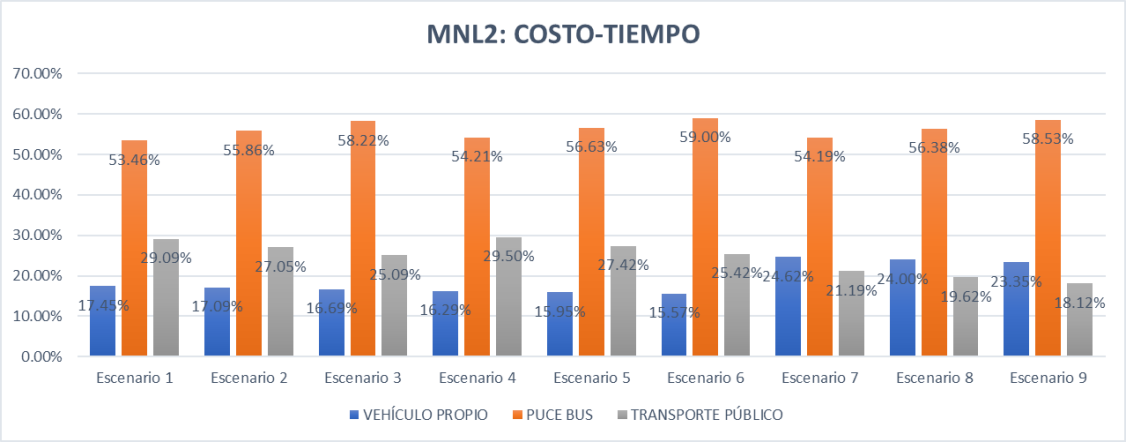


Ilustración 5

De las 235 personas encuestadas: 3 perciben ingresos mensuales de $0 - $425, 8 $426 - $800, 50 $801-$1200 y 174 más de $1200. Como podemos observar la mayoría de la población encuestada percibeningresos mensuales que superan los 800 dólares, los cual refleja que la aceptación del recorrido Puce-Bus incrementa para docentes y administrativos considerando que también se siguen replicando los patrones analizados en el modelo de estudio 1 en donde a medida que los costos de viaje aumentabanla probabilidad de aceptación del vehículo propio disminuye respecto a la del recorrido y en los escenarios 7, 8 y 9 la probabilidad de elección del vehículo propio incrementa respecto a al transportepúblico dado que son los escenarios en donde se consideran los mayores tiempos de viaje.

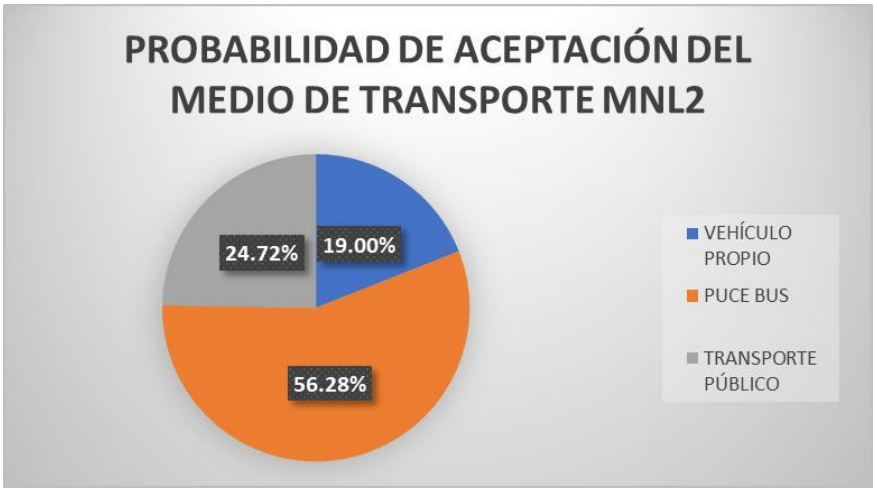


Ilustración 6

Del 100% de encuestas realizadas, la probabilidad de aceptación del vehículo propio es del 45%, laaceptación del recorrido PUCE-BUS, es del 38% y el transporte público tiene una aceptación del 18%.

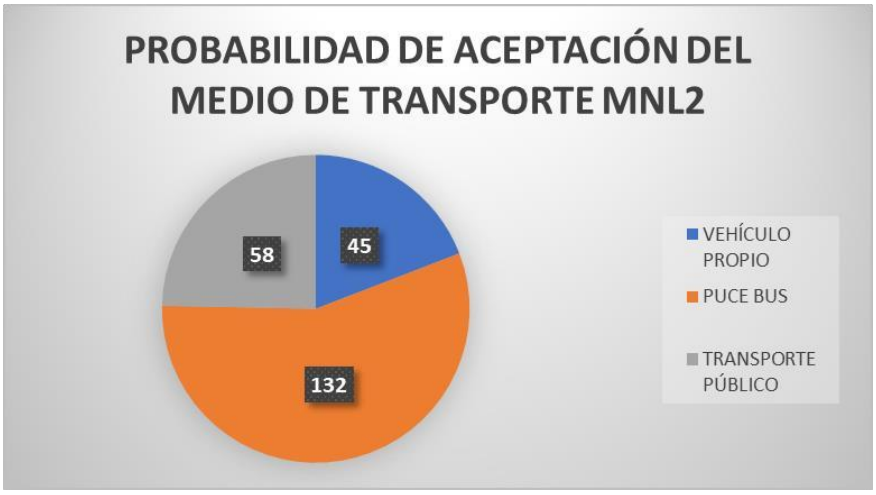


Ilustración 7

De 235 encuestas realizadas y teniendo en cuenta que solo 45 personas prefieren hacer uso de vehículo propio, 132 prefieren hacer huso del recorrido y 58 prefieren hacer uso del transporte público.

3.4.3 MNL_3 COSTO, TIEMPO DE VIAJE, PARQUEADERO Y ECONOMÍA

Este modelo representa matemáticamente el escenario de estudio, de acuerdo con los objetivos planteados.

$$V_1 = \beta_1 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_1 + \beta_{ECON} * ECONOMIA + \beta_{PARQ} * PARQUEADERO_1 + \varepsilon \quad [43]$$

$$V_2 = \beta_2 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_2 + \varepsilon \quad [44]$$

$$V_3 = \beta_3 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_3 + \varepsilon \quad [45]$$

Name	Value	Std err	t-test	p-value	Rob. Std err	Rob. t-test	Rob. p-value
ASC_PROPIO	-1.08	0.594	-1.82	0.0688	0.592	-1.82	0.0681
ASC_PUBLICO	-0.717	0.125	-5.73	1.03e-08	0.126	-5.7	1.2e-08
B_COSTO	-0.263	0.164	-1.6	0.109	0.165	-1.59	0.111
B_ECONOMIA	0.473	0.08	5.92	3.24e-09	0.0747	6.34	2.32e-10
B_PARQUEADERO	-0.311	0.543	-0.572	0.567	0.544	-0.572	0.567
B_TIEMPO	-0.0165	0.00302	-5.48	4.14e-08	0.00307	-5.39	6.89e-08

Ilustración 8

ESCENARIO	V1	V2	V3	P1	P2	P3
1	-1.0672	-0.0419	-0.6488	18.84%	52.53%	28.63%
2	-1.2611	-0.1076	-0.8326	17.53%	55.56%	26.91%
3	-1.3611	-0.1732	-1.0164	17.57%	57.63%	24.80%
4	-1.3467	-0.2073	-0.8142	17.16%	53.62%	29.22%
5	-1.4466	-0.2730	-0.9980	17.24%	55.76%	27.00%
6	-1.6405	-0.3386	-1.1818	15.98%	58.74%	25.28%
7	-1.6261	-0.8690	-1.8067	25.21%	53.75%	21.04%
8	-1.7261	-0.9347	-1.9905	25.16%	55.52%	19.32%
9	-1.8261	-1.0003	-2.1743	25.07%	57.24%	17.69%
			PROMEDIO	19.97%	55.59%	24.43%

Tabla 4

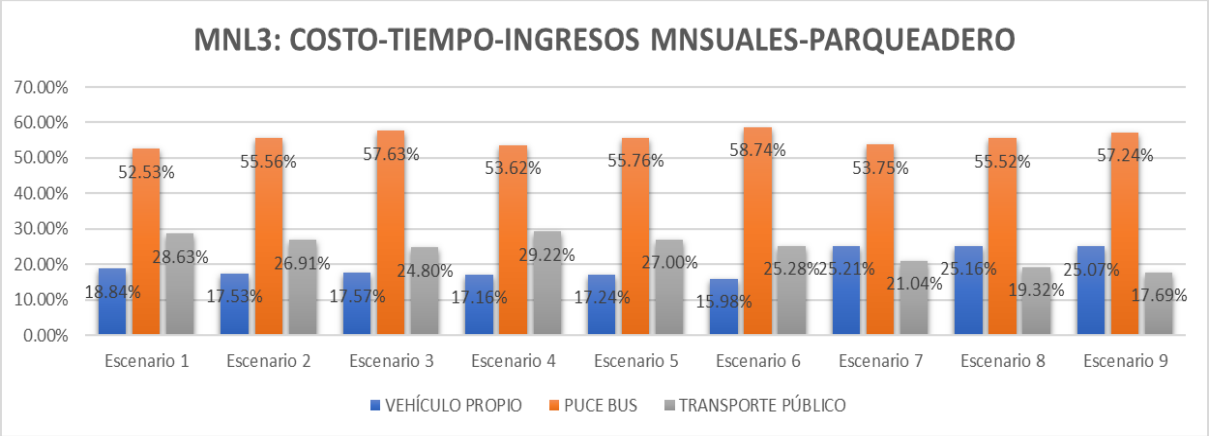


Ilustración 9

Si nos enfocamos en los escenarios 3, 6 y 9 podemos notar que al reflexionar el costo por parqueadero y costo de viaje la posibilidad de elección del recorrido aumenta, lo cual nos quiere decir que la variable parqueadero y costo de viaje están relacionadas, lo cual si aumenta el costo, la probabilidad de elección del recorrido Puce-Bus aumenta.

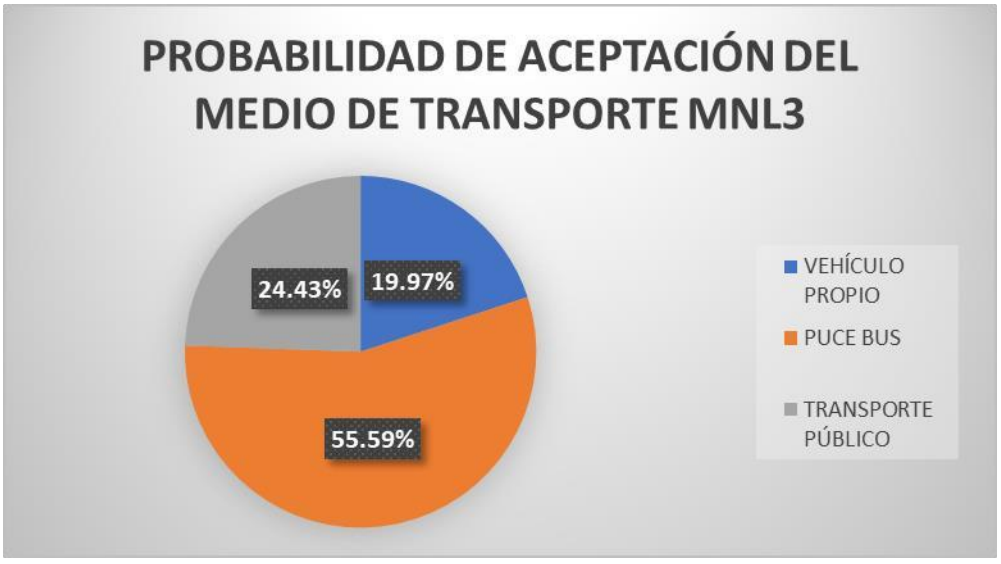


Ilustración 10

Del 100% de encuestas realizadas, la probabilidad de aceptación del vehículo propio es del 20%, la aceptación del recorrido PUCE-BUS, es del 56% y el transporte público tiene una aceptación del 24%.

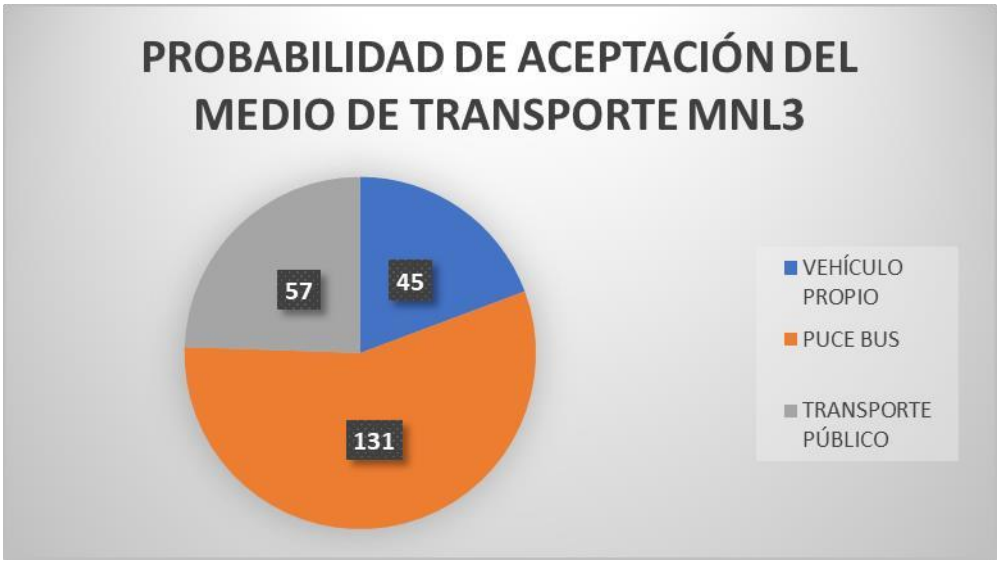


Ilustración 11

De 235 encuestas realizadas, 45 personas prefieren hacer uso de vehículo propio, 131 prefieren hacerhuso del recorrido y 57 prefieren hacer uso del transporte público.

3.4.4 $MNL_{4.1}$ PARQUEADERO, ECONOMÍA Y GÉNERO (FEMENINO)

En este modelo solo se considera la perspectiva y preferencia solo del género femenino.

$$V_1 = \beta_1 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_1 + \beta_{ECON} * ECONOMIA + \beta_{PARQ} * PARQUEADERO_1 + \varepsilon \quad [43]$$

$$V_2 = \beta_2 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_2 + \varepsilon \quad [44]$$

$$V_3 = \beta_3 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_3 + \varepsilon \quad [45]$$

ESCENARIO	V1	V2	V3	P1	P2	P3
1	-1.1864	0.0637	-0.9111	17.22%	60.11%	22.68%
2	-1.3623	0.0028	-1.0816	16.03%	62.76%	21.22%
3	-1.4570	-0.0581	-1.2521	15.93%	64.52%	19.55%
4	-1.5586	-0.1664	-1.1413	15.29%	61.51%	23.20%
5	-1.6533	-0.2273	-1.3117	15.22%	63.36%	21.42%
6	-	-0.2882	-1.4822	14.12%	65.91%	19.97%

	1.8292					
7	-1.9308	-1.0869	-2.5219	25.78%	59.95%	14.27%
8	-2.0255	-1.1478	-2.6924	25.52%	61.38%	13.10%
9	-2.1203	-1.2087	-2.8629	25.23%	62.77%	12.00%
			PROMEDIO	18.92%	62.47%	18.60%

Tabla 5

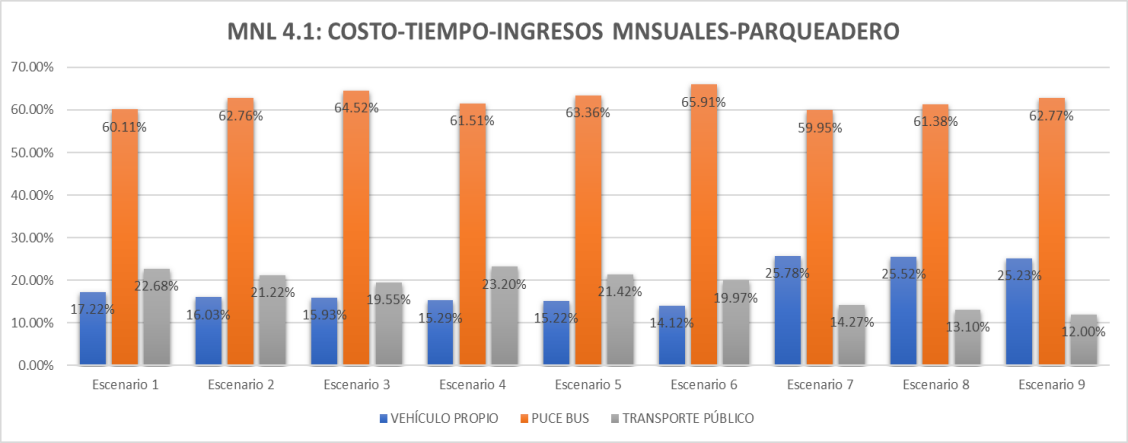


Ilustración 12

Para los nueve casos de estudio podemos observar en la Ilustración 11 que la probabilidad de aceptación del recorrido va del 60% de aceptación hasta el 63% de aceptación, superando a la aceptación promedio de 56% para toda la muestra.

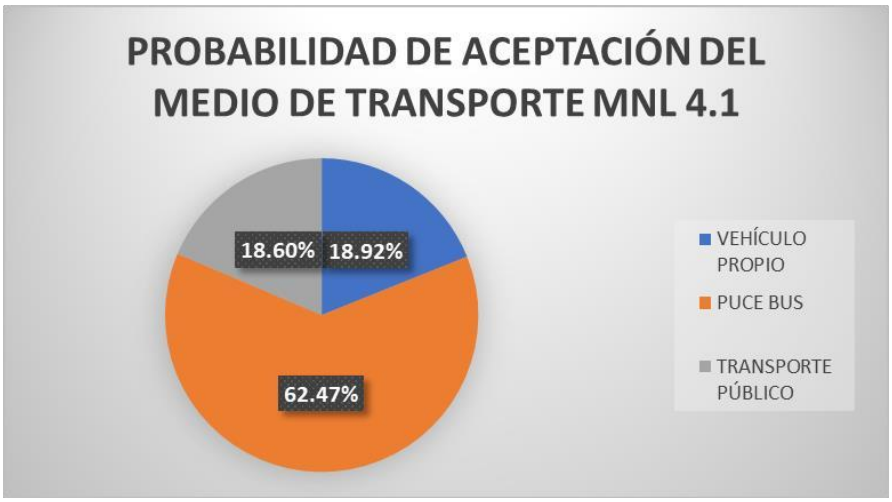


Ilustración 13

Del 100% de encuestas realizadas, la probabilidad de aceptación del vehículo propio es del 63%, la aceptación del recorrido PUCE-BUS, es del 19% y el transporte público tiene una aceptación del 19%.

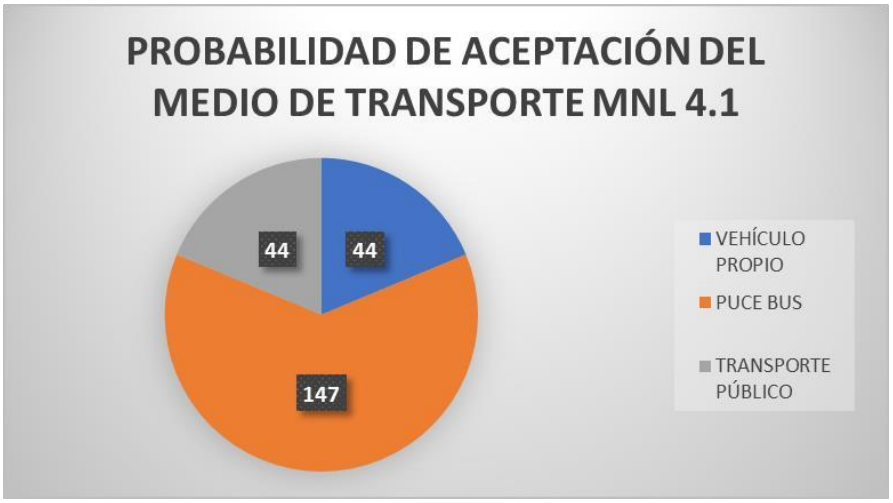


Ilustración 14

De 235 encuestas realizadas, 44 personas prefieren hacer uso de vehículo propio, 147 prefieren hacerhuso del recorrido y 44 prefieren hacer uso del transporte público.

3.4.5 $MNL_{4.2}$ PARQUEADERO, ECONOMÍA Y GÉNERO (MASCULINO)

En este modelo se examinan los datos solo para el género masculino.

$$V_1 = \beta_1 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_1 + \beta_{ECON} * ECONOMIA + \beta_{PARQ} * PARQUEADERO_1 + \varepsilon \quad [46]$$

$$V_2 = \beta_2 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_2 + \varepsilon \quad [47]$$

$$V_3 = \beta_3 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_3 + \varepsilon \quad [48]$$

ESCENARIO	V1	V2	V3	P1	P2	P3
1	-1.4917	-0.6214	-0.8656	19.02%	45.41%	35.57%
2	-1.7120	-0.6957	-1.0736	17.68%	48.85%	33.47%
3	-1.8248	-0.7700	-1.2817	17.88%	51.34%	30.78%
4	-1.7009	-0.7370	-0.9812	17.62%	46.20%	36.19%

5	-1.8137	-0.8113	-1.1892	17.88%	48.73%	33.39%
6	-2.0340	-0.8856	-1.3973	16.55%	52.18%	31.28%
7	-1.9102	-1.1993	-1.6747	23.25%	47.33%	29.42%
8	-2.0229	-1.2736	-1.8828	23.44%	49.59%	26.97%
9	-2.1357	-1.3479	-2.0908	23.56%	51.80%	24.64%
			PROMEDIO	19.65%	49.05%	31.30%

Tabla 6

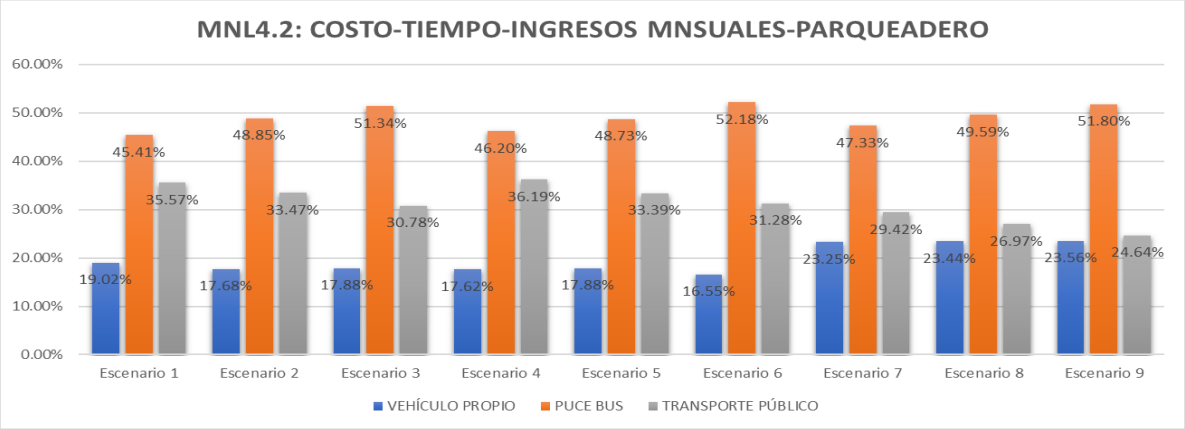


Ilustración 15

Para los nueve casos de estudio podemos observar en la Ilustración 11 que la probabilidad de aceptación del recorrido va del 45% de aceptación hasta el 52% de aceptación, rango que está por debajo de la probabilidad de aceptación promedio de toda la muestra 56%.

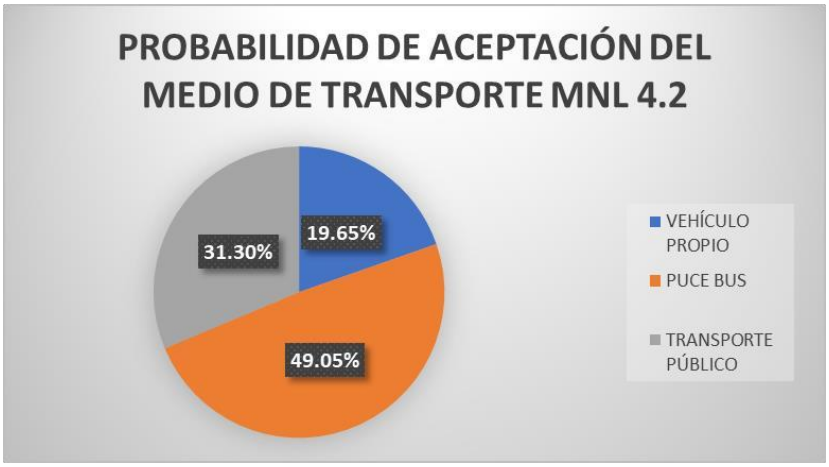


Ilustración 16

Del 100% de encuestas realizadas, la probabilidad de aceptación del vehículo propio es del 19.65%, laaceptación del recorrido PUCE-BUS es del 49% y el transporte público tiene una aceptación del 31%.

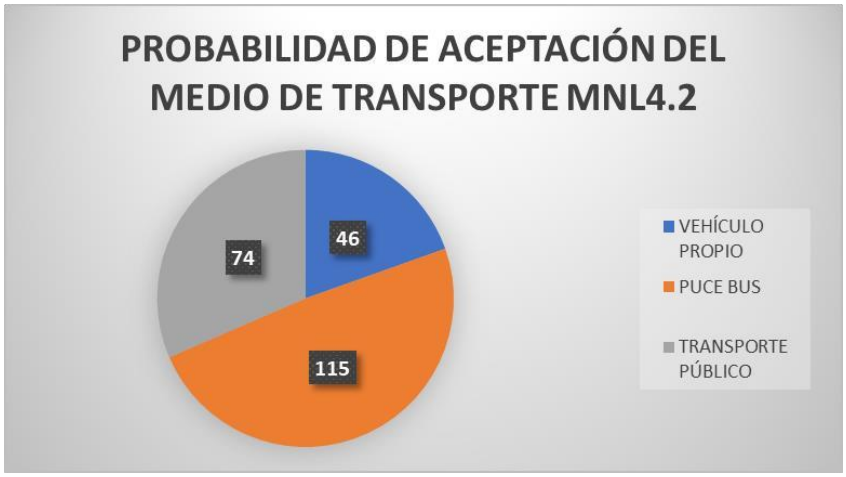


Ilustración 17

De 235 encuestas realizadas, 46 personas prefieren hacer uso de vehículo propio, 115 prefieren hacerhuso del recorrido y 74 prefieren hacer uso del transporte público.

3.4.6 MNL_5 PARQUEADERO, ECONOMÍA EDAD

Para este modelo como el modelo MNL5, se examinan los antecedentes en cuento a la variable EDAD, Dado que, de las 235 personas encuestadas, 234 son mayores a 24 años y tan solo un individuo tiene una edadpercibida entre los 15 a 24 años, no se requiere hacer el presente análisis dado que los resultados obtenidos serían muy similares a los obtenidos en el MNL 3.

$$V_1 = \beta_1 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_1 + \beta_{ECON} * ECONOMIA + \beta_{PARQ} * PARQUEADERO_1 + \varepsilon \quad [49]$$

$$V_2 = \beta_2 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_2 + \varepsilon \quad [50]$$

$$V_3 = \beta_3 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_3 + \varepsilon \quad [51]$$

3.4.7 MNL_6 PARQUEADERO, ECONOMÍA DOCENTES

Para el presente modelo al igual que MNL6, Las preferencias de los docentes respecto a los medios detransporte de estudio. Este modelo considera las mismas variables del modelo concluyente MNL 3.

$$V_1 = \beta_1 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_1 + \beta_{ECON} * ECONOMIA + \beta_{PARQ} * PARQUEADERO_1 + \varepsilon \quad [52]$$

$$V_2 = \beta_2 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_2 + \varepsilon \quad [53]$$

$$V_3 = \beta_3 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_3 + \varepsilon \quad [54]$$

ESCENARIO	V1	V2	V3	P1	P2	P3
1	-0.9247	0.0124	-0.7193	20.92%	53.39%	25.69%
2	-1.0963	-0.0413	-0.8695	19.51%	56.02%	24.47%
3	-1.1715	-0.0949	-1.0198	19.61%	57.56%	22.83%
4	-1.2006	-0.1501	-0.8818	19.10%	54.62%	26.28%
5	-1.2758	-0.2038	-1.0320	19.24%	56.21%	24.55%
6	-1.4474	-0.2574	-1.1823	17.89%	58.80%	23.32%
7	-1.4765	-0.8001	-1.8568	27.39%	53.88%	18.73%
8	-1.5517	-0.8538	-2.0070	27.44%	55.15%	17.41%
9	-1.6269	-0.9074	-2.1573	27.46%	56.38%	16.16%
			PROMEDIO	22.06%	55.78%	22.16%

Tabla 7

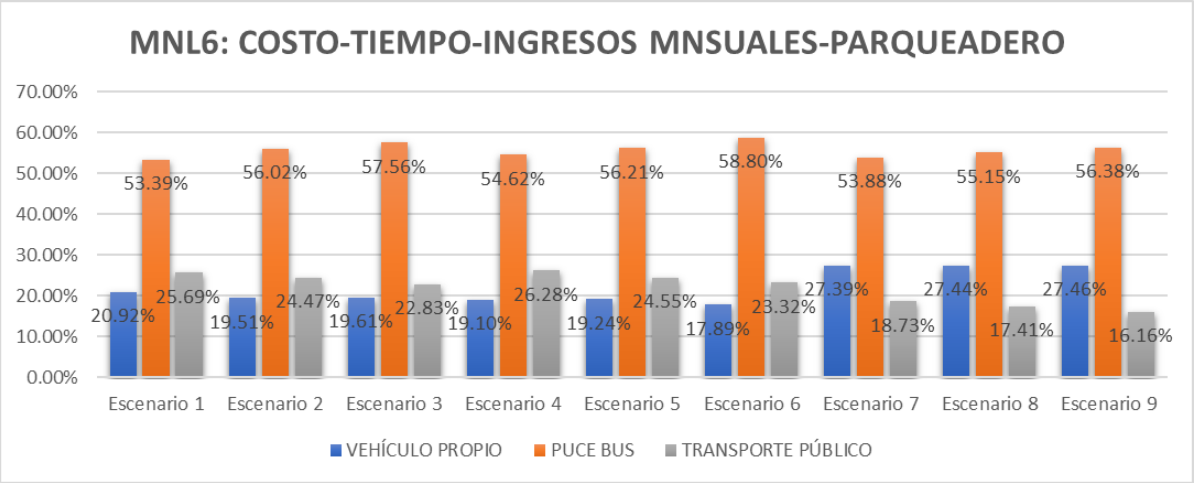


Ilustración 18

Para los nueve casos de estudio podemos observar en la Ilustración 17 que la probabilidad de aceptación del recorrido va del 53% de aceptación hasta el 58% de aceptación, rango que está por conuna probabilidad de aceptación promedio semejante al del modelo concluyente MNL3 con un 56% deaceptación.

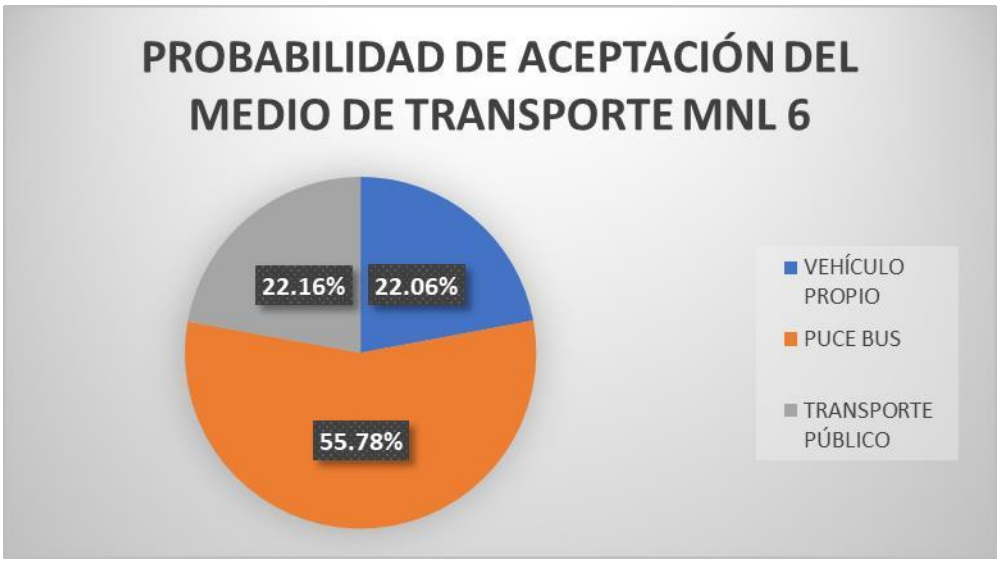


Ilustración 19

Del 100% de encuestas realizadas, la probabilidad de aceptación del vehículo propio es del 22%, la aceptación del recorrido PUCE-BUS es del 56% y el transporte público tiene una aceptación del 22%.

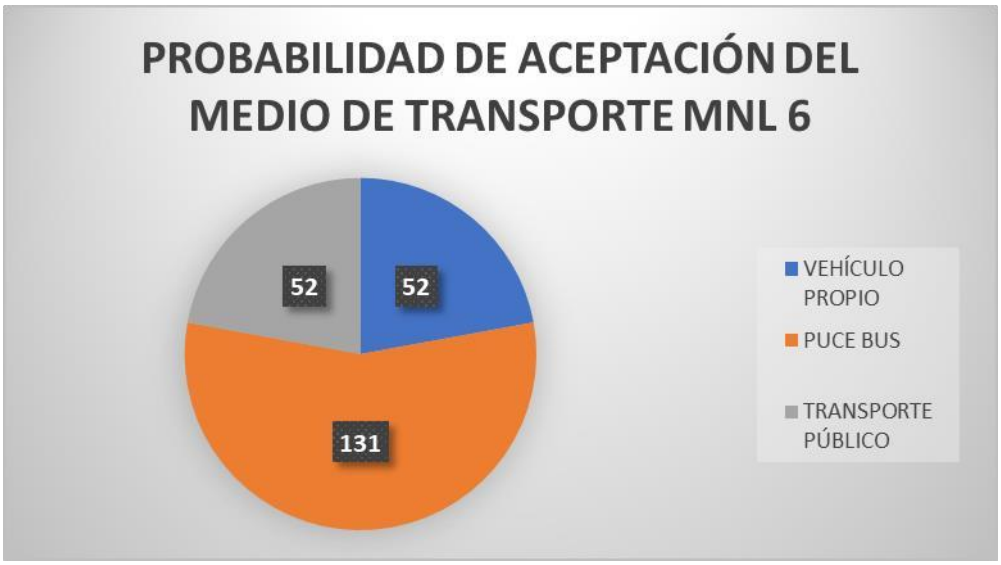


Ilustración 20

De 235 encuestas realizadas, 52 personas prefieren hacer uso de vehículo propio, 131 prefieren hacerhuso del recorrido y 52 prefieren hacer uso del transporte público.

3.4.8 MNL_7 PARQUEADERO, ECONOMÍA ADMINISTRATIVOS

Para el presente modelo al igual que MNL6, Las preferencias del personal administrativo respecto a los medios de transporte de estudio. Este modelo considera las mismas variables del modelo concluyente MNL 3.

$$V_1 = \beta_1 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_1 + \beta_{ECON} * ECONOMIA + \beta_{PARQ} * PARQUEADERO_1 + \varepsilon \quad [55]$$

$$V_2 = \beta_2 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_2 + \varepsilon \quad [56]$$

$$V_3 = \beta_3 + \beta_T * TV + \beta_C * COSTO_3 + \varepsilon \quad [57]$$

ESCENARIO	V1	V2	V3	P1	P2	P3
1	-1.8892	-1.1064	-1.2337	19.56%	42.78%	37.67%
2	-2.1667	-1.2184	-1.5472	18.38%	47.46%	34.16%
3	-2.3638	-1.3303	-1.8607	18.30%	51.44%	30.27%
4	-2.193	-1.2917	-1.4189	17.75%	43.74%	38.51%

	8					
5	-2.3909	-1.4036	-1.7324	17.81%	47.79%	34.40%
6	-2.6685	-1.5156	-2.0459	16.58%	52.52%	30.90%
7	-2.4985	-2.0326	-2.5304	28.07%	44.73%	27.19%
8	-2.6956	-2.1446	-2.8438	27.80%	48.23%	23.97%
9	-2.8927	-2.2565	-3.1573	27.35%	51.66%	20.99%
			PROMEDIO	21.29%	47.82%	30.90%

Tabla 8

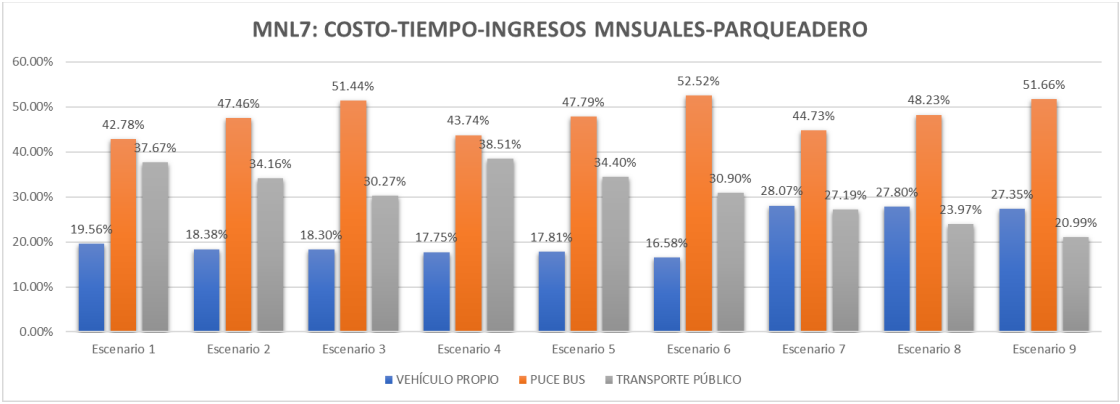


Ilustración 21

Para los nueve casos de estudio podemos observar en la Ilustración 20 que la probabilidad de aceptación del recorrido va del 43% de aceptación hasta el 52% de aceptación, rango que está por conuna probabilidad de aceptación promedio inferior al del modelo concluyente MNL3 con un 56% de aceptación.



Ilustración 22

Del 100% de encuestas realizadas, la probabilidad de aceptación del vehículo propio es del 21%, la aceptación del recorrido PUCE-BUS es del 48% y el transporte público tiene una aceptación del 31%.

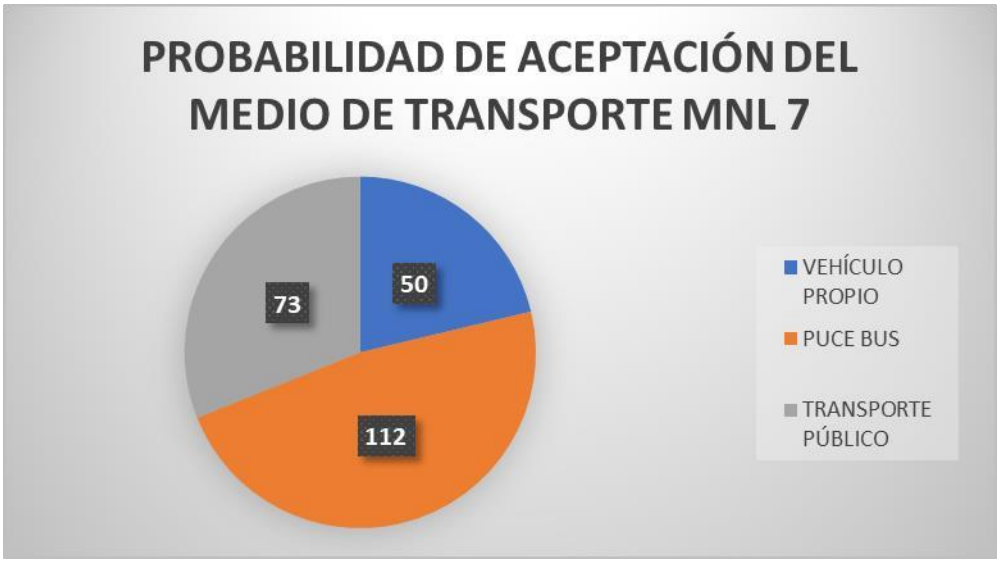


Ilustración 23

De 235 encuestas realizadas, 50 personas prefieren hacer uso de vehículo propio, 112 prefieren hacerhuso del recorrido y 73 prefieren hacer uso del transporte público.

4.CONCLUSIONES

- De acuerdo con el modelo concluyente MNL3 que considera que las variables de tiempo de viaje, así como las de economía y del costo de parqueadero, se obtuvo una probabilidad de aceptación promedios del 56% para el recorrido PUCE-BUS, una aceptación del 24% pata el transporte público y del 20% para el vehículo propio.
- Si nos enfocamos en los modelos MNL 4.1 y MNL 4.2 podemos determinar que, en función del género, la probabilidad de aceptación del recorrido PUCE-BUS para el género femenino es del 63% mientras que para el género masculino es del 49%.
- Si nos enfocamos en los modelos MNL 4.1 y MNL 4.2 podemos determinar que, en función del género, la probabilidad de aceptación del recorrido PUCE-BUS para el género femenino es del 63% mientras que para el género masculino es del 49%.
- Si nos enfocamos en los modelos MNL 5 y MNL 6 podemos determinar que, en función de las preferencias de docentes y administrativos, la probabilidad de aceptación del recorrido PUCE-BUS para docentes es del 56%, mientras que para administrativos es del 48%.
- Teniendo en cuenta que la mayor parte de la población encuestada fueron docentes, se puede concluir que el grupo más interesado en hacer huso del recorrido PUCE-BUS son mujeres mayores a 24 años que sean docentes, mientras que el grupo menos interesado en hacer huso del recorrido serían hombres mayores a 24 años pertenecientes al personal administrativo, sin embargo, para todos los modelos concluyentes (MNL3, MNL4.1 MNL4.2 MANL5 y MNL6), el transporte de preferencia es el recorrido PUCE-BUS.

5. BIBLIOGRAFÍA

Arcay, A. O. (Abril de 2005). *Modelos de elección discreta en transportes con coeficientes aleatorios.* Obtenido de http://caminos.udc.es/grupos/ferroca/orro/documentos/tesis_orro_final.pdf

Bierlaire, M. (8 de Marzo de 2009). *Estimation of discrete choice models with BIOGEME 1.8.* Obtenido de http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.110.8352&rep=rep1&type=pdf

Bierlaire, M. (25 de Septiembre de 2017). *Calculating indicators with Biogeme.* Obtenido dehttps://infoscience.epfl.ch/record/231760/files/berne2017.pdf

Bierlaire, M. (2018). *BIOGEME*. Obtenido de https://biogeme.epfl.ch/ Bierlaire, M. (2020). *Introduction to behaivor modeling.* Lausanne: EPA.

Kocur, G. (1982). *GUIDE TO FORECASTING TRAVEL DEMAND WITH DIRECT UTILITY ASSESSMENT.* HANOVER, NH 03755: NATIONAL TECHNICAL INFORMATION SERVICE .

Murray, S. (2009). *Estadística Schuam.* Ciudad de México : Schuam .

Ortuzár, J. d. (2008). *Modelos de Transporte.* Madrid, España: Ediciones de la Universidadde Cantabria.

Ortúzar, J. d. (2008). Modelos de transporte. Madrid: PUbliCan.

Ortuzar, J. d. (2016). *COURSERA*. Obtenido de https://www.coursera.org/learn/demanda-de-transporte#instructors

Pineda, J. (2013). *Modelo de elección de modo de transporte carretera y ferrocarril para carga general susceptible a exportación-importación.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/301821904

Train, K. (2014). Modelos de elección discreta con simulación. En K. Train, *Modelos de elección discreta con simulación* (pág. 23). California.

Willumsen, J. d. (2008). *Modelos de Transporte.* Madrid: PUbliCan.