

## Variables que explican el cambio modal por COVID-19 en usuarios del transporte público en un entorno urbano en Querétaro

### *Variables Explaining the Modal Shift in Public Transport Use Due to COVID-19 in an Urban Environment in Queretaro*

Juan Roberto Lazcano Trejo,\* Roberto de la Llata Gómez\*\* y Saúl Antonio Obregón Biosca\*\*\*

Recibido: 14/06/2022. Aprobado: 24/09/2022. Publicado: 18/10/2022.

**Resumen.** La pandemia de COVID-19 ha tenido un gran impacto en la forma en que nos movilizamos debido al riesgo constante de contraer el virus y a las medidas de distanciamiento social y restricciones implementadas por las autoridades, lo que ha generado cambios en los comportamientos modales de viaje debido a la percepción del COVID-19. Por ello, el objetivo de la presente investigación es identificar las variables que son significativas para explicar la relación entre variables sociodemográficas, de viaje y de percepción integral por COVID-19, con el cambio modal, en la movilidad urbana obligada de usuarios del transporte público. Para lo anterior, se consideran las características sociodemográficas, de viaje y la percepción integral de los viajeros, para estimar un modelo de regresión logística binaria basado en los datos de 365 cuestionarios válidos aplicados en el Parque Industrial Benito Juárez (PIBJ), ubicado en la Zona Urbana de Santiago de Querétaro, México. Los resultados muestran que la ocupación, el tiempo de viaje, el grado de conocimiento de las consecuencias de contagiarse, la posibilidad de contagiarse en el transporte público y fuera de él, y si considera riesgoso utilizarlo, son variables que se encuentran significativamente relacionadas con el cambio modal en usuarios del transporte público durante la pandemia de COVID-19.

**Palabras clave:** cambio modal, transporte público, movilidad urbana, modelo logístico binario, percepción del COVID-19.

**Abstract.** The COVID-19 pandemic has had a great impact on the way we move due to the constant risk of contracting the virus and the social distancing measures and restrictions implemented by the authorities, which has generated changes in modal travel behaviors due to the perception of COVID-19. Therefore, the objective of this research is to identify the variables that are significant to explain the relationship between sociodemographic, travel and comprehensive perception variables by COVID-19, with modal shift, in the forced urban mobility of public transport users. For the above, the sociodemographic, travel and integral perception characteristics of travelers are considered to estimate a binary logistic regression model based on data from 365 valid questionnaires applied in the Benito Juarez Industrial Park (PIBJ), located in the Urban Zone of Santiago de Queretaro, Mexico. The results show that occupation, travel time, degree of knowledge of the consequences of becoming infected, the possibility of becoming infected on and off public transport, and whether it

\* Universidad Autónoma de Querétaro, 12 de octubre #65, Col. 4ta Demarcación, Francisco I. Madero, Hidalgo, 42660, México. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8754-0373>. Email: [jlazcano04@alumnos.uaq.mx](mailto:jlazcano04@alumnos.uaq.mx). Autor de correspondencia.

\*\* Universidad Autónoma de Querétaro, Rufino Tamayo #8E, Col. Pueblo Nuevo, Corregidora, Querétaro, 76900, México. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1182-8500>. Email: [roberto.delallata@uaq.mx](mailto:roberto.delallata@uaq.mx)

\*\*\* Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería; Centro Universitario, Cerro de las Campanas, Col. Las Campanas, Santiago de Querétaro, Querétaro, 76010, México. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6915-4671>. Email: [saul.obregon@uaq.mx](mailto:saul.obregon@uaq.mx)

is considered risky to use public transport, are variables that are significantly related to modal shift in public transport users during the COVID-19 pandemic.

**Keywords:** modal shift, public transport, urban mobility, binary logistics model, perception of COVID-19

## INTRODUCCIÓN

En diciembre del 2019, en Wuhan, China, se identificó un virus aéreo causante de enfermedades respiratorias, llamado COVID-19 (Lipsitch *et al.*, 2020; Pawar, *et al.*, 2020; Zhu *et al.*, 2020; Echaniz *et al.*, 2021; Das *et al.*, 2021). Posteriormente, en marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) catalogaba al COVID-19 como pandemia mundial (WHO, 2020).

El COVID-19 ha afectado los patrones de viaje y las actividades de movilidad urbana a causa del riesgo constante de contraer el virus aéreo y a las medidas de distanciamiento social y restricciones implementadas por las autoridades con la finalidad de reducir el riesgo de transmisión del COVID-19 (Bucsky, 2020; Cheng *et al.*, 2020; Abu-Raysh y Dincer, 2020; Haas *et al.*, 2020; Chen *et al.*, 2021; Anwari *et al.*, 2021; Das *et al.*, 2021; Echaniz *et al.*, 2021; Abdullah *et al.*, 2022). Debido a que viajar en espacios cerrados es uno de los principales factores de propagación de enfermedades infecciosas aéreas (Gezairy, 2003; Browne *et al.*, 2016), las personas pueden evitar el uso cotidiano del transporte público por el contacto con otros pasajeros (Troko *et al.*, 2011).

En vista de la necesidad de explorar a detalle la relación entre la movilidad urbana y la sociedad, Beck y Hensher (2020) mencionan que los impactos globales que generan las pandemias no se han investigado a detalle como en el caso del COVID-19. Los primeros estudios se han centrado en analizar las alteraciones iniciales en los patrones de comportamiento de viaje debido a la percepción de riesgo por COVID-19, en el uso del transporte público y otros modos de viaje alrededor del mundo, utilizando datos de cuestionarios aplicados en cada zona de estudio mediante la implementación de modelos lineales generalizados (Hotle *et al.*, 2020; Tan y Ma, 2020; Parady *et al.*, 2020). Otros

trabajos utilizan enfoques de árbol de decisiones (Pawar *et al.*, 2020) y análisis comparativos de datos (Haas *et al.*, 2020) para determinar el impacto del COVID-19 en la preferencia modal de viaje, en relación con la percepción de riesgo y las medidas sanitarias implementadas, usando datos de cuestionarios de cada área de estudio.

Estudios posteriores siguen enfocados en examinar el cambio en los patrones de comportamiento de elección de modo de viaje, durante y después del confinamiento debido a la percepción de riesgo y las restricciones de viaje por el COVID-19, implementando modelos lineales generalizados con datos de cuestionarios aplicados en cada zona de estudio (Abdullah *et al.*, 2022; Echaniz *et al.*, 2021; Parker *et al.*, 2021; Aaditya y Rahul, 2021; Anwari *et al.*, 2021). Estudios adicionales continúan utilizando los modelos lineales generalizados, pero ahora para analizar el posible cambio en la elección del transporte público al automóvil particular debido al COVID-19 (Das *et al.*, 2021) y conocer los principales determinantes que afectan el comportamiento de elección del modo de transporte antes y durante el COVID-19 (Scorrano *et al.*, 2021).

Cabe mencionar que el cambio modal hace referencia a la utilización de un medio de transporte distinto al que se utiliza habitualmente, ya sea un cambio modal temporal o un cambio modal permanente (Rodríguez y Terán, 2021). En este sentido, Arnold y Rietveld (2010) mencionan que el cambio modal temporal es debido a una alteración en la percepción hacia una alternativa de transporte, generando la alteración de los patrones de viaje. Por lo anterior, Mogaji (2020), Bucsky (2020), Das *et al.* (2021) y Echaniz *et al.* (2021) coinciden en que el cambio modal del transporte público y la disminución del número de pasajeros fueron evidentes desde el comienzo de la pandemia de COVID-19, debido principalmente a las medidas de distanciamiento social y aislamiento aplicadas por los gobiernos. Por otra parte, Rodríguez y Terán (2021) mencionan que el cambio modal permanente sucede cuando los usuarios de un medio de transporte dejan de utilizarlo con regularidad, es decir, ya no vuelven a elegir el mismo medio que utilizaban. Sin embargo, en el caso específico del cambio modal por COVID-19, los usuarios del

transporte público podrían volver a utilizarlo en cuanto se regrese a la normalidad.

Existe la probabilidad de que el COVID-19 tenga un impacto significativo a corto, mediano y largo plazo en nuestro estilo de vida, en la forma en que nos compartamos, y sobre todo nos transportamos. Tomando en cuenta que el descenso en la demanda de viajes se debió, principalmente, al cambio radical de comportamiento de viaje de los usuarios a consecuencia de las restricciones de viaje, la incertidumbre y el factor de riesgo que representaba viajar en transporte público ante la aparición del COVID-19. Por lo tanto, De Vos (2020), Abdullah *et al.* (2022) y Anwari *et al.* (2021) sostienen que el transporte público debe presentarse como una forma segura de viajar en tiempos de distanciamiento social, permitiendo la movilización de usuarios, que necesitan, a pesar de la situación, hacer uso de él. Por consiguiente, dadas las incertidumbres en la toma de decisiones de los viajeros, es necesario comprender cómo la percepción integral por COVID-19 ha afectado su comportamiento modal.

## OBJETIVO

Por lo anterior, esta investigación tiene como objetivo identificar las variables que son significativas para explicar la relación entre variables sociodemográficas, de viaje y de percepción integral por COVID-19, con el cambio modal, en usuarios del transporte público en un entorno urbano. Para llevar a cabo lo anterior, la investigación considera como zona de estudio el Parque Industrial Benito Juárez (PIBJ) en la zona urbana de Santiago de Querétaro, México, debido a que es servido por 31 líneas diferentes de transporte público, distribuidas en todos sus accesos, y que además, al ubicarse al interior de la metrópoli, es conectado por las vialidades más importantes de la Zona Metropolitana de Querétaro, convirtiéndose en un punto estratégico para analizar y alcanzar el objetivo planteado.

Esta investigación proporciona información sobre cómo cambió el comportamiento de viaje de los trabajadores y su relación con características sociodemográficas, de viaje y de percepción integral

que genera la pandemia de COVID-19 en ciudades como Querétaro, el cual se ha distinguido en los últimos años por ser uno de los estados mexicanos con mayor dinámica de crecimiento económico. De acuerdo con el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO, 2018), el producto interno bruto de la Zona Metropolitana es aproximadamente el 72% del estado de Querétaro. A nivel nacional, en el periodo 2003-2017, Querétaro fue el tercer estado con mayor crecimiento del PIB (4.66%) en México, solo superado por Baja California Sur y Quintana Roo (INEGI, 2021b).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Zona de estudio

El sector industrial es de suma importancia para el desarrollo económico del estado de Querétaro, en este sentido, la zona de estudio para la presente investigación es el PIBJ, que está situado a 11 km (hacia el sur) del centro geográfico del municipio de Querétaro y a 4 km (hacia el noroeste) del centro de la localidad de Santiago de Querétaro. El PIBJ cuenta con una superficie territorial de 450 hectáreas e inició sus operaciones en 1963, hoy en día, con casi 60 años de operación, sigue manteniendo a empresas internacionales y nacionales que generan una gran cantidad de oportunidades laborales.

Cabe mencionar que la zona de estudio ha quedado atrapada por el crecimiento de la mancha urbana de los municipios de Querétaro, El Marqués y Corregidora, que comprenden a la Zona Conurbada de Querétaro (ZCQ), además, escuelas, viviendas y centros comerciales han dado lugar a que el parque se ubique dentro de las zonas con mayor movilidad de transporte público de la entidad. Además, el PIBJ es servido por 31 rutas diferentes de transporte público (10, 12, 21, 27, 29, 31, 36, 40, 45, 50, 51, 61, 66, 67, 72, 76, 81, 84, 96, 98, 105, 110, 121, 130, 131, 132, 133, 134, 136, L07 y A1). La zona de estudio se presenta en la Figura 1.

### Recopilación de datos

#### Diseño de cuestionario

El diseño del cuestionario se encuentra dividido en dos secciones principales, la primera es el cues-

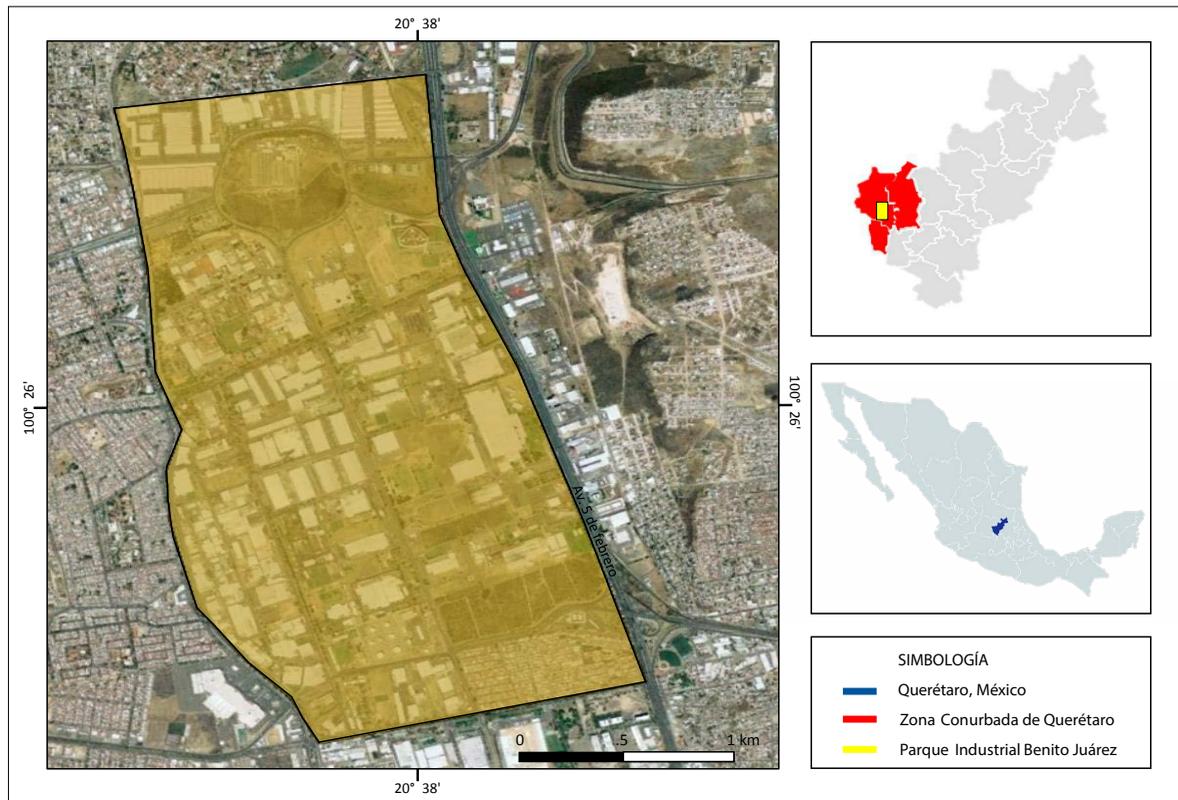


Figura 1. Zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

tionario Origen Destino (O-D) con preguntas de opción múltiple, y la segunda es el cuestionario de percepción integral por COVID-19 con preguntas de tipo Likert de cinco niveles (nada, poco, regular, bastante y mucho), ordenadas de manera ascendente. El cuestionario O-D proporciona información relacionada con las características sociodemográficas y las características de viaje de los viajeros. Las respuestas del cuestionario O-D revelan el comportamiento real de las personas, es decir, son de preferencias reveladas. Por otra parte, el cuestionario de percepción integral por COVID-19 proporciona información vinculada con las sensaciones que genera esta enfermedad, las percepciones de riesgo en distintos medios de transporte y la comprensión de las medidas sanitarias en el transporte público. Las respuestas de este cuestionario declaran el comportamiento de las personas en ciertas situaciones hipotéticas, es decir, son de preferencias declaradas.

La finalidad de preguntar las características sociodemográficas es identificar cómo afectan, en última instancia, si los usuarios deciden elegir el transporte público ante la pandemia de COVID-19. El motivo de preguntar las características de viaje sirve para establecer si son significativas al momento de que los usuarios deciden elegir al transporte público ante la pandemia de COVID-19. Por otra parte, la intención de preguntar sobre las sensaciones que genera el COVID-19 se realiza para distinguir el conocimiento, comprensión y perspectiva de los usuarios mediante las sensaciones sociopsicológicas que produce la pandemia. Preguntar sobre las posibilidades de contraer el virus, sirve para determinar la percepción que tienen los usuarios de contraerlo en diferentes escenarios hipotéticos. Por último, la finalidad de preguntar la comprensión de las medidas sanitarias en el transporte público es identificar la perspectiva sobre la efectividad de las medidas preventivas,

orientaciones establecidas y nivel de cumplimiento de las mismas.

#### *Escenarios de muestreo*

Para determinar el tamaño de la población que actualmente trabaja en el PIBJ, se recurre a consultar el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENEUE) (INEGI, 2021). En dicho directorio se revisaron datos de identificación, ubicación, actividad económica y tamaño de los negocios activos actualizados, fundamentalmente, en el segmento de los establecimientos grandes. De esta manera, tomando en cuenta los datos mencionados anteriormente, se pudo establecer con precisión que el tamaño de la población que labora en el PIBJ es muy cercano a 7500 trabajadores, distribuidos en 130 empresas enfocadas al crecimiento industrial de la entidad.

Para poder estimar el tamaño de la muestra, con un nivel de confianza del 95%, una variable normal estándar de 1.96 (corresponde a un nivel de confianza del 95%) y un nivel de exactitud del 0.05 (error máximo del 5%), se emplea la ecuación 1 (Ibeas *et al.*, 2007):

$$n = \frac{p(1-p)}{\left(\frac{E}{Z}\right)^2 + \frac{p(1-p)}{N}} \quad (1)$$

donde:  $n$  es el tamaño de la muestra a encuestar;  $p$  es la proporción de viajes a estimar (0.5 por ser el más conservador);  $Z$  es la variable normal estandarizada para el nivel de confianza requerido;  $E$  es nivel de exactitud (expresado como proporción);  $N$  es el tamaño total de la población.

Al aplicar la ecuación 1 se obtiene como resultado final que el número de cuestionarios a realizar es de 365.

#### *Escenarios de aplicación*

Antes de utilizar los cuestionarios finales, se aplica un cuestionario piloto con el objetivo de determinar si la encuesta va a funcionar de manera eficiente y si el grado de entendimiento de las preguntas es el adecuado para el encuestado, lo que permite revisar la información obtenida y realizar ajustes en el cuestionario en caso de ser necesarios.

Teniendo el permiso y autorización por parte de las autoridades del área de estudio, se aplicaron un total de 365 cuestionarios personales válidos a los usuarios del transporte público del PIBJ, de octubre a noviembre de 2021. Cabe mencionar que, en el periodo en que se aplicaron los cuestionarios, la situación de la pandemia en México se mantenía a la baja en casos confirmados, debido a que el pico de contagios de la tercera ola de coronavirus se había presentado a mediados de agosto de 2021 y, desde entonces, hubo una reducción sostenida en el número de contagios en el país. Aunado a lo anterior, la estrategia de vacunación influyó positivamente en los indicadores de la pandemia en México, ya que a finales de octubre de 2021 el 85% de la población mayor de 18 años ya contaba con al menos una dosis contra el COVID-19.

De acuerdo con la estrategia establecida y al calendario programado, se aplicaron aproximadamente de 20 a 30 cuestionarios por día laboral, en un horario de trabajo de 9:00 a 12:00 horas. A continuación, se mencionan los pasos para aplicar los cuestionarios:

1. Conformación de zonas a encuestar y la determinación del orden de cobertura. Quedaron comprendidas únicamente en los puntos de ascenso y descenso del transporte público y en las entradas de cada empresa.
2. Obtención de los datos. Sucede cuando se contacta al entrevistado y se obtiene la información requerida mediante la aplicación de un cuestionario.
3. Asegurarse de que las actividades se estén llevando a cabo bajo los lineamientos establecidos. Mediante la supervisión y análisis de cuestionarios contestados, con la finalidad de garantizar el avance y la calidad de la información.

Cabe mencionar, que el cuestionario únicamente fue aplicado a usuarios del transporte público del PIBJ, tal y como lo requiere la investigación. Dicho filtro se pudo realizar al momento de interceptar a las personas y preguntar si son o eran usuarios del transporte público durante el COVID-19. Esto con

la finalidad de evitar tener formatos de captación no válidos.

### Bases teóricas

#### *Método de análisis*

El modelo de regresión logística binaria se utiliza para analizar la influencia de la variable explicativa sobre la variable dependiente, cuando esta última tiene dos opciones. Este modelo utiliza la estimación de máxima verosimilitud cuando las variables dependientes se convierten en variables *logit* (Ortúzar y Willumsen, 2008; Koppelman y Bhat, 2006).

De esta manera, el análisis de regresión logística binaria forma parte de los modelos lineales generalizados, y se caracteriza por su distribución de respuesta (binomial) y una función de enlace (Dalgaard, 2008). El modelo logístico binario se expresa tal como se muestra en las ecuaciones 2 y 3:

$$\text{Logit } P = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = a + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i \quad (2)$$

$$P = \exp(a + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i) / (1 + \exp(a + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i)) \quad (3)$$

donde:  $P$  es la probabilidad de que  $Y=1$ ;  $x_i$  es la variable explicativa  $i$ ;  $\alpha$  es un término constante;  $\beta_i$  es el coeficiente de regresión asociado con la variable  $i$ .

Para la presente investigación, se implementa un modelo de regresión logística binaria para predecir el resultado de una variable categórica dependiente (variable cualitativa binaria) que está en función de las variables predictoras o independientes (variables explicativas). En este caso la variable dependiente es la elección del transporte público, donde  $Y=1$  significa elegir el transporte público,  $Y=0$  significa no elegir el transporte público.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis preliminar de variables que afectan el comportamiento modal

#### *Características sociodemográficas*

Cada usuario del transporte público presenta diferentes características sociodemográficas, ocasionando que tengan un comportamiento de elección

heterogéneo entre cada uno de ellos. Por esta razón, al momento de que los viajeros tomen la decisión de elegir al transporte público durante la pandemia de COVID-19 se verán afectados por la gran variedad de características sociodemográficas que les caracterizan. Las estadísticas descriptivas correspondientes a las características sociodemográficas obtenidas de los cuestionarios se presentan en la Tabla 1.

En lo que respecta al género de los 365 encuestados, 73 son mujeres, un 20.00% de la muestra y 288 son hombres, un 78.90% de la muestra. En relación con la edad, dado que la mayoría de los usuarios del transporte público que labora en el PIBJ son personas de mediana edad que representan a la principal fuerza laboral de la sociedad, la mayor parte de edad encuestada se encuentra entre 31 y 40 años, representando un 44.11% de la muestra. En cuanto a la relación con el jefe/a del hogar, los principales datos mostraron que 158 personas son el jefe/a del hogar representando un 43.29% de la muestra y 140 personas son el hijo/a del jefe/a del hogar representando un 38.36% de la muestra. Sobre el nivel educativo (completo), aproximadamente el 38.90% de los usuarios terminó la universidad o un nivel superior, seguido del 35.89% que representa a los usuarios que terminaron su educación hasta el nivel de bachillerato o preparatoria. El 46.30% son usuarios con ocupación básica (limpieza, conductor, auxiliar y seguridad) y el 35.07% con ocupación intermedia (técnico y administrativo), ya que debido a su puesto intermedio a básico, tienen que utilizar el transporte público de manera más necesaria durante la pandemia de COVID-19. En cuanto a los ingresos personales mensuales, el 71.51% se encuentra en el rango de \$10 000-\$15 000 al mes, seguido del 20.27% que se encuentra en el rango de menor a \$10 000. Dichos resultados tienen coherencia, relacionando el salario de los usuarios con la posibilidad de viajar en un medio más costoso que el transporte público.

#### *Características de viaje*

Las principales características de viaje son la distancia de la residencia al lugar de trabajo, el tiempo de caminata del hogar al transporte público, el tiempo

Tabla 1. Estadística descriptiva de las características sociodemográficas.

Variable	Categoría	Frecuencia	%
Género	Femenino	73	20.00
	Masculino	288	78.90
	Otro	4	1.10
Edad	21 a 30 años	130	35.62
	31 a 40 años	161	44.11
	41 a 50 años	58	15.89
	Mayor a 50 años	16	4.38
Relación con jefa/e del hogar	Soy el jefe/a	158	43.29
	Esposo/a	40	10.96
	Hijo/a	140	38.36
	Otro	27	7.40
Nivel de educación (completo)	Nivel básico (primaria y secundaria)	92	25.21
	Nivel medio (bachillerato o preparatoria)	131	35.89
	Nivel superior (licenciatura y maestría)	142	38.90
Ocupación	Básica (limpieza, conductor, auxiliar, seguridad)	169	46.30
	Intermedia (técnico y administrativo)	128	35.07
	Alta (operativo, supervisor y otro)	68	18.63
Ingreso personal mensual:	Menor a \$10 000 (\$500 USD)	74	20.27
	\$10 000 a \$15 000 (\$500 a \$750 USD)	261	71.51
	Mayor a \$15 000 (\$750 USD)	30	8.22

Fuente: elaboración propia.

de viaje, el costo de viaje, la frecuencia de viaje por semana, el modo de transporte antes y durante la pandemia de COVID-19. Sin lugar a dudas, estas características tendrán afectaciones significativas en dado caso de que los usuarios decidan utilizar o no el transporte público. En la Tabla 2 se muestran las estadísticas descriptivas obtenidas de los cuestionarios respecto a las características de viaje de los usuarios.

En lo que respecta a la distancia de la residencia al lugar de trabajo, el 47.67% de los usuarios encuestados recorren una distancia entre 5 y 10 km, lo que significa que viven a una distancia relativamente cercana al lugar de trabajo, tomando en cuenta que la magnitud de la ciudad de Querétaro es de 15 km en promedio. Con referencia al tiempo de caminata del hogar al transporte público, el 54.79% camina entre 5 y 10 minutos de su hogar

al transporte público, lo que significa un tiempo de caminata aceptable, considerando que en 15 min se puede caminar 1 km en promedio. El 46.03% requiere un tiempo de viaje mayor a los 30 min, lo que significa un tiempo de viaje promedio, ya que considerando los niveles altos de tráfico que se presenta en la ciudad de Querétaro, es común tardar más de 30 min en cruzar la ciudad. El costo de viaje presentado se encuentra entre \$10 a \$20; este dato se refleja en un 58.63% del total de los encuestados. El costo de viaje es relativamente aceptable, ya que el promedio del costo de viaje en ciudades de México está entre \$6 a \$14, incentivando a los usuarios a viajar en transporte público. Respecto a la frecuencia de viaje por semana, el 53.15% viaja de 3 a 4 veces por semana al lugar de trabajo, lo que significa que durante la pandemia el trabajo desde casa se incrementó debido a las

Tabla 2. Estadística descriptiva de las características de viaje.

Variable	Categoría	Frecuencia	%
Distancia de la residencia al lugar de trabajo	Menor a 5 km	118	32.33
	5 a 10 km	174	47.67
	10 a 15 km	43	11.78
	Mayor a 15 km	30	8.22
Tiempo de caminata del hogar al transporte público	Menor a 5 min	93	25.48
	5 a 10 min	200	54.79
	Mayor a 10 min	72	19.73
Tiempo de viaje	Menor a 10 min	26	7.12
	10 a 20 min	53	14.52
	20 a 30 min	118	32.33
	Mayor a 30 min	168	46.03
Costo de viaje	Menor a \$10	37	10.14
	\$10 a \$20	214	58.63
	\$20 a \$30	96	26.30
	Mayor a \$30	18	4.93
Frecuencia de viaje por semana	1 a 2 veces	7	1.92
	3 a 4 veces	194	53.15
	5 a 6 veces	164	44.93
Modo de transporte durante la pandemia	Transporte público	300	82.19
	Automóvil	39	10.68
	Bicicleta	6	1.64
	Caminar	12	3.29
	Otro	8	2.19

Fuente: elaboración propia.

restricciones implementadas por las autoridades, ya que normalmente se trabajan 5 o 6 veces por semana en el sector privado. En respuesta al modo de viaje utilizado de los encuestados durante el COVID-19, el 82.19% de los usuarios contestó que seguía utilizando el transporte público como modo de viaje, dato que refleja que el 17.81% de los usuarios dejó de utilizar el transporte público y decidió utilizar otro modo de viaje.

#### *Percepción integral por COVID-19*

La percepción integral de COVID-19 en la investigación comprende tres aspectos principales que se incluyeron en los cuestionarios aplicados a los

usuarios, tales como: las sensaciones que genera el COVID-19 en los usuarios del transporte público, las percepciones de riesgo en distintos medios de transporte y la comprensión de las medidas sanitarias implementadas en el transporte público.

El nivel de percepción integral por COVID-19 se encuentra acorde a los cinco niveles Likert (nada, poco, regular, bastante y mucho), en donde el nivel 5 significa el nivel más alto de percibir las sensaciones que genera el COVID-19, también representa el nivel más alto de percibir el riesgo de contraer el virus e, igualmente, significa el nivel más alto de percibir las medidas sanitarias implementadas por las autoridades en el trans-

porte público. Por otra parte, el nivel 1 representa el grado más bajo de percibir las sensaciones que genera el COVID-19, también representa el grado más bajo de percibir el riesgo de contraer el virus e igualmente el grado más bajo de percibir las medidas sanitarias implementadas por las autoridades en el transporte público.

En cuanto a las sensaciones que genera el COVID-19: el grado de comprensión de la pandemia, el grado de preocupación por la pandemia, el grado de molestia por la pandemia, el grado de amenaza a su vida por la pandemia y el grado de conocimiento de las consecuencias de contagiarse, se concentran en el nivel 4 (bastante), representando el 37.26%, 44.66%, 43.56%, 48.77% y 53.34%, respectivamente. Esto indica que la mayoría de los encuestados presentan sensaciones negativas altas ante la pandemia de COVID-19, pero de igual forma presenta un nivel alto de comprensión y conocimiento de la situación. Las estadísticas descriptivas correspondientes a las sensaciones que genera el COVID-19 se presentan en la Figura 2.

En cuanto a las percepciones de riesgo en distintos medios de transporte: la posibilidad de contagiarse en transporte público y si considera riesgoso usar el transporte público, se concentran en el grado 4 (bastante), representando el 66.30% y 52.33%, respectivamente. Mientras que la posibilidad de contagiarse fuera del transporte público y la posibilidad de contagiarse en automóvil, se

concentran en el nivel 3 (regular), representando el 67.67% y 51.78%, respectivamente. En cuanto a la posibilidad de contagiarse en bicicleta y la posibilidad de contagiarse caminando, se concentran en el nivel 2 (poco), representando el 45.21% y 41.92%, respectivamente. Lo anterior indica que los usuarios del transporte público perciben riesgoso usar el transporte público ante la pandemia de COVID-19, así como consideran menos riesgo usar otro sistema de movilidad urbana. Las estadísticas descriptivas correspondientes a las posibilidades de contraer el virus se presentan en la Figura 3.

La comprensión de las medidas sanitarias aplicadas al transporte público: el grado de aceptación de las medidas sanitarias, el grado de cumplimiento de las medidas sanitarias, si considera adecuado el uso de cubrebocas, si considera adecuado el distanciamiento social, si considera importante evitar aglomeraciones y si considera importante la limpieza de las unidades, se concentran en el nivel 4 (bastante), representando el 58.63%, 48.22%, 44.11%, 43.01%, 47.40% y 47.67%, respectivamente. Lo anterior indica que los usuarios del transporte público aceptan, realizan y comprenden las medidas sanitarias implementadas por las autoridades en el transporte público ante la pandemia de COVID-19, con la intención de mantener a salvo su salud y su vida. Por lo tanto, se entiende que los usuarios realmente perciben al transporte público como un espacio de riesgo para la propagación del virus. Las estadísticas descriptivas

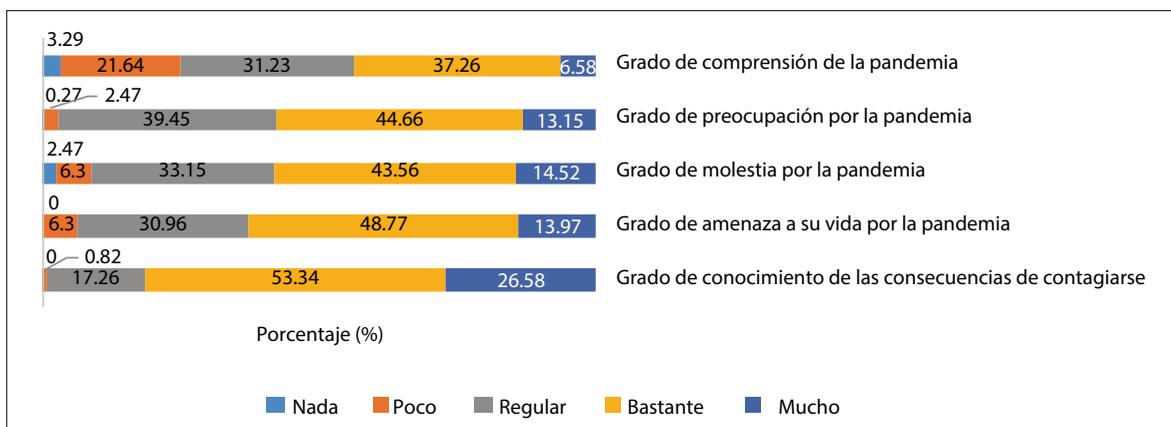


Figura 2. Estadística descriptiva de las sensaciones que genera el COVID-19. Fuente: elaboración propia.

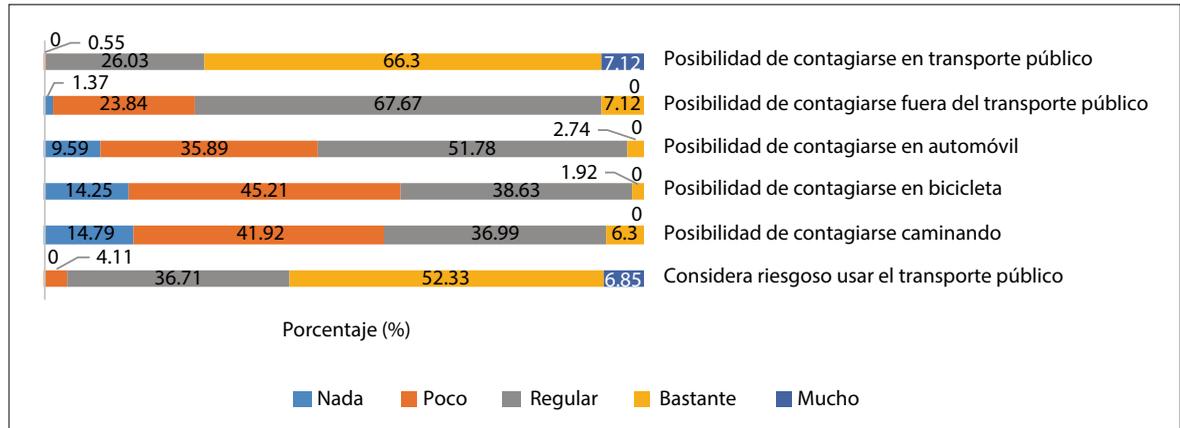


Figura 3. Estadística descriptiva de las percepciones de riesgo en distintos medios de transporte. Fuente: elaboración propia.

correspondientes a la comprensión de las medidas sanitarias, se presentan en la Figura 4.

### Análisis del modelo de regresión logística binaria

Tomando en cuenta los resultados de las variables del cuestionario, se implementa un modelo de regresión logística para predecir el resultado de la variable dependiente (categórica) que está en función de su interacción con las variables explicativas (numérica-categórica). De esta manera, las variables explicativas consideraron características sociodemográficas, características de viaje y la percepción integral por COVID-19.

Para escoger el mejor modelo, que cumpla con los mejores resultados, se realizan una serie de posibles modelos logísticos binarios con las variables más significativas incluidas en el cuestionario. Tomando en cuenta la significancia de las variables en los modelos analizados, se seleccionaron la ocupación, el tiempo de viaje, el grado de conocimiento de las consecuencias de contagiarse, posibilidad de contagiarse en transporte público, la posibilidad de contagiarse fuera del transporte público y si considera riesgoso usar el transporte público, como variables que se encuentran significativamente relacionadas con el cambio modal de los usuarios al elegir el transporte público durante

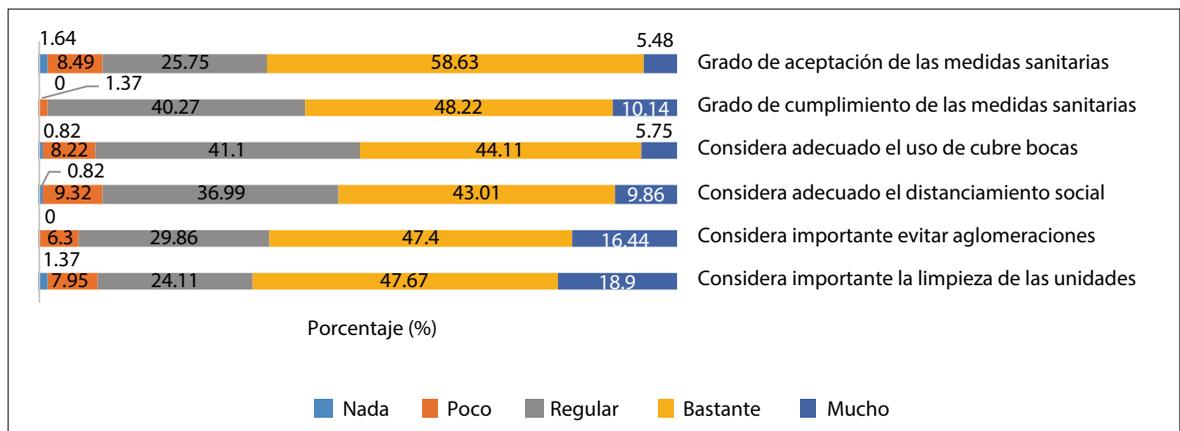


Figura 4. Estadística descriptiva de la comprensión de las medidas sanitarias. Fuente: elaboración propia.

la pandemia de COVID-19. Se pueden observar en la Tabla 3 las variables significativas mencionadas anteriormente.

El modelo logístico estimado con mejores características en la significancia de sus variables y nivel de predicción se muestra en la Tabla 4. Aquí se consideran los dos grupos de usuarios, el primero que muestra elección del transporte público, y el segundo grupo se refiere a el de no elección del transporte público. Considerando los resultados de

la Tabla 4, la ecuación lineal estimada se muestra en la ecuación 4:

$$\text{Logit } P = 10.047 - 0.916X_1(1) - 2.207X_1(2) + 2.511X_2(1) + 2.769X_2(2) + 3.259X_2(3) - 0.691X_3 - 2.185X_4 + 1.165X_5 - 0.588X_6 \tag{4}$$

Se puede observar en la Tabla 4 que el valor p, correspondiente a la prueba de significancia de Wald del coeficiente de cada una de las variables

Tabla 3. Exposición de variables significativas.

Variable	Tipo	Niveles
Ocupación	Categórica	Básica (limpieza, conductor, auxiliar, seguridad) Intermedia (técnico y administrativo) Alta (operativo, supervisor y otro)
Tiempo de viaje	Categórica	Menor a 10 min 10 a 20 min 20 a 30 min Mayor a 30 min
Grado de conocimiento de las consecuencias de contagiarse	Numérica	Escala Likert (1, 2, 3, 4 y 5)
Posibilidad de contagiarse en transporte público	Numérica	Escala Likert (1, 2, 3, 4 y 5)
Posibilidad de contagiarse fuera del transporte público	Numérica	Escala Likert (1, 2, 3, 4 y 5)
Considera riesgoso usar el transporte público	Numérica	Escala Likert (1, 2, 3, 4 y 5)

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Resultados de la estimación de variables significativas del modelo logístico.

Variable significativa	β	ES	Wald	p	RV	ECR
Ocupación básica						
Ocupación intermedia	-0.916	0.380	-2.409	0.016*	0.399	-0.163
Ocupación alta	-2.207	0.525	-4.203	0.000***	0.110	-0.543
Tiempo de viaje menor a 10 min						
Tiempo de viaje de 10 a 20 min	2.511	0.650	3.859	0.000***	12.324	0.764
Tiempo de viaje de 20 a 30 min	2.769	0.593	4.667	0.000***	15.952	0.769
Tiempo de viaje mayor a 30 min	3.259	0.611	5.330	0.000***	26.032	0.933
Grado de conocimiento de las consecuencias de contagiarse	-0.691	0.282	-2.448	0.014*	0.500	-0.091
Posibilidad de contagiarse en transporte público	-2.185	0.472	-4.629	0.000***	0.112	-0.483

Tabla 4. Coninuación.

Variable significativa	$\beta$	ES	Wald	p	RV	ECR
Posibilidad de contagiarse fuera del transporte público	1.165	0.426	2.734	0.006**	3.208	0.232
Considera riesgoso usar el transporte público	-0.588	0.288	-2.040	0.041*	0.555	-0.079
Constante	10.047	2.135	4.706	0.000***	23106.08	
Elección del transporte público = 1 (n = 300), No elección del transporte público = 0 (n = 65)						

Nota:  $\beta$  = coeficiente de regresión y el término constante; ES = error estándar; Wald = valor z; p = valor p; RV = razón de verosimilitud; Significancia: 0\*\*\*, 0.001\*\*, 0.01\*; ECR = estandarización de coeficientes de regresión.

Fuente: elaboración propia.

explicativas, es menor que el nivel máximo de significancia de 0.05, por lo que la relación lineal entre la variable explicativa y Logit P es significativa (Koppelman y Bhat, 2006; Hilbe, 2009).

Además de la prueba de significancia de Wald, también se realiza el Análisis de la Varianza (ANOVA). Este análisis se utiliza para comparar la disminución en la desviación residual al introducir nuevas variables en el modelo (Dalgaard, 2008). En la Tabla 5 se puede observar (ANOVA), que sí hay una mejora significativa del modelo una vez que se incluye cada una de las variables. Dado que todas las variables son significativas (p menor a 0.05), no se pueden eliminar del modelo. Las pruebas en la tabla ANOVA no son completamente indepen-

dientes, pero la aproximación debería ser buena.

Otras pruebas importantes para la interpretación de resultados son las de bondad de ajuste del modelo (pseudo  $R^2$ ), ya que miden el aumento en la verosimilitud del modelo explicado por las variables independientes del modelo de regresión. Estas pruebas se utilizan para probar qué tan bien se ajusta el modelo. En este caso, mientras el valor se encuentre lo más cercano a 1 significará que el modelo es más significativo o tiene un ajuste perfecto, sin embargo, valores cercanos a 0.4 se puede considerar como un ajuste excelente o satisfactorio (Ortúzar y Willumsen, 2008). La prueba de bondad de ajuste de McFadden es análoga al  $R^2$  en el modelo de regresión lineal (Hilbe, 2009).

Tabla 5. Resultados del Análisis de la Varianza (ANOVA).

Variable significativa	GL	Desv.	GL Resid.	Desv. Resid.	Pr(>Chi)
NULL			364	341.99	
Ocupación	2	14.801	362	327.18	0.000***
Tiempo de viaje	3	39.012	359	288.17	0.000***
Grado de conocimiento de las consecuencias de contagiarse	1	6.338	358	281.83	0.011*
Posibilidad de contagiarse en transporte público	1	26.983	357	254.85	0.000***
Posibilidad de contagiarse fuera del transporte público	1	6.939	356	247.91	0.008**
Considera riesgoso usar el transporte público	1	4.324	355	243.59	0.037*
Elección del transporte público = 1 (n = 300), No elección del transporte público = 0 (n = 65)					

Nota: GL= Grados de libertad; Desv= Desviación; GL Resid.= Grados de libertad residuales; Desv. Resid.= Desviación residual; Pr(>Chi)= valor p.

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, en la Tabla 6 se puede observar que el coeficiente del modelo es aceptable, dado que el valor de McFadden es igual a 0.287 (en términos de predicción). De igual forma, el valor de Hosmer and Lemeshow es igual a 0.287. Además, los valores de Cox y Snell y Nagelkerke son 0.236 y 0.388, respectivamente, y reflejan también que el ajuste del modelo es aceptable.

Por otra parte, la precisión general del modelo expresa la relación entre los resultados pronosticados por el modelo y los observados del comportamiento de elección. Dado que el modelo tiene como salida probabilidades y los resultados reales son variables binarias, si la probabilidad es mayor a 0.5 se considera un resultado igual a 1 y a 0 en caso contrario. En el modelo se presenta una precisión de ajuste de los datos del 85.47%, lo que significa que el modelo es bueno, ya que mientras el valor sea más cercano a 100% el modelo será más adecuado. Podemos concluir que los resultados obtenidos del modelo logístico binario son satisfactorios. El resumen de las pruebas y la precisión general del modelo se presentan en la Tabla 6.

Este modelo puede ayudar a estimar aproximadamente la distribución del flujo de pasajeros en varios modos de transporte en la ciudad, y brinda soporte de datos para que los departamentos de gestión del tráfico realicen un plan de control de tráfico y medidas de emergencia con antelación.

Tabla 6. Resumen de pruebas y precisión del modelo.

Indicador	Valor
Valor p	<0.05
Chi-cuadrada	98.396
Df	9
Sig.	0.000***
-2 Log probabilidad	341.99
R2 Hosmer - Lemeshow	0.287
R2 McFadden	0.287
R2 Cox - Snell	0.236
R2 Nagelkerke	0.388
Precisión general %	85.47

Fuente: elaboración propia.

Los resultados muestran que la ocupación y el factor subyacente, es decir, relacionado durante la pandemia, eran estadísticamente significativos. Ya que los encuestados que pertenecen a las categorías de ocupaciones básicas (ingresos personales mensuales bajos) tienen .399 más razón de probabilidades de permanecer en el transporte público en comparación con los encuestados de ocupaciones altas (ingresos personales mensuales altos). Esto debido a que las personas de altos ingresos suelen poseer un vehículo privado y preferirían utilizarlo como usuarios habituales independientemente de las circunstancias.

También se muestra que mientras mayor sea el tiempo de viaje dentro de las unidades, los usuarios tienen hasta 26.032 más razón de probabilidades de permanecer en el transporte público, debido a lo costoso que implicaría viajar en otro medio de transporte. Además, aquellos que tienen mayor conocimiento de las consecuencias de contagiarse, tienen 0.500 menos razón de probabilidades de permanecer en el transporte público en comparación con aquellos que conocen menos de la situación. De igual forma, los que consideran alta la posibilidad de contagiarse en transporte público y los que considera riesgoso usar el transporte público, tienen menos razón de probabilidades de permanecer en el mismo, en un 0.112 y 0.555, respectivamente. Finalmente, los que consideran igual la posibilidad de contagiarse en transporte público que en otro medio de viaje, tienen 3.208 más razón de probabilidades de permanecer en el mismo.

## CONCLUSIONES/RECOMENDACIONES

Este documento determina las variables que son significativas para explicar la relación entre variables sociodemográficas, de viaje y de percepción integral por COVID-19, con el cambio modal, por parte de los usuarios del transporte público en un entorno urbano durante la pandemia de COVID-19 en el PIBJ, Qro.

Al considerar los resultados obtenidos del análisis del modelo de regresión logística binaria, mediante la estimación de las variables significativas, se determina que la ocupación, el tiempo de

viaje, el grado de conocimiento de las consecuencias de contagiarse, la posibilidad de contagiarse en transporte público, la posibilidad de contagiarse fuera del transporte público y si considera riesgoso usar el transporte público, son variables que se encuentran significativamente relacionadas con el cambio modal de los usuarios del transporte público durante la pandemia de COVID-19. Además, los resultados de la investigación muestran que el uso del transporte público disminuyó un 17.81% en el número de usuarios durante la pandemia, mientras que el uso del transporte privado y los medios de transporte no motorizados aumentó. Sin embargo, a pesar de la disminución de usuarios en el transporte público durante la pandemia, debido a que algunos cambiaron a otro modo de viaje, el transporte público continuó siendo el transporte más utilizado por los encuestados a pesar del riesgo del COVID-19.

Por su parte, el uso de la bicicleta y caminar aumentaron en el número de personas durante la pandemia, en un 1.64% y 3.29%, respectivamente, sin embargo, todavía tiene una participación modal baja. Este aumento asume que se perciben relativamente más seguros desde el punto de vista de la pandemia, ya que andar en bicicleta y caminar son actividades saludables para un estilo de vida de autoaislamiento, por lo que deben promoverse durante la pandemia, especialmente para distancias relativamente cortas. Cabe mencionar que la ZCQ generalmente carece de infraestructura para bicicletas, sin embargo, el espacio creado por la reducción de los niveles de tráfico durante la pandemia puede utilizarse para estos modos de viaje.

Sin duda, las organizaciones que controlan el transporte público tienen la gran misión de conservar los estándares de viaje, de una manera más sistemática y sólida, con la intención de garantizar que el sector del transporte público no se vea afectado por las futuras oleadas de pandemias. En Querétaro, el número de viajes previo a la pandemia de COVID-19 superaba los seiscientos mil viajes al día, decreció hasta alrededor de 380 000 viajes al día en la época de pandemia. Por cuestiones financieras, la empresa concesionaria disminuyó el número de unidades operando al día, induciendo saturación de usuarios en estas y, a la

par, alejando usuarios del sistema público, lo que afectó la atractividad del sistema al no recuperarse en el número de usuarios en fechas posteriores a la cuarta ola en México (mayo del 2022).

Finalmente, esta investigación ofrece seis recomendaciones para generar medidas de control y gestión de tránsito para garantizar la seguridad de las personas que utilizan el transporte público ante el surgimiento de un nuevo virus o durante la reanudación de actividades laborales, que integradas con leyes y ordenanzas hacia protocolos de actuación y la planificación urbana, puedan tener un mayor impacto en la movilidad urbana.

Generar medidas preferenciales para promover viajes personalizados (directos).

No reducir el número de unidades de transporte público para que el sistema permita el distanciamiento social, evitando la saturación y pérdida de usuarios.

Modificar temporalmente la optimización de los tiempos y fases de los semáforos, para que la capacidad de la vialidad cumpla con las necesidades de tráfico.

Coordinación con las empresas para conocer a detalle su plan de reanudación de labores.

Poner atención a las restricciones de distanciamiento social y densidad de usuarios dentro de las unidades, entradas y paradas del transporte público.

Implementar el escalonamiento de los horarios de entrada y salida, modificación de jornadas laborales u otra acción como política temporal en las empresas.

Durante la investigación se presentaron ciertos problemas que generaron limitaciones durante la recopilación de datos y, por consiguiente, los resultados. Uno de ellos fue que en el periodo en que se aplicaron los cuestionarios, la situación de la pandemia en México se mantenía con una tendencia a la baja en casos confirmados, debido a que la vacunación contra el COVID-19 se encontraba aplicada a un 85% de la población mayor de 18 años en México. En la aplicación de los cuestionarios se observó que el género femenino presentó mayor rechazo a responder el formato, posiblemente por la inseguridad que implica el acercamiento de un extraño y al riesgo latente de contraer el COVID-19.

## REFERENCIAS

- Aaditya, Bh. y Rahul, T. M. (2021). Psychological impacts of COVID-19 pandemic on the mode choice behavior: A hybrid choice modelling approach. *Transport Policy*, 108, 47-58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.05.003>
- Abdullah, M., Ali, N., Aslam, A. B., Javid, M. A. y Hussain, S. A. (2022). Factors affecting the mode choice behavior before and during COVID-19 pandemic in Pakistan. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 11(1), 174-186. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijst.2021.06.005>
- Abu-Rayash, A. y Dincer, I. (2020). Analysis of mobility trends during the COVID-19 coronavirus pandemic: Exploring the impacts on global aviation and travel in selected cities. *Energy Research & Social Science*, 68, 101-693. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101693>
- Anwari, N., Ahmed, M. T., Islam, M. R., Hadiuzzaman, M. y Amin, S. (2021). Exploring the travel behavior changes caused by the COVID-19 crisis: A case study for a developing country. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 9, 100-334. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100334>
- Beck, M. J. y Hensher, D. A. (2020). Insights into the Impact of Covid-19 on Household Travel and Activities in Australia – The Early Days Under Restrictions. *Transport Policy*, 96, 76-93. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.07.001>
- Browne, A., St-Onge Ahmad, S., Beck, C. R. y Nguyen-Van-Tam, J. S. (2016). The roles of transportation and transportation hubs in the propagation of influenza and coronaviruses: a systematic review. *Journal of Travel Medicine*, 32(1), 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1093/jtm/tav002>
- Bucsky, P. (2020). Modal share changes due to COVID-19: the case of Budapest. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 8, 100-141. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100141>
- Chen, Z., Hao, X., Zhang, X. y Chen, F. (2021). Have traffic restrictions improved air quality? A shock from COVID-19. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123-662. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123622>
- Cheng, V. C., Wong, S., Chuang, V. W., So, S. Y., Chen, J. H., Sridhar, S., To, K. K., Chan, J. F., Hung, I. F., Ho, P. y Yuen, K. (2020). The role of community-wide wearing of face mask for control of coronavirus disease 2019 (COVID-19) epidemic due to SARS-CoV-2. *Journal of Infection*, 81(1), 107-114. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.04.024>
- Dalgaard, P. (2008). *Introductory Statistics with R, Statistics and Computing*. Second Edition. USA: Springer. Disponible en [http://www.academia.dk/BiologiskAntropologi/Epidemiologi/PDF/Introductory\\_Statistics\\_with\\_R\\_\\_2nd\\_ed.pdf](http://www.academia.dk/BiologiskAntropologi/Epidemiologi/PDF/Introductory_Statistics_with_R__2nd_ed.pdf). <https://doi.org/10.1007/978-0-387-79054-1>
- Das, S., Boruah, A., Banerjee, A., Raoniar, R., Nama, S. y Maurya, A. K. (2021). Impact of COVID-19: A radical modal shift from public to private transport mode. *Transport Policy*, 109, 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.05.005>
- De Vos, J. (2020). The effect of COVID-19 and subsequent social distancing on travel behavior. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 5, 100-121. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100121>
- Echaniz, E., Rodríguez, A., Cordera, R., Benavente, J., Alonso, B. y Sañudo, R. (2021). Behavioral changes in transport and future repercussions of the COVID-19 outbreak in Spain. *Transport Policy*, 111, 38-52. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.07.011>
- Gezairy, H. A. (2003). Travel epidemiology: WHO perspective. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 21(2), 86-88. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0924-8579\(02\)00365-5](https://doi.org/10.1016/S0924-8579(02)00365-5)
- Haas, M., Faber, R. y Hamersma, M. (2020). How COVID-19 and the Dutch 'intelligent lockdown' change activities, work and travel behavior: Evidence from longitudinal data in the Netherlands. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 6, 100-150. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100150>
- Hilbe, J. M. (2009). *Logistic Regression Models*. 1st Edition. USA: Taylor and Francis Group. <https://doi.org/10.1201/9781420075779>
- Hotle, S., Murray-Tuite, P. y Singh, K. (2020). Influenza risk perception and travel-related health protection behavior in the US: Insights for the aftermath of the COVID-19 outbreak. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 5, 100-127. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100127>
- Ibeas, Á., González, F., Dell'Olivo, L. y Moura, J. (2007). *Manual de encuestas de movilidad (preferencias reveladas)*. España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander.
- Instituto Mexicano para la Competitividad (2018). Índice de Competitividad Urbana 2018. Base de datos. Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. México, D.F. Página web visitada 6 de febrero de 2022. Disponible en <http://imco.org.mx/indices/califica-a-tu-alcalde/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Página web visitada 6 de abril de 2021. Disponible en <https://en.www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021b). Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa. Año Base 2013. Serie de 2003 a 2019. Página web visitada 6 de febrero de 2022. Disponible en [https://www.inegi.org.mx/contenidos/temas/economia/pib/pibent/tabulados/ori/PIBE\\_2.xlsx](https://www.inegi.org.mx/contenidos/temas/economia/pib/pibent/tabulados/ori/PIBE_2.xlsx)
- Koppelman, F. S. y Bhat, C. (2006). A Self Instructing Course in Mode Choice Modeling: Multinomial and Nested Logit Models. U.S. Department of Transportation, Federal Transit Administration. Disponible en [https://www.cae.utexas.edu/prof/bhat/courses/lm\\_draft\\_060131final-060630.pdf](https://www.cae.utexas.edu/prof/bhat/courses/lm_draft_060131final-060630.pdf)
- Lipsitch, M., Swerdlow, D. L. y Finelli, L. (2020). Defining the epidemiology of Covid-19 - Studies needed. *The New England Journal of Medicine*, 382(13), 1194-1196. DOI: <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMp2002125>
- Mogaji, E. (2020). Impact of COVID-19 on transportation in Lagos, Nigeria. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 6, 100-154. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100154>
- Ortúzar, J. D. y Willumsen, L. G. (2008). *Modelos de Transporte*. España: Universidad de Cantabria.
- Parady, G., Taniguchi, A. y Takami, K. (2020). Travel behavior changes during the COVID-19 pandemic in Japan: Analyzing the effects of risk perception and social influence on going-out self-restriction. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 7, 100-181. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100181>
- Parker, M. E. G., Li, M., Bouzaghrane, M. A., Obeid, H., Hayes, D., Frick, K. T., Rodríguez, D. A., Sengupta, R., Walker, J. y Chatman, D.G. (2021). Public transit use in the United States in the era of COVID-19: Transit riders' travel behavior in the COVID-19 impact and recovery period. *Transport Policy*, 111, 53-62. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.07.005>
- Pawar, D., Yadav, A., Akolekar, N. y Velaga, N. (2020). Impact of physical distancing due to novel coronavirus (SARS-CoV-2) on daily travel for work during transition to lockdown. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 7, 100-203. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100203>
- Rodríguez, I. y Terán, E. (2021). Equilibrio de largo plazo y cambio modal en el transporte público en ciudades mexicanas. *Equilibrio Económico. Nueva Época. Revista de Economía, Política y Sociedad*, 17(52), 120-146. Disponible en: <http://www.economia.uadec.mx/pdfs/Rev21Sem2Art1.pdf>
- Scorrano, M. y Danielis, R. (2021). Active mobility in an Italian city: Mode choice determinants and attitudes before and during the Covid-19 emergency. *Research in Transportation Economics*, 86, 101-031. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2021.101031>
- Tan, L. y Ma, C. (2020). Choice behavior of commuters' rail transit mode during the COVID-19 pandemic based on logistic model. *Journal of traffic and transportation engineering*, 8(2), 186-195. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2020.07.002>
- Troko, J., Myles, P., Gibson, J., Hashim, A., Enstone, J., Kingdon, S., Packham, C., Amin, S., Hayward, A. y Van-Tam, J. (2011). Is public transport a risk factor for acute respiratory infection? *BMC Infectious Diseases*, 11(1), 11-16. DOI: <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2334-11-16>. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-11-16>
- WHO (2020). Virtual press conference on COVID-19 - 11 March 2020, Geneva. Disponible en <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
- Zhu, N., Zhang, D., Wang, W., Li, X., Yang, B., Song, J., Huang, B., Shi, W., Lu, R., Niu, P., Zhan, F., Ma, X., Wang, D., Xu, W., Wu, G., Gao, G. F. y Tan, W. (2020). A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *The New England Journal of Medicine*, 382, 729-733. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001017>