



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Percepción de la calidad de servicio
del Sistema de Transporte Colectivo
(STC) Metro por parte de la
población usuaria de Ciudad
Universitaria**

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

P R E S E N T A

Jorge Efrén Pimentel Escamilla

DIRECTORA DE TESIS

Dra. Ana Beatriz Carrera Aguilar



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA
COMITÉ DE TITULACIÓN
FING/DICyG/SEAC/UTIT/016/18

Señor
JORGE EFRÉN PIMENTEL ESCAMILLA
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor DRA. ANA BEATRIZ CARRERA AGUILAR, que aprobó este Comité, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

**"PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO (STC)
METRO POR PARTE DE LA POBLACIÓN USUARIA DE CIUDAD UNIVERSITARIA"**

- I. INTRODUCCIÓN
- II. MARCO TEÓRICO
- III. EL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO
- IV. EVIDENCIA EMPÍRICA DE MEDICIÓN DE NIVEL DE SERVICIO
- V. HIPÓTESIS
- VI. METODOLOGÍA
- VII. RESULTADOS
- VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS
- CONCLUSIONES
- ALCANCES Y LIMITACIONES
- BIBLIOGRAFÍA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 21 de febrero del 2018.
EL PRESIDENTE

M.I. GERMÁN LÓPEZ RINCÓN

GLR/MTH*gar.

Agradecimientos

A mi padre y mi madre, por enseñarme todo lo que soy y darme todo lo que tengo. Mis sueños no se harían realidad sin su apoyo.

A mi padrino, que es como mi segundo padre y a quien siempre he visto como un ejemplo en la vida y la academia.

A la Doctora Ana, porque este trabajo es tan suyo como mío. Gracias por sus consejos, enseñanzas y amistad.

A Julián y Felipe, por todo.

A Carlos y Héctor, gracias por su amistad, apoyo y compañía en el difícil camino de la licenciatura.

A Ana María, que siempre se acuerda de mí.

A Manolo, Uriel, Yadira, Yuridia, Patiño, Orihuela, Mora, Gaby, Magnolia, Andrés, Miguel, Roberto, Cris, Caste, Christopher y todos los amigos que pude haber olvidado. Hicieron de la universidad toda una experiencia.

A Sensei Magdalena, Francisco, Anita, Marisol, Miguel, Ulises y todos mis amigos del equipo de Karatedo, que me enseñaron lo que la ingeniería no podía enseñarme.

A la Universidad, la Facultad, mis profesores y especialmente a mis sinodales, el Ing. Manuel Salmones, el Ing. Yahvé Ledezma, el Ing. Mauro Terán y al Ing. Rodrigo Sepúlveda, porque gracias a sus conocimientos y su labor desinteresada este trabajo fue posible.

A G70 y Mabel, por ayudarme a volver cuando estaba perdido.

Al Maestro, por supuesto.

Índice

INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo:.....	4
I. MARCO TEÓRICO.....	5
1. Ciudad Universitaria.....	5
2. Sistemas de transporte.....	7
3. Nivel de servicio.....	11
4. Bienestar.....	14
II. EL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO.....	16
1. Historia.....	16
2. Red.....	18
i. Línea 1.....	18
ii. Línea 2.....	19
iii. Línea 3.....	20
iv. Línea 4.....	21
v. Línea 5.....	22
vi. Línea 6.....	23
vii. Línea 7.....	24
viii. Línea 8.....	25

ix.	Línea 9.....	26
x.	Línea A.....	27
xi.	Línea B.....	28
xii.	Línea 12.....	29
3.	Operación	30
i.	Aspectos generales.....	30
ii.	Parque vehicular.....	30
iii.	Cifras de operación	33
III.	EVIDENCIA EMPÍRICA DE MEDICIÓN DE NIVEL DE SERVICIO	36
1.	Nivel de servicio de transportes en países del mundo.....	36
i.	Transporte público, Beijing, China	36
ii.	Transporte público, Amán, Jordania	38
iii.	Metro de Nueva York, Nueva York, E. U. A.....	40
iv.	Metro de Toronto, Toronto, Canadá	42
2.	Nivel de servicio de transportes en países de América Latina	43
i.	Transantiago, Santiago, Chile	43
ii.	Subte de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina	45
iii.	Metrobús, Ciudad de México, México.....	46

3.	Soluciones implementadas en otros sistemas alrededor del mundo para mejorar el nivel de servicio y su presencia en el STC Metro	47
i.	Construcción de líneas circulares.....	47
ii.	Diseño y modernización de las estaciones.....	50
iii.	Puertas de andén.....	53
iv.	Cambios en los paradigmas de diseño de estaciones de transferencia.....	55
v.	Mejorar la comunicación sistema-usuario-sistema	57
vi.	Mejorar los sistemas de señalamiento y la comunicación entre los trenes y puestos de control	60
vii.	Implementación de rutas o líneas exprés	63
4.	Comparación entre el Metro de la Ciudad de México y los sistemas de transporte mencionados	66
IV.	HIPÓTESIS.....	69
V.	METODOLOGÍA	71
VI.	RESULTADOS.....	73
1.	Edad.....	73
2.	Género	73
3.	Preferencia en el transporte público	74
4.	Ingreso mensual.....	75
5.	Tipo de vivienda.....	76

6.	Nivel máximo de estudios cursado.....	76
7.	Percepción de la relación precio – servicio del boleto del metro.....	77
8.	Municipio o delegación de residencia.....	78
9.	Línea de Metro que más utiliza el encuestado.....	79
10.	Medios de transporte usados para acceder al Metro.....	79
11.	Tiempo caminando.....	80
12.	Tiempo de viaje en días laborales.....	81
13.	Confiabilidad del Sistema Metro para llegar a tiempo a su destino.....	82
14.	Percepción de seguridad personal al interior de los vagones y al interior de las estaciones.....	83
15.	Delitos o emergencias médicas sufridas u observadas, incidencia por tipos y percepción.....	84
16.	Comodidad al viajar en el Metro y dentro de las estaciones.....	86
17.	Viajes a la semana en transporte público y Metro.....	87
18.	Medio de transporte propio y uso del transporte público.....	88
19.	Propiedad de la vivienda.....	90
20.	Seguro médico.....	91
21.	Estación más cercana al hogar.....	92
22.	Frecuencia con la que pasan los trenes.....	93
23.	Amabilidad del personal.....	94

24.	Tiempo para ir de la vivienda al hospital	95
25.	Tiempo de espera para abordar un tren	96
26.	Saturación de personas al interior de los vagones	96
27.	Tiempo de viaje en días u horarios con baja ocupación.....	97
28.	Accesibilidad que proporciona la infraestructura del Metro para personas con deficiencias motrices	98
29.	Horarios de servicio.....	99
30.	Tiempo de espera en la fila de la taquilla.....	99
31.	Disponibilidad del personal de auxilio y dispositivos de seguridad	100
32.	Temperatura al interior de vagones	101
33.	Aspecto estético de vagones y estaciones	101
34.	Funcionamiento de los sistemas de vagones y estaciones.....	102
VII.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	104
1.	Caracterización socioeconómica	104
i.	Edad y género.....	104
ii.	Ingreso.....	104
iii.	Vivienda.....	104
iv.	Estudios.....	105
v.	Acceso al sistema de salud.....	105

2.	Uso del Metro.....	105
3.	Nivel de servicio.....	107
i.	Tiempo.....	107
ii.	Seguridad.....	108
iii.	Aspecto.....	109
iv.	Accesibilidad.....	109
v.	Comodidad.....	110
VIII.	CONCLUSIONES.....	112
1.	Resultados.....	112
2.	Veracidad de la hipótesis.....	113
3.	Causas del mal servicio.....	114
4.	Propuestas de solución.....	115
	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	117
	BIBLIOGRAFÍA.....	118
	Encuesta.....	128

INTRODUCCIÓN

Un promedio de 4 600 000 personas es transportado diariamente por el Metro de la Ciudad de México. Si bien esta cifra resulta impresionante, el Metro, junto con el Metrobús, Trolebús, Tren Suburbano y Tren Ligero, llamados *sistemas integrados de transporte masivo*, tiene una participación de apenas el 8% en la totalidad de los viajes de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), de acuerdo con datos 2015 de ONU-Hábitat. Si estos medios de transporte se encuentran saturados, a pesar de su característica de *masivos* y representan una mínima parte del total, ¿cuál será la situación del resto de los transportes?

Tal cantidad de viajes, casi en su totalidad, es motivada por la necesidad. En la ZMVM, y de acuerdo con datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2017), el 40% de las personas, que equivalen a 8.8 millones, tienen que atravesar *al menos una* frontera municipal para llegar a su lugar de trabajo, la cual es otra vez, una cifra bastante grande.

Es con estas condiciones que surgen las interrogantes, ¿cuáles son las condiciones de transporte de esas personas?, ¿cómo les afecta e influye en sus vidas diarias?, ¿qué tan efectivo es el transporte público a la hora de cumplir su cometido?

Los 22 millones de personas que se transportan diariamente son seres pensantes y sensibles que se ven influidos a cada momento por su entorno. Contaminación, devaluación, muros, asesinatos, secuestros, verdades históricas, funcionarios incompetentes e instituciones inútiles, salarios mínimos, segundos, terceros y *n* pisos. Todos factores que afectan a las personas y, como si hiciera falta para empeorar la situación, también se cuenta el calor y las paradas sin razón aparente a mitad de los túneles; con conductores de microbús con sus reggaetones y sus carreras; con los choferes de taxi lascivos y olorosos; con las combis estrechas y bochornosas. Es decir, el transporte público no se usa, se sufre.

Nos encontramos, sin lugar a duda, frente a un tema de calidad. ¿Cuál es la calidad del servicio del transporte público? ¿Qué tan satisfechos están los usuarios? Se puede averiguar esta respuesta en Beijing, China; en Singapur; en Amán, Jordania; en Toronto, Canadá; en

Nueva York, E.U.A.; en Santiago, Chile; en Buenos Aires, Argentina, entre otros países donde ha interesado esta situación como un problema de estudio. No se está aseverando que en el caso mexicano no exista este interés, pero ¿han considerados dichos estudios los principales actores del transporte público urbano?, ¿han tenido un impacto verdadero?

Es hora de que el gobierno, las instituciones y empresas encargadas de operar el transporte público de la ZMVM se den cuenta de la importancia de la satisfacción del cliente a la hora de usar el transporte. No hay que olvidar que la satisfacción y la calidad son términos estrechamente relacionados, y que detonan en el uso responsable de las infraestructuras y servicios públicos cuando éstos otorgan bienestar al usuario final.

Es más barato conservar clientes con el simple hecho de mejorar la calidad del servicio, que capturar nuevos. Si bien no se pueden mejorar todos los aspectos del transporte, simplemente porque no sería costo-efectivo, se debe comprender y estudiar cuáles son los puntos clave para lograr la satisfacción del cliente y así centrarse en la mejora de estos puntos que, a la larga, podrían reportar casi los mismos resultados que el mejoramiento de todos los aspectos.

Y es que evaluar la calidad del transporte no es un asunto que solo le concierne a las instituciones directamente relacionadas y a los operadores. No es solo una medida de la calidad de la movilidad, sino que es un aspecto importante de la planeación urbana, pues con base en los resultados obtenidos se puede concluir si la inversión, infraestructura, esquemas de operación y planes de desarrollo actuales sirven, o si es necesario renovarlos o cambiarlos para lograr un verdadero impacto de carácter positivo en la población.

La calidad del servicio de un transporte público y su accesibilidad son al mismo tiempo reflejo y causa de las características tanto del usuario como de su entorno. Dada esta condición, se pueden concluir dos cosas: que una mala calidad del servicio significa que el usuario está viviendo en condiciones poco apropiadas para su desarrollo y crecimiento, tanto humano, como social y económico y, la otra conclusión, que el transporte en vez de jugar un papel que propicie el desarrollo y crecimiento de las personas, logra afectarlas, volviéndose un elemento más contra el cual se tiene que luchar día a día.

Para plantear un primer acercamiento a lo que podría ser el estudio de la percepción de la calidad del transporte público en la Zona Metropolitana del Valle de México, se escogió la población de Ciudad Universitaria, ya que como su nombre lo indica, es un pequeño medio urbano por sí mismo: dentro del espacio conviven personas de diversos rangos de edades, desde niños en CENDI hasta personas de la tercera edad; también se encuentran diversos niveles académicos, pues hay personas que pudieron haber cursado solo la educación básica hasta otras que se encuentran realizando un posgrado o que ya cuentan con uno. Dentro de CU existen todos los servicios básicos: agua potable, alcantarillado, electricidad, alumbrado público, etcétera. Cuenta además con su propia economía a escala, pues hay restaurantes, tiendas y negocios de diversa índole que participan en la producción, distribución, intercambio y consumo de bienes y servicios. Por último, tiene una característica clave: al ser la Universidad Nacional Autónoma de México, ser pública y ubicarse dentro de la Ciudad de México y zona metropolitana, contiene por sí misma a una muestra representativa de la población del país.

Para llegar al instrumento propuesto y los resultados obtenidos, se prosiguió de la manera descrita a continuación. En el primer capítulo, el *Marco teórico*, se desglosaron y describieron los conceptos básicos sobre los que se construyó el trabajo: Ciudad Universitaria, sistemas de transporte, nivel de servicio y bienestar. El segundo capítulo fue destinado al *Sistema de Transporte Colectivo Metro*, hablando brevemente de su historia, de las 12 líneas que lo conforman y de los aspectos generales de operación, como el parque vehicular y cifras. En el tercer capítulo, *Evidencia empírica de medición del nivel de servicio*, se buscaron estudios de medición del nivel de servicio realizados alrededor del mundo, centrándose en países fuera de América Latina y luego en países de América Latina; además se incluyen algunas soluciones que se han implementado en otros países para mejorar el nivel de servicio, la existencia de estas en el Metro de la Ciudad de México y por último se realiza una comparación de los aspectos más relevantes de los sistemas antes mencionados. La *Hipótesis* es el cuarto capítulo, donde se hace la propuesta formal de la hipótesis de este trabajo y se ahonda más en la relación del nivel de servicio con el bienestar. El quinto capítulo, la *Metodología*, describe la creación del instrumento para medir la percepción del nivel de servicio y del cálculo de la muestra de la población a la que se le realizó la encuesta. Los *Resultados* son el sexto capítulo, en este se describen detalladamente y con gráficos las

respuestas de cada una de las preguntas que conforman la encuesta. En *Análisis de resultados*, el séptimo capítulo, se agruparon los resultados obtenidos y se discutieron de una manera general y enfocada al mismo tiempo: general porque ya no se ahondó de manera individual en cada una de las preguntas, pero enfocada porque se discutió la relevancia de los resultados dentro del trabajo. En el octavo capítulo, *Conclusiones*, se hizo el resumen de los resultados obtenidos y su tendencia en la escala de satisfacción; se discute la veracidad de la hipótesis; se mencionan las posibles causas del mal nivel de servicio y se hace una breve propuesta de la solución que el Metro podría implementar para corregir alguna de sus carencias. Por último, en *Alcances y limitaciones* se discuten a la brevedad los aspectos no tratados en este trabajo y los posibles errores de medición.¹

Objetivo:

Crear un primer acercamiento al estudio de la correlación entre el nivel de servicio de un medio de transporte público y el bienestar de la población mediante un instrumento que permita medir la percepción del nivel de servicio del Metro de la Ciudad de México por parte de la población usuaria de la Ciudad Universitaria.

¹ Texto parcialmente tomado del artículo “Satisfacción con la calidad del transporte público” (Pimentel, 2018), *Revista Mexicana de la construcción*, No. 631, pp. 66-70

I. MARCO TEÓRICO

Para la aproximación básica de este estudio, es necesario delimitar cuatro conceptos relevantes: Ciudad Universitaria, sistemas de transporte, nivel de servicio y bienestar.

1. Ciudad Universitaria

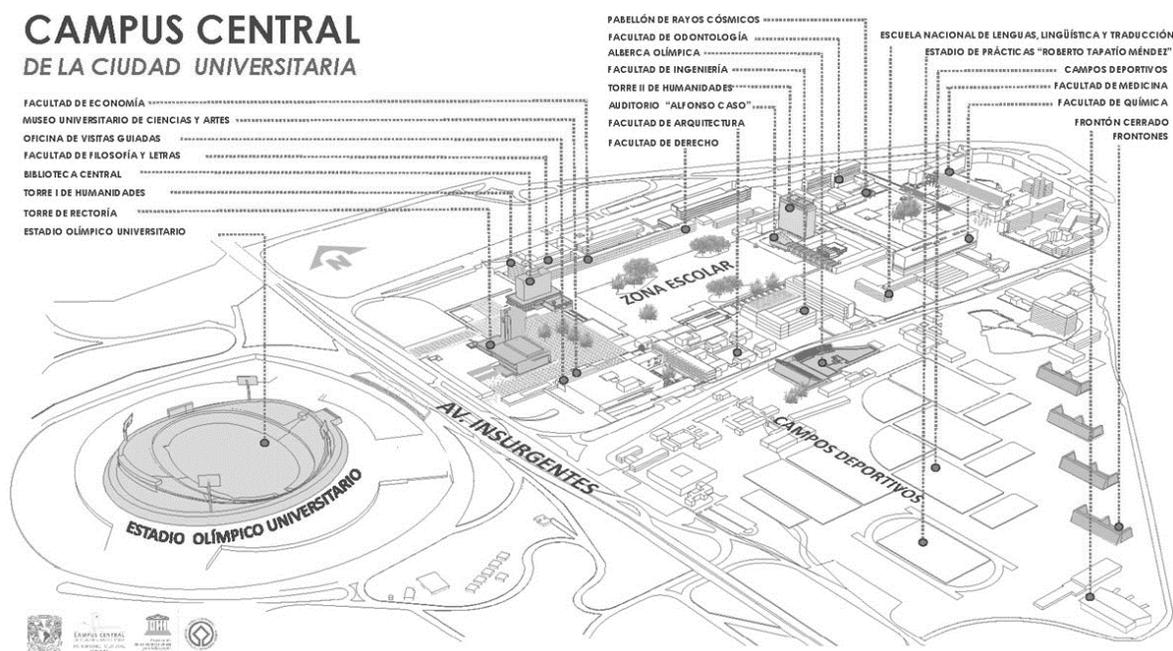
El origen de la Universidad Nacional Autónoma de México se remonta hasta la fundación de la Real y Pontificia Universidad de México, el 21 de septiembre de 1551. Sin embargo, su antecedente más directo es la Universidad Nacional de México, cuya conformación fue decretada por el presidente Porfirio Díaz en 1910, y que adquirió su carácter de *Autónoma* en 1929.

Desde sus orígenes, las instalaciones de la UNAM se ubicaron en el Centro Histórico de la Ciudad de México, en edificios hoy emblemáticos: Antiguo Colegio de San Idelfonso, Antiguo Palacio de la Inquisición, Academia de San Carlos, el templo de San Agustín y el Palacio de Minería, entre otros.

Con el paso de los años se volvió evidente la necesidad de dotar a la Universidad con su propio campus e instalaciones a través de diferentes ideas y propuestas. Una de las más destacadas fue una tesis profesional de la entonces Escuela Nacional de Arquitectura, en la que se proponía el concepto de “Ciudad Universitaria”.

Fue hasta 1943 que se concretó el inicio del proyecto, por lo que en ese año el gobierno federal expropió cientos de hectáreas ubicadas fuera de la Ciudad, al sur, en lo que se conoce hoy como el Pedregal. En 1946 se formó la Comisión de la Ciudad Universitaria, compuesta por representantes del gobierno y de la Universidad, cuyo objetivo fue convocar a un proyecto arquitectónico para la construcción de CU. En 1950 se decretó ganador el proyecto propuesto por 2 estudiantes de Arquitectura y ese mismo año se inauguraron oficialmente las obras, con la puesta de la primera piedra en la actual Torre II de Humanidades.

Ilustración I.1 - Campus Central de C.U.



Fuente: Comité de Análisis UNAM (2017).

La construcción de CU fue ejecutada por más de 60 arquitectos, ingenieros y artistas y miles de obreros. De acuerdo con la UNESCO (2017), que inscribió al Campus Central como Patrimonio Cultural de la Humanidad en 2007, CU es “el resultado fue la creación de un conjunto monumental ejemplar del modernismo del siglo XX que integra el urbanismo, la arquitectura, la ingeniería, el paisajismo y las bellas artes, asociando todos estos elementos con referencias a las tradiciones locales, y en particular al pasado prehispánico de México. El conjunto encarna valores sociales y culturales de trascendencia universal y ha llegado a ser uno de los símbolos más importantes de la modernidad en América Latina”.

Actualmente, en 2130 edificios, CU concentra la mayoría de las Facultades, Escuelas e Institutos de Investigación Científica y Humanística que conforman a la Universidad, muchos de estos en la zona llamada “Campus Central” (ilustración I.1). Además, tiene instalaciones deportivas y artísticas, como el Estadio Olímpico Universitario o la Zona Cultural, que incluye a la Sala Nezahualcóyotl. Dentro de CU hay 4,187 aulas, 3,860 cubículos, 2,773 laboratorios y 134 bibliotecas, entre las que están la Hemeroteca y la Biblioteca Nacional,

que en conjunto tienen un acervo de 1,341,027 títulos y 6,468,651 volúmenes (Fundación UNAM, 2013).

La población de CU se encuentra formada principalmente por 3 grupos: alumnos, académicos y administrativos. La categoría de alumnos engloba a todos los de diversos grados de escolaridad: licenciatura, especialización, maestría, doctorado y otros posgrados. Los académicos son todos aquellos que se dedican a la investigación y a la enseñanza. Por último, los administrativos son trabajadores de la universidad que desempeñan labores diversas a la enseñanza o la investigación. Debido a que la Dirección General de Planeación, el órgano de la UNAM encargado de llevar a cabo encuestas estadísticas y otras tareas, no hace estudios estadísticos exclusivos de CU, sino de toda la Universidad, hacer un conteo preciso de la población de CU no es posible. Sin embargo, se puede obtener una buena aproximación al averiguar los Institutos, Escuelas y Facultades que se encuentran dentro de CU, pues no todos estos se encuentran en el campus principal, sino que están repartidos en la Ciudad de México o incluso en otros estados de la República. Así mismo, dentro de su agenda estadística la DGP no presenta la población correspondiente a los trabajadores administrativos.

Procediendo de la manera antes descrita, se obtuvo que en CU trabajan 22 902 académicos y estudian 90 211 alumnos de licenciatura más 12 973 alumnos de especialización.

2. Sistemas de transporte

De acuerdo con Portales (2001), el transporte es “el movimiento de personas, materiales o productos desde el punto donde se producen, cultivan o elaboran, a otro donde se consumen, transforman, manufacturan, distribuyen o almacenan.”

Entonces, se puede definir que el principio básico de los transportes es el traslado de un lugar a otro de bienes y personas, lo que permite al ser humano un mejor aprovechamiento de las ventajas de las distintas regiones económicas o geográficas en las que se ubica.

Conforme los asentamientos humanos fueron expandiéndose y la tecnología avanzó, ocurrió lo mismo con los transportes. Su grado de complejidad fue aumentando paulatinamente y se

volvió necesario su análisis y planeación exhaustiva para garantizar su óptimo funcionamiento. Es así como ocurrió la sistematización de los transportes.

Buckley (1970) define a los sistemas como, “un complejo de elementos o componentes directa o indirectamente relacionados en una red causal, de modo que cada componente está relacionado por lo menos con varios otros, de modo más o menos estable, en un lapso dado. Los componentes pueden ser relativamente simples y estables o complejos y cambiantes, pueden variar sólo una o dos propiedades o bien adoptar muchos estados distintos”.

Todos los sistemas están definidos por sus fronteras espaciales y temporales, influidos y rodeados por el medio en el que existen, descritos de acuerdo con su estructura y expresados con base en su funcionamiento.

Los sistemas se pueden clasificar de maneras muy diversas, pero una primera aproximación es la que propone Moreno (2009) según la cual los sistemas se caracterizan de acuerdo con los objetos que los forman, los cuales se dividen en tres grandes grupos: conjuntos desorganizados, sistemas no-orgánicos y sistemas orgánicos.

Los conjuntos desorganizados se caracterizan porque sus elementos se consideran aislados y las conexiones entre estos son aleatorias y meramente de carácter externo, por lo que estos conjuntos carecen de propiedades sistémicas.

Los sistemas orgánicos y no-orgánicos son aquellos que cuentan con conexiones entre sus elementos, lo que permite la formación de propiedades específicas del conjunto, las cuales no existen cuando se analizan de forma individual los componentes del sistema. La principal diferencia entre un sistema orgánico y uno no-orgánico es que los sistemas orgánicos son aquellos que desarrollan de manera autónoma y pasan por diversas etapas de complicación y diferenciación.

Otra clasificación ampliamente aceptada es la de los sistemas cerrados y los sistemas abiertos.

- Un sistema cerrado es aquel en el que existe nula o muy restringida interacción entre dicho sistema y su ámbito.
- Por otro lado, un sistema abierto es aquel en el que los efectos de las interacciones sistema-entorno deben ser cuidadosamente consideradas, ya que uno afecta al otro de manera directa.

Con base en las anteriores definiciones, se puede ubicar a los transportes como sistemas orgánicos y abiertos, debido a su injerencia directa en el medio donde se ubican, y a la continua transformación y adaptación que sufren para satisfacer las necesidades humanas en constante evolución.

Al sistematizarse los transportes, surgió la necesidad de una herramienta que permitiera analizarlos tomando en cuenta todas sus componentes y variables. Es aquí donde entró la Ingeniería de Sistemas, que orienta su actividad fundamentalmente en el diseño, planeación y optimación de sistemas complejos (Balderas y Sánchez, 2015).

De una manera muy generalizada y simple, la Ingeniería de Sistemas se encarga de resolver problemas, pero para esto, se vale de muchas herramientas teóricas y tecnológicas, como los modelos matemáticos, que se usan para descubrir las relaciones que existen entre los componentes que forman un sistema.

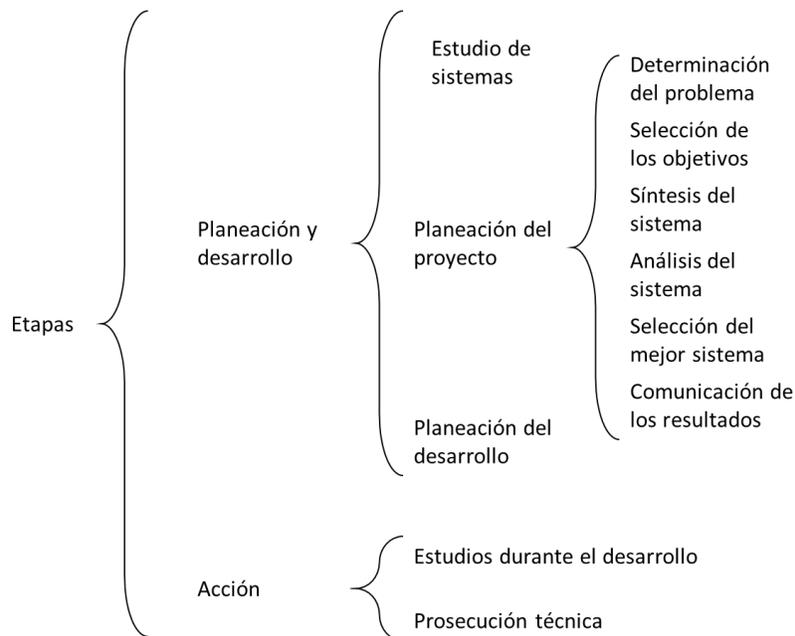
De acuerdo con Arbones (1991) la Ingeniería de Sistemas cuenta con cuatro objetivos principales:

- La formulación de planes y objetivos de largo alcance, que sirvan para vincular los proyectos individuales de un sistema u operación.
- Formular planes y objetivos para cada uno de los proyectos particulares, de tal forma que estos sean congruentes con los objetivos más lejanos. Conocer las necesidades presentes en la organización, así como prever las futuras, para que existan acciones planeadas conforme vayan surgiendo dichas necesidades.
- Mantenerse en constante actualización de las nuevas tecnologías, ideas, métodos y procesos.

- Llevar a cabo, de la manera más efectiva y eficiente posible, cada una de las operaciones marcadas en el proceso de la Ingeniería de Sistemas, conociendo con exactitud los requisitos para cada una de las fases de trabajo.

Además, las etapas de la Ingeniería de Sistemas se encuentran enlistadas en el Diagrama I.1.

Diagrama I.1 - Etapas de la ingeniería de Sistemas



Fuente: Elaboración propia con base en Arbones (1991).

Es así como se llega a los sistemas de transporte, que se pueden definir como un conjunto organizado de recursos, tanto humanos, como materiales y tecnológicos, cuyo objetivo es el traslado en el espacio de bienes o personas, de forma efectiva y eficiente, para que se conserven características primordiales de los elementos trasladados. También, cumpliendo con los objetivos de la Ingeniería de Sistemas, los sistemas de transporte deben ser económicos y adaptables a las nuevas tecnologías, lo que permita satisfacer las necesidades económicas y sociales de los humanos.

El análisis de los sistemas de transporte puede realizarse desde tres perspectivas, de acuerdo con Sussman (2009), las cuales son:

- **Tecnología:** La tecnología se refiere al componente material de los sistemas de transporte y como este se ha desarrollado a lo largo del tiempo. El metal con el que está hecho un vehículo, las vías de un tren, el combustible de un avión, el control de los sistemas, todos estos son ejemplos de tecnología en los transportes.
- **Sistemas:** Esta perspectiva se refiere al análisis y modelado de las redes de transporte, y de cómo estas redes cuentan con una fuente y una demanda, en constante interacción, influidas por una microeconomía que conduce su comportamiento.
- **Instituciones:** La tercera dimensión de los sistemas de transporte es la que se refiere a las organizaciones encargadas de llevar a cabo el despliegue, desarrollo y operación de los sistemas de transporte. Estas instituciones trabajan dentro de un complejo marco social, político y económico formado por una gran cantidad de elementos.

Para los fines de este trabajo, las perspectivas más importantes serán las de sistemas e instituciones, debido a que, en primera instancia se realizará el análisis del Metro como un sistema cuyo objetivo es proveer un servicio de transporte público masivo, seguro y confiable, que satisfaga las expectativas de calidad, accesibilidad, frecuencia y cobertura de los usuarios (STC, 2007). El fin del análisis del sistema (Metro) será la búsqueda de problemáticas, cuya solución recaerá en la institución (STC).

3. Nivel de servicio

El nivel de servicio nos permite conocer cuál es la percepción del cliente acerca de los servicios de transporte que utiliza actualmente. Con base en esta percepción, el cliente realizará decisiones sobre cuál va a ser el modo de transporte que va a utilizar en el futuro. Si por ejemplo el cliente decide que, a pesar de su bajo coste, el Metro representa mucha incomodidad y los tiempos de espera para llegar del punto A al punto B son muy largos, probablemente preferirá usar otros medios que considere más eficientes, a pesar de que representen una inversión mayor en cuanto a costos o tengan un impacto mayor en el entorno, como el aumento del tránsito vehicular y por consiguiente una mayor contaminación.

Existe evidencia de la directa relación de la calidad del servicio con las preferencias de los usuarios. Obtenida a partir de encuestas a usuarios del transporte público de Uzbekistán,

Kirguistán y varias ciudades brasileñas, esta evidencia muestra que las personas en situación de pobreza están dispuestas a pagar más por un mejor servicio, aunque este provenga de un sector informal del transporte, a pagar menos por el barato pero deficiente transporte público gubernamental. De manera similar, en ciudades donde las tarifas de metro son más caras que las de autobús, la gente pobre prefiere el metro debido a la calidad de servicio superior que ofrece (Banco Mundial, 2002).

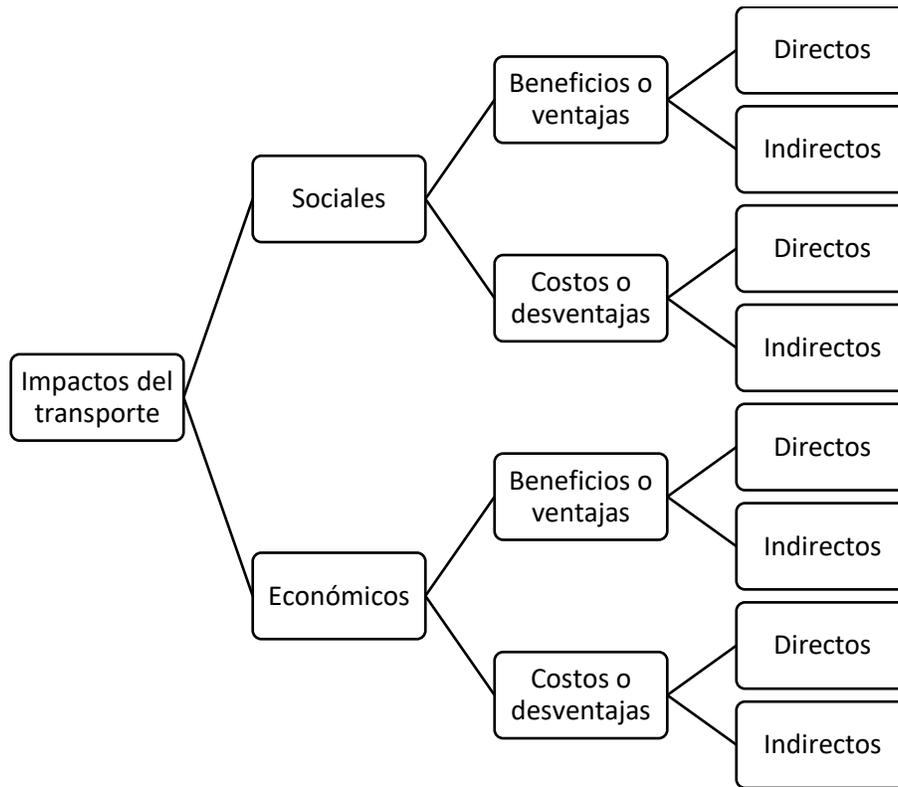
Pero la búsqueda de un transporte público con calidad de servicio aceptable para el usuario no solo resulta en la disposición de los pobres a gastar más dinero para transportarse, sino que en el caso de las personas de clase media y alta, estas prefieren usar automóviles privados, que son un medio de transporte excluyente que genera costos sociales, económicos y ambientales (ONU-Hábitat, 2015) que afectan en mayor medida a las personas pobres, debido a que están más expuestas por tener un acceso deficiente a los servicios públicos.

Para determinar el nivel de servicio en sistemas que transportan pasajeros, se deben tomar en cuenta variables cuantitativas y cualitativas, pues si bien a una persona le interesan aspectos medibles como el tiempo de traslado y los costos asociados, sus razones para elegir tal o cual modo de transporte pueden ser también asociadas a variables subjetivas, como factores de estatus, de ideologías o de poder.

Como se mencionó en el caso de los automóviles, que es además el caso de todos los medios de transporte, incluido el transporte público, estos tienen impactos, costos o externalidades sociales, económicas (Diagrama I.2) y más recientemente, ambientales.

La primera jerarquía es la de impactos sociales e impactos económicos. Los impactos sociales se refieren a como los transportes cambian o transforman las interrelaciones entre las personas o los diversos grupos sociales. Los impactos económicos son aquellos que están relacionados con los fenómenos y procesos que ocasionan una mejora o detrimento en las economías de los individuos, corporaciones, instituciones o incluso naciones. Puede ser un error separar las dos clases de impactos, ya que se encuentran íntimamente interrelacionados y un impacto económico se puede traducir en uno social y viceversa. Sin embargo, es necesario crear una distinción entre las dos jerarquías, puesto que esto facilita su análisis.

Diagrama 1.2 - Impactos del transporte



Fuente: Elaboración propia con base en Islas y Lelis (2007).

La segunda jerarquía hace la distinción entre beneficios o ventajas y costos o desventajas. Ya se dijo que todos los cambios que se hacen en los transportes van dirigidos a crear mejoras, pero a veces las desventajas son inevitables. Así pues, los aspectos positivos son los beneficios o ventajas (e.g. la construcción de un segundo piso aumenta la capacidad de tránsito de una vía vehicular), mientras que los costos o desventajas son los aspectos negativos (e.g. un segundo piso provoca contaminación visual y molestias a los edificios cercanos).

La tercera categoría es la que determina si el impacto es directo o indirecto. Un impacto es directo cuando el beneficiado o afectado es directamente el usuario del sistema de transporte, ya sea una persona o una compañía. Un impacto indirecto, por otro lado, es aquel impacto que recae sobre terceros, que conviven en el mismo ámbito de los sistemas de transporte, pero no participan en los sistemas de transporte o no los utilizan.

Respecto a dichos impactos, se han creado diversos ejemplos y definiciones.

Cuando se habla de los impactos sociales directos, “al elevar el nivel económico de una región, [los transportes] dan facilidad al desarrollo social y cultural” (Rees 1976). Por otro lado, Dickey (1977) menciona que “al proporcionar movilidad y accesibilidad en mayor escala, aumenta las oportunidades de realización de los individuos”.

En cuanto a los beneficios sociales indirectos, Fuentes (1960) menciona que el transporte “permite la descentralización de las funciones e instalaciones” y también se dice que “modifica los patrones urbanos y rurales de crecimiento, al corregir la tendencia en la localización de, principalmente, el empleo, la habitación y los servicios” (Coatsworth 1976; González, 1973; Krueckerberg 1978).

4. Bienestar

Amartya Sen (1985) define el “bienestar” como la realización de una persona: ¿qué tan bien se encuentra esa persona como un ser? De una manera un tanto más específica, el bienestar de una persona puede ser visto como la evaluación de la magnitud de sus funciones, siendo una función lo que una persona logra ser o hacer. Esta definición a primera vista puede parecer una idea más bien abstracta, pero las funciones son parte fundamental de la vida de una persona: ¿*está* esa persona bien alimentada? ¿*es* esa persona parte de la vida de su comunidad?

El bienestar no es únicamente la realización de un individuo, sino que también es la medida de la libertad del individuo para lograr dicha realización. Debido a esto, se puede decir que el bienestar no se puede medir sólo como las “ventajas” de las que disfruta un individuo frente a otro. Aunque una persona tenga “ventajas”, el no aprovecharlas resulta en lo mismo que no tenerlas, además de que, aunque estas ventajas sean aprovechadas, si alguien sacrifica su bienestar, medido desde otros aspectos, para perseguir objetivos que proporcionan estas “ventajas” pero que no son los objetivos que el individuo desea, el bienestar, como la libertad, se ve afectado de igual forma (Burchi, Muro y Kollar, 2014).

El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2012), de acuerdo con la Metodología oficial de México, define a una persona en situación de pobreza “cuando no tiene garantizado el ejercicio de al menos uno de sus derechos para el desarrollo social, y sus ingresos son insuficientes para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades”. La pobreza es entonces un concepto multidimensional en el que las personas no cuentan con los de medios sociales, culturales y económicos que garantizan su acceso a los niveles mínimos de nutrición y a la participación en la vida diaria de la sociedad, así como su reproducción económica y social.

El CONEVAL ha establecido también parámetros relevantes que permiten identificar a la población en situación de pobreza mediante las Líneas de Bienestar.

La Línea de Bienestar es “el valor monetario de una canasta alimentaria básica” (CONEVAL, 2012) y la Línea de Bienestar Mínimo es “el valor monetario de una canasta de alimentos, bienes y servicios básicos” (CONEVAL, 2012). Como referencia, en diciembre de 2014, la Línea de Bienestar era de \$2,636.85 pesos mensuales, y la Línea de Bienestar Mínimo de \$1,291.93 (CONEVAL, 2016).

Para caracterizar el bienestar en la ZMVM, se cuenta con algunos indicadores. En 2014, de acuerdo con datos del CONEVAL (2014), el 28.4% de las personas se encontraban en situación de pobreza y el 1.7% en pobreza extrema. También, se calcula que el 40% de los hogares no cuentan con acceso a servicios básico, como son electricidad, agua corriente o alcantarillado. El desempleo es relativamente bajo, pues se encuentra alrededor del 4.8% en promedio. La educación es un asunto especial, pues si bien la ZMVM cuenta con algunos de los municipios con mayor nivel educativo a nivel nacional, también tiene municipios que cuentan con bajos niveles de escolaridad (OCDE, 2015) lo que provoca la necesidad de que la medición de la educación tenga que ser puntual y específica de cada municipio.

En cuanto a distribución territorial y transporte, los empleos se concentran en 4 delegaciones centrales de la Ciudad de México, lo que provoca que el 40% de los habitantes de la ZMVM tengan que cruzar al menos una frontera municipal para poder llegar a su trabajo.

II. EL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO

Ya que se han mencionado los aspectos básicos de los sistemas de transporte, y todo lo que estos conllevan, se puede caracterizar al STC Metro.

1. Historia

En 1960 el entonces Departamento del Distrito Federal contaba ya con casi 4.9 millones de habitantes (INEGI, 2017), población que aumentaría a 6.9 millones para 1970 (INEGI, 2017). Este rápido crecimiento comenzó a evidenciar la necesidad de crear un sistema de transporte masivo que tuviera la capacidad de trasladar a una gran cantidad de personas de una manera eficiente pues, por ejemplo, tan sólo en el centro de la Ciudad se realizaban el 40% de los viajes (Noreña y Castañeda, 1985).

Ilustración II.1 - Tramo inaugural del Metro de la Ciudad de México (las estaciones resaltadas son actualmente correspondencias)



Fuente: Elaboración propia con base Wikimedia Commons (2017).

La historia del Metro y las propuestas de proyectos que lo precedieron se puede seguir hasta 1958, cuando estudiantes de la UNAM presentaron una propuesta en forma de tesis para construir un monorraíl en la Ciudad de México. Fue hasta 1966 que el Gobierno Federal, influido por las propuestas del Ing. Bernardo Quintana Arrijoja y con la ayuda del gobierno francés, inició gestiones que llevarían a la construcción de las primeras líneas de Metro (González y Navarro, 1990). Así, el 29 de abril de 1967, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el decreto presidencial que crea el Sistema de Transporte Colectivo: “Organismo Público Descentralizado, cuyo objeto es la operación y explotación de un tren rápido, movido por energía eléctrica, con recorrido subterráneo, superficial para dar movilidad

principalmente a usuarios del Distrito Federal”, ahora Ciudad de México (STC, 2017). El 19 junio del mismo año se inauguró la obra de la Línea 1 del Metro y tres años después, el 4 de septiembre de 1969, el presidente Gustavo Díaz Ordaz y el regente del DDF, Alfonso Corona Rosal, inauguraron formalmente el servicio entre las estaciones Chapultepec y Zaragoza (ilustración II.1).

Ilustración II.2 - Mapa topológico de la red del STC Metro



Fuente: Wikimedia Commons (2008).

Actualmente el Metro cuenta con 195 estaciones, repartidas en 12 líneas a lo largo de 221.5 km (ilustración II.2). A continuación, se presentan las principales características de cada una de las 12 líneas.

2. Red

i. Línea 1

Gráfico II.1 - Línea 1



Fuente: STC Metro (2017).

Fue la primera línea construida de la Red. El primer tramo, que constó de 16 estaciones y 12.660 km, cuyo recorrido fue Chapultepec – Zaragoza, se inauguró el 4 de septiembre de 1969. Se completó el 22 de agosto de 1984, con 18.828 km y 20 estaciones en total:

- | | |
|--|--|
| 1) Observatorio – Estación terminal. | 11) Pino Suárez – Estación de correspondencia con Línea 2. |
| 2) Tacubaya – Estación de correspondencia con Línea 7 y 9. | 12) Merced |
| 3) Juanacatlán | 13) Candelaria – Estación de correspondencia con Línea 4. |
| 4) Chapultepec | 14) San Lázaro – Estación de correspondencia con Línea B. |
| 5) Sevilla | 15) Moctezuma |
| 6) Insurgentes | 16) Balbuena |
| 7) Cuauhtémoc | 17) Blvd. Puerto Aéreo |
| 8) Balderas – Estación de correspondencia con Línea 3. | 18) Gómez Farías |
| 9) Salto del Agua – Estación de correspondencia con Línea 8. | 19) Zaragoza |
| 10) Isabel la Católica | |

- 20) Pantitlán – Estación de correspondencia con Línea 5, 9 y A.

(Una estación de correspondencia es aquella que sirve para transitar de una línea a otra).

De los 18.828 km, 16.654 km se usan para el servicio de pasajeros y el resto para realizar maniobras. Su vía es de tipo neumática y casi su totalidad, de Tacubaya a Pantitlán, es subterránea, siendo Observatorio una estación superficial. Se encuentra dentro de las delegaciones Álvaro Obregón, Cuauhtémoc y Venustiano Carranza.

ii. Línea 2

Gráfico II.2 - Línea 2



Fuente: STC Metro (2017).

La construcción de la Línea 2 se inició el 1 de agosto de 1970, con el tramo Tasqueña – Pino Suárez, y constó de 11 estaciones a lo largo de 11.321 km. Se completó el 22 de agosto de 1984, con una longitud de 23.431 km y consta de 24 estaciones:

- | | |
|---|--|
| 1) Cuatro Caminos – Estación terminal | 8) San Cosme |
| 2) Panteones | 9) Revolución |
| 3) Tacuba – Estación de correspondencia con Línea 7 | 10) Hidalgo – Estación de correspondencia con Línea 3 |
| 4) Cuitláhuac | 11) Bellas Artes – Estación de correspondencia con Línea 8 |
| 5) Popotla | 12) Allende |
| 6) Colegio Militar | 13) Zócalo |
| 7) Normal | |

- | | |
|---|---|
| 14) Pino Suárez – Estación de correspondencia con Línea 1 | 20) Nativitas |
| 15) San Antonio Abad | 21) Portales |
| 16) Chabacano – Estación de correspondencia con Línea 8 y 9 | 22) Ermita – Estación de correspondencia con Línea 12 |
| 17) Viaducto | 23) General Anaya |
| 18) Xola | 24) Tasqueña – Estación terminal |
| 19) Villa de Cortés | |

De los 23.431 km, 20.713 se usan para servicio de los pasajeros y el resto para maniobras. Su vía es de tipo neumática. El tramo Cuatro Caminos – Pino Suárez es subterráneo y San Antonio Abad – Tasqueña es superficial. Inicia en el municipio de Naucalpán de Juárez del Estado de México, atraviesa las delegaciones Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Iztacalco, Benito Juárez y termina en Coyoacán.

iii. Línea 3

Gráfico II.3 - Línea 3



Fuente: STC Metro (2017).

La construcción de la Línea 3 se comenzó el 20 de noviembre de 1970. El tramo inicial fue Tlatelolco – Hospital General y constó de 7 estaciones a lo largo de 5.441 km. Se completó el 30 de agosto de 1983, con un total de 21 estaciones a lo largo de 23.609 km:

- | | |
|--|---|
| 1) Indios Verdes – Estación terminal | 4) La Raza – Estación de correspondencia con Línea 5 |
| 2) Deportivo 18 de Marzo – Estación de correspondencia con Línea 6 | 5) Tlatelolco |
| 3) Potrero | 6) Guerrero – Estación de correspondencia con Línea B |

- | | |
|---|---|
| 7) Hidalgo – Estación de correspondencia con Línea 2 | 14) Eugenia |
| 8) Juárez | 15) División del Norte |
| 9) Balderas – Estación de correspondencia con Línea 1 | 16) Zapata – Estación de correspondencia con Línea 12 |
| 10) Niños Héroes | 17) Coyoacán |
| 11) Hospital General | 18) Viveros/Derechos Humanos |
| 12) Centro Médico – Estación de correspondencia con Línea 9 | 19) Miguel Ángel de Quevedo |
| 13) Etiopía/Plaza de la Transparencia | 20) Copilco |
| | 21) Universidad – Estación terminal |

De la longitud total, 21.278 km corresponden al servicio a pasajeros y el resto es usado para maniobras. Casi la totalidad de estaciones, de La Raza a Copilco, son subterráneas, mientras que el tramo Indios Verdes – Potrero y Universidad son superficiales. Su vía es de tipo neumática y la línea recorre las delegaciones Gustavo. A Madero, Cuauhtémoc, Benito Juárez, Álvaro Obregón y Coyoacán.

iv. Línea 4

Gráfico II.4 - Línea 4



Fuente: STC (2017).

La construcción de la Línea 4 se inició el 29 de agosto de 1981, teniendo el tramo inicial 7 estaciones a lo largo de 7.499 km. La totalidad de la línea se completó el 26 de mayo de 1982, con un total de 10 estaciones y 10.747 km:

- 1) Martín Carrera – Estación terminal y de correspondencia con Línea 6
- 2) Talismán

- 3) Bondojito
- 4) Consulado – Estación de correspondencia con Línea 5
- 5) Canal del Norte
- 6) Morelos – Estación de correspondencia con Línea B
- 7) Candelaria – Estación de correspondencia con Línea 1
- 8) Fray Servando
- 9) Jamaica – Estación de correspondencia con Línea 9
- 10) Santa Anita – Estación de correspondencia con Línea 8

De los 10.747 km, 9.363 se usan para servicio a pasajeros y el resto para maniobras. Su vía es de tipo neumática. La estaciones Martín Carrera y Candelaria son superficiales, mientras que los tramos Talismán – Morelos y Fray Servando – Santa Anita son elevados. Sirve a las delegaciones Gustavo A. Madero, Venustiano Carranza e Iztacalco.

v. Línea 5

Gráfico II.5 - Línea 5



Fuente: STC (2017).

El tramo inicial de la Línea 5 se inauguró el 19 de diciembre de 1981, con 7 estaciones y 9.154 km. La totalidad de la Línea se completó el 30 de agosto de 1982, con un total de 13 estaciones a lo largo de 15.675 km:

- 1) Politécnico – Estación terminal
- 2) Instituto del Petróleo – Estación de correspondencia con Línea 6
- 3) Autobuses del Norte
- 4) La Raza – Estación de correspondencia con Línea 3
- 5) Misterios
- 6) Valle Gómez

- 7) Consulado – Estación de correspondencia con Línea 4
- 8) Eduardo Molina
- 9) Aragón
- 10) Oceanía – Estación de correspondencia con Línea B
- 11) Terminal Aérea
- 12) Hangares
- 13) Pantitlán – Estación de correspondencia con Línea 1, 9 y A.

De los 15.675 km, 14.435 se usan para el servicio de pasajeros y el resto para maniobras. El tipo de vía es neumático. Las estaciones en los tramos Politécnico – La Raza y Venustiano Carranza – Oceanía son superficiales, mientras que Misterios – Valle Gómez y Terminal Aérea – Pantitlán son subterráneas. Sirve a las delegaciones Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza.

vi. Línea 6

Gráfico II.6 - Línea 6



Fuente: STC (2017).

El tramo inicial de la Línea 6 se inauguró el 21 de diciembre de 1983, constaba de 7 estaciones y 9.264 km. La línea se completó el 8 de julio de 1986, con 11 estaciones y 13.947 km de longitud:

- 1) El Rosario – Estación terminal y de correspondencia con Línea 7
- 2) Tezozómoc -
- 3) UAM-Azcapotzalco
- 4) Ferrería/Arena Ciudad de México
- 5) Norte 45
- 6) Vallejo

- 7) Instituto del Petróleo – Estación de correspondencia con Línea 5
- 8) Lindavista
- 9) Deportivo 18 de marzo – Estación de correspondencia con Línea 3
- 10) La Villa-Basílica
- 11) Martín Carrera – Estación de correspondencia con Línea 4

De la longitud total de la línea, 11.434 km sirven para el servicio de pasajeros y el resto para maniobras. El tipo de vía es neumático. Casi la totalidad de la línea es subterránea, de Tezozomoc a Martín Carrera, siendo El Rosario superficial. Se encuentra dentro de las delegaciones Gustavo A. Madero y Azcapotzalco.

vii. Línea 7

Gráfico II.7 - Línea 7



Fuente: STC (2017).

Tacuba – Auditorio fue el tramo inicial de la Línea 7, el cual estaba formado por 4 estaciones en 5.424 km, y fue inaugurado el 20 de diciembre de 1984. En el presente, la línea tiene 14 estaciones repartidas en 18.784 km, y fue terminada el 29 de noviembre de 1988. Las estaciones son las siguientes:

- 1) El Rosario – Estación terminal y de correspondencia con Línea 7.
- 2) Aquiles Serdán
- 3) Camarones
- 4) Refinería
- 5) Tacuba – Estación de correspondencia con Línea 2
- 6) San Joaquín
- 7) Polanco
- 8) Auditorio

- 9) Constituyentes
- 10) Tacubaya – Estación de correspondencia con Línea 1 y 9
- 11) San Pedro de los Pinos
- 12) San Antonio
- 13) Mixcoac – Estación de correspondencia con Línea 12
- 14) Barranca del Muerto

De los 18.784 km, 17.011 son para el servicio de pasajeros y el resto para maniobras. La el tipo de vía es neumático. La estación Rosario es superficial, mientras el resto, Aquiles Serdán – Barranca del Muerto, es subterránea. Sirve a las delegaciones Azcapotzalco, Miguel Hidalgo, Benito Juárez y Álvaro Obregón.

viii. Línea 8

Gráfico II.8 - Línea 8



Fuente: STC (2017).

La estación fue inaugurada en su totalidad el 20 de julio de 1994, con 20.078 km de longitud y 19 estaciones:

- | | |
|--|--|
| 1) Garibaldi/Lagunilla – Estación de correspondencia con Línea B | 7) Chabacano – Estación de correspondencia con Línea 2 y 9 |
| 2) Bellas Artes – Estación de correspondencia con Línea 2 | 8) La Viga |
| 3) San Juan de Letrán | 9) Santa Anita – Estación de correspondencia con Línea 4 |
| 4) Salto del Agua – Estación de correspondencia con Línea 1 | 10) Coyuya |
| 5) Doctores | 11) Iztacalco |
| 6) Obrera | 12) Apatlaco |
| | 13) Aculco |

14) Escuadrón 201

17) Cerro de la Estrella

15) Atlalilco – Estación de
correspondencia con Línea 12

18) UAM-I

19) Constitución de 1917

16) Iztapalapa

De los 20.078 km, 17.679 son para el servicio de pasajeros y el resto para maniobras. La vía es de tipo neumática. Gran parte de las estaciones son subterráneas, a saber: el tramo Garibaldi/Lagunilla – Santa Anita y el tramo Escuadrón 201 – Constitución de 1917, siendo superficial el tramo Coyuya – Aculco. Sirve a las delegaciones Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Iztacalco e Iztapalapa.

ix. Línea 9

Gráfico II.9 - Línea 9



Fuente: STC (2017).

La línea estuvo formada en un principio por 9 estaciones en 11.669 km y fue inaugurada el 26 de agosto de 1987. Un año después, el 29 de agosto de 1988 fue inaugurado el resto, lo que resultó en un total de 12 estaciones y 15.375 km de longitud:

- 1) Tacubaya – Estación terminal y de correspondencia con Línea 1 y 7
- 2) Patriotismo
- 3) Chilpancingo
- 4) Centro Médico – Estación de correspondencia con Línea 3
- 5) Lázaro Cárdenas
- 6) Chabacano – Estación de correspondencia con Línea 2 y 8
- 7) Jamaica – Estación de correspondencia con Línea 4
- 8) Mixiuhca
- 9) Velódromo
- 10) Ciudad Deportiva

11) Puebla

12) Pantitlán – Estación terminal y de correspondencia con Línea 1, 5 y A

De los 15.375 km, 13.033 se usan para servicio de pasajeros, el resto para maniobras. La vía es de tipo neumático. El tramo Tacubaya – Mixiuhca es subterráneo, mientras que Velódromo – Pantitlán es elevado. Sirve a las delegaciones Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza e Iztacalco.

x. Línea A

Gráfico II.10 - Línea 9



Fuente: STC (2017).

La línea fue inaugurada en su totalidad el 12 de agosto de 1991. Cuenta con 10 estaciones a lo largo de 17.192 km:

- 1) Pantitlán – Estación terminal y de correspondencia con Línea 1, 5 y 9
- 2) Agrícola Oriental
- 3) Canal de San Juan
- 4) Tepalcates
- 5) Guelatao
- 6) Peñón Viejo
- 7) Acatitla
- 8) Santa Marta
- 9) Los Reyes
- 10) La Paz – Estación terminal

14.893 km son para el servicio de pasajeros, el resto para maniobras. La línea fue la primera de tipo férrea en ser construida dentro del Sistema Metro. Provee de servicio a las

delegaciones Iztacalco e Iztapalapa, además de al municipio de Los Reyes la Paz, en el Estado de México.

xi. Línea B

Gráfico II.11 . Línea 9



Fuente: STC (2017).

El primer tramo de la Línea B, Villa de Aragón – Buenavista, fue inaugurado el 15 de diciembre de 1999 y estaba formado por 13 estaciones, con una longitud de 12.139 km. El segundo y final tramo fue inaugurado el 30 de noviembre del 2000, por lo que la línea cuenta ahora con 21 estaciones y una longitud de 23.722 km:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1) Buenavista – Estación terminal | 11) Deportivo Oceanía |
| 2) Guerrero – Estación de correspondencia con Línea 3 | 12) Bosque de Aragón |
| 3) Garibaldi/Lagunilla – Estación de correspondencia con Línea 8 | 13) Villa de Aragón |
| 4) Lagunilla | 14) Nezahualcóyotl |
| 5) Tepito | 15) Impulsora |
| 6) Morelos – Estación de correspondencia con Línea 4 | 16) Río de los Remedios |
| 7) San Lázaro | 17) Múzquiz |
| 8) Ricardo Flores Magón | 18) Ecatepec |
| 9) Romero Rubio | 19) Olímpica |
| 10) Oceanía – Estación de correspondencia con Línea 5 | 20) Plaza Aragón |
| | 21) Ciudad Azteca – Estación terminal |

De los 23.722 km, 20.278 son para servicio de pasajeros y el resto para maniobras. La vía es de tipo neumático. El tramo Buenavista – Morelos es subterráneo, San Lázaro – Oceanía es

elevado y Deportivo Oceanía – Ciudad Azteca es a nivel superficie. Sirve a las delegaciones Cuauhtémoc, Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero, además del municipio de Ecatepec de Morelos del Estado de México.

xii. Línea 12

Gráfico II.12 - Línea 12



Fuente: STC (2017).

Es la línea más nueva del Sistema Metro. Fue inaugurada el 30 de octubre de 2012. Cuenta con 20 estaciones y 12.660 km de longitud:

- | | |
|---|--|
| 1) Tláhuac – Estación terminal | 13) Mexicaltzingo |
| 2) Tlaltenco | 14) Ermita – Estación de correspondencia con Línea 2 |
| 3) Zapotitlán | 15) Eje Central |
| 4) Nopalera | 16) Parque de los Venados |
| 5) Olivos | 17) Zapata – Estación de correspondencia con Línea 3 |
| 6) Tezonco | 18) Hospital 20 de Noviembre |
| 7) Periférico Oriente | 19) Insurgentes Sur |
| 8) Calle 11 | 20) Mixcoac – Estación terminal y de correspondencia con Línea 7 |
| 9) Lomas Estrella | |
| 10) San Andrés Tomatlán | |
| 11) Culhuacán | |
| 12) Atlalilco – Estación de correspondencia con Línea 8 | |

De la longitud total, 20.280 km son usados para el servicio de pasajeros, el resto para maniobras. Al igual que la Línea A, es de tipo férrea. El tramo Mixcoac – Atlalilco es

subterráneo, mientras que el tramo Culhuacán – Tláhuac es elevado. Sirve a las delegaciones Benito Juárez, Iztapalapa y Tláhuac.

3. Operación

i. Aspectos generales

El costo de un viaje en el Metro es de \$5 pesos para usuarios de entre 5 y 60 años. Los niños menores a 5 años, así como las personas de la tercera edad y las personas con alguna forma de discapacidad no pagan boleto. Para los estudiantes que pertenecen al INJUVE, el costo del viaje es de \$3 pesos.

Para hacer el pago del viaje existen dos modalidades: boleto de papel con cinta magnética, cada uno con un costo de \$5 pesos, o una tarjeta recargable cuyo costo es de \$10 pesos, más la cantidad de “viajes” (de \$5 pesos) que se quieran recargar, hasta un máximo de \$120 pesos. El saldo de la tarjeta es vigente hasta 300 días naturales y la tarjeta no tiene fecha de vigencia. Cabe destacar que esta tarjeta también sirve para ser usada en Metrobús y Tren Ligero.

Respecto a los horarios, el Metro da servicio en tres horarios distintos:

- Días laborales: de 05:00 a 24:00 horas
- Sábados: de 06:00 a 24:00 horas
- Domingos y días festivos: 07:00 a 24:00 horas

ii. Parque vehicular

El Sistema Metro cuenta con un parque vehicular de 390 trenes, de los cuales:

- 321 son de rodadura neumática
 - 292 trenes tienen 9 carros (o vagones)
 - 29 trenes tienen 6 carros
 - 69 trenes de rodadura férrea
- 12 trenes tienen 9 carros
 - 27 trenes tienen 6 carros

- 30 trenes tienen 7 carros

La cantidad de carros depende de la línea, así como de la demanda de servicio.

Ilustración II.3 - Tren de rodadura neumática



Fuente: Elaboración propia.

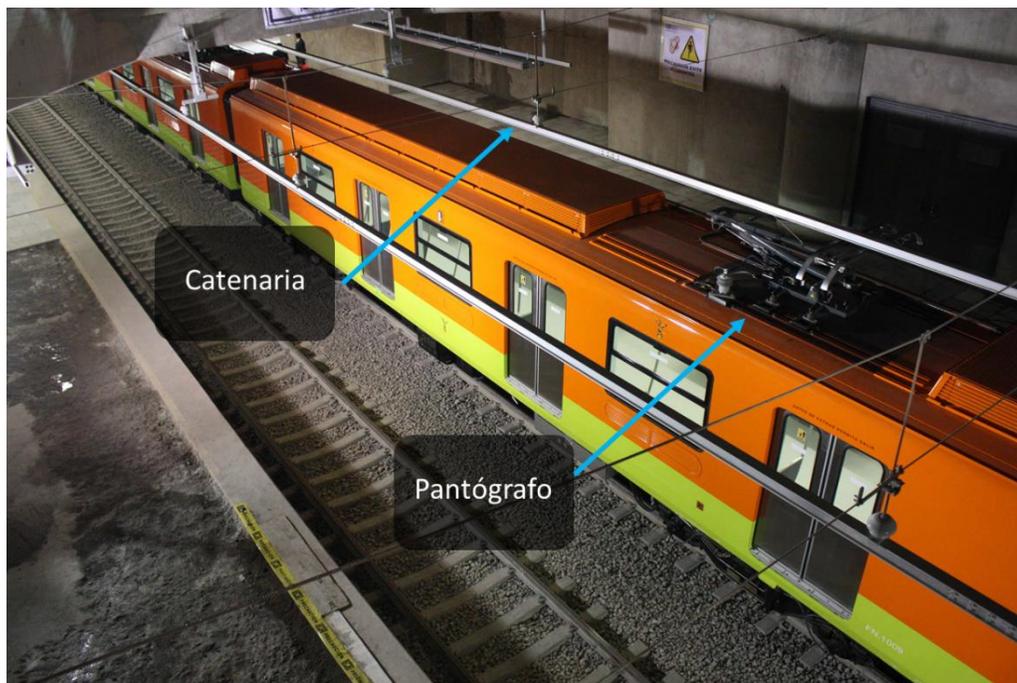
Ilustración II.4 - Vías de un tren de rodadura neumática



Fuente: Elaboración propia.

Un carro de rodadura neumática consta de dos boogies o carretillas, uno en cada extremo. Cada boogie consta de dos ejes, en cuyos extremos se encuentran las llantas de rodamiento (ilustración II.3). Cada una de estas llantas rueda sobre la pista de rodamiento, que se ubica en la parte exterior del riel. Además, cada boogie tiene apoyadas sobre su chasis cuatro ruedas guía que ruedan perpendiculares a las llantas de rodamiento, sobre las llamadas barras guía (ilustración II.4). El objetivo de estas ruedas guía es mantener el carro en el centro del carril de rodamiento. La barra guía cumple también otro objetivo importante: sobre esta circula la energía eléctrica que alimenta a los vagones, a través de escobillas, que se encuentran en medio de cada boogie.

Ilustración II.5 - Tren de rodadura férrea



Fuente: Elaboración propia.

Los carros de rodadura férrea comparten ciertas características con los de rodadura neumática: en el extremo frontal y trasero tienen un boogie, que a su vez tiene dos ejes, y cada eje en sus extremos tiene fijadas dos ruedas metálicas. A diferencia de los neumáticos, estos trenes usan la rueda metálica tanto para rodar como para guiar a los trenes. Además, la alimentación se da mediante un pantógrafo con patín de rozamiento de carbón, en contacto con una catenaria suspendida sobre los trenes (ilustración II.5).

Los trenes se encuentran distribuidos de la siguiente forma:

Tabla II.1 - Distribución de los trenes en las líneas de Metro

Línea	Trenes	Línea	Trenes
1	49	7	33
2	40	8	30
3	50	9	29
4	12	A	30
5	25	B	39
6	17	12	36

Fuente: Elaboración propia con base en STC (2017).

Como se puede observar, las Líneas 3, 1 y 2 son las que tienen la mayor cantidad de trenes asignados, mientras que la 5, 6 y 4 son las que tienen menos trenes.

En cuanto a la capacidad de pasajeros por tren, se distribuye de la siguiente forma:

Tabla II.2 - Capacidad de los diferentes trenes

Tren	Sentados	Parados	Total
6 vagones	240	780	1020
7 vagones	336	1139	1475
9 vagones	360	1170	1530

Fuente: Elaboración propia con base en STC (2017).

iii. Cifras de operación

De acuerdo con las cifras de operación del STC, el Metro transportó en 2016 a 1,662 millones 562 mil 714 usuarios o un promedio en día laboral de 5.5 millones -a pesar de que su

capacidad es de 3 millones de personas (Notimex, 2016)- lo que lo vuelve el octavo metro con mayor número de usuarios a nivel mundial (El Financiero, 2016). La afluencia anual se encuentra en el gráfico II.18, con la afluencia por estaciones en la tabla II.3 y las estaciones con mayor afluencia en la tabla II.4. Aún con estas cifras, la ineffectividad del Metro para llevar a cabo su cometido como “columna vertebral” del sistema de transporte de la ciudad y así desincentivar el uso del automóvil (González y Navarro, 1990) es evidente, pues solo el 8% de los viajes diarios en la ZMVM se realizan en sistemas integrados de transporte público masivo (que además incluyen al Metrobús, Trolebús y Tren Ligero), mientras que el 29% (alrededor de 6.3 millones) son realizados en automóvil privado, el 60.6% en transporte público concesionado de baja capacidad (camiones, microbuses, combi) y el 2.4% en bicicleta y motocicleta. Como punto de comparación, en Hong Kong el 90% de los viajes diarios se hacen a pie, en bicicleta o en transporte público, siendo su densidad poblacional mayor que la de la Ciudad de México (ONU-Hábitat, 2015).

Gráfico II.13 - Afluencia anual de pasajeros en el Metro



Fuente: Elaboración propia con base en STC (2017).

Tabla II.3 - Afluencia en las líneas durante el 2017

Línea	Afluencia
1	122,529,744
2	137,421,884
3	115,597,756
4	15,142,258
5	42,031,481
6	24,583,302
7	52,188,492
8	66,450,804
9	57,585,719
A	51,521,400
B	75,716,035
12	58,140,400

Fuente: Elaboración propia con base en STC (2017).

Tabla II.4 - Estaciones con mayor afluencia con base en el número de usuarios al día

Línea	Estación	Pasajeros
3	Indios Verdes	128,602
A	Pantitlán	130,293
2	Cuatro Caminos	115,009
5	Pantitlán	111,097
9	Pantitlán	101,974
8	Constitución de 1917	102,311
2	Taxqueña	82,975
1	Observatorio	82,578
3	Universidad	85,616
2	Zócalo	72,571

Fuente: Elaboración propia con base en STC (2017).

III. EVIDENCIA EMPÍRICA DE MEDICIÓN DE NIVEL DE SERVICIO

1. Nivel de servicio de transportes en países del mundo

i. Transporte público, Beijing, China

Beijing es la capital de China y alberga, de acuerdo con la OCDE (2015), a 24 millones 900 mil habitantes en toda la zona metropolitana. Debido a esta gran cantidad de población, la ciudad cuenta con una gran cantidad de medios de transporte, siendo estos el metro, tren suburbano, autobuses, trolebuses y taxis.

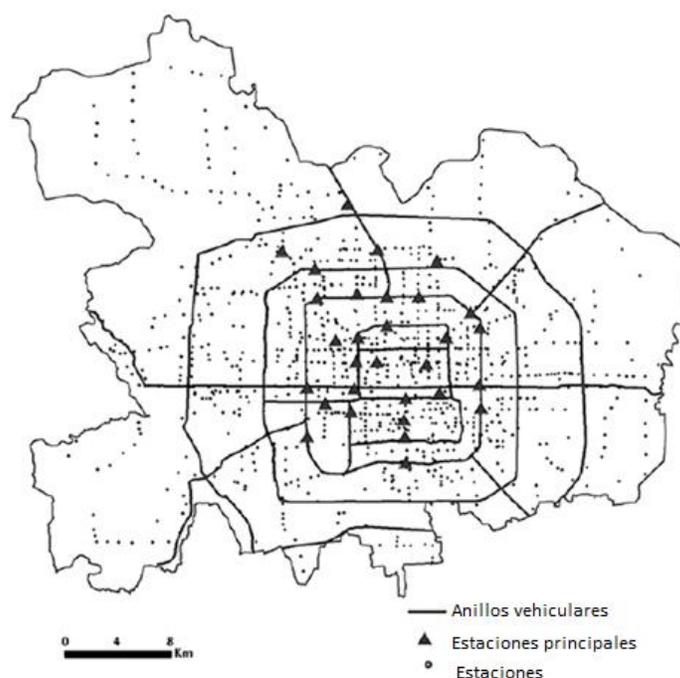
Para evaluar la satisfacción del público con el transporte público, Ji y Gao elaboraron en 2010 un estudio que no solo consideraba la opinión de las personas respecto a la calidad del servicio, sino que además tomaba en cuenta la accesibilidad al transporte público, lo que es también una medida de la calidad. El primer paso del estudio consistió en realizar una encuesta, en la que participaron más de 10 mil residentes de toda la ciudad. El área de estudio abarcó 110 Jiedaos, la cual es unidad básica administrativa de China, que equivale a un subdistrito. El tamaño de la muestra se obtuvo al entrevistar a la milésima parte de la población de cada Jiedao.

Las encuestas buscaron hacer una caracterización socio demográfica de las personas, además de conocer sus hábitos de transporte, como tiempo de viaje, medios usados y nivel de satisfacción no solo con el transporte público, sino también con el tránsito vehicular, basándose para este nivel, en una escala del 1 al 5, siendo 1 muy insatisfactorio y 5 muy satisfactorio, además de tener la opción de “sin comentarios”. También se tomó en cuenta que Beijing es una ciudad que cuenta con vías de circunvalación, por lo que la relación de la localización de estudio en torno a las vías fue importante. Además, se midieron las distancias a lugares importantes como hospitales, escuelas, parques, etc.

El siguiente paso fue medir la accesibilidad al transporte público, para la cual se consideraron únicamente el metro y los autobuses. La metodología consistió en examinar el número de paradas alrededor de las residencias de estudio en un rango de 200, 400, ... y 1200 metros.

En el caso de los autobuses y para determinar la conectividad, utilizaron el término conectividad de autobuses o COB, por sus siglas en inglés. Para este índice se determinaron las estaciones principales del área de estudio, cuyos criterios de selección fueron la localización en nodos de funcionamiento de la ciudad, sitios históricos y turísticos, centros de negocios y zonas comerciales importantes. Estas estaciones resultaron ser 30 (ilustración III.1), que además de ser reconocidas por muchos habitantes, estaban homogéneamente distribuidas por toda la zona de estudio, por lo que se concluyó que representaban de manera efectiva la estructura del transporte público.

Ilustración III.1 - Distribución de las 30 estaciones principales en Beijing



Fuente: Ji y Gao (2010)

El estudio tomó entonces la satisfacción de las personas con el transporte público como una variable dependiente y los atributos personales y los índices de accesibilidad como variables independientes.

El modelo fue probado removiendo o reemplazando repetitivamente variables, pero los coeficientes de las variables resultaron estables. Así mismo, se hizo una prueba de

satisfacción preguntándole a las personas, resultados que fueron comparados con lo arrojados por el modelo, donde hubo un 72% de coincidencia, por lo que el modelo fue considerado confiable.

Entre algunos resultados significativos del estudio, se obtuvo que la distancia más significativa a las estaciones fue la de 800 m, es decir, era el límite para la accesibilidad a las estaciones. También se encontró que el número de estaciones de autobús, cuando se ubicaba entre 25 a 40 y 50 a 80, reportaba la mayor satisfacción, dependiendo de qué tan céntrica se encontrara la zona.

Un resultado interesante fue que las personas que viajaban durante 30 minutos reportaron menor satisfacción que las personas que viajaban 1 hora. Esto se puede explicar porque las personas con mayor tiempo de viaje tienen más probabilidades de ir sentadas y por lo tanto, cansarse menos, mientras que las que viajan menor tiempo lo hacen en vehículos con mayor densidad de personas.

ii. Transporte público, Amán, Jordania

El transporte público de Amán, capital de Jordania, está compuesto por 96 rutas de autobuses, 148 rutas de minubuses y 70 rutas de jitneys (taxis colectivos de ruta fija), además de taxis. A pesar de que no existen datos oficiales de satisfacción con la calidad de servicio del transporte público, Rana Imam (2014) llevó a cabo un estudio cuyo objetivo fue medir dicha satisfacción a partir de encuestas.

Las encuestas fueron aplicadas de manera presencial a usuarios del autobús, minibuses y jitneys, pues los taxis no fueron considerados debido a su alto costo; así mismo, la aplicación fue en días laborales a usuarios elegidos de forma aleatoria. La encuesta consistió de dos partes: la primera, orientada a obtener datos de carácter sociodemográfico y la segunda, la cual contenía 18 atributos a evaluar relativos a las características del transporte.

A los usuarios se les pidió evaluar su nivel de satisfacción, en cada uno de los 18 atributos, en una escala del 1 al 10, siendo 1 la menor satisfacción y 10 la mayor. También se les solicitó evaluar la importancia de cada atributo en una escala del 1 al 5, donde 1 era “no importante”

y 5 “muy importante”. El tamaño de la muestra fue establecido de 376 personas, siendo que la población de Amán estaba estimada en más de 3 millones en 2014.

A saber, los 18 atributos considerados fueron:

- Infraestructura de las estaciones (protección de la lluvia, iluminación, etc.)
- Limpieza del vehículo
- Aire acondicionado dentro del vehículo
- Privacidad al interior del vehículo
- Comodidad de los asientos
- Ruido
- Saturación de personas
- Disponibilidad del servicio
- Disponibilidad de espacio para sillas de ruedas
- Facilidad para entrar/salir del vehículo
- Facilidad de pago
- Cobertura de la red (número de rutas)
- Costo del viaje
- Actitud del personal (del transporte)
- Tiempo de viaje
- Tiempo de espera
- Seguridad en el vehículo
- Seguridad personal

Como puntos importantes en los resultados obtenidos, se tuvo lo siguiente:

Los autobuses, de los cuales fueron entrevistados 119 usuarios, fueron calificados con la mejor puntuación: 56% de aprobación, o 101 de 180 puntos. Los atributos con los que más satisfechos estaban los usuarios, en promedio, fueron la facilidad del pago (7.33 puntos), la cobertura de la red (6.86) y la facilidad para entrar y salir de los vehículos (6.85). Al contrario, los atributos con menor puntuación fueron el espacio para sillas de ruedas (3.05), el tiempo de viaje (4.2) y el tiempo de espera (4.3). En cuanto a la importancia de los atributos, los

considerados más importantes, en promedio, fueron la disponibilidad del servicio, la seguridad en el vehículo y el costo del viaje, siendo los menos importantes la actitud del personal, la privacidad y la comodidad de los asientos.

De los minibuses se entrevistaron a 132 usuarios. Este transporte obtuvo una aprobación del 43%, o 77 de 180 puntos, siendo el peor calificado de los tres. En cuanto a la calificación de los atributos, los mejor calificados fueron el costo del viaje (7.43), facilidad de pago (6.66) y tiempo de viaje (5.31); los peor calificados fueron seguridad personal (2.39), seguridad en el vehículo (2.65) y espacio para sillas de ruedas (2.75). Los atributos más importantes fueron la seguridad en el vehículo, la disponibilidad del servicio y la seguridad personal; los menos importantes fueron el ruido, la saturación y la disponibilidad de aire acondicionado.

Los jinteys obtuvieron una aprobación general del 50%, o 89 de 180 puntos. Los atributos mejor calificados fueron el costo del viaje (8.55), facilidad de pago (6.45) y tiempo de viaje (6.18); los peor calificados fueron espacio para silla de ruedas (1.85), saturación (3.76) y privacidad (3.78). En cuanto a la importancia, se obtuvo que los atributos más importantes fueron la limpieza del vehículo, la privacidad y la disponibilidad de aire acondicionado; los siendo los menos importantes el tiempo de espera, la disponibilidad del servicio y la comodidad de los asientos.

iii. Metro de Nueva York, Nueva York, E. U. A.

La Autoridad Metropolitana del Transporte (MTA por sus siglas en inglés) es la corporación público-benéfica encargada de operar el transporte público en el estado de Nueva York en los EE. UU. Se encarga de proporcionar transporte a una población de 15.3 millones de personas en un área de casi 13 mil kilómetros cuadrados (MTA, 2015). Para cumplir con este objetivo, cuenta con una variedad de medios de transporte, los cuales son: 16 líneas de ferrocarril, 23 líneas de metro, 386 líneas de autobús y 1 línea de BRT (Autobús de Tránsito Rápido).

Desde el 2010, la MTA realiza encuestas anuales para determinar la satisfacción del cliente con el servicio del metro y de los autobuses. Los resultados que aquí se presentan son de los

años 2012 al 2014, centrándose en la metodología y presentando los datos más relevantes obtenidos de las encuestas relativas al metro.

De acuerdo con el informe de resultados del 2012 (MTA, 2012) para llevar a cabo la encuesta, se hicieron llamadas a una muestra aleatoria de teléfonos celulares y teléfonos fijos pertenecientes al área. De las 1829 personas a las que se entrevistó, 1200 fueron consideradas como calificadas para responder la encuesta completa, es decir, habían realizado al menos 1 viaje en metro en los 30 días anteriores; a las 629 personas restantes se les realizaron preguntas de carácter demográfico, con el único propósito de comparar resultados con el censo anterior.

El tiempo promedio de la encuesta fue de 27 minutos y el margen de error estimado de ± 3.8 puntos porcentuales.

La encuesta determinó que el nivel de satisfacción general respecto al sistema era del 75% en el 2012; la relación precio-servicio resultó en 70%; la confiabilidad del servicio fue de 84%; el confort de 83% y, por último, la seguridad obtuvo una calificación de 82%.

En el 2013, la encuesta se realizó a 1729 personas, con el mismo método de números telefónicos aleatorios pertenecientes al área. En este año, 1201 personas respondieron la encuesta completa, de acuerdo con el criterio de haber realizado al menos 1 viaje en metro en los últimos 30 días; el resto de las 528 personas contestaron preguntas de carácter demográfico, con propósito de comparación con el censo anterior. El tiempo promedio de la encuesta completa fue de 28 minutos y el margen de error se mantuvo en ± 3.8 puntos porcentuales. Cabe destacar que la encuesta se le realizó únicamente a personas de 18 años o más.

Entre los resultados clave listados por el informe, se detalló que la satisfacción subió 1 punto porcentual respecto al 2012, es decir, resultó de 76% a pesar de que en ese año se incrementaron las tarifas y el metro se vio severamente dañado por la Supertormenta Sandy. Por otro lado, y debido también al incremento, la relación precio – servicio disminuyó a 67%. Un aspecto relevante que considerar es que el metro mantiene una constante campaña de seguridad, tanto en estaciones como en los trenes, la cual en la encuesta resultó con una

satisfacción del 86%. Respecto al resto de los resultados, la confiabilidad del servicio disminuyó al 81%; el confort resultó de 82% y la seguridad de 81%.

Para el 2014, la metodología fue la misma. Se entrevistaron a 1815 residentes de la Ciudad de Nueva York, de los cuales a 1200 se les hizo la encuesta completa. La encuesta se le realizó únicamente a personas mayores de 18 años y fue realizada en inglés, español y chino.

Para añadir un poco de contexto, y de acuerdo al informe, el crimen en el metro se redujo en un 12%, se instalaron 102 nuevos Puntos de Ayuda y más estaciones subterráneas fueron equipadas para soportar servicio celular y Wi-Fi gratis.

iv. Metro de Toronto, Toronto, Canadá

La Comisión de Tránsito de Toronto (TTC por sus siglas en inglés) es la agencia de transporte público encargada de operar los autobuses urbanos, el tranvía, los paratransitos y el metro en la ciudad de Toronto, Ontario, Canadá. La TTC tiene el tercer mayor número de usuarios en América, solo por debajo de la Ciudad de México y de Nueva York. Como ejemplo de esto, en 2015, la TTC proporcionó 538 millones de viajes, llegando a transportar en un solo día hasta 1.863 millones de pasajeros (TTC, 2016).

La TTC realiza encuestas anuales desde 2012 para determinar la satisfacción de los usuarios con respecto al servicio de tres de sus medios de transporte: el metro, los autobuses y el tranvía. Los resultados que aquí se exponen son los pertenecientes a los años 2014 a 2016 y referentes al metro.

En el 2014 la muestra fue de 1000 personas entrevistadas en un periodo de tres meses. Las encuestas fueron realizadas vía telefónica, teniendo como requerimiento una edad mínima de 13 años y que las personas hubiesen usado al menos una vez a la semana cualquier medio de transporte perteneciente a la TTC

Los resultados clave listados en el informe se dividen en dos partes: aquellos conceptos con los que el usuario se encontró más satisfecho, esto es que el concepto tuviera una calificación mayor al 80%; y los conceptos que tenían la peor calificación por parte de usuarios, o sea, calificación igual o menor a 60%.

Los conceptos mejor calificados fueron: seguridad personal al viajar, fácil acceso a la plataforma para esperar el metro, calidad de los anuncios al llegar a cada estación de metro y los mapas e información al interior de los vagones. Los peor calificados, por otro lado, fueron: frecuencia, facilidad de entendimiento, claridad y ayuda de los anuncios de retrasos en el servicio, disponibilidad de personal en el metro y el nivel de apiñamiento en los vagones.

Para el 2015, la metodología de la encuesta fue la misma: se entrevistaron a 1000 personas vía telefónica durante tres meses. Las encuestas tuvieron una duración promedio de 10 minutos y fueron realizadas a residentes de Toronto con una edad mínima de 13 años y que usasen algún medio de la TTC al menos una vez a la semana. Cabe destacar que ese año en la ciudad se llevaron a cabo los juegos Panamericanos de 2015.

Entre los resultados clave, se destaca que la satisfacción con el servicio en general obtuvo una puntuación del 82%, además de que el 24% de los entrevistados tienen un salario mayor o igual al equivalente de \$110 000 pesos mexicanos, siendo este el grupo más grande.

Para la encuesta realizada en 2015 se utilizó la misma metodología con la misma muestra de población. En este reporte, la TTC marca las áreas más importantes a considerar para determinar la satisfacción de los usuarios, las cuales son, por nivel de influencia:

- Duración del viaje
- Tiempo de espera
- Comodidad del viaje
- Apiñamiento de los vagones
- Ayuda del personal
- Seguridad personal

2. Nivel de servicio de transportes en países de América Latina

i. Transantiago, Santiago, Chile

El Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTP) es el programa del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile encargado de la regulación, control y supervisión

del Sistema Integrado de Transporte Público de la ciudad de Santiago, que incluye a los autobuses urbanos de Transantiago, el Metro de Santiago y al Metrotrén.

Debido al esquema de concesión bajo el que operan las 380 líneas de autobús de Transantiago, que se dividen entre 7 unidades de operación asignadas cada una a una empresa, desde el 2007 el DTP realiza diversos estudios de medición, siendo el más importante de ellos el de “Satisfacción con operadores de Transantiago”, aunque dicho estudio también considera al Metro.

En la actualidad, y desde el 2013, ha habido cambios relevantes en la metodología de la encuesta, siendo el más relevante de ellos el hecho de que la encuesta se lleva a cabo de manera presencial en los paraderos de Transantiago y con una periodicidad de 3 veces por año. A continuación, se presentarán los datos obtenidos de los años 2014 y 2015.

En el informe ejecutivo de 2013 de la Evaluación de los Usuarios al Sistema de Transporte Público Metropolitano (DTP, 2014) en la sección Metodología se indica que el tipo de estudio fue cuantitativo – cualitativo, utilizando la técnica de encuestas, con una duración promedio de 7 minutos. La población objetivo fueron todos los usuarios de 13 años o mayores, ponderando para el número de encuestas a qué empresa pertenecía el recorrido, el día, la hora, la ruta y la frecuencia de uso por parte del usuario. Se consideró una población de aproximadamente 5000 personas, lo cual ha demostrado tener un error de $\pm 1.3\%$ con un 95% de confianza.

La escala de evaluación fue del 1 al 7, considerando preguntas orientadas al Sistema de Transporte Público (e.g. En general, ¿con qué nota evalúa el sistema de transporte público de Santiago?), al recorrido (e.g. En general, ¿con qué nota evalúa el servicio entregado por este recorrido?) y al Metro (e.g. En general, ¿con qué nota evalúa el servicio entregado por Metro?).

Para el periodo abril-junio 2014 el Sistema obtuvo una puntuación de 4.4. En el caso de los operadores de los autobuses, el que tuvo la mayor calificación fue de 5, igual a la obtenida por el Metro, mientras que la menor fue de 4.5

En el periodo de noviembre 2015, el 65% de los encuestados otorgaron calificaciones de 5 o más al Sistema en general, mientras que la calificación por recorrido fue de 4.7, que es obtenida de la ponderación de las calificaciones individuales de cada empresa y del Metro. En este caso, la empresa con mejor puntuación obtuvo 5.1 y la peor 4.5, siendo la del Metro 4.9.

Otros resultados obtenidos en el mismo periodo muestran que el 39% de la población, el mayor porcentaje en ese concepto declaró esperar un promedio de 6 a 10 minutos para abordar un transporte. Respecto al tiempo de viaje origen – destino hubo porcentajes iguales: 27% declaró tardar 30 a 44 minutos y otro 27% 1 hora o más, siendo estos los porcentajes más grandes, seguidos de cerca por un 26% que dijeron esperar entre 11 a 29 minutos, resultando el promedio de tiempo de viaje en 40.6 minutos.

Otro rubro en el que ahonda el informe es el de la calificación que obtuvieron los medios de información proporcionados por el Transantiago, los cuales son: aplicaciones de celulares, información en el paradero, sitio web de Transantiago, monitores en los paraderos e información vía telefónica, entre otros. El 66% de la población calificó estos medios con una nota de 5 o mayor, siendo el más usado las aplicaciones celulares, por un 19%, y la información en el paradero por un 18%, aunque el 31% declaró uno usar ningún medio.

ii. Subte de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Los orígenes del Subterráneo de Buenos Aires se pueden rastrear hacia principios del siglo XIX, cuando empezaron a surgir problemas por la privatización de los tranvías. En 1913 fue inaugurada la primera línea y desde entonces ha crecido a un paso más bien lento comparado con otros metros de antigüedad similar. En la actualidad, el Subte se encuentra concesionado a la empresa Metrovías y opera 103 estaciones repartidas en 68.7 km de vías que sirven a 1,279,393 pasajeros al día (Novillo, 2017).

Desde el 2012 y con una periodicidad de 2 veces al mes, en el Subte se realiza una encuesta que busca conocer la opinión de los usuarios sobre diversos aspectos del sistema y además ayuda a tomar decisiones sobre la renovación de la concesión.

El primer año de la encuesta, en 2012, la calificación general del servicio fue considerada como regular por parte del 41% de los encuestados, quedando en segundo lugar positiva (33%) y en tercero negativa (25%). Entre los aspectos que reportaron menor satisfacción se encuentran: atención a los reclamos (11%), seguridad de los trenes frente a fallas (13%) y seguridad frente a los delitos (14%). Algunos de los aspectos mejor calificados fueron: oferta de medios de pago (50%), iluminación en vagones y estaciones (49%) y estado de los carteles sobre recorridos y frecuencias (47%).

En el último año del que existe información, 2017, el sistema presentó una mejora considerable en su calidad, pues ahora el 68% piensan que es un buen servicio, el 25% que es regular y sólo el 7% lo consideraron como malo. Los aspectos con menor aprobación fueron: atención a reclamos (24%), nivel de ruido (27%) y seguridad frente a delitos (37%). Seguridad de los trenes frente a fallas a un 41% y nivel de ruido se encontraba 27% en 2012. Los aspectos con mayor aprobación fueron: iluminación de vagones y estaciones (74%), estado de los carteles sobre recorridos y frecuencias (66%) y oferta de medios de pago (65%).

La encuesta fue realizada de manera presencial en las estaciones del metro, el tamaño de la muestra fue de 1200 personas, se tiene un error estadístico del +/- 2.88% y una confiabilidad del 95%. Información obtenida de la página del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

En la encuesta 2017 se preguntaba también si el Subte debía seguir funcionando enteramente por concesión o correr a cuenta del Estado. Los resultados arrojaron que el 82% de los entrevistados consideraban que el metro debía ser operado por una empresa dependiente del Gobierno de la Ciudad (Noticias de Buenos Aires, 2017).

iii. Metrobús, Ciudad de México, México

Para el caso de la Ciudad de México, no se pudieron ubicar resultados públicos de encuestas realizadas sobre la opinión de la calidad del servicio por parte de los usuarios, al menos no de encuestas realizadas por parte del gobierno o algún organismo dependiente de este.

En septiembre de 2012, el periódico El Universal realizó una encuesta de opinión referente al servicio del Metrobús en la Ciudad de México. El tamaño efectivo de la muestra fue de

1000 personas, mediante una encuesta presencial. El nivel de confianza se calculó en un 95% con un margen de error de $\pm 3.1\%$. El método fue un muestreo polietápico por conglomerados.

Algunos de los resultados que se obtuvieron fueron que el 87% de las personas aprobaban el Metrobús y el 11% lo desaprobaban. Entre las razones de aprobación se consideraron traslados en menor tiempo (49%), la eficiencia (20%), seguridad (8%), entre otros. Las razones de desaprobación fueron la baja capacidad (38%), la ineficiencia (13%), el precio (9%) entre otros. Además, el 78% aprueba la inauguración de más líneas de Metrobús.

3. Soluciones implementadas en otros sistemas alrededor del mundo para mejorar el nivel de servicio y su presencia en el STC Metro

El nivel de servicio, como se ha mencionado en reiteradas ocasiones, es un problema de estudio presente en todos los sistemas de transporte de las ciudades más grandes o importantes alrededor del mundo. Debido a las propiedades emergentes de los entornos urbanos y de los sistemas de transporte, las soluciones que se han propuesto e implementado han resultado ser exitosas más de una vez a lo largo de los años y en diversos lugares, ya que los problemas se desarrollan con el crecimiento del sistema, más que por otros factores.

A continuación, se presentan diversas soluciones que incrementan la eficiencia y el nivel del servicio, las cuales incluyen no sólo el incremento de la infraestructura, sino también modificaciones de carácter estético o de operación, entre otras, y que han sido utilizadas por uno o más sistemas de metro.

i. Construcción de líneas circulares

Las propiedades emergentes de los entornos urbanos provocan que el centro de una ciudad, ya sea histórico, económico o político, se convierta en el lugar con mayor afluencia de viajes origen-destino. Debido a esto, el centro es también el lugar donde se implementan las primeras mejoras a la infraestructura urbana, incluyendo el transporte público, por lo que es el primer lugar en contar con una línea de metro. John Michael Thomson afirmaba en su libro *Grandes ciudades y su tráfico* que, si una metrópoli cuenta con un centro dominante, este

debe tener una red ferroviaria bien desarrollada que cree corredores apropiados para transporte dentro y fuera de la ciudad.

La expansión urbana conlleva el crecimiento de la red de metro de dicha ciudad y el centro, dadas las características antes mencionadas, se vuelve la zona con mayor densidad de estaciones. Este aumento de la población e incremento de la densidad provoca que las líneas convergentes se vuelvan un “cuello de botella” que perjudica a la totalidad del sistema. Sin embargo, con el crecimiento de la ciudad y la suburbanización, no todas las personas se ven en la necesidad de llegar al centro, sino que muchas sólo requieren atravesarlo. Es aquí donde el problema del cuello de botella se hace evidente, ya que tanto los usuarios que necesitan únicamente atravesar el centro tanto como los que necesitan llegar a él son al mismo tiempo creadores y víctimas de dicho problema.

La solución óptima es la creación de una línea circular que rodee el centro, para que las personas que necesiten ir de un punto a otro de la ciudad no lo atraviesen y así el sistema tenga una mayor fluidez. Esta solución era evidente ya desde el siglo XIX pues, por ejemplo, en 1850 el rey Federico Guillermo IV de Prusia ordenó la construcción de una línea circular de tren cercana a los muros que rodeaban la ciudad de Berlín (Fabian, 2000), que ya desde entonces y hasta la fecha es conocida como la Ringbahn o Línea Circular y forma parte del S-Bahn o Tren Suburbano de Berlín. No obstante, la Ringbahn de Berlín no es ni la única línea circular ni fue la primera durante mucho tiempo, otro ejemplo siendo el metro de Londres, que en 1836 comenzó a construir la Circle Line, que además fue la primera línea subterránea de metro del mundo.

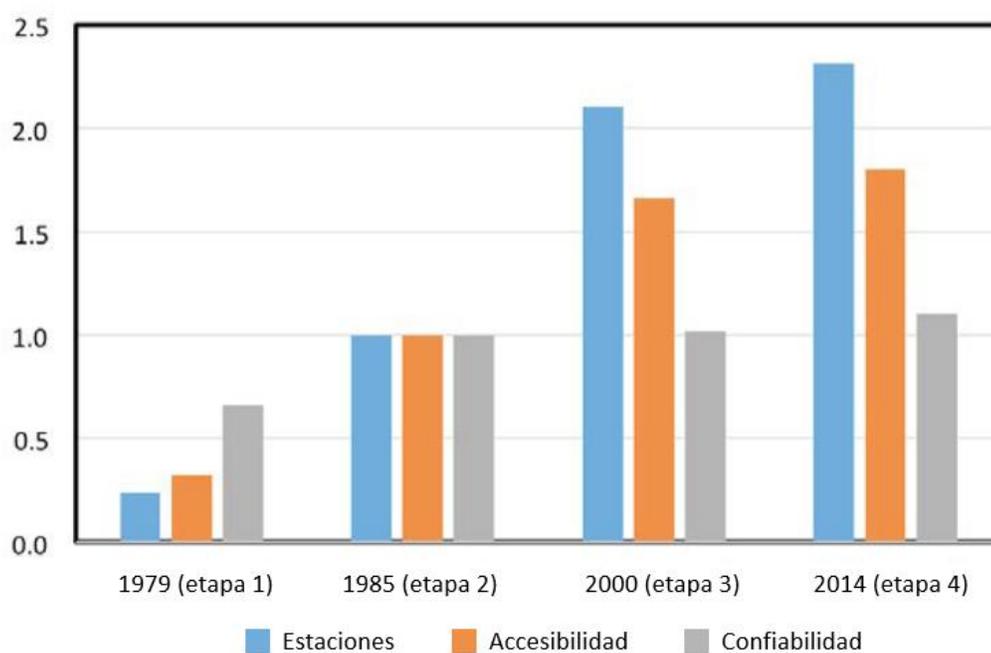
Las bondades de las líneas circulares no sólo han sido demostradas con base en la evidencia empírica, sino que también lo ha sido a través de estudios.

- *Metro de Seúl, Seúl, Corea del Sur*

El metro de Seúl, desde su construcción en los 70's, se ha vuelto uno de los sistemas de transporte masivo más grandes del mundo, debido a que no sólo proporciona servicio a Seúl, sino que también a toda la zona metropolitana, con una población de 25 millones de personas. En un estudio realizado en 2015 sobre la accesibilidad y confiabilidad del sistema, Kim y Song dividieron el desarrollo y expansión del sistema en 4 etapas. Como

se puede ver en el Gráfico III.2, la accesibilidad del sistema, que es la capacidad que tiene una persona de llegar de un punto a otro del espacio urbano mediante el uso de la red, se ha ido incrementando conforme el número de nodos o estaciones aumenta; por otro lado, la confiabilidad del sistema, que es la probabilidad de que una red lleve a cabo su cometido durante cierto periodo de tiempo, se elevó y estabilizó en cuanto la línea circular, o Línea 2, entró en servicio durante la etapa 2, lo que demuestra su posición crítica dentro del sistema.

Gráfico III.1 - Índices del número de estaciones, accesibilidad y confiabilidad



Fuente: Kim y Song (2015).

- *Metro de Beijing, Beijing, China*

El Metro de Pekín también comenzó su construcción en la década de los 70's y actualmente ostenta el título del metro con mayor cantidad de usuarios en el mundo, muestra de ello siendo que en 2016 transportó a 3,660 millones de personas. En 2014, Li y Kim evaluaron la capacidad de supervivencia del metro en caso de eventos disruptivos, como actos terroristas o catástrofes naturales. La supervivencia la definieron como la capacidad de la red de mantener sus propiedades y estado funcional cuando una cierta cantidad de afectaciones ocurren al mismo tiempo en diferentes estaciones. A grandes

rasgos, para lograr su objetivo se centraron en encontrar las estaciones de transferencia más críticas en cuanto a pérdida de flujo de pasajeros y pérdida de conectividad, los días viernes y sábado. De las 18 estaciones que determinaron críticas, 15 pertenecen a una u otra línea circular del Metro de Beijing, pues este cuenta con 2 líneas circulares: la Línea 2, que es la del centro y la Línea 10, que es la exterior.

En otro estudio realizado sobre el metro de Beijing, Sun, Li y Xu (2017) buscaron las 10 estaciones principales del sistema mediante características de redes complejas. Dentro de estas 10 estaciones principales, 8 se encuentran dentro de una u otra línea circular, lo que demuestra una vez más lo importantes que son estas líneas dentro del sistema.

Actualmente existen una gran cantidad líneas circulares de metro en diversas ciudades alrededor del mundo, siendo algunas de las más importantes: Moscú, Delhi, Shanghái, Tokio, etc.

En el caso mexicano, no existen planes para la construcción de una línea circular.

ii. Diseño y modernización de las estaciones

El buen diseño de las estaciones y formas de orientación pueden mejorar significativamente la percepción que los usuarios tienen de un sistema de transporte (Kwon et al., 2014). Dentro del diseño de las estaciones se deben incluir no sólo aspectos meramente utilitarios, sino que también debe incluir amenidades, como Wi-Fi, recepción celular o arte público.

Todo el diseño de una estación debe ser orientado a mejorar o facilitar la experiencia de las personas al usar un sistema de transporte. Las estaciones deben dar acceso directo a centros comerciales o edificios de oficinas adyacentes. Las distancias deben ser lo más cortas posibles, los cambios de elevación o de nivel deben ser reducidos al mínimo y, cuando esto no es posible, se deben implementar elevadores, escaleras eléctricas o bandas transportadoras que faciliten el movimiento del usuario, especialmente de personas mayores, personas con niños, personas con equipaje o personas con discapacidades. Para mejorar la navegación dentro de los grandes centros de transferencia, se debe contar en medida de lo posible con

grandes espacios y una estética “limpia” y “clara” que ayude al usuario a sentirse más cómodo, fundamentalmente en estaciones subterráneas.

El diseño atractivo de las estaciones de metro no es un concepto moderno: el Metro de Moscú, que inició operaciones en 1935 es mundialmente famoso por el gran diseño arquitectónico de sus estaciones. No obstante, lo que ha cambiado es la razón del diseño de las estaciones, ya que el Metro de Moscú se empezó a construir durante la época de la Unión Soviética y buscaba demostrar el poder del Partido Comunista, más que cualquier otra cosa (Alleyne, 2016).

A continuación, se mencionan dos ejemplos modernos de rediseño de estaciones orientado a mejorar la experiencia de los usuarios:

- *King’s Cross, Metro de Londres, Londres, Inglaterra*

King’s Cross es un HUB o centro de transferencia que integra una estación de tren interurbano, una estación de tren suburbano y 6 líneas de metro, además de 15 rutas de autobús local, 6 estaciones de bicicleta compartida y más de 400 espacios para bicicletas, lo que lo vuelve uno de los HUB más transitados de Londres. A pesar de estas características, y que también es parte histórica de la red ferroviaria de Reino Unido, durante mucho tiempo la estación fue considerada como un lugar deprimente.

En 2012 se completó el proyecto de rediseño de la estación, que se giró alrededor de tres aspectos clave: re-uso, restauración y construcción (“King’s Cross Station”, 2013). Los andenes se espaciaron, se construyó un centro de atención al cliente y un restaurante. Se reactivaron vías abandonadas, las plataformas se ensancharon y se crearon nuevos puntos de acceso, todo conectado a una superestructura moderna y visualmente impresionante que protege a los usuarios del clima (ilustración III.2). El rediseño fue tal, que le valió a King’s Cross el Premio Europa Nostra 2013 a la Conservación.

Ilustración III.2 - King's Cross después de la remodelación



Fuente: EU Prize for Cultural Heritage / Europa Nostra Awards (2013).

- *Omotesando, Metro de Tokio, Tokio, Japón*

El Metro de Tokio es operado por dos compañías: el Buró de transporte de Tokio y Tokyo Metro Co., Ltd. La segunda compañía es encargada de operar 195.1 km de vía repartidos en 9 líneas con 179 estaciones, que proporcionan servicio diariamente a más 7 millones de personas (Inoue, 2017). En 2004, Tokyo Metro inició el proyecto EKIBEN -que proviene de eki, “estación” y benri, “conveniente”-, como un intento de mejorar la apariencia de las estaciones y disminuir el estrés de los usuarios. Este proyecto resultó en el concepto de remodelación Echika.

El primer Echika fue inaugurado en la estación Omotesando en 2005. Dicha estación fue elegida por 2 razones principales: la transitan un aproximado diario de 170,000 personas y es la intersección de 3 líneas, todas pertenecientes a Tokyo Metro, lo que facilitaba su implementación. La remodelación la supervisó un equipo de trabajo conformado por profesionales de diversas ramas, que buscaron la conceptualización de las tiendas y negocios dentro de la estación, además de la armonización de esta con el barrio debajo del cual está ubicada. El concepto de la estación se basó en los Campos Elíseos de París, además de incluir: nueva señalización para mejorar la navegación de los usuarios dentro de la estación; remodelación de las entradas y salidas a la estación; instalación de un

quiosco de información al centro, que no sólo proporciona información sobre la red, sino que también las facilidades, tiendas y negocios con los que cuenta la estación, además de información sobre el barrio; personas dedicadas a ayudar a los pasajeros; espacios en los baños destinados a las mujeres para maquillarse; instalación de nuevas escaleras eléctricas y construcción de restaurantes y tiendas varias, todo en torno al concepto de la estación.

Conceptos como Echika demuestran que ahora la satisfacción y bienestar de los usuarios es considerado como un aspecto clave a la hora de construir, ampliar y remodelar las estaciones de los metros alrededor del mundo. Conceptos parecidos también se pueden encontrar en el Metro de Madrid, Metro de Nueva York, el sistema de transporte de Singapur y el Metro de Hong Kong, entre otros.

En el caso de México, el STC Metro busca remodelar las estaciones de la Línea 2. El primer avance de este proyecto se dio en 2015 con la finalización de las obras de remodelación de la estación Revolución, dirección sur. Este proyecto pretende modernizar y cambiar la imagen del Metro en beneficio de los usuarios, por lo que incluye: instalación de una pantalla táctil para información de ruta; mejora al sistema de señalización para personas con debilidad visual; colocación de pisos y mamparas de colores claros para mejorar iluminación; instalación de nuevos focos LED con fines estéticos y de ahorro de energía; renovación de sistemas de sonido y voice; instalación de una ciclo-estación; cambios de barandales y acabados estéticos; modernización de torniquetes e instalaciones eléctricas e instalación de 15 cámaras más de vigilancia (Arellano, 2014; Notimex, 2015; Redacción SDP Noticias, 2015; Rodea, 2015).

iii. Puertas de andén

Las Puertas de Andén, o PSDs por sus siglas en inglés, son mamparas que se instalan en el borde entre la plataforma y las vías del metro, aunque también existe su implementación en otros tipos de sistema, como los Autobuses de Tránsito Rápido o demás medios de transporte masivo de tipo férreo. Las mamparas tienen puertas que se abren de manera sincronizada con las puertas de los vagones, para que así, mientras no haya trenes en las vías o haya trenes pasando a gran velocidad, no haya forma de que personas u objetos puedan caer a la vía

El Metro de Singapur, desde su inauguración en 1987, fue el primer metro del mundo en contar con PSDs en todas sus estaciones. Desde entonces, las PSDs se han vuelto más comunes en diversas ciudades del mundo, dados los beneficios que presentan tanto para los usuarios como para los operadores de las redes de metro:

- Previene la caída de basura y otros objetos peligrosos, lo que reduce los costos de limpieza y previene fallas que resultan en retrasos o siniestros mayores.
- Amortiguan el ruido de los trenes que llegan al andén, situación especialmente notoria en sistemas de rodadura férrea.
- Aumentan la seguridad al prevenir el acceso no autorizado o accidental a la vía, el cual se puede dar por diversas razones: vandalismo, accidentes, suicidios, descuidos, etc. Por ejemplo, desde la instalación de PSDs en la línea Marunouchi del Metro de Tokio, los accidentes disminuyeron de un promedio de 15 al año a 0 (Gordenker, 2012).
- Disminuyen las incidencias en las que los usuarios mantienen abiertas las puertas de los vagones, lo que resulta en la disminución de retrasos.
- En estaciones que requieren aire acondicionado, disminuyen los costos de energía eléctrica, ya que ayudan a mantener una temperatura más estable en los andenes, además de permitir la instalación de aire acondicionado en las estaciones que no contaban con este.
- Facilitan la automatización de las redes de metro.

Instalar PSDs en estaciones ya construidas es más costoso que instalarlas en estaciones durante su proceso de construcción, debido a que dependiendo del tipo de PSDs, se requiere reforzar y modificar la infraestructura del andén, tanto para soportar de manera adecuada las puertas, como para conectarlas a la red eléctrica, además de mejorar o implementar sistemas inteligentes de comunicación tren-estación. A pesar de esta inconveniencia económica, las ventajas son mayores y existen soluciones para amortiguar los costos. Por ejemplo, el Metro de Seúl instaló PSDs en casi la totalidad de sus más de 300 estaciones, pagando parte del costo mediante la concesión a largo plazo de anuncios en las puertas. Otro caso de éxito es del Metro de París, que en su plan de modernización 2005-2020 incluía la automatización de la Línea 1, la línea más usada del sistema. Esta automatización vino acompañada de la

instalación de PSDs, que permiten que los trenes circulen a una mayor velocidad. A pesar de que la línea tiene más de 100 años de existir (Churchill, 2012), la instalación en toda la línea se completó en 2011 y hoy todos los trenes de la línea son completamente automáticos.

Actualmente hay PSDs instaladas a lo largo de muchos sistemas de metro de Asia, América y Europa, como en los casos de los metros de Tokio, Hong Kong, Emiratos Árabes Unidos y Sao Paulo, entre otros.

En el caso del Metro de la Ciudad de México, existieron menciones de instalar PSDs en algunas estaciones de la Línea 12, primero en 6 estaciones y después en 2 (Samuelson, 2011), durante el diseño y construcción de la línea. Sin embargo, esta instalación no se llevó a cabo. Por otro lado, Portillo-Villasana, Huerta-Barrientos y Dillarza llevaron a cabo un estudio en 2017 en el que se buscó, mediante simulaciones, determinar la efectividad de la instalación de PSDs para prevenir suicidios al aventarse las personas a las vías del metro, pues estos son considerados un problema de salud pública. El estudio propuso el diseño de las PSDs, que no son enteramente físicas y alertan más bien al usuario sobre el riesgo de caída mediante sensores infrarrojos. Los resultados mostraron que este diseño de PSDs puede prevenir hasta en un 76% los suicidios.

iv. Cambios en los paradigmas de diseño de estaciones de transferencia

Las estaciones de transferencia, o de correspondencia, como se les conoce en México, son aquellas estaciones que se encuentran conectadas a más de una línea y que conectan incluso con otros medios de transporte. A pesar de su importancia dentro de los sistemas de metro, la eficiencia de estas estaciones rara vez ha sido estudiada dentro de la literatura (Kim, Kim, Kang y Song, 2017). Esta falta de estudios no se debe a negligencia, sino que, debido a su naturaleza, la recolección y manipulación de datos de estaciones de transferencia resulta una tarea abrumadora. No obstante, existen soluciones a las que se ha llegado en la práctica y han demostrado ser una forma eficiente de diseñar los centros de transferencia. A continuación, se mencionan dos:

- *Transferencia a través de plataformas*

El modelo clásico de las estaciones de metro dicta que una plataforma sólo sirve a una línea, con sus correspondientes dos direcciones, ya sea una plataforma en isla, donde las vías se encuentran a los lados, o una plataforma lateral, donde las vías se encuentran en medio. Este modelo es efectivo en situaciones donde una estación sólo sirve a una línea, pero ¿qué ocurre cuando una o más líneas se cruzan en la misma estación? Kim et al. indican que la eficiencia de una estación de transferencia se ve afectada por el tamaño de la separación entre las líneas, en la que, a mayor longitud, menor eficiencia. Además, como Kwon et al. señalan, grandes longitudes de transferencia afectan al usuario y lo desmotivan para usar el metro. La solución a las grandes distancias de transferencia es la transferencia a través de la plataforma, en la que una plataforma sirve a dos o más líneas de metro, lo que facilita el cambio de una persona de una línea a otra. El metro de Londres fue el primero en implementar este tipo de transferencia, pero desde entonces una gran cantidad de sistemas de metro lo han implementado alrededor del mundo, un ejemplo siendo que la transferencia a través de plataforma del metro de Tokio inspiró a directivos del tren suburbano de París a implementar este tipo de transferencia en líneas que ya se encontraban incluso construidas (Sato y Essig, 2000), lo que demuestra su eficiencia a pesar de las complicaciones que puedan presentar su implementación. En la ilustración III.3 se pueden apreciar un letrero verde y uno naranja a cada lado de la plataforma. Esta imagen corresponde a la estación Lionel-Groulx del Metro de Montreal, en la que existe una transferencia a través de plataforma entre las líneas Verde y Naranja.

Ilustración III.3 - Estación Lionel-Groulx del Metro de Montreal



Fuente: Elaboración propia.

- *Evitar que muchas líneas lleguen o crucen la misma estación*

El Metro de Shanghai reporta tener una eficiencia de 99.8% (Bradsher, 2017) a pesar de ser el segundo sistema más grande del mundo en cuanto a número de usuarios. En las estaciones más transitadas, los trenes pasan cada dos minutos. ¿Cómo se logra tal eficiencia? Las autoridades del sistema declaran que parte de su éxito se debe a que evitan la sobresaturación de las estaciones de transferencia al no permitir el cruce de más de tres líneas. El problema de no limitar el cruce de líneas a la menor cantidad posible quedó evidenciado en el tren suburbano de Tokio, en donde, de las 24 líneas que conformaban al sistema en 1998, sólo 6 entraban al centro de la ciudad, las demás terminando en grandes centros de transferencia con la línea Yamanote (Hirooka, 2000), que es una línea circular. Para solucionar este problema y evitar que las personas tuvieran que realizar transferencias al entrar al centro de la ciudad, el Metro de Tokio cuenta con un estándar que deben cumplir todas las operadoras de metro y tren suburbano que ingresen al centro de la zona metropolitana, el cual permite que diferentes trenes y sistemas de transporte férreo puedan circular por la misma vía. Aunado a esto, construyeron más líneas de metro, crearon túneles de conexión entre las vías e incorporaron pasos a desnivel en el sistema.

Si bien en el caso mexicano sólo existe una estación en la que se cruzan 4 líneas, quedando el cruce restringido a un máximo de 2 líneas en el resto de las correspondencias, existen estaciones de transferencia que resultan de las más inapropiadas, caso ejemplar de esto siendo la estación Atlalilco, que forma parte de las líneas 8 y 12, en la que la transferencia entre una y otra línea se da a través de un camino de 800 m, el equivalente a 15 minutos caminando (equivalente a la máxima distancia considerada apropiada para que una persona camine a una estación). El resto de las transferencias se mantienen entre longitudes de 250 y 600 m, que además incluyen ascenso y descenso de escaleras (Milenio digital, 2018).

v. Mejorar la comunicación sistema-usuario-sistema

La información es una vía de dos direcciones. Los sistemas de metro se deben centrar no sólo en dar información adecuada sobre el funcionamiento del sistema, sino que también deben de proporcionar al usuario canales adecuados para comunicar problemas que ocurran o dudas sobre el funcionamiento u operación del metro.

Para empezar, proveer información adecuada sobre los servicios disponibles es un aspecto esencial de cualquier medio de transporte exitoso (Kwon et al., 2014). La información que proporciona la red a los usuarios se puede dividir en 3 etapas:

- *Primera etapa o etapa de planeación de viaje*

Antes de que un usuario inicie su viaje, principalmente en el caso de un usuario nuevo, es importante proporcionar herramientas que le ayuden a trazar su ruta dentro del sistema y que al mismo tiempo le informen de posibles problemas, además de señalar estaciones de conexión con otros transportes. La forma de presentar la información, y la actualidad de esta, le permitirán al usuario hacer mejor uso del transporte y proporcionarán un mayor sentimiento de seguridad. Esto se puede lograr a través de aplicaciones móviles, las páginas web de los sistemas, quioscos y pantallas, lugares donde es importante una presentación limpia y de fácil manejo.

- *Segunda/cuarta etapa o etapa de tránsito por las estaciones*

Esta etapa incluye tiempos de espera para paso de trenes, arribo de trenes y orientación de tránsito, servicios y conexiones sobre tiempos de espera resulta en una mayor satisfacción y bienestar del usuario, ya que se ha demostrado que las personas perciben que el tiempo de espera es 30% mayor al tiempo real, situación que se ve remarcada en las mujeres cuando estas se encuentran en entornos considerados inseguros, debido a que el tiempo percibido es dramáticamente más grande que el real (Fan, Guthrie y Levinson, 2016). Así, el presentar información adecuada mejora la opinión del usuario sobre la red, le permite hacer mejor uso de su tiempo, aumenta su sentimiento de confiabilidad en el sistema y su voluntad de pagar se en la estación, entre otros aspectos. Proveer información ve incrementada. El usuario puede acceder a esta información mediante pantallas en las estaciones (ilustración III.4), páginas web y aplicaciones móviles. Otro medio importante son los mensajes sonoros, ya que estos ayudan a personas que tienen problemas para ver, que son analfabetas o desconocen la línea. Su claridad, calidad y contenido son fundamentales, tanto que un mensaje de mala calidad puede desorientar al usuario como uno de buena claridad puede orientarlo.

*Ilustración III.4 - Pantalla con tiempo estimado de llegada de los trenes en la estación
Calle 143 del Metro de Nueva York*



Fuente: MTA (2009).

- *Tercera etapa o etapa de viaje*

Proveer información durante el viaje ayuda a facilitar el paso del usuario a través del sistema, un caso siendo que proporcionar información sobre el paso del tren a través de la línea evita que los usuarios se bajen en la estación incorrecta. También resulta útil en casos en los cuales los trenes sufren retrasos o se quedan parados en los túneles o estaciones, para así informar al usuario sobre la razón o tiempo de espera estimado y ayudar a reducir su incomodidad. Durante esta etapa continúa siendo relevante proporcionar información sobre estaciones de conexión o transferencia. Para lograr este objetivo, los medios principales son pantallas, carteles y bocinas al interior de los vagones.

En el otro lado de la comunicación, proveer canales eficientes para que los usuarios se comuniquen con el sistema ayuda a mejorar aspectos clave en este. El metro de Hong Kong cuenta con dos encuestas: “Voz del consumidor” y “Zona de opinión”. Zona de opinión se lleva a cabo 2 veces al mes en diferentes estaciones y 2 veces al año en los trenes, mientras que Voz del consumidor busca obtener información sobre nuevas iniciativas o sobre aspectos generales del sistema. Resultado directo de estas iniciativas fue el despliegue de más empleados en las estaciones, para así ayudar a los usuarios a orientarse y facilitar el tránsito. Claro que obtener información del usuario no sólo se basa en preguntarle directamente, sino

que un aspecto clave es conocer sus tendencias de uso para implementar medidas correctivas en el sistema antes de que estas sean necesarias, crear nuevas políticas, administrar más efectivamente la red y mejorar la planeación a largo plazo. La información que proporciona el usuario se puede obtener a través de encuestas presenciales de opinión, como en el caso de Hong Kong, o a través de la página web del sistema, líneas telefónicas, buzones de opinión y redes sociales. Para recolectar la información que los usuarios no proporcionan de forma directa existe el uso de tarjetas de peaje inteligentes, cámaras en las estaciones, sensores y demás tecnologías modernas.

El Metro de la Ciudad de México no cuenta con información de ningún tipo sobre tiempos de llegada y frecuencia de los trenes. En las estaciones sólo existen mapas topológicos de la red y la Línea 12 es la única línea cuyos vagones cuentan con sistema funcional, que también incluyen pantallas que anuncian la próxima estación en el recorrido. En cuanto a tecnologías de la información, existen diversas aplicaciones para celular, ninguna de las cuales es desarrollada por el STC. Respecto a los canales que permiten la comunicación de los usuarios con la red, los más efectivos son las redes sociales, en las que rara vez se presenta información útil y relevante en el transporte.

- vi. Mejorar los sistemas de señalamiento y la comunicación entre los trenes y puestos de control

La capacidad de una línea de metro está determinada por la cantidad de trenes que pasan por cierto punto de la línea durante una hora de operación (Krtanoski, 2016). No obstante, esta medida se ve directamente afectada por el tiempo que pasan los trenes parados en plataforma, por lo que se podría asegurar que este tiempo es el verdadero indicador de la capacidad de una línea de metro (Harris, 2010; Sato y Essig, 2000; Splet y Wirasinghe, 1984). El tiempo que pasan los trenes en plataforma, especialmente en el caso de los sistemas de metro no automáticos, se debe a un sinnúmero de razones, desde el tiempo que los pasajeros tardan en abordarlo, hasta la velocidad y tiempo en andén de otros trenes en la línea. Un factor clave dentro de este tiempo de espera son los sistemas de señalamiento que se encargan de autorizar o detener la marcha de un tren, ya sea en plataforma o al interior de los túneles. Incluso contando con una línea automática de metro, que elimina el factor humano en avance y paro

de los trenes, controlar el tiempo en andén de los trenes no es posible debido a la naturaleza estocástica de este. La importancia de la modernización de los sistemas de señalamiento deriva entonces de la capacidad que tienen estos de hacer que los trenes se puedan encontrar unos más cerca de otros al circular por los túneles y andenes. El intervalo de tiempo entre trenes consecutivos se conoce como *headway* en inglés.

La diferencia entre un sistema de señalamiento y ubicación antiguo y uno moderno, es que los modernos permiten localizar con mayor precisión la ubicación de un tren a lo largo de la línea. Al conocer más precisamente esta ubicación, las distancias de separación de seguridad entre trenes se reducen, lo que mejora el headway.

En la actualidad, los metros más modernos cuentan ya con sistemas mejorados de ubicación por lo que las ventajas que estos proporcionan no pueden ser probadas. Sin embargo, en sistemas más antiguos estas ventajas son claras y justifican la inversión. A continuación, se mencionan dos casos relevantes en la modernización de los señalamientos:

- *Metro de Nueva York, Nueva York, E. U. A.*

El Metro de Nueva York, a pesar de ser el metro más antiguo y el más grande en cuanto a longitud, estaciones y usuarios en América, se encuentra en una situación precaria debido a la antigüedad de sus sistemas de señalización y ubicación, que datan de fines de la 2da Guerra Mundial. El sistema que usa el metro se conoce como “señalización por bloques”, en el que la línea se divide en bloques y sólo un tren se puede ubicar en un bloque a la vez. Debido a que la ubicación del tren es desconocida dentro del bloque y sólo se conoce si este se encuentra dentro o fuera del bloque, el headway de los trenes es grande, lo que disminuye la frecuencia del servicio y se traduce en el 13% de todos los retrasos en la red (Fitzsimmons, 2017). Actualizar los sistemas ha presentado todo un reto, lo que queda demostrado en que en 10 años la MTA sólo ha logrado actualizar 1 línea de las 22 que conforman el sistema, además de requerir de una gigantesca inversión: \$3.2 billones de dólares para 5 años.

- *Metro de Londres, Londres, Inglaterra.*

En la otra cara de la moneda se encuentra el Metro de Londres, que es efectivamente el metro más antiguo del mundo. En 2015 se inició el proceso de renovación de 4 líneas, que representan el 40% de la red (Topham, 2015). El nuevo sistema de comunicación que se usa en la renovación del Metro de Londres se conoce como Control de Trenes Basado en Comunicaciones (CTBC). El estándar IEEE 1474.1-2004 define al CTBC como “un sistema de control de trenes continuo, que determina con gran precisión la localización de los trenes, independientemente de los circuitos de la vía; permite comunicaciones continuas, de alta capacidad y bidireccionales del tren con la ruta; además integra procesadores, en ruta y en trenes, capaces de implementar funciones de Protección Automática de Trenes, Operación Automática de Trenes y Supervisión Automática de Trenes”. Se espera que el proyecto de renovación, con un costo estimado de \$7 billones de dólares (que además incluye la modernización de los trenes y reemplazo de vía), incremente hasta en 60% la capacidad de la Línea Piccadilly, lo que equivale a 21,000 usuarios por hora (Transport for London, S.F.), además de que su implementación parcial en la Línea Victoria ya ha logrado aumentar de 27 a 36 la cantidad de trenes por hora (Fitzsimmons, 2017).

En cuanto al Metro de la Ciudad de México, en 2017 el STC Metro realizó el reporte llamado “Diagnóstico sobre el servicio y las instalaciones del Sistema de Transporte Colectivo 2013-2018”, en el que se menciona lo siguiente (p. 37):

En lo referente al tráfico de trenes para la regulación automática, es necesaria la modernización de los sistemas de mando centralizado de algunas líneas, ya que estos presentan un deterioro sensible que debe atenderse de manera urgente. Asimismo, los tableros de control óptico que operan en la mayoría de los Puestos de Maniobra en Línea y en Talleres, también requieren modernizarse. La señalización y el sistema de pilotaje automático tipo 135 khz. y SACEM, son aspectos urgentes que atender para incrementar los índices de seguridad y eficiencia en la conducción y disminuir los costos de mantenimiento en el material rodante e instalaciones fijas. Por otro lado es urgente la sustitución y modernización de los sistemas de radiotelefonía que actualmente operan en la Red, ya que presentan fallas

y/o interferencias; con la actualización de estos sistemas se contará con medios de comunicación adecuados entre el Conductor y el Regulador del P.C.C. para que la atención de cualquier imprevisto presentado durante la operación, sea más rápida y eficiente, ya que se mejorará la fluidez, claridad, precisión e identificación entre el personal operativo.

Así, en la Ciudad de México la única línea que cuenta con sistema CTBC es la Línea 12, en la que de acuerdo con las estimaciones de la empresa Alstom (2012), los trenes iban a tener un tiempo de espera en estación de 30 segundos y un headway de 90 segundos. Estos tiempos, por razones diversas, no se cumplen, lo que perjudica gravemente la capacidad de la línea y vuelve inútil la inversión realizada.

vii. Implementación de rutas o líneas exprés

Ya se mencionó que la capacidad de una línea de metro está determinada por la cantidad de trenes que pasan en cierto punto de la línea durante una hora de operación. Una de las formas de incrementar la cantidad de trenes, es la implementación de líneas exprés. Estas son líneas o servicios en los que los trenes no se detienen en cada una de las estaciones, como comúnmente se hace, sino que “saltan” pasan de largo una o más estaciones al circular en la línea. Por ejemplo, si la línea de una estación de metro cualquiera se compone de 5 estaciones: la estación A, B, C, D y F, un servicio normal se detendría en cada una de las 3 estaciones intermedias entre las terminales A y F. En cambio, un servicio exprés únicamente se detendría en la estación C, pasando de largo las estaciones B Y D. El criterio para determinar cuáles son las estaciones en las que se va a detener una línea exprés, y cuáles va a pasar de largo, está principalmente basado en la demanda.

Existen dos formas de que una línea o servicio de metro cuente con líneas exprés: que el diseño de la línea ya incluya el servicio exprés (i.e. que se construya una vía designada para el servicio exprés), o implementarlo en una línea convencional (i.e. que los servicios exprés y convencionales circulen en la misma vía). Un ejemplo para cada uno de los casos es el del metro de Nueva York y el del metro de Santiago, respectivamente.

- *Metro de Nueva York, Nueva York, E. U. A.*

La red del metro de Nueva York es compleja, debido a que los trenes pueden cambiar de vías a lo largo de toda la red, lo que hace necesaria la distinción entre líneas y servicios. Mientras que en el metro de la Ciudad de México, por ejemplo, una línea sólo proporciona un servicio y un tren dentro de esa línea siempre realiza el mismo recorrido, en Nueva York esto no ocurre. Las líneas son segmentos físicos de la red de vías, mientras que los servicios son los recorridos que realiza un tren y que varían con el tiempo, la hora y la demanda. Así, una línea puede funcionar para uno o más servicios, que usaran las vías de esta línea en ciertas partes de su recorrido. Este diseño y forma de operar deriva también del hecho de que, en ciertos tramos entre estaciones, se encuentran 4 vías, en lugar de las 2 vías que convencionalmente se ven. Al contar con 4 vías paralelas, 2 para una dirección y 2 para la otra dirección, el metro de Nueva York puede incorporar servicios exprés, ya que mientras dos trenes circulan y se detienen en cada estación por las vías exteriores, otros trenes pueden circular por las vías interiores sin necesidad de detenerse debido al tráfico. En total, el metro de Nueva York cuenta con 25 servicios, algunos de los cuales son siempre locales (1, C, G, L, M, R, y W); otros que tienen servicio local y tramos exprés (2, 3, 4, 5, A, B, D, E, F, N y Q), y otros en los que se usa el servicio exprés sólo en horas pico (6, 7, J y Z) (MTA, 2017). La distinción entre un servicio exprés o local es hecha mediante símbolos en las pantallas de los trenes y las estaciones (ilustraciones III.5 y III.6).

Ilustración III.5 - El círculo verde indica que este tren del Servicio 7 es local



Fuente: Wikimedia commons (2015).

Ilustración III.6 - El rombo rojo indica que este tren del Servicio 7 es exprés

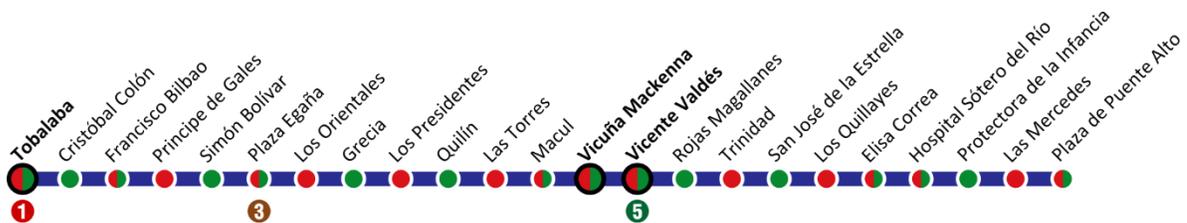


Fuente: Wikimedia commons (2015).

- *Metro de Santiago, Santiago, Chile.*

El sistema de Transporte Público de Santiago, también conocido como *Transantiago*, integra, además del Metro de Santiago, al MetroTren Nos (tren suburbano) y a todas las rutas de autobuses de Santiago (DTP Metropolitano, S.F.). Si bien ya se encuentra establecido en la actualidad, al momento de su implementación, en 2007, el sistema presentó graves problemas que no fueron previstos durante su diseño. Su objetivo inicial fue reorganizar al transporte público en líneas troncales y alimentadoras, por lo que cuando entró en operación, las líneas troncales se vieron sobrecargadas de la noche a la mañana, lo que puso en riesgo de colapso al entorno urbano (piensaChile, 2007). Para mitigar los problemas, el Metro de Santiago implementó las Rutas Expres en las líneas 2, 4 y 5, que son las que van de la periferia al centro de la ciudad (Cruz, A., 2016). Debido a que los costos de haber construido nuevas vías hubieran sido demasiado grandes, el metro se las arregló con lo que tenía y la implementación de líneas expés consistió en dividir las estaciones de las líneas en 3 grupos: las rojas, las verdes y las comunes (ilustración III.7). Así, si el tren circulando en cierto momento por la línea es verde, los usuarios saben que sólo se va a detener en las estaciones marcadas con verde, lo mismo ocurriendo con las estaciones rojas. Las comunes, como se puede deducir, son estaciones en las que todos los trenes se detienen. Esto ayudó a disminuir los tiempos de traslado y aumentar el flujo de trenes.

Ilustración III.7 - Recorrido de la Línea 4. Se puede observar la división de estaciones por colores



Fuente: Wikimedia Commons (2009).

4. Comparación entre el Metro de la Ciudad de México y los sistemas de transporte mencionados

Las tablas III.1 y III.2 son de elaboración propia y contienen los aspectos que se consideraron más relevantes para realizar una comparación objetiva de los sistemas de metro mencionados. Se incluyó el Metrobús de las Ciudad de México. La información en la mayoría de los casos no es del año en curso, pero la más actual. Información recuperada al 2018, de las páginas de los sistemas y de Wikipedia, debido a la falta de traducción en algunos casos.

Tabla III.1 - Comparación 1 entre los sistemas de metro mencionados anteriormente

Ciudad	País	No. de pasajeros al año (millones)	Año de inauguración	Longitud (km)	No. de Líneas/Rutas
Beijing	China	3,780	1969	608	22
Shanghai	China	3,536	1993	644	16
Tokio	Japón	3,175	1927	304	13
Seúl	Corea del Sur	2,619	1974	332	21
Hong Kong	China	1,773	1979	174	11
Nueva York	E. U. A.	1,756	1904	394	25
Ciudad de México	México	1,662	1969	226	12
París	Francia	1,520	1900	214	16
Londres	Inglaterra	1,379	1863	402	11
Santiago	Chile	827.1	1975	118	6
Buenos Aires	Argentina	303.9	1913	60.8	6
Toronto	Canadá	302.8	1954	76.9	4
Ciudad de México (Metrobús)	México	276.4*	2005	125	7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla III.2 - Comparación 2 entre los sistemas de metro mencionados anteriormente

Ciudad	No. de estaciones	Costo del peaje (MXN)	Propiedad	Operadores	Horario del servicio
Beijing	306	\$8.92 - \$29.75 ²	Municipal	5	05:00 - 00:00
Shanghai	393	\$8.96 - \$44.83 ²	Municipal	2	05:00 - 23:00
Tokio	285	\$28.46 - \$53.12 ²	Privada/Metropolitana/ Nacional	2	04:30 - 01:00
Seúl	428	\$22.20 - \$36.90 ²	Nacional/Estatal/Metro politana/Urbana	7	05:30 - 00:00
Hong Kong	93	\$8.74 - \$127.73 ²	Pública regional	1	06:00 - 01:00
Nueva York	472	\$23.72 ¹	Urbana	1	24 hrs.
Ciudad de México	195	\$5	Pública estatal/federal	1	05:00 - 00:00
París	300	\$45.22	Estatal/ Metropolitana	1	05:30 - 02:15
Londres	270	\$123.88 - \$154.80 ²	Metropolitana	1	24 hrs.
Santiago	118	\$19.43 - \$23.45	Pública nacional	1	05:35 - 23:40
Buenos Aires	86	\$4.07 ¹	Pública municipal	1	01:00 - 00:00
Toronto	75	\$44.00 ¹	Urbana/Provincial	2	06:00 - 01:30
Ciudad de México (Metrobús)	239	\$6	Pública estatal/privada	15	04:30 - 00:00

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la tabla anterior, es necesario hacer las siguientes observaciones:

Debido a lo que es considerado “Metro” por los diferentes países o autores, la información puede variar con otras fuentes, pero se consideraron principalmente los sistemas de transporte masivo de pasajeros tipo ferroviario, subterráneos, a nivel de suelo o elevados que sirven dentro de las ciudades, de rodadura neumática o férrea, sin incluir trenes ligeros, tranvías, trenes suburbanos (cuando fue posible), monorrieles, funiculares, etc.

El costo del “peaje” o “pasaje” fue convertido a moneda mexicana, de acuerdo con el tipo de cambio aplicable al 2 de mayo de 2018.

Todos los sistemas tienen diversos tipos de descuentos, ya sea a turistas, estudiantes, personas de la tercera edad u otro tipo, exclusivos de la forma de operación del sistema. Además, cuentan con diversos sistemas o tarjetas de pago, por lo que los precios pueden variar.

1. Estos sistemas de metro cobran por el acceso al sistema, no por estaciones recorridas o longitud de ruta. También cuentan con esquemas tipo “abono” en los que comprar boletos al mayoreo o accesos por tiempo (eg. por días o semanas) resulta más barato que comprar un boleto de un solo acceso. En estos casos se consideró el abono más grande que se puede comprar y se obtuvo el precio unitario del ingreso, considerando 2 ingresos por día y 24 días hábiles al mes.
2. Estos sistemas cobran por número de estaciones o longitud de ruta recorrida, por lo que se muestran la menor y la mayor cantidad que es posible pagar.

Los horarios del servicio cambian dependiendo de la estación, del día o de la ruta, línea o servicio, pero se consideraron el horario más temprano y el más tardío del sistema.

*El número de usuarios del Metrobús no incluye información de las líneas 6 y 7, debido a la falta de esta.

La propiedad urbana hace referencia a que el sistema de metro es propiedad de la ciudad. La propiedad metropolitana es en los casos en los que se cuentan con gobiernos metropolitanos (diferentes al gobierno de la ciudad o del municipio) y el sistema es propiedad de estos. La propiedad pública es en los casos en los que los sistemas de metro son propiedad o administrados por empresas cuyo accionario total o mayoritario es del gobierno de la ciudad, región, municipio, etc. A pesar de todo esto y debido a la magnitud de los costos de planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de metro, (además de que en muchos casos estos sirven a más de una ciudad o a una zona metropolitana extendida en varios municipios o unidades administrativas), se ven involucrados recursos de muchos niveles de gobierno e incluso de la iniciativa privada.

IV. HIPÓTESIS

La hipótesis en la que se basa este trabajo es la siguiente:

Si se define a la pobreza como una exclusión, la accesibilidad es importante, no solo porque facilita la vía a un empleo estable con ingresos aceptables, sino que también garantiza el acceso a la vida de la sociedad, lo que permite la cohesión.

El rol de los transportes en la complejidad de la exclusión se puede caracterizar de la siguiente forma (Banco Mundial, 2002):

- Pobreza de ingreso, debido a su condición, tiene menos posibilidades de hacer viajes.
- Pobreza de acceso significa que, al vivir en zonas marginadas o alejadas de los centros económicos, su acceso a los servicios básicos es bajo, restringido también a los lugares hasta donde puedan llegar caminando.
- Pobreza de tiempo, pues únicamente pueden acceder al transporte público, poco eficiente y que requiere un gran consumo de tiempo, para llegar a sus trabajos.
- Pobreza de seguridad, ya que la vivienda en zonas marginadas y el transporte público tienen altos índices de criminalidad, lo que desincentiva las ganas de viajar, especialmente para los grupos vulnerables.
- Pobreza de energía, pues los viajes largos, que consumen tiempo, inseguros y las largas caminatas para poder tomar el transporte, cansan a las personas, además de provocar fastidio y aburrimiento.

Se puede observar que todas estas características están fuertemente relacionadas entre sí y, que la estructura y funcionamiento actual del transporte público, en vez de mejorar las condiciones de vida y bienestar de las personas, solo contribuye a remarcar la pobreza en lugar de mitigarla. Claro que un transporte público con altos costos (sociales y económicos), no es solo causa de la pobreza, sino que también es síntoma. Así, es fundamental crear políticas públicas que transformen el transporte público en un medio de transporte seguro, eficiente y asequible, lo que provocaría que la vida de las personas en zonas pobres o marginadas mejorara sustancialmente.

Volviendo el caso del impacto del transporte público un poco más específico de los sistemas MRT, nos encontramos con un caso controversial, con ventajas y desventajas. Debido a su capacidad, tanto de transporte como de abarcar áreas grandes, permiten que los pobres tengan un mayor abanico de posibilidades de acceso a vivienda, trabajo y esparcimiento. También tienen la posibilidad, y debido otra vez a su capacidad, que se traduce en mayor eficiencia del sistema urbano, de aumentar los ingresos de las personas. Pero de igual forma tienen una desventaja, pues los sistemas MRT conllevan una inversión inicial de muy alto costo, lo que deja a los gobiernos con dos opciones: cobrar el precio completo del boleto, el cual es poco accesible, para recuperar la inversión y poder mantener el sistema; o subsidiar el costo del boleto, para volverlo asequible, pero que deriva en una baja eficiencia del sistema, con la posibilidad de resultar, a la larga, más dañina que un alto costo del boleto.

Acercándonos al caso México, la baja eficiencia del Metro y el transporte público en general, desincentivan su uso y provoca que las personas prefieran el auto, traduciéndose en serios problemas para el ambiente urbano. Debido a que los sistemas de transporte se encuentran profundamente integrados en la sociedad, fallas en los componentes del sistema -en este caso, siendo el sistema de transporte parte del sistema urbano- pueden perjudicar la funcionalidad de la totalidad del sistema, provocando grandes costos socioeconómicos (Li y Kim, 2014). Ejemplo de esto, son las 4 mil muertes que se producen al año por enfermedades respiratorias debido a la mala calidad del aire, de la cual los principales culpables son los automóviles, pues generan el 60% de las partículas de contaminación (El Poder del Consumidor, 2014; citado de Secretaría de Medio Ambiente del DF, 2008) y solo cubren un escaso 17% de la demanda de transporte en la ZMVM, además de ocupar 50 veces más espacio en la vía pública para el traslado de una persona que el transporte público (El Poder del Consumidor, 2014; citado de GDF, 2002). También, los embotellamientos producen una pérdida anual del 3.1% del PIB (OCDE, 2015).

V. METODOLOGÍA

Si bien el objetivo principal de este trabajo fue determinar la percepción del nivel servicio del Metro por parte de la población de Ciudad Universitaria, se diseñó una encuesta de 50 preguntas que contenía 2 objetivos adicionales, para fines de medición y comparación. Los 3 objetivos fueron:

- Hacer una caracterización socioeconómica de los encuestados
- Averiguar los usos y costumbres del uso del transporte público por parte de los encuestados
- Determinar la percepción del nivel de servicio del Metro por parte de los encuestados

Para realizar la caracterización socioeconómica, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Edad
- Género
- Ingreso
- Vivienda

De acuerdo con la evidencia empírica obtenida, se recabaron los aspectos más importantes que se consideraron para evaluar la satisfacción de los usuarios con el transporte público. Estos fueron:

- Tiempo invertido en el transporte
- Seguridad al usar el transporte
- Aspecto estético del sistema de transporte
- La accesibilidad que se proporciona en los diferentes niveles de uso
- Comodidad dentro de los diferentes subsistemas del sistema de transporte

Para el cálculo de la muestra a entrevistar, se consideró a toda la población de Ciudad Univesitaria, la cual incluye: académicos, administrativos y alumnos de todos los niveles y

facultades. De acuerdo con el portal estadístico de la Universidad, la población estimada de Ciudad Universitaria es de 126 086 personas. Se utilizó la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 N p q}{e^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 p q}$$

Donde

N tamaño de la población, 126 086 personas

Z_{α} constante que depende del nivel de confianza, siendo el nivel de confianza de 95%, la constante es de 1.96

p proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio, 0.5

q proporción de individuos que no poseen en la población la característica de estudio, 0.5

e error muestral en porcentaje, 5

n tamaño de la muestra

El tamaño resultante de la muestra fue de 383 personas.

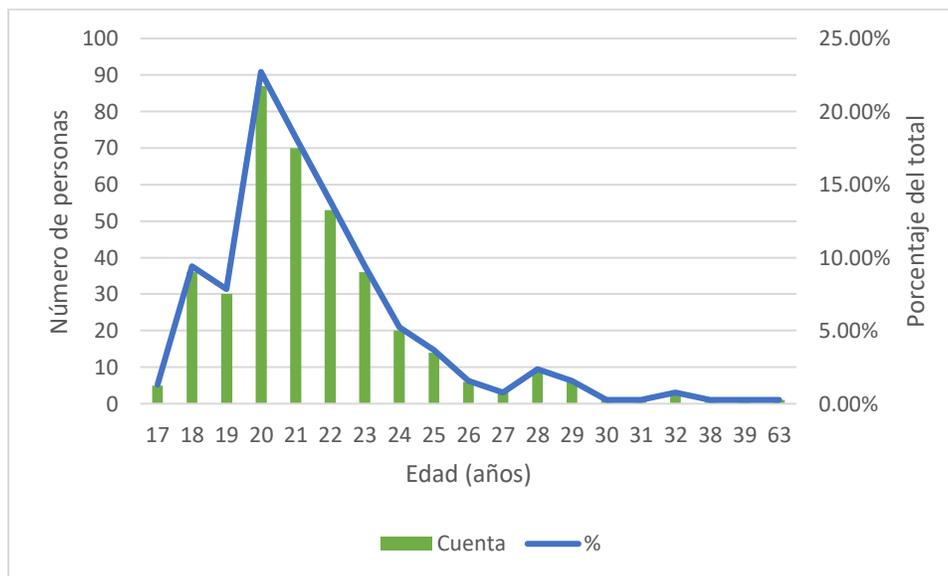
La aplicación de la encuesta procedió de 3 maneras distintas:

- A través de internet. Diseñadas dentro del software de Microsoft Excel y enviadas por correo electrónico a estudiantes de la Facultad de Ingeniería
- De persona a persona, dentro del Campus Central de CU. La encuesta se iniciaba preguntando si el voluntario usaba una vez a la semana o más el Metro: de ser la respuesta negativa, la encuesta no se realizaba. El tiempo aproximado por persona era de 7 minutos.
- A grupos de estudiantes de la Facultad de Ingeniería. Se solicitaba que respondieran sólo aquellos estudiantes que usaran el Metro una vez a la semana o más.

VI. RESULTADOS

1. Edad

Gráfico VI.1 - Edad



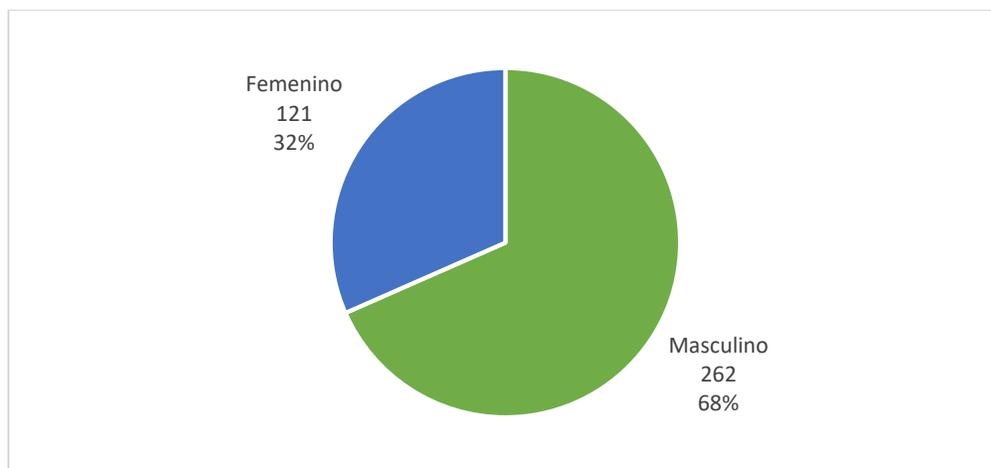
Fuente: Elaboración propia.

La pregunta inicial de la encuesta consistió en averiguar la edad de los encuestados. Además, dicha pregunta forma parte de la caracterización socioeconómica de la muestra. Los resultados obtenidos mostraron que, de las 383 personas encuestadas, el grupo predominante fue el de las personas de 20 años, que representan 22.7% de la muestra, lo equivalente a 87 personas. Los siguientes grupos representativos fueron: 21 años, con 18.3% o 70 personas; 22 años, con 13.84% o 53 personas; 18 y 23 años, habiendo ambos grupos participado en un 9.4% de la muestra, lo equivalente a 36 personas; 24 años con el 5.2% o 20 personas y por último 25 años, con el 3.7% o 14 personas. Estos resultados nos muestran que las personas entre 18 y 25 años representan el 90.3% de la muestra (gráfico VI.1).

2. Género

La segunda pregunta, tanto en la encuesta como de carácter socioeconómico, fue el género de las personas. Los resultados arrojaron que el 68% o 262 de los encuestados son de sexo masculino y el 32% o 121 de los encuestados son de sexo femenino (gráfico VI.2).

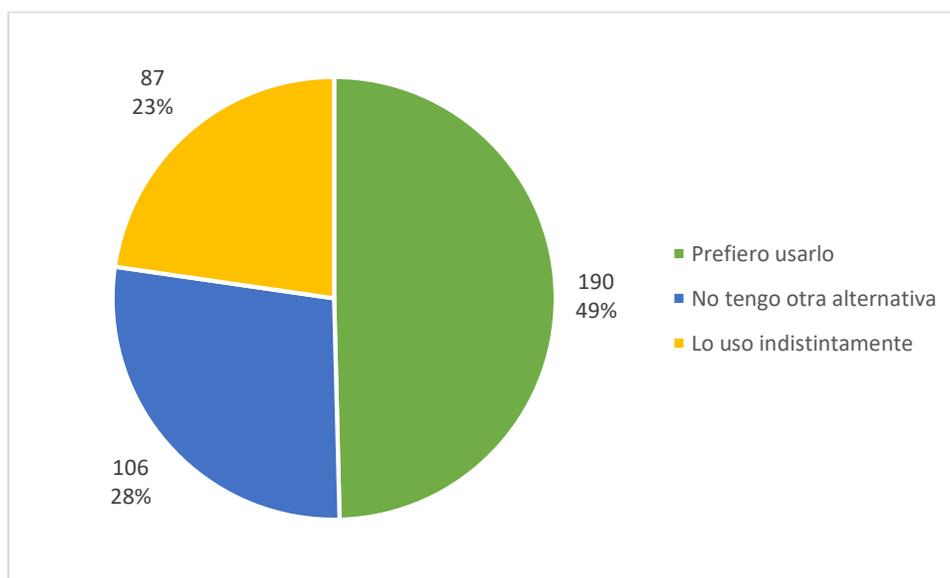
Gráfico VI.2 - Género



Fuente: Elaboración propia.

3. Preferencia en el transporte público

Gráfico VI.3 - Preferencia en el transporte público



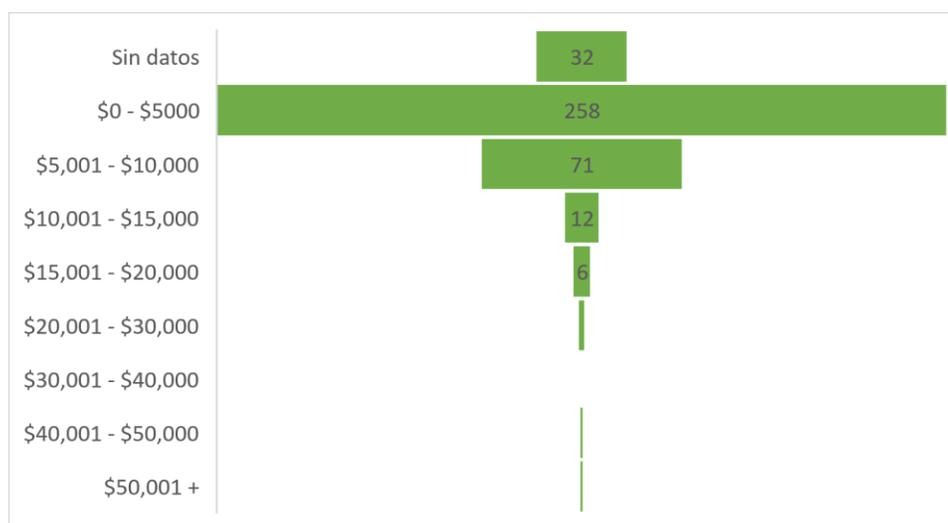
Fuente: Elaboración propia

La primera pregunta relativa a la percepción de la calidad de servicio del Metro fue Cuando usa el transporte público, ¿prefiere usar el Metro o lo usa a falta de alternativas? Existiendo 3 respuestas: prefiero usarlo, no tengo otra alternativa o lo uso indistintamente. Además, esta pregunta pretende también caracterizar el uso del Metro por parte de los encuestados. Casi la mitad de los encuestados respondieron que prefieren usar el Metro cuando tienen que viajar

en transporte público. El resto de las respuestas se repartieron casi equitativamente entre no tengo otra alternativa, con el 28% y lo uso indistintamente con el 23% (gráficoVI.3).

4. Ingreso mensual

Gráfico VI.4 - Ingreso mensual



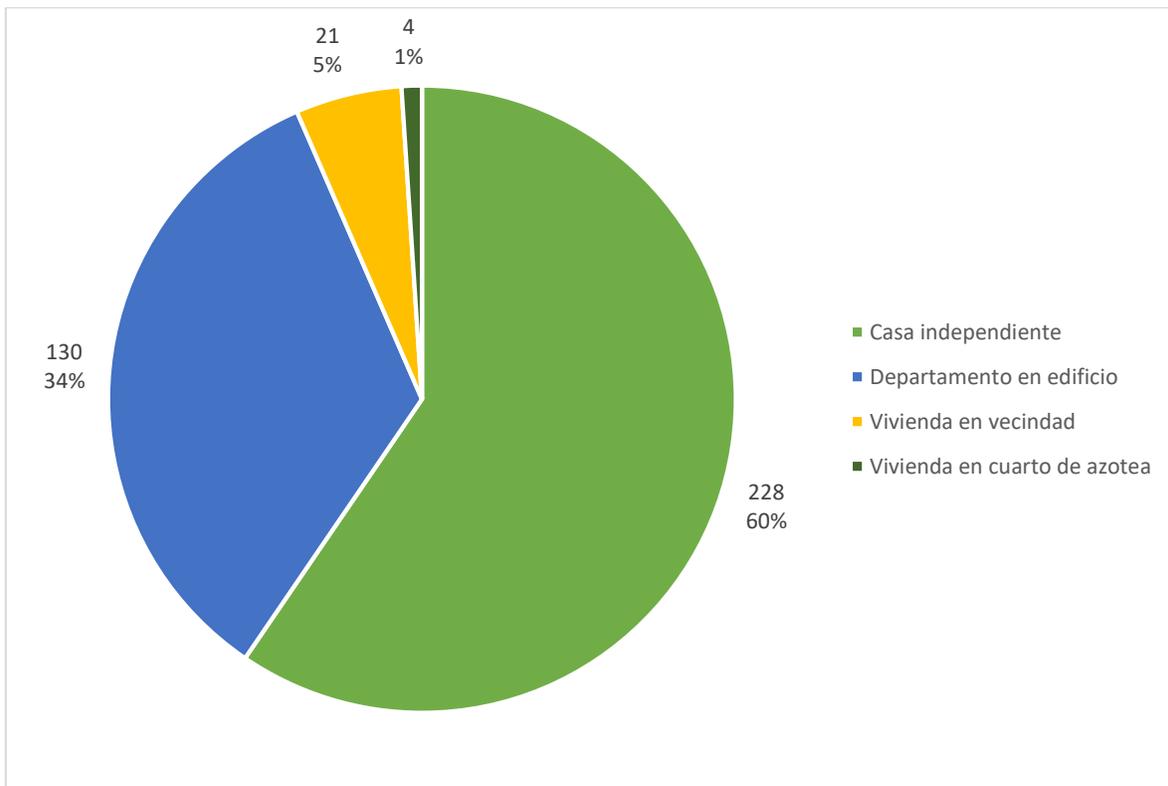
Fuente: Elaboración propia.

La tercera pregunta de carácter socioeconómico fue para averiguar el ingreso de los encuestados. Cabe destacar que esta pregunta averiguaba el ingreso exclusivamente de los encuestados, laboren estos o no, y no el de la familia, por lo que los resultados obtenidos pueden no reflejar adecuadamente el nivel socioeconómico de las personas, ya que el nivel de vida de los que no laboran depende del ingreso de sus tutores. En la gráfica se puede observar que existen 32 personas que no reportaron sus ingresos, esto debido a errores en la aplicación del instrumento. El grupo más predominante fue el de las personas con ingreso entre \$0 y \$5000 pesos, representando el 67.4% de la muestra. El siguiente grupo es el de las personas con ingreso entre \$5001 y \$10 000 pesos, representando el 18.5% de la muestra y luego el de las personas con ingreso entre \$10 001 y \$15 000 pesos, que representan el 3.13% de la muestra (gráfico VI.4).

5. Tipo de vivienda

Otra pregunta de carácter socioeconómico fue el tipo de vivienda en la que habitan las personas. Los resultados arrojaron que el 60% de las personas viven en casa independiente; 34% en departamento en edificio, 5% en vivienda en vecindad y el 1% en vivienda en cuarto de azotea (gráfico VI.5). Existía otra respuesta, que era: local no construido para habitación, pero no hubo nadie que eligiera esta opción.

Gráfico VI.5 - Tipo de vivienda



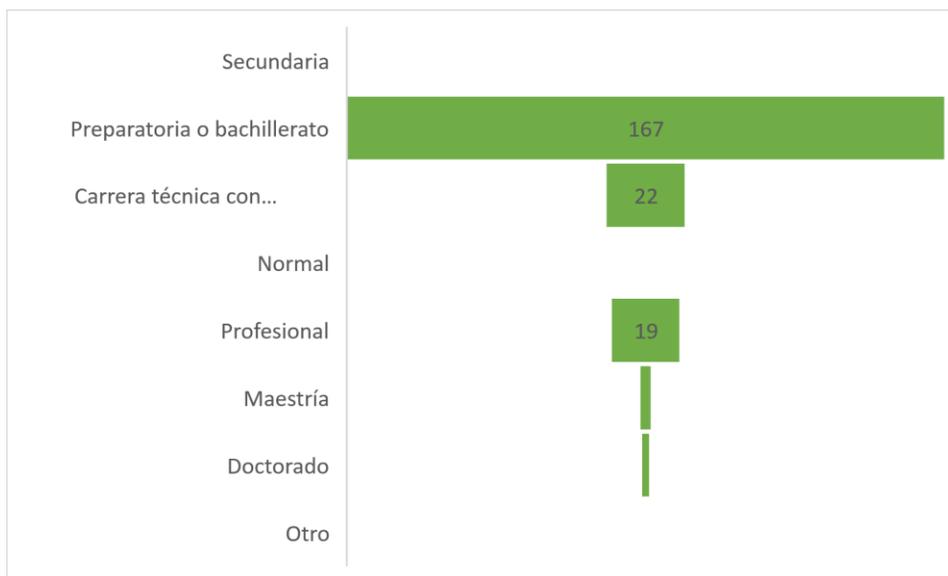
Fuente: Elaboración propia.

6. Nivel máximo de estudios cursado

El nivel máximo de estudios también tenía por objetivo ayudar en la clasificación del nivel socioeconómico de las personas y al mismo tiempo ayudar a encontrar una correlación entre el nivel de estudios y la percepción de la calidad del servicio del Metro. Es necesario destacar que debido a un error en la aplicación del instrumento, sólo se tomaron en cuenta 215 encuestados de los 383 originales, puesto que se consideró más apropiado considerar sólo las

respuestas correctas. Los resultados arrojaron que los grupos más numerosos fueron las personas con preparatoria o bachillerato concluido, que representaron el 77.7% seguidos por las personas con carrera técnica, que representaron el 10.2% de la muestra (gráfico VI.6).

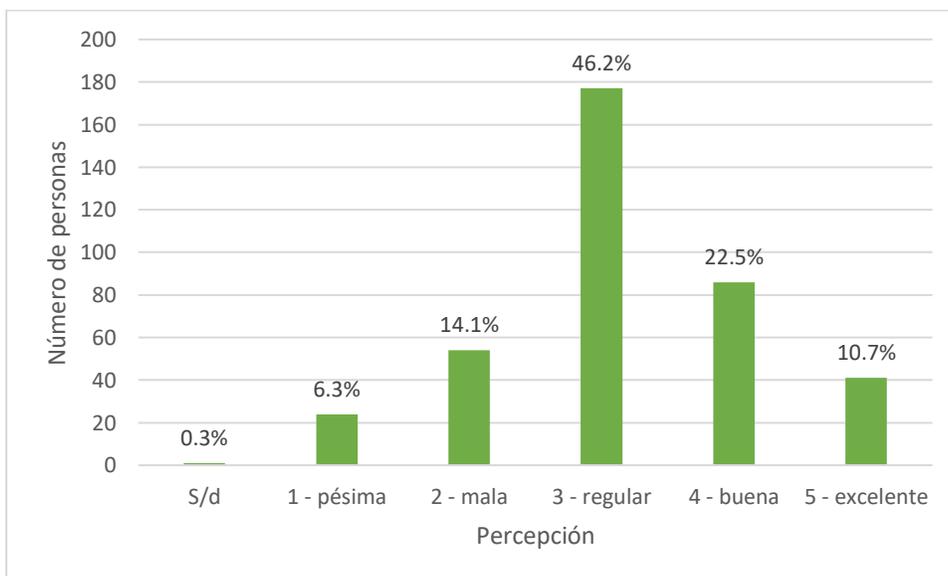
Gráfico VI.6 - Nivel máximo de estudios cursado



Fuente: Elaboración propia.

7. Percepción de la relación precio – servicio del boleto del metro

Gráfico VI.7 - Percepción de la relación precio - servicio del boleto de Metro

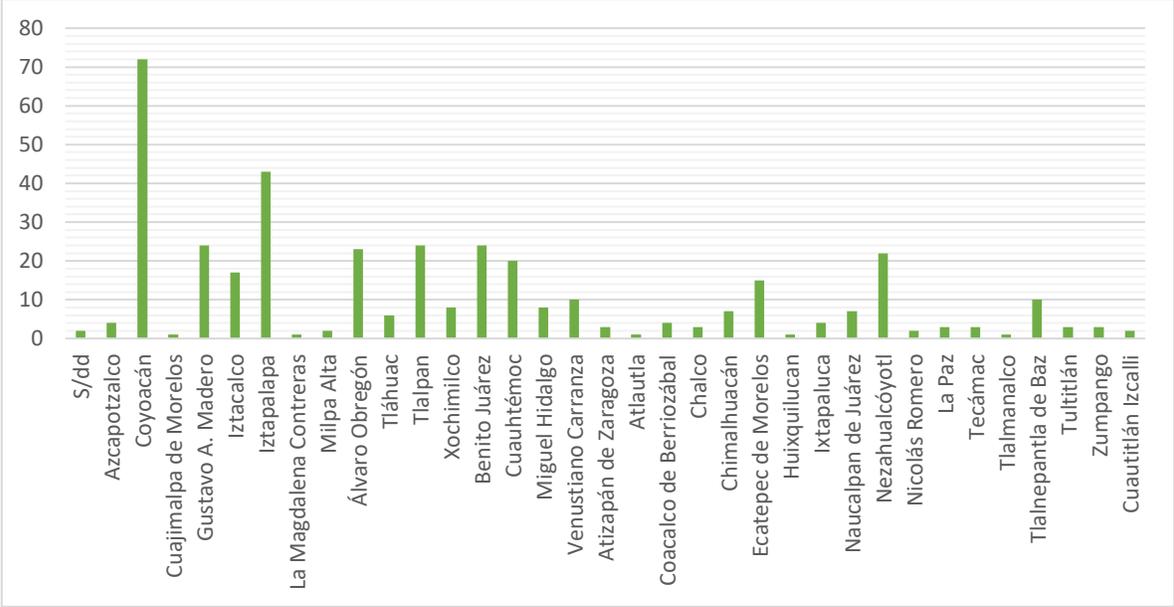


Fuente: Elaboración propia

La segunda pregunta relacionada directamente con la percepción de la calidad de servicio del Metro fue En una escala del 1 al 5, donde 1 es pésima y 5 excelente, la relación precio – servicio del boleto del Metro es. Esta pregunta pretendía evaluar si las personas consideraban que lo que pagan por el boleto es adecuado respecto al servicio, y la calidad de este, que ofrece el Metro. La respuesta con mayor frecuencia fue regular con un 46.2%; seguida por buena con una frecuencia del 22.5%; mala, con 14.1%; excelente, con 10.7% y por último pésima con 6.3% (gráfico VI.7). Existe una persona de la que no se tiene la respuesta, debido a un error en la aplicación del instrumento.

8. Municipio o delegación de residencia

Gráfico VI.8 - Municipio o delegación de residencia



Fuente: Elaboración propia.

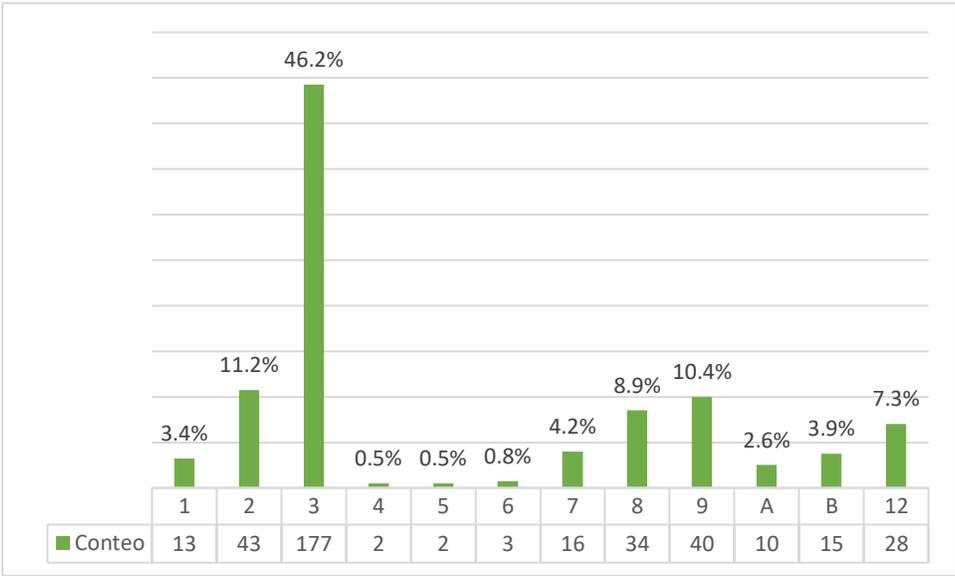
Debido a que la ZMVM se compone de 70 municipios y 16 delegaciones, se buscó averiguar el municipio o delegación de residencia de los encuestados. Los resultados arrojaron que al menos una persona de cada una de las 16 delegaciones de la Ciudad de México participó en la encuesta, siendo Coyoacán la más representativa, pues tiene una frecuencia del 18.8%; seguida por Iztapalapa con el 11.23%. De los 125 municipios que forman el Estado de México, solo 59 pertenecen a la ZMVM, pero de estos, solo 18 aparecen representados en la muestra, siendo el más frecuente Ciudad Nezahualcóyotl, con 5.74%; le sigue Ecatepec de

Morelos, con 3.92% (gráfico VI.8). De Tizayuca, el único municipio del estado de Hidalgo que forma parte de la ZMVM no se obtuvo ninguna representación.

9. Línea de Metro que más utiliza el encuestado

La décima pregunta de la encuesta forma parte de las preguntas que tienen por objetivo caracterizar el uso del Metro por parte de los encuestados. En la gráfica mostrada, en la parte inferior se encuentra una tabla: la fila superior hace referencia a las 12 líneas del Metro y la fila inferior muestra el conteo de personas que usan dicha línea. La línea que casi la mitad de los encuestados usan, con un 46.2%, es la Línea 3 o Verde Olivo. Le siguen la Línea 2 o Azul con 11.2% y Línea 9 o Café con 10.4% (gráfico VI.9).

Gráfico VI.9 - Línea de Metro más usada



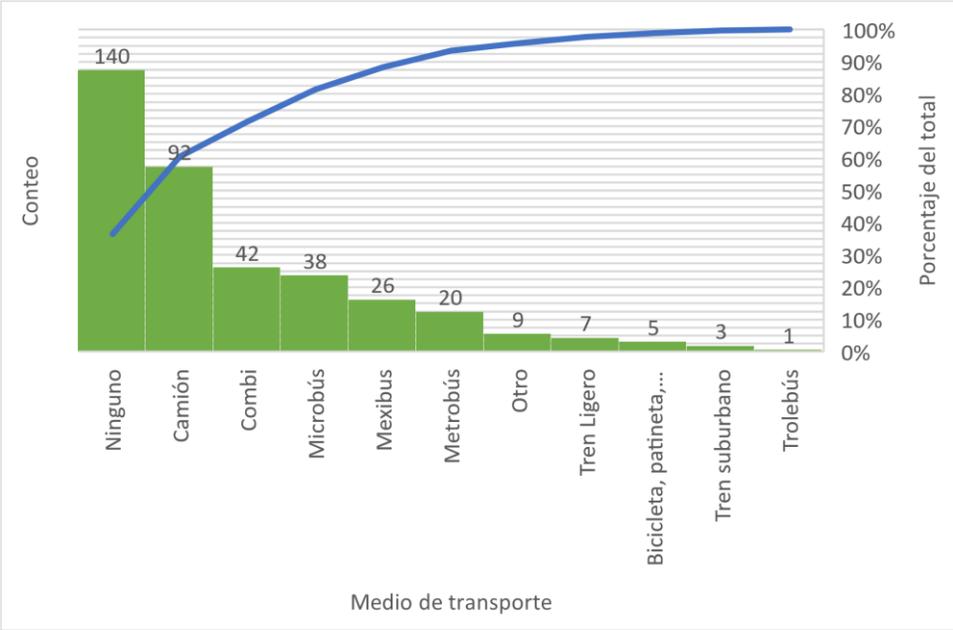
Fuente: Elaboración propia.

10. Medios de transporte usados para acceder al Metro

La décimo primera pregunta, ¿Qué medios de transporte usa para acceder al Metro? tiene también por objetivo realizar una caracterización del uso del Metro por parte de los usuarios, además de buscar un primer acercamiento al nivel de accesibilidad que tienen las personas al Sistema. Las barras verdes muestran el conteo de personas que usan el medio de transporte mostrado en el eje de las abscisas y la línea azul muestra el porcentaje acumulado de usuarios.

Si bien la primera respuesta no es ningún medio de transporte como tal, hace referencia a las personas que caminan directamente al Metro. Esta respuesta fue la más repetida, con una frecuencia del 36.6%. Le siguen el camión, con 24% y combi con 11% (gráfico VI.10).

Gráfico VI.10 - Medios de transporte usados para acceder al Metro

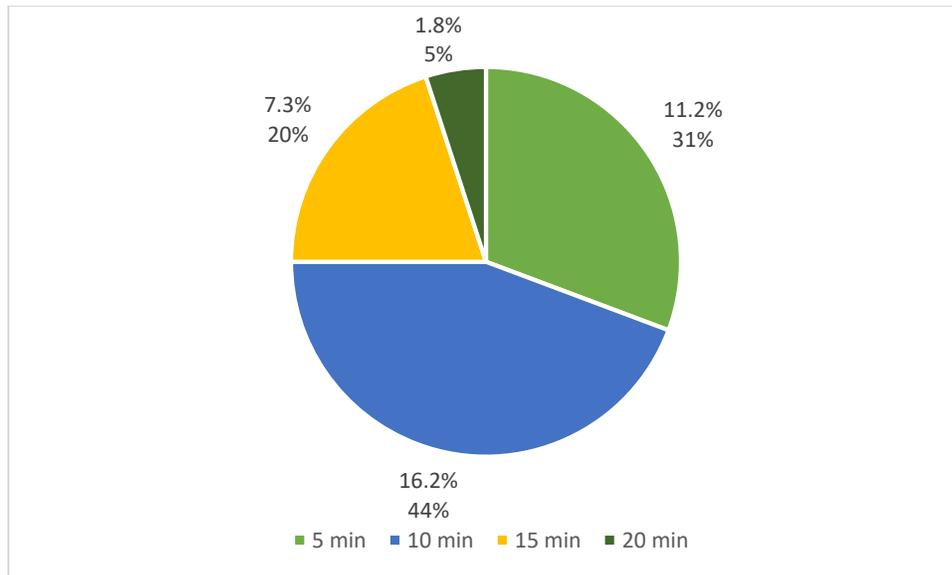


Fuente: Elaboración propia.

11. Tiempo caminando

Esta pregunta realiza un seguimiento de la pregunta anterior, ya que aquí se busca averiguar cuánto tiempo caminan para acceder al Metro las personas que no usan medio de transporte alguno. En la gráfica se muestran dos valores: el superior es el porcentaje que representa esa respuesta del total de la muestra, mientras que el inferior es el porcentaje que representa esa respuesta del total de personas que caminan. La respuesta con más frecuencia fue 10 minutos, representando el 16.2 del total de la muestra; le sigue 5 minutos, con 11.2% y 15 minutos, con 7.3% (gráfico 6.11).

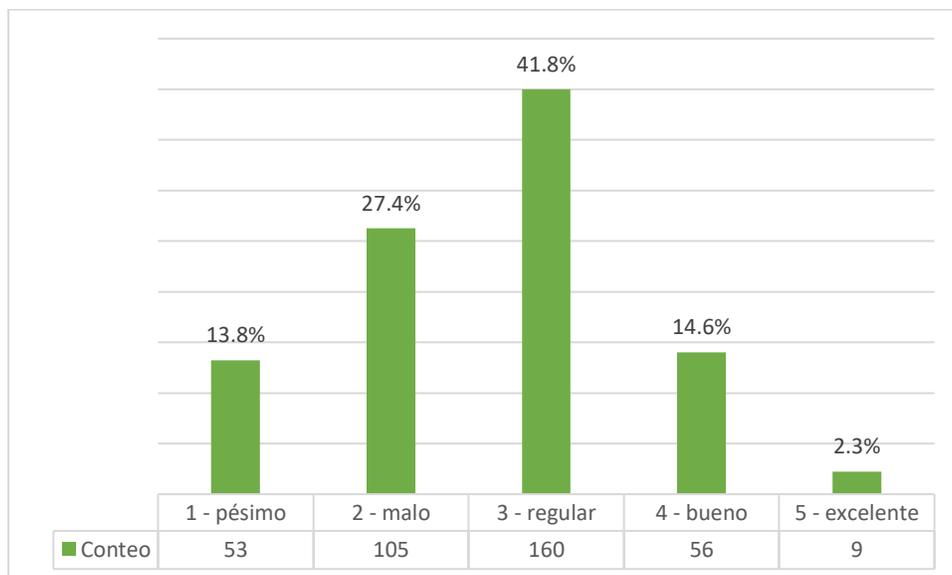
Gráfico VI.11 - Tiempo caminando hacia el Metro



Fuente: Elaboración propia.

12. Tiempo de viaje en días laborales

Gráfico VI.12 - Percepción del tiempo de viaje en días laborales



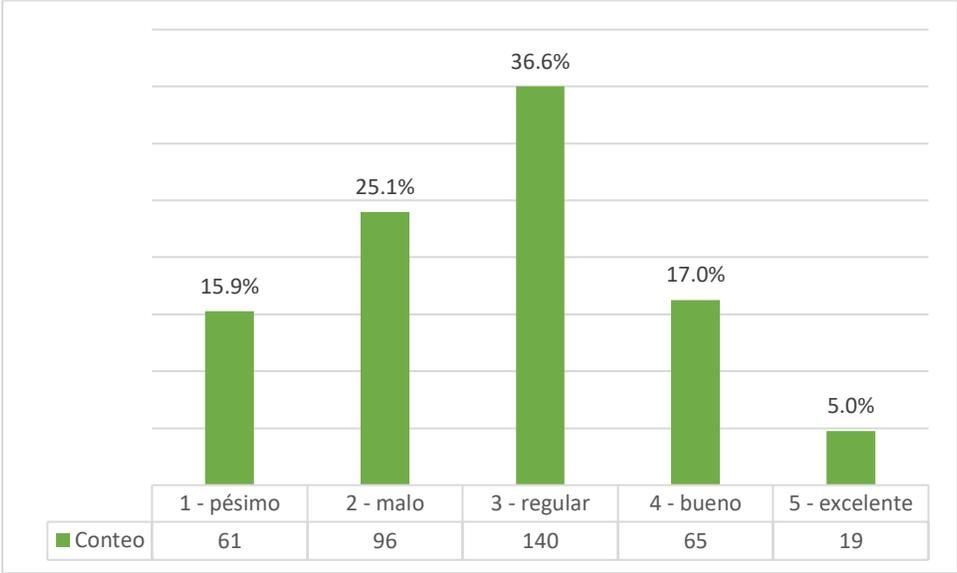
Fuente: Elaboración propia.

El tiempo de viaje en días laborales es una pregunta relacionada directamente con la percepción de la calidad del servicio del Metro por parte de los encuestados. La pregunta no se hizo para determinar el tiempo como tal que hacen las personas de su origen a su destino,

sino que busca averiguar la percepción de este por parte de los usuarios. Los resultados arrojaron que el 41,8% de las personas consideran que el tiempo es regular, el 27.4% consideran que el tiempo es malo, el 14.6% consideran que el tiempo es bueno, seguido de cerca por el 13.8% que consideran que el tiempo es pésimo y al final, el 2.3% que consideran que el tiempo es excelente (gráfico VI.12).

13. Confiabilidad del Sistema Metro para llegar a tiempo a su destino

Gráfico VI.13 - Confiabilidad del Metro para llegar a tiempo al destino



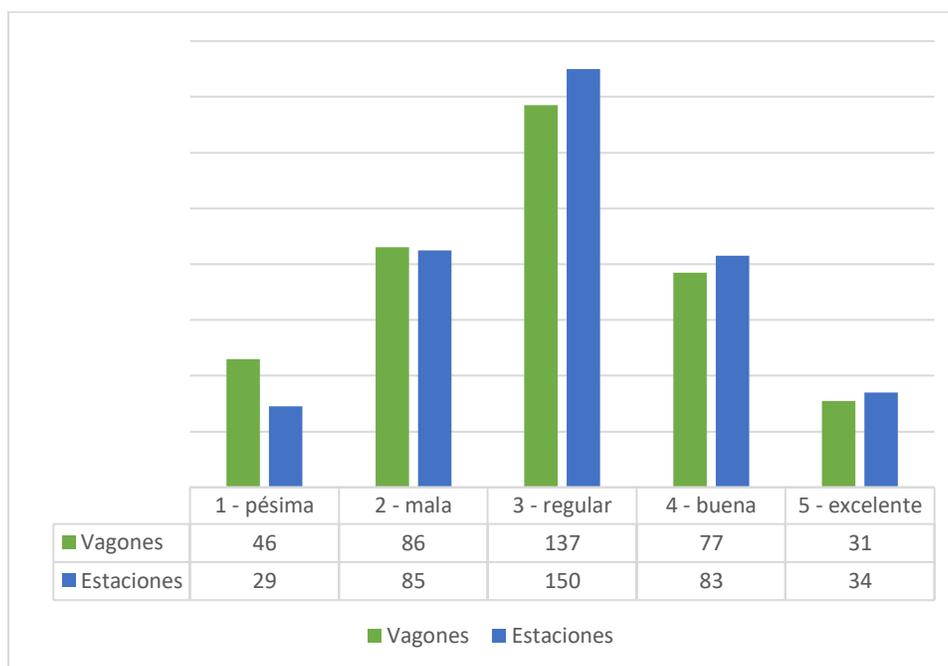
Fuente: Elaboración propia.

La confiabilidad del Sistema Metro para llegar a tiempo a su destino es también una pregunta relacionada directamente con la percepción de la calidad del servicio del Metro. Con esta pregunta se buscaba averiguar si las personas consideraban que podían realizar una suposición acertada del tiempo que les toma viajar en Metro, lo que reflejaría una constancia en la calidad del servicio. El 36.6% de las personas respondieron que la confiabilidad es regular, el 25.1% consideran que la confiabilidad es mala, el 17% que la confiabilidad es buena, el 15.9% que la confiabilidad es pésima y por último el 5% que la confiabilidad es excelente (gráfico VI.13).

14. Percepción de seguridad personal al interior de los vagones y al interior de las estaciones

Las preguntas 15 y 16 estaban ligadas a determinar el sentimiento de seguridad de las personas al usar el Metro, tanto al viajar en los vagones como al interior de las estaciones. La encuesta arrojó resultados con tendencias parecidas entre los dos subsistemas en los que se dividió el Metro. En ambos casos, la percepción de seguridad predominante fue regular, seguida por una mala percepción y luego por una buena percepción. La discrepancia ocurre en una pésima percepción, pues en el caso de los vagones, más personas consideraron que la seguridad era pésima, quedando como los menos el grupo de personas que consideran excelente la seguridad. En cuanto a las estaciones, el número de personas que consideran que la seguridad es excelente es mayor al número de personas que consideran que la seguridad es pésima (gráfico VI.14).

Gráfico VI.14 - Percepción de seguridad personal al interior de vagones y estaciones

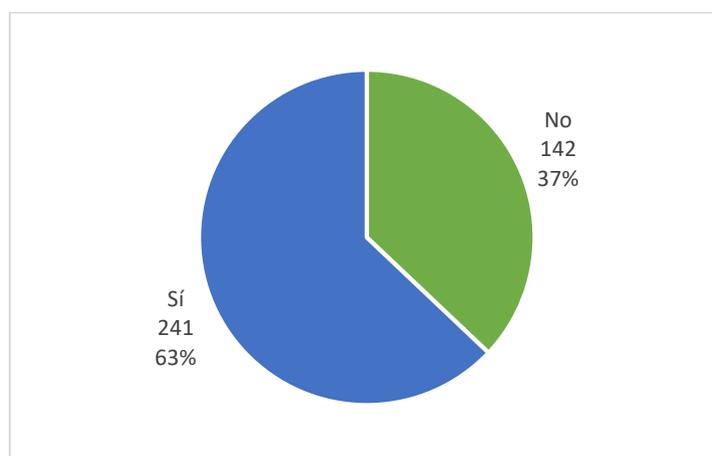


Fuente: Elaboración propia.

15. Delitos o emergencias médicas sufridas u observadas, incidencia por tipos y percepción

Las preguntas 17 y 18 fueron un seguimiento directo de las preguntas 15 y 16. En la pregunta 17 se averiguó cuántas personas de las encuestadas habían sufrido u observado de manera directa al menos un delito o emergencia médica. El 64%, o 241 personas, respondieron afirmativamente (gráfico VI.15).

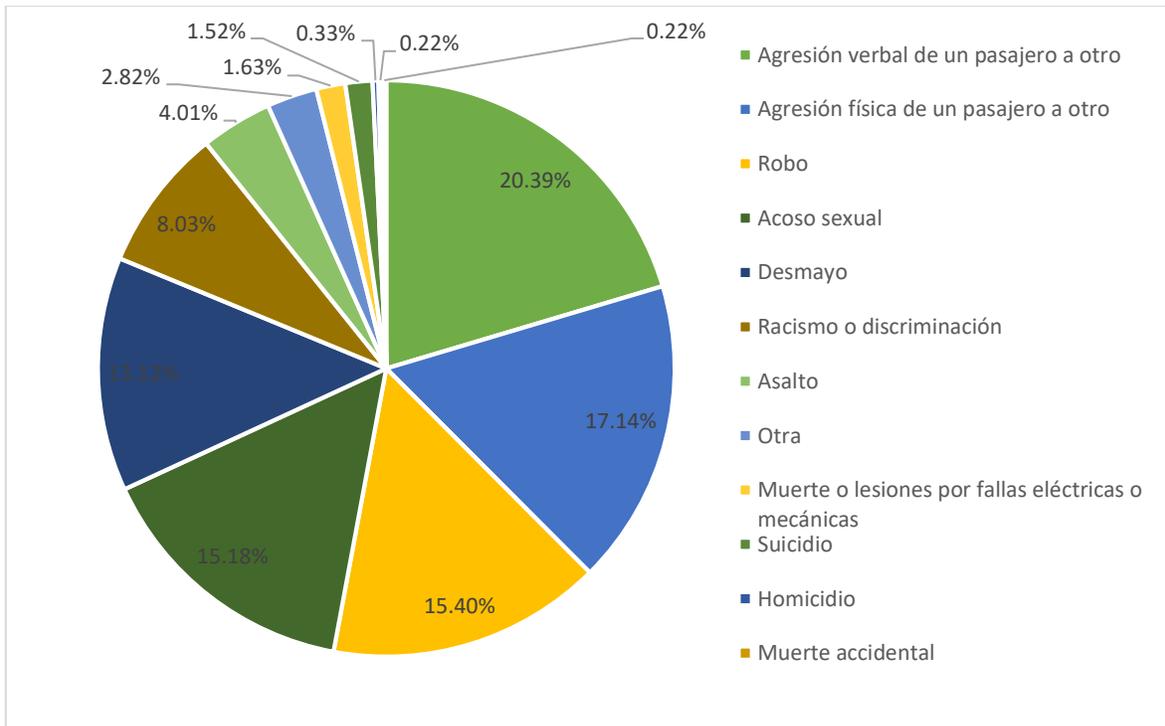
Gráfico VI.15 - Cantidad de personas que sufrieron u observaron un delito o emergencia médica



Fuente: Elaboración propia.

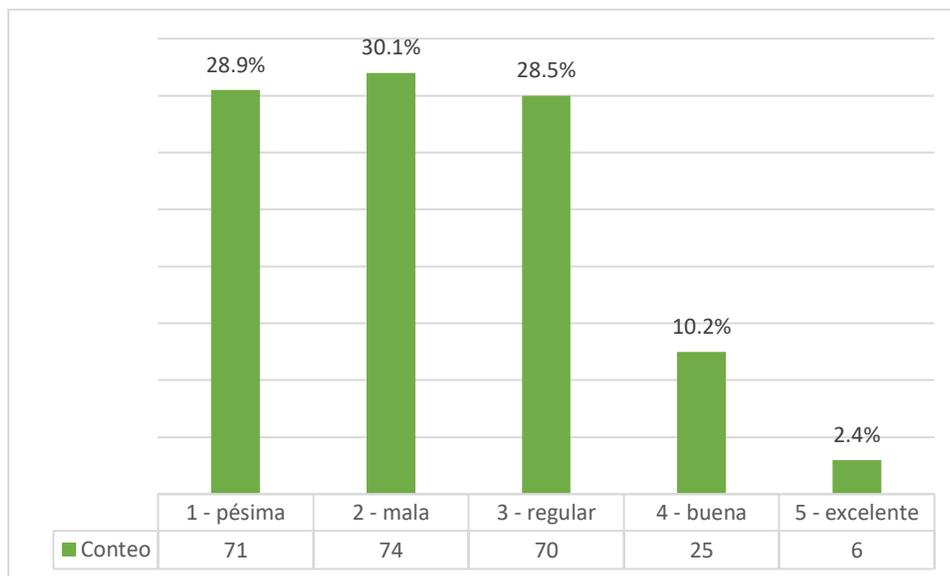
En la pregunta 18 se consideraron los que son los delitos o emergencias médicas más comunes en el Metro. A las personas que respondieron afirmativamente en la pregunta 17 se les solicitó que eligieran todos los delitos o emergencias que habían sufrido u observado en el Metro. Se obtuvo un conteo total de 922 delitos o emergencias médicas. De estos, los más comunes fueron: agresión verbal de un pasajero a otro, con una incidencia del 20.4%; agresión física de un pasajero a otro, con una incidencia del 17.1%; robo, con una incidencia de 15.4% y acoso sexual, con una incidencia del 15.2%. Cabe destacar que de las 241 personas que respondieron afirmativamente, 14 fueron testigos de suicidio, 3 de homicidio y 2 de muerte accidental, representando un 3.7%, 0.8% y 0.5%, respectivamente, del total de la muestra de personas encuestadas (gráfico VI.16).

Gráfico VI.16 - Delitos o emergencias médicas



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico VI.17 - Calificación de la respuesta del personal de auxilio



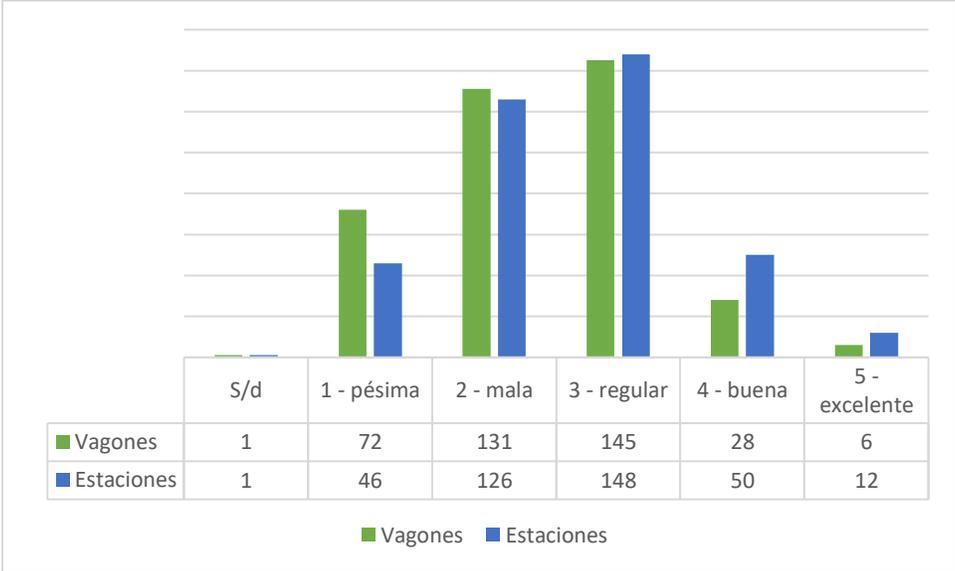
Fuente: Elaboración propia.

La pregunta 19 fue la última relativa a la percepción de seguridad de las personas. En esta pregunta se buscó averiguar cuál fue la percepción de la calidad de respuesta por parte del

personal del Metro. Cabe destacar que los porcentajes mostrados son en referencia las 241 personas que respondieron de manera afirmativa a la pregunta 17. Los resultados muestran que la respuesta más frecuente fue mala, con un 30.1%; después pésima, con 28.9%; regular, con 28.5%; buena, con 10.2% y al final excelente con 2.4% (gráfico VI.17).

16. Comodidad al viajar en el Metro y dentro de las estaciones

Gráfico VI.18 - Comodidad



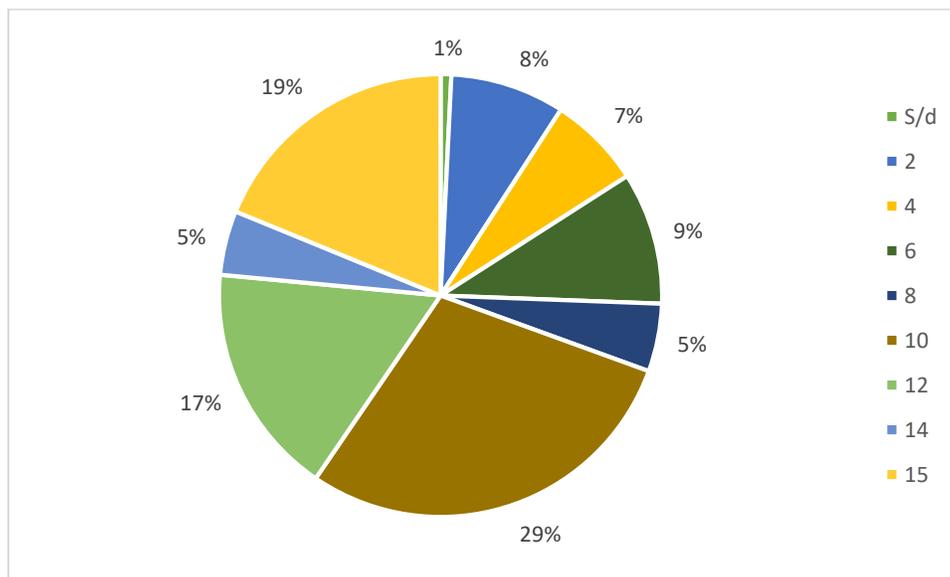
Fuente: Elaboración propia.

Las preguntas 20 y 21 buscan determinar la percepción de la comodidad de las personas al viajar en el Metro. Al igual que en las preguntas 15 y 16, las preguntas 20 y 21 hacen referencia a los dos subsistemas en los que se dividió el Metro: los vagones y las estaciones, respectivamente. La tendencia en los dos subsistemas fue parecida: la respuesta más frecuente fue regular, seguida por mala. La discrepancia ocurre en el tercer lugar, ya que en el caso de los vagones, la tercera respuesta más frecuente fue pésima, mientras que en el caso de las estaciones la tercera respuesta más frecuente fue buena. En ambos casos, la respuesta menos frecuente fue excelente (gráfico VI.18).

17. Viajes a la semana en transporte público y Metro

Las preguntas 22 y 23 forman parte del grupo de preguntas orientadas a caracterizar el uso del Metro por parte de los encuestados. Como primer acercamiento, se les preguntó a las personas cuantos viajes hacían a la semana, suponiendo que un viaje equivale a una ida del punto A al punto B y otro viaje equivale al regreso del punto B al punto A, o el caso equivalente que aplique. La respuesta más frecuente fue que las personas realizan 10 viajes a la semana, con un 29%; le sigue 15 viajes o más, con una frecuencia del 19% y luego 12 viajes, con una frecuencia de 17% (gráfico VI.19).

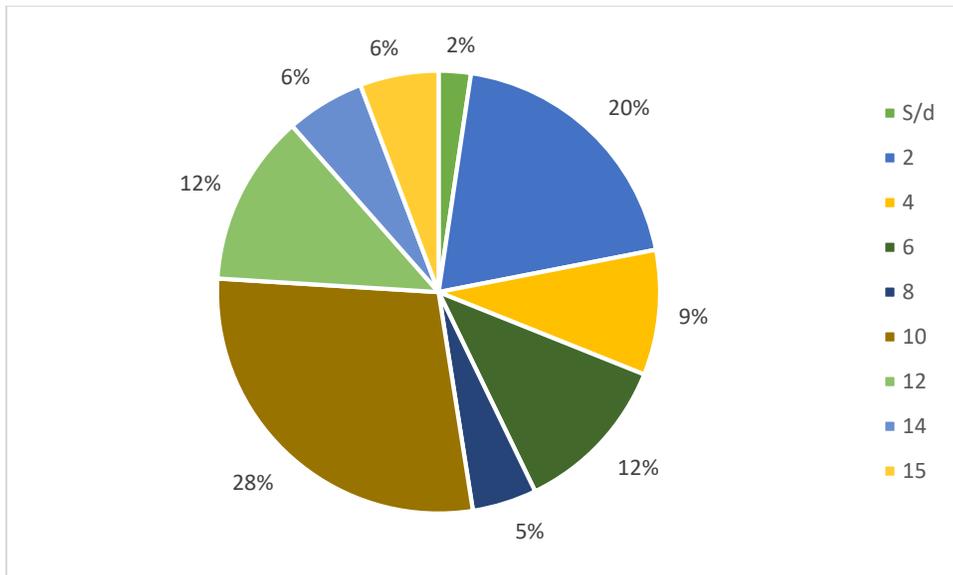
Gráfico VI.19 - Viajes a la semana en transporte público



Fuente: Elaboración propia.

La pregunta 23 hacía referencia directa a los viajes a la semana que realizan las personas en Metro. La respuesta más común fueron 10 viajes a la semana, con 28%; seguida de 2 viajes a la semana con 20% y 6 y 12 viajes a la semana, con la misma frecuencia del 12% (gráfico VI.20).

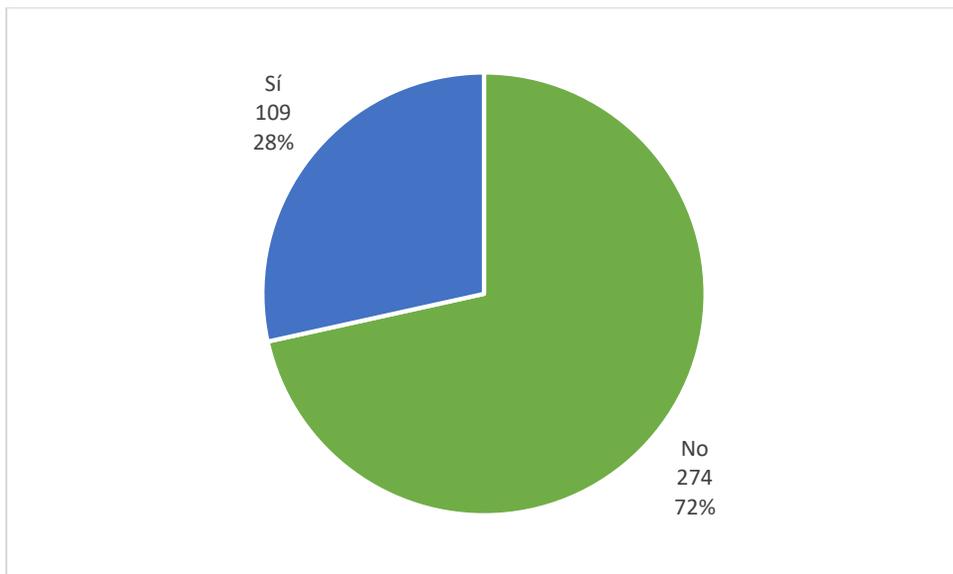
Gráfico VI.20 - Viajes a la semana en Metro



Fuente: Elaboración propia.

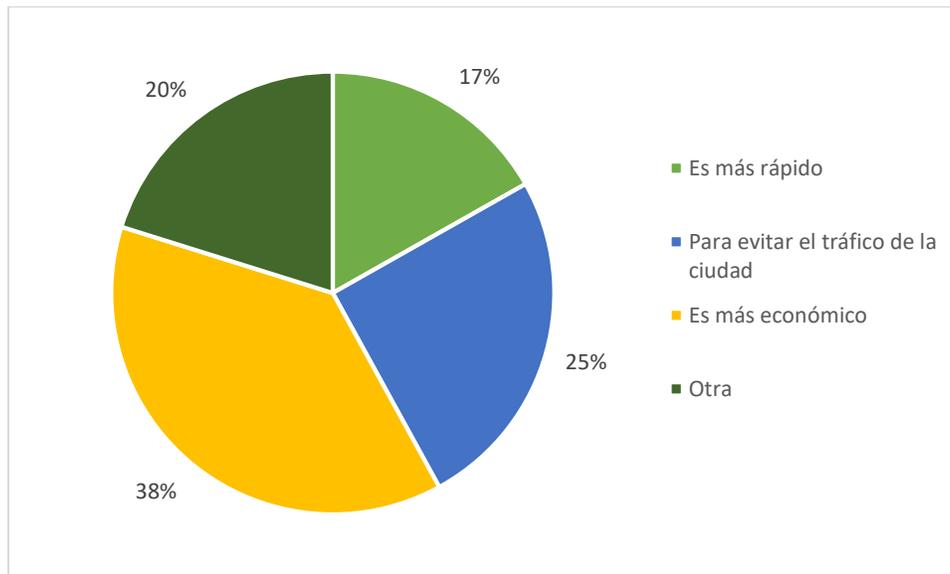
18. Medio de transporte propio y uso del transporte público

Gráfico VI.21 - Personas que cuentan con medio de transporte propio



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico VI.22 - Razones por las que personas con medio de transporte propio usan el transporte público



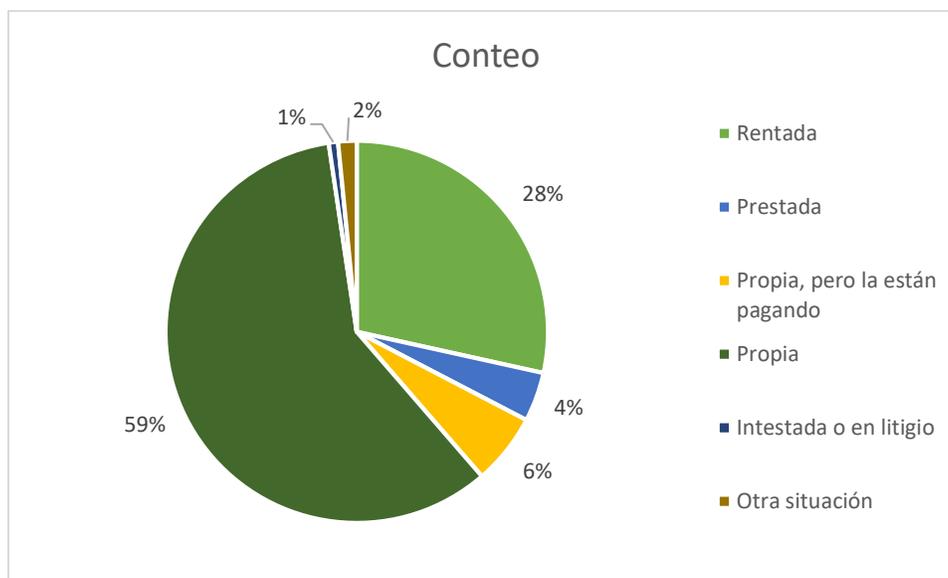
Fuente: Elaboración propia.

Las preguntas 24 y 25 continúan dentro del grupo de preguntas orientado a caracterizar el uso del Metro. El objetivo de la pregunta 24 fue averiguar si los encuestados contaban con un medio de transporte propio (predominantemente automóvil). El 72% de los encuestados contestaron que no, mientras, que el 28% contestaron que sí (gráfico VI.21).

La pregunta 25, a modo de seguimiento de la pregunta 24, fue para determinar por que las personas que cuentan con medio de transporte propio usan el transporte público. Los porcentajes mostrados son con base en el total de personas que respondieron sí a la pregunta 24. El 38% de las personas respondió que usan el transporte público porque es más económico; el 25% respondieron que usan el transporte público para evitar el tráfico de la Ciudad; el 20% por otra razón (existiendo dentro de esta otra razón el programa Hoy no circula) y por último el 17% respondieron que usan el transporte público porque es más rápido (gráfico VI.22).

19. Propiedad de la vivienda

Gráfico VI.23 - Propiedad de la vivienda

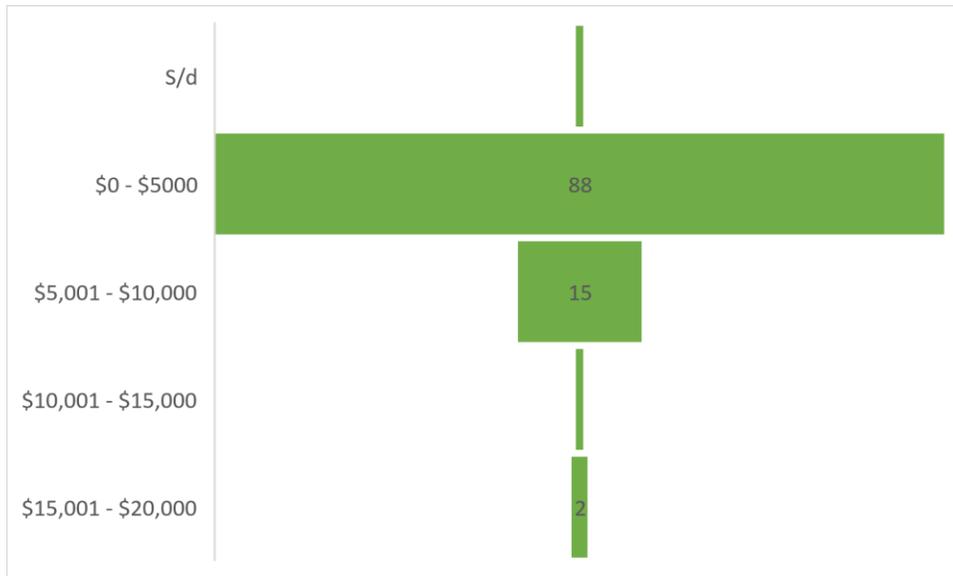


Fuente: Elaboración propia.

Las preguntas 26 y 27 retomaron la caracterización socioeconómica de los encuestados. La pregunta 26 comenzó por preguntar a las personas el estatus de propiedad de la casa en la que habitan. Los resultados mostraron que el 59% de las personas son propietarios de su vivienda; el 28% son arrendatarios de su vivienda; el 6% son dueños de su propiedad, pero se encuentran pagándola; el 4% habitan en una vivienda prestada; el 2% se encuentran en una vivienda con una situación diferente a las aquí mostradas y el 1% habitan en una casa intestada o en litigio. (gráfico VI.23).

La pregunta 27, realizado el seguimiento de la pregunta anterior, tuvo por objetivo averiguar cuanto pagan las personas que rentan o están pagando su vivienda. 88 personas, el 82.2% del total de personas que pagan, se encuentran pagando de \$0 a \$5 000 pesos por su vivienda; 15, el 14%, pagan entre \$5 001 y \$10 000 pesos; 1 persona, o el 0.9% paga entre \$10 001 y \$15 000 y por último, 2 personas, o el 1.9%, pagan entre \$15 001 y \$20 000 pesos (gráfico VI.24).

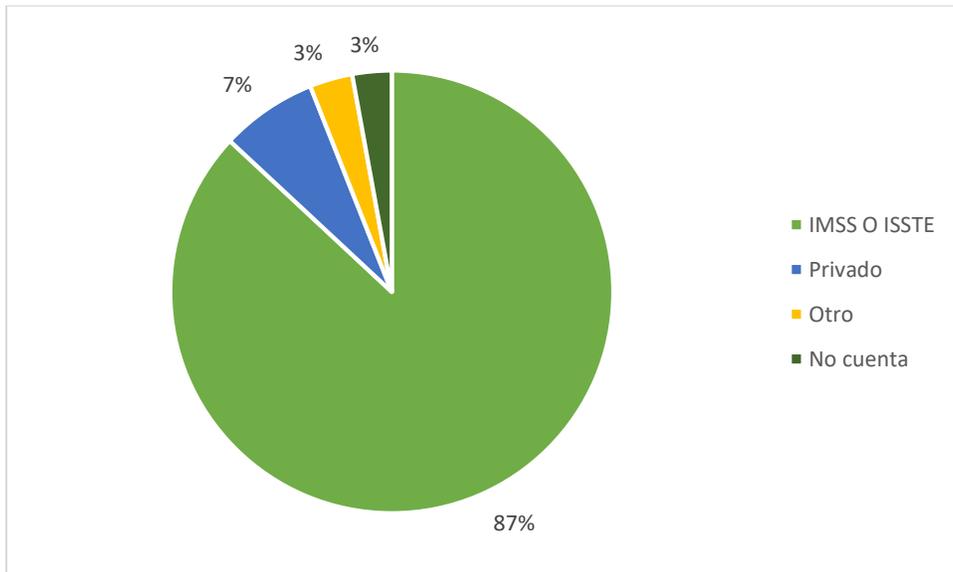
Gráfico VI.24 - Monto mensual de renta



Fuente: Elaboración propia.

20. Seguro médico

Gráfico VI.25 - Seguro médico con el que cuentan las personas



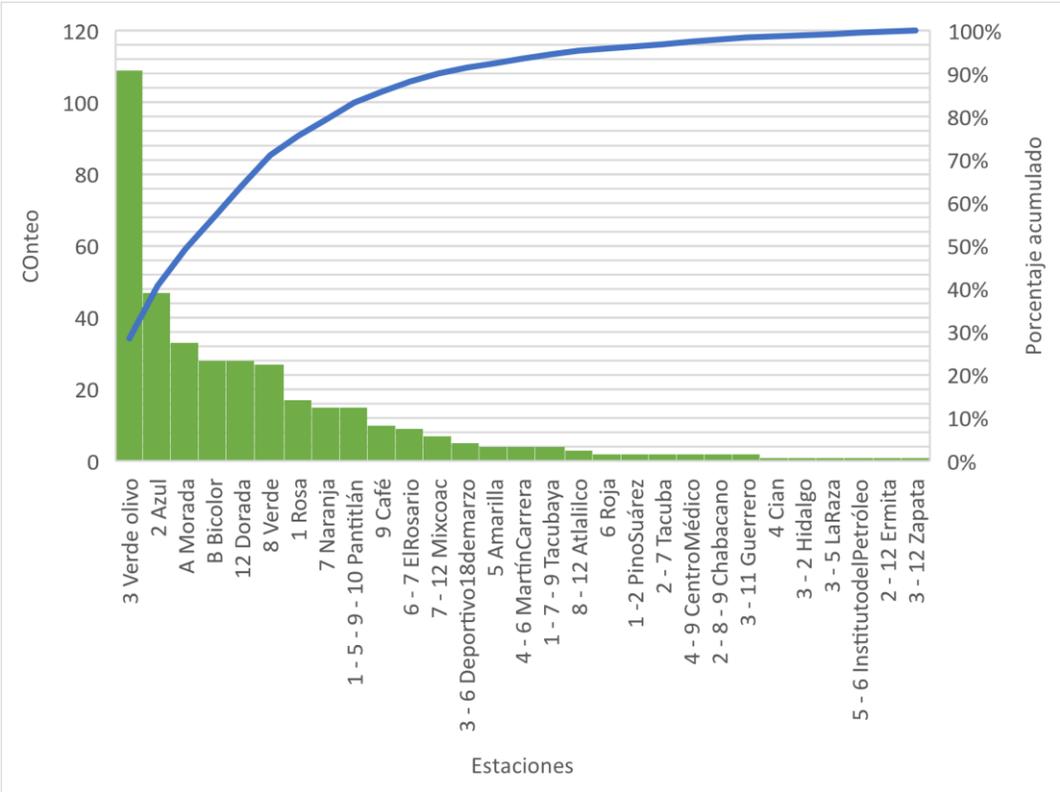
Fuente: Elaboración propia.

Continuando con la caracterización socioeconómica de los encuestados, el objetivo de la pregunta 28 fue averiguar el tipo de seguro con el que cuentan las personas. El 82% respondió

que se encuentran asegurados por el IMSS o el ISSTE; el 7% que son asegurados por una entidad privada; el 3% que son asegurados por una entidad de otra clase, como el seguro proporcionado a las Fuerzas Armadas y por último, el 3% restante afirman no contar con ninguna clase de seguro médico (gráfico VI.25).

21. Estación más cercana al hogar

Gráfico VI.26 – Cantidad de usuarios de las líneas y estaciones de correspondencia

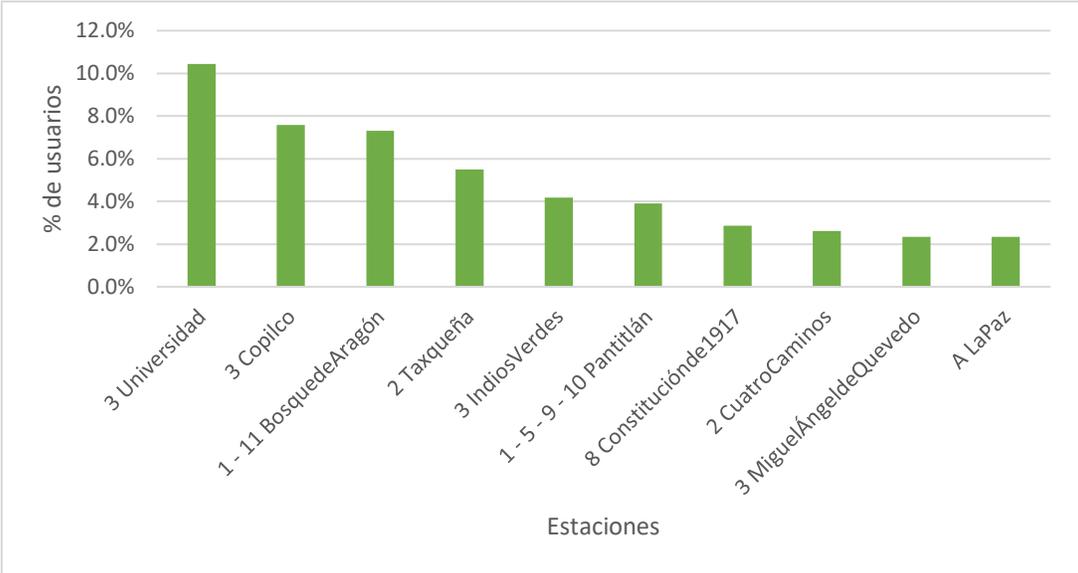


Fuente: Elaboración propia.

La pregunta 29 continuó con la caracterización de uso del Metro. En esta pregunta se buscó encontrar cuál es la estación más cercana a la vivienda de las personas. De las 163 estaciones con las que cuenta el Metro (ya habiendo restado las estaciones redundantes debido a correspondencias), únicamente 90 fueron mencionadas. En la gráfica mostrada se representa el conteo de estaciones por Línea, además de incluir a las estaciones que son correspondencia entre una o más Líneas. La Línea 3 o Verde Olivo fue la que tuvo mayor número de estaciones cercanas, pues el 31.1% de las personas tienen una estación cercana perteneciente a la Línea

3, incluyendo estaciones de correspondencia. En segundo lugar se ubicó, muy por debajo, la Línea 2, de la cual el 14.4% de las personas tiene una estación cercana, incluyendo estaciones de correspondencia (gráfico VI.26).

Gráfico VI.27 - Estaciones más usadas



Fuente: Elaboración propia.

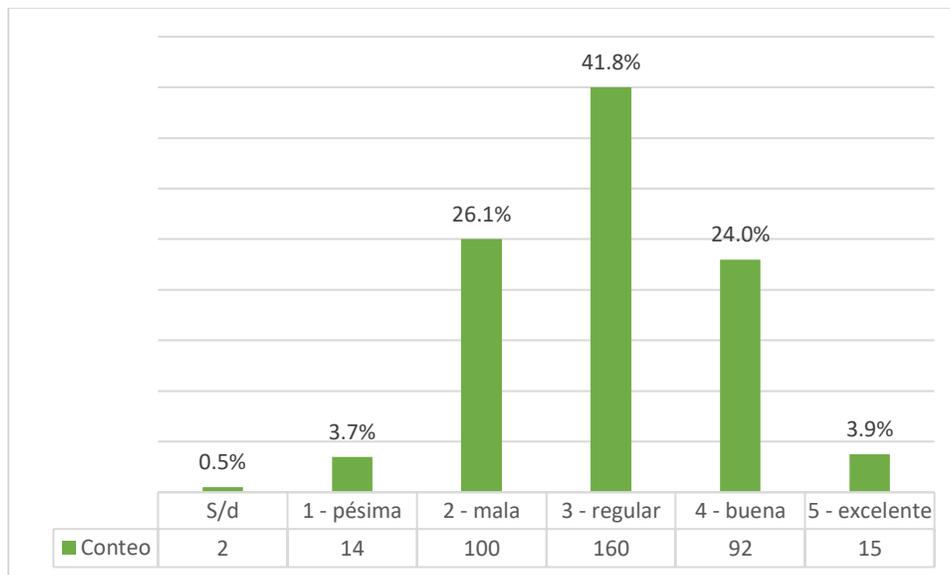
Las 10 estaciones más usadas por los encuestados forman el 49.1% del total de las estaciones mencionadas. De estas, 4 estaciones pertenecen a la Línea 3, representando el 24.5% de las estaciones mencionadas. Universidad es la estación más usada, con una frecuencia del 10.4%; Copilco, con el 7.6%; Bosque de Aragón, con 7.3%; Taxqueña, con 5.5%; Indios Verdes, con 4.2%; Pantitlán, con 3.9%; Constitución de 1917, con 2.9%; Cuatro Caminos, con 2.6%; Miguel Ángel de Quevedo, con 2.3% y por ultimo La Paz, con 2.3% (gráfico VI.27).

22. Frecuencia con la que pasan los trenes

La frecuencia con la que pasan los trenes es una característica relacionada directamente con la calidad del nivel de servicio. En la pregunta 31 se les pidió a las personas expresar su percepción respecto a esta característica. El 41.8% de las personas respondieron que la frecuencia es regular; el 26.1% que la frecuencia es mala; el 24% que la frecuencia es buena,

el 3.9% que la frecuencia es excelente y por último el 3.7% opinaron que la frecuencia es pésima (gráfico VI.28).

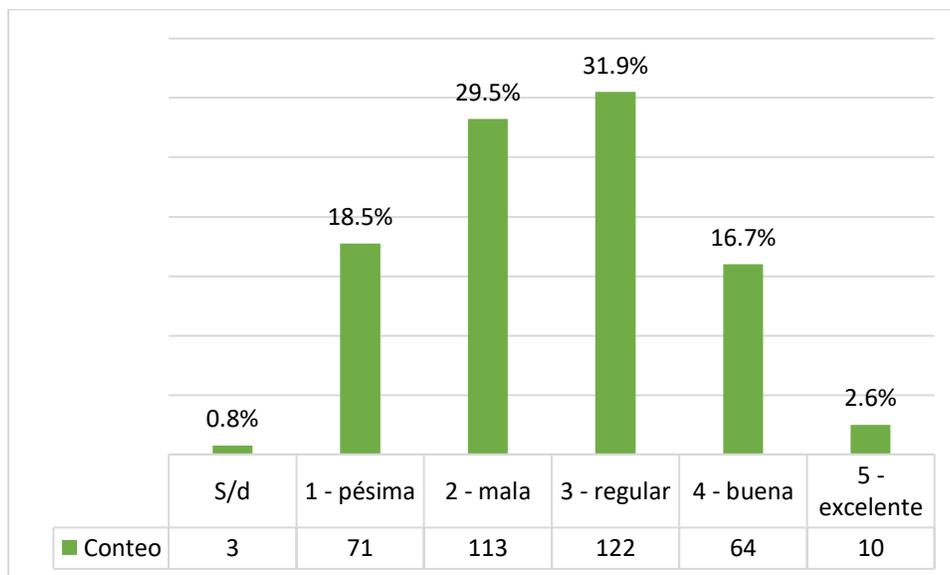
Gráfico VI.28 - Frecuencia con la que pasan los trenes



Fuente: Elaboración propia.

23. Amabilidad del personal

Gráfico VI.29 - Amabilidad del personal

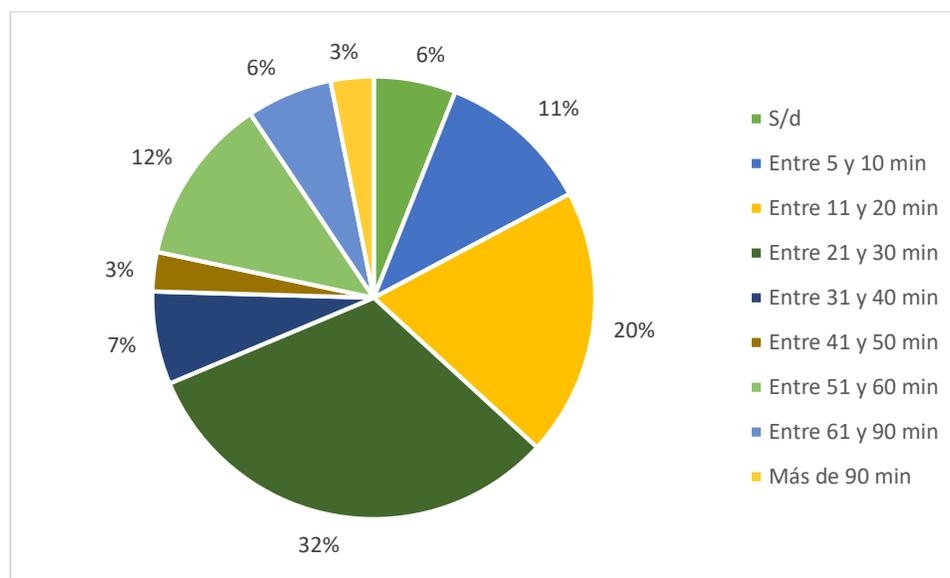


Fuente: Elaboración propia.

La pregunta 32 busca conocer la percepción de los usuarios sobre la amabilidad del personal del Metro, incluyendo a los vendedores de boletos y policías, entre otros. Este es un aspecto a considerar en la percepción de la calidad del servicio. La respuesta más predominante fue regular, con un 31.9%. Le siguió mala con un 29.5%; pésima, con 18.5%; buena, con un 16.7% y al final excelente, con un 2.6% (gráfico VI.29).

24. Tiempo para ir de la vivienda al hospital

Gráfico VI.30 - Tiempo de viaje de la vivienda al hospital más cercano

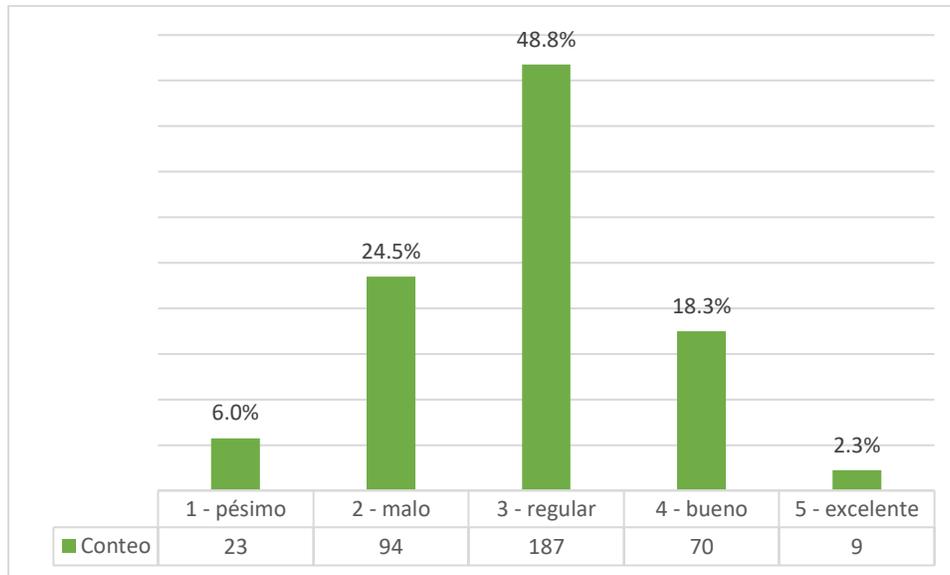


Fuente: Elaboración propia.

Parte de la caracterización socioeconómica de las personas consiste en saber su nivel de acceso al sistema de salud. Un acercamiento básico a esta capacidad de acceso es saber la distancia, en este caso determinada mediante el tiempo de viaje, de una persona al hospital más cercano a su casa. El objetivo de la pregunta 38 fue conocer el tiempo que las personas creen o saben que se hacen de su vivienda a dicho hospital mediante cualquier medio de transporte. La respuesta más frecuente fue de 31 a 40 minutos, con una frecuencia del 31%; entre 11 y 20 minutos tuvo una frecuencia del 20%; entre 51 y 60 min tuvo una frecuencia de 12% y entre 5 y 10 minutos una frecuencia del 11% (gráfico VI.30).

25. Tiempo de espera para abordar un tren

Gráfico VI.31 - Tiempo de espera para abordar un tren



Fuente: Elaboración propia.

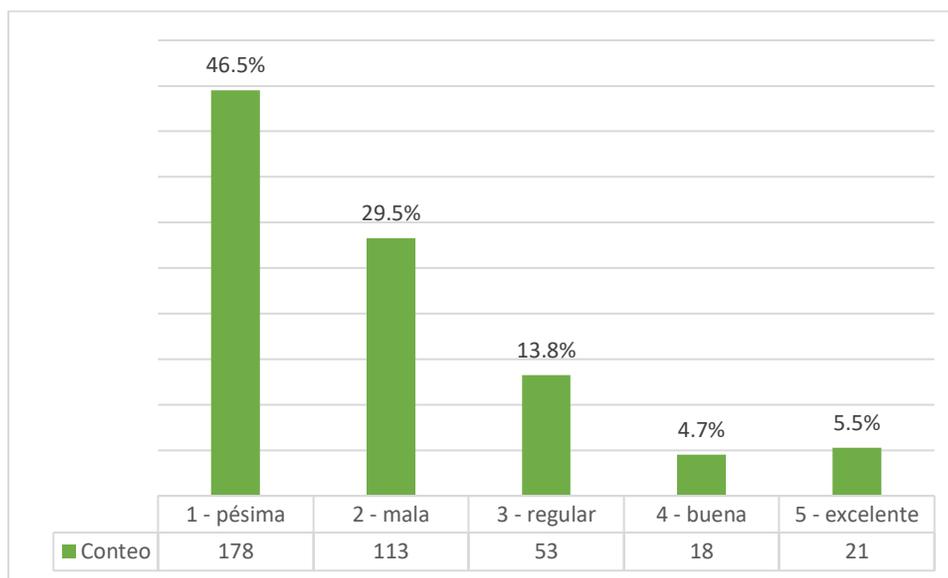
Los tiempos de espera en los diferentes subsistemas del Metro son un aspecto importante del nivel de servicio. La pregunta 38 consistió en averiguar la percepción de los usuarios respecto a los tiempos de espera para abordar un tren. Si bien se podría pensar que esta pregunta es parecida a la 31, frecuencia con la que pasan los trenes, es más bien mutuamente complementaria, pues incluso aunque los trenes pasen con una alta frecuencia, si estos vienen llenos las personas no los pueden abordar. La respuesta más frecuente fue regular, con un 48.8%; le siguió malo, con un 24.5%; bueno, con un 18.3%; pésimo, con un 6% y por último excelente, con un 2.3% (gráfico VI.31).

26. Saturación de personas al interior de los vagones

La comodidad de las personas depende de diversos factores, entre ellos la cantidad de espacio personal con la que cuentan al estar dentro de cierto sistema. Al ser el Metro un sistema de transporte masivo, se entiende que va a haber momentos, como las horas pico, donde las personas van a ver reducido al mínimo su espacio personal. El objetivo de la pregunta 40 fue averiguar cuál es la percepción de las personas respecto a la comodidad o incomodidad que provoca la saturación de personas al interior de los vagones. La respuesta más frecuente fue

pésima, con un 46.5%; mala tuvo una frecuencia del 29.5%; regular una frecuencia del 13.8%; buena una frecuencia del 4.7% y excelente 5.5% (gráfico VI.32). Cabe destacar que la respuesta excelente puede tener cierto porcentaje erróneo, ya que algunas personas llegaban a entender que el 5 era “el máximo nivel de saturación” y si bien durante la aplicación del instrumento se trató de corregir este error, hubo algunos casos que se pasaron por alto.

Gráfico VI.32 - Saturación al interior de los vagones

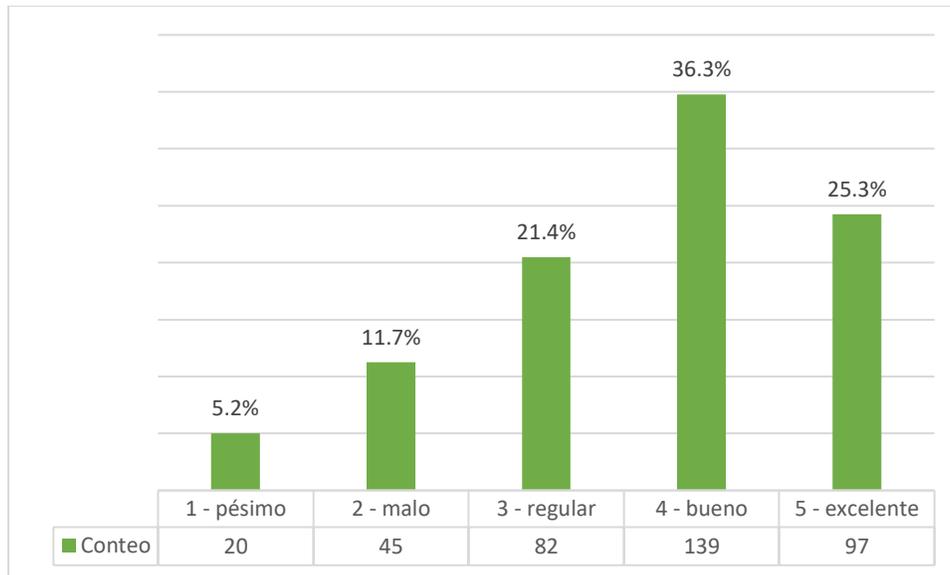


Fuente: Elaboración propia.

27. Tiempo de viaje en días u horarios con baja ocupación

El sobreuso del Metro, su antigüedad y su falta de modernización provocan que su operación sea deficiente, además de que todo sistema cuenta con dos tipos de operación: la de diseño y la real. Para tener un acercamiento básico a lo que podría ser la operación del Metro si este fuese más eficiente, se les preguntó a las personas cuál era su opinión respecto a los tiempos de viaje del Metro en días u horarios con baja ocupación. La respuesta más frecuente fue bueno, con un 36.6%; excelente tuvo una frecuencia de 25.3%; regular una frecuencia del 21.4%; malo una frecuencia del 11.7% y por último pésimo, con una frecuencia del 5.2% (gráfico VI.33).

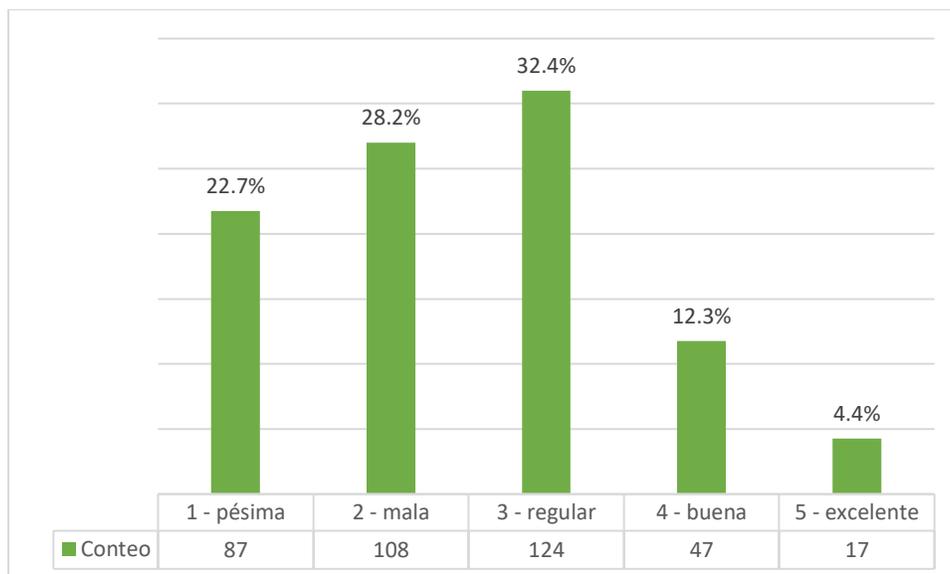
Gráfico VI.33 - Tiempo de viaje en días u horarios con baja ocupación



Fuente: Elaboración propia.

28. Accesibilidad que proporciona la infraestructura del Metro para personas con deficiencias motrices

Gráfico VI.34 - Accesibilidad que proporciona la infraestructura del Metro a personas con deficiencias motrices

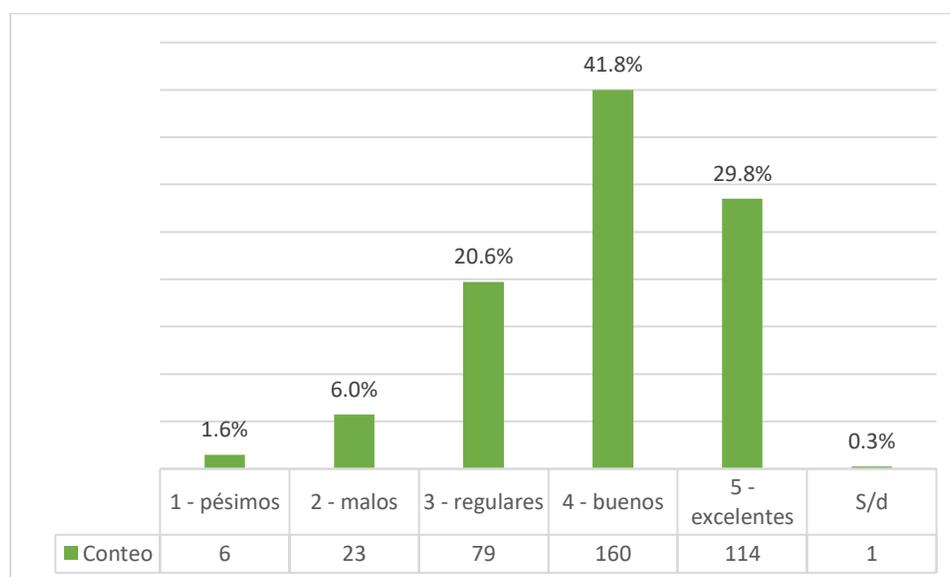


Fuente: Elaboración propia.

Durante la aplicación del instrumento no se tuvo la oportunidad de preguntarle al menos a una persona con alguna clase de deficiencia motriz cuál era su opinión respecto a la accesibilidad que proporciona la infraestructura del Metro, sin embargo, esta pregunta también formó parte de las orientadas a caracterizar la percepción del nivel de servicio. La respuesta más frecuente fue regular, con un 32.4%; mala tuvo una frecuencia del 28.8%; pésima tuvo un 22.7%; buena un 12.3% y por último excelente tuvo un 4.4% (gráfico VI.34).

29. Horarios de servicio

Gráfico VI.35 - Horarios de servicio



Fuente: Elaboración propia.

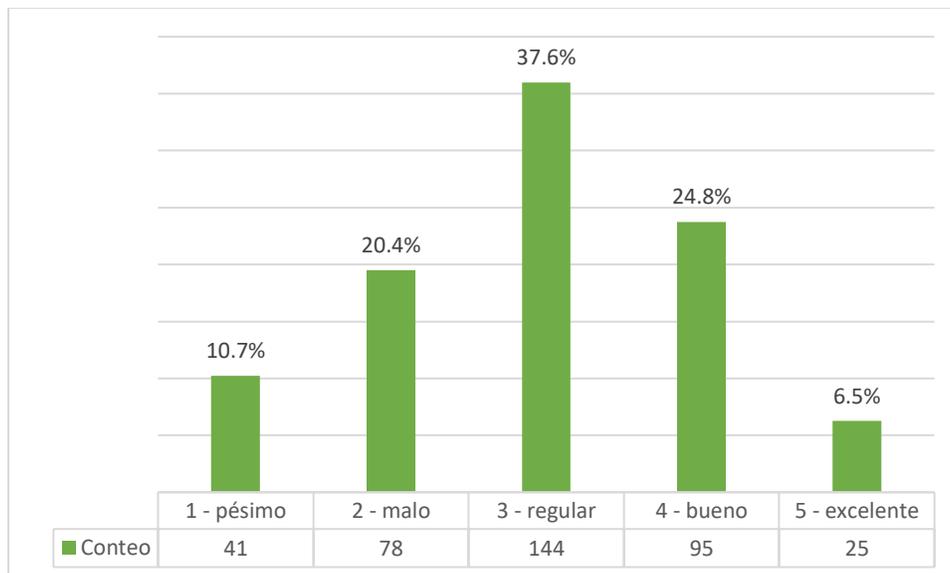
La pregunta 43 tuvo por objetivo averiguar la opinión de las personas respecto a los horarios de servicio del Metro. La respuesta más frecuente fue bueno, con un 41.8%; le siguió excelentes, con un 29.8%; regulares, con un 20.6%; malos, con un 6% y por último pésimos, con un 1.6% (gráfico VI.35).

30. Tiempo de espera en la fila de la taquilla

Otro de los subsistemas del Metro en los que se buscó averiguar la percepción del tiempo invertido fue en la fila de la taquilla para comprar boletos. La pregunta 44 fue la orientada a averiguar esta percepción. La respuesta más frecuente fue regular, con un 37.6%; le siguió

bueno, con un 24.8%; malo, con un 20.4%; pésimo, con un 10.7% y por último excelente, con un 6.5% (gráfico VI.36).

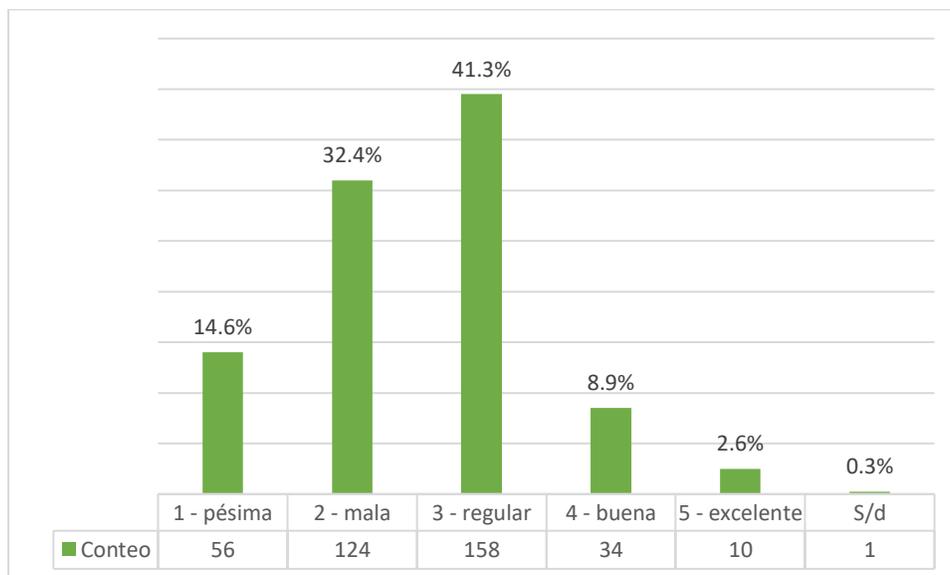
Gráfico VI.36 - Tiempo de espera en la taquilla



Fuente: Elaboración propia.

31. Disponibilidad del personal de auxilio y dispositivos de seguridad

Gráfico VI.37 - Disponibilidad del personal de auxilio y dispositivos de seguridad

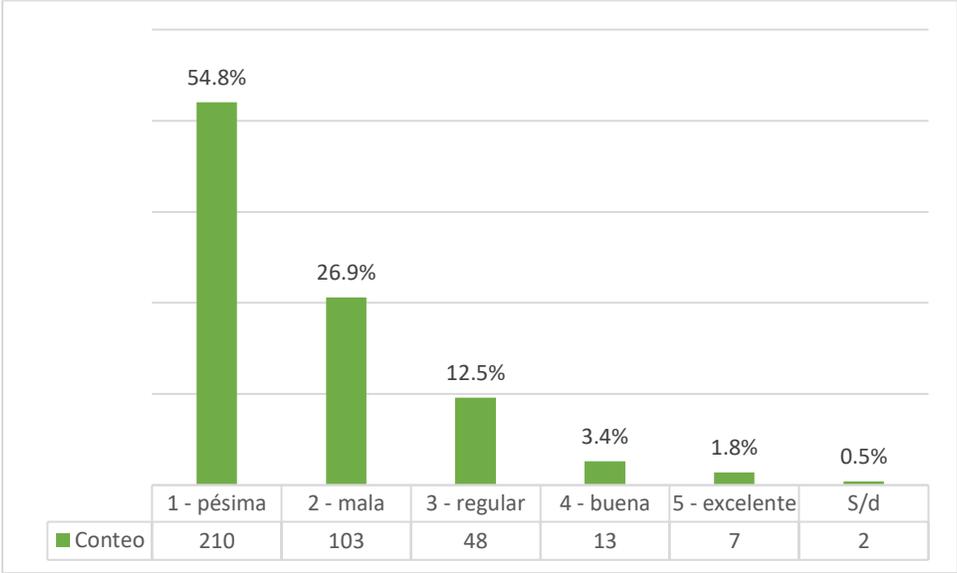


Fuente: Elaboración propia.

Parte de la percepción de seguridad de las personas proviene de la disponibilidad y presencia de personal de auxilio y dispositivos de seguridad (e.g. tomas de agua para combatir incendios). Dicho fue el objetivo de la pregunta 45. La respuesta más frecuente fue regular, con un 41.3%; le siguió mala, con un 32.4%; pésima, con un 14.6%; buena, con un 8.9% y por último excelente, con un 2.6% (gráfico VI.37).

32. Temperatura al interior de vagones

Gráfico VI.38 - Temperatura al interior de los vagones



Fuente: Elaboración propia.

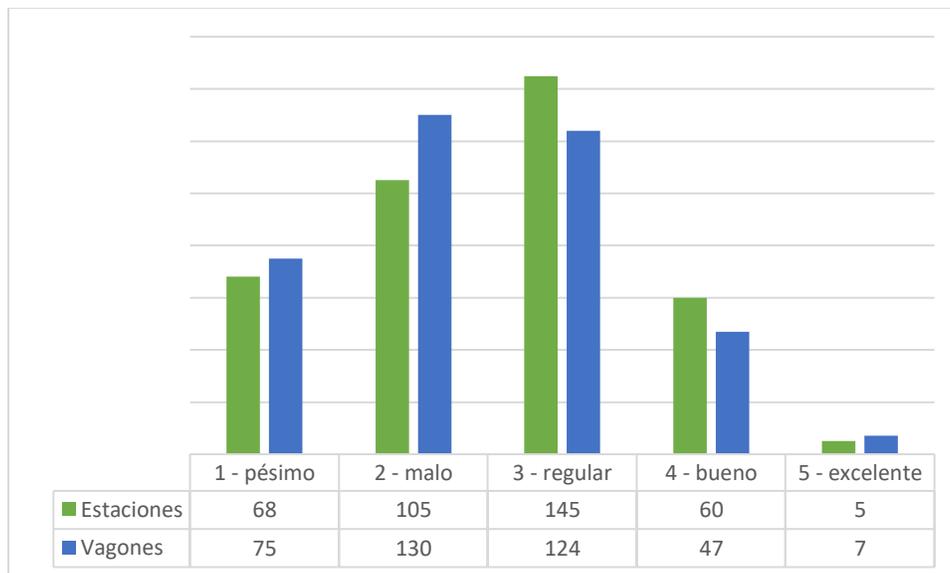
La temperatura que se siente al interior de los vagones forma parte de la percepción de comodidad de las personas. La pregunta 46 tuvo por objetivo averiguar la opinión de los encuestados respecto a dicho aspecto. La respuesta más frecuente fue pésima, con un 54.8%; seguida de mala, con un 26.9%; regular, con un 12.5%; buena, con un 3.4% y por último excelente, con un 1.8% (gráfico VI.38).

33. Aspecto estético de vagones y estaciones

El aspecto estético del entorno tiene repercusión sobre la percepción de la calidad del servicio. Las preguntas 47 y 48 tuvieron por objetivo averiguar la opinión del aspecto estético de las estaciones y los vagones, respectivamente. En el caso de las estaciones, la respuesta

más frecuente fue regular, mientras que en los vagones la respuesta más frecuente fue malo (gráfico VI.39).

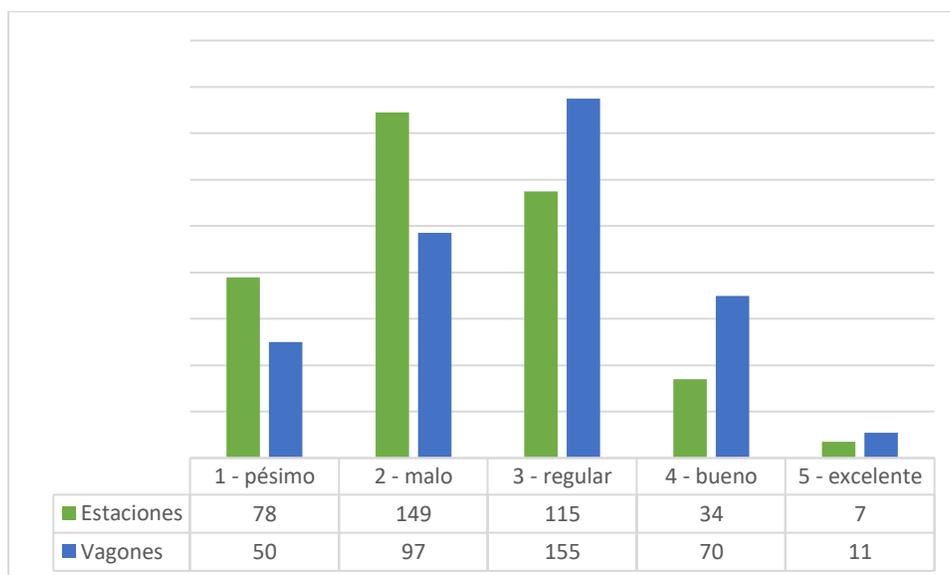
Gráfico VI.39 - Aspecto estético de vagones y estaciones



Fuente: Elaboración propia.

34. Funcionamiento de los sistemas de vagones y estaciones

Gráfico VI.40 - Funcionamiento de los sistemas de vagones y estaciones



Fuente: Elaboración propia.

Otro aspecto del nivel de servicio es el funcionamiento de los sistemas de las estaciones y vagones. Se entiende por sistemas de las estaciones a: los relojes, escaleras eléctricas, elevadores, luces, entre otros. Los sistemas de los vagones son: luces, altavoces, puertas, ventiladores, entre otros. En el caso de los vagones, la respuesta más frecuente fue regular, mientras que en las estaciones la respuesta más frecuente fue malo (gráfico VI.40).

VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Caracterización socioeconómica

i. Edad y género

La población objetivo de la encuesta fueron las personas que laboran o estudian en Ciudad Universitaria. Los resultados arrojaron que el 90% de las personas encuestadas se encuentran entre los 18 y 25 años, siendo el grupo de 20 años el más predominante, con un 22.7%.

Respecto al género, la gran mayoría de los encuestados fueron hombres, que abarcaron un 68% de la muestra total, mientras que las mujeres tuvieron el 32% restante.

ii. Ingreso

En el rubro de ingreso mensual, el 67.3% de los encuestados reportaron percibir entre \$0 y \$5000 pesos. Es necesario mencionar que este puede no reflejar de manera apropiada el poder adquisitivo de los encuestados, ya que muchos de ellos son estudiantes y aún se encuentran mantenidos por sus padres o tutores, por lo que a pesar de reportar no percibir más de \$5000 pesos, o incluso percibir \$0 pesos, el nivel de ingresos de su familia puede ser mucho mayor.

iii. Vivienda

De acuerdo con los resultados, el 60% de los encuestados viven en casa independiente, seguidos por el 34% que viven en departamento en edificio, 5% en vivienda en vecindad y 1% en cuarto de azotea. En cuanto a la propiedad de la vivienda, el 59% reportó que ellos, o su familia, eran dueños de su vivienda, quedando en segundo lugar los que rentan su vivienda, con un 28%, y el tercer lugar los que se encuentran pagando su vivienda, con el 6%.

En el caso de las personas que rentan o se encuentran pagando su vivienda, el 82.2% dijo pagar entre \$0 y \$5 000 pesos y el 14% entre \$5 001 y \$10 000 pesos.

En cuanto a la delegación o municipio en el que habitan los encuestados, se obtuvo que la mayoría de los encuestados viven en la Ciudad de México, representando un 74.93% de la muestra. De este grupo, el más numeroso fue el de las personas que viven en la delegación

Coyoacán, formando siendo un 18.8% del total de la muestra. Cabe destacar que Ciudad Universitaria se encuentra dentro de esta delegación. En cuanto 25.07% restante, de 2 personas, o el 0.52%, no se obtuvo información respecto a la delegación o municipio donde viven. El otro 24.54% de la muestra habita en el Estado de México, viviendo la mayoría, el 5.74%, en Ciudad Nezahualcóyotl.

iv. Estudios

El nivel máximo de estudios refleja una vez más el grupo del que forman parte la mayoría de los encuestados: la preparatoria o bachillerato, lo que significa que actualmente están estudiando la licenciatura.

v. Acceso al sistema de salud

El 87% de los encuestados reportó estar asegurado por el IMSS o ISSTE. Este es un resultado esperado pues la UNAM proporciona seguro médico a través del IMSS a todos sus empleados y estudiantes.

El segundo aspecto mediante el cual se midió el acceso al sistema de salud, fue la cercanía de la vivienda de las personas a un hospital. Esta cercanía se midió mediante el tiempo que las personas creen que les tomaría viajar de su vivienda al hospital en caso de emergencia, considerando cualquier medio de transporte. La respuesta más frecuente fue entre 21 y 30 minutos, con el 32% de frecuencia. 20% dijeron que entre 11 y 20 minutos y 12% entre 51 y 60 minutos.

2. Uso del Metro

Para caracterizar el uso del Metro, se comenzó por preguntarle a las personas cuál es la razón por la que usan el Metro al viajar en transporte público. Cerca de la mitad de los usuarios (49%) respondieron que prefieren usar el Metro a otros medios de transporte público. El resto se repartieron casi equitativamente entre “no tengo otra alternativa” (23%) y “lo uso indistintamente” (28%).

A continuación, se averiguó cual fue es la línea de Metro más usada por los encuestados. El resultado fue la Línea 3 o Verde Olivo, con un 46.2% de las respuestas.

Para determinar la accesibilidad de las personas al Metro se les preguntó si usan algún medio de transporte para acceder o si de lo contrario, llegan caminando. La respuesta más frecuente, con un 36%, fue que las personas llegan caminando. En cuanto a uso de medios de transporte, el camión es el medio de transporte más usado, por un 24% de los encuestados.

En cuanto al tiempo que las personas ocupan para caminar al Metro, las encuestas arrojaron que el 16.2% de las personas caminan durante 10 minutos para acceder al Metro y 11.2%, menos de 10 minutos. Estos 10 minutos representan aproximadamente 800 m, la cual es la distancia en la que se considera que un usuario tiene una buena accesibilidad a un medio transporte (ITDP, 2007; Ji y Gao, 2010; Mendoza, 2012). Es decir, sólo el 27.4% de los encuestados se encuentran en un radio de 800 m respecto a una estación de Metro.

El siguiente aspecto que se consideró para caracterizar el uso del Metro fue dividido en dos: viajes a la semana en cualquier medio de transporte público y viajes a la semana en Metro. Se obtuvo que el 29% de las personas, la mayor cantidad, viajan 10 veces a la semana en transporte público. En una respuesta muy parecida, el 28% de las personas viajan también 10 veces a la semana en Metro. Comparando los resultados obtenidos de estos dos aspectos, se determinó que el 61.6% de las personas viajan en Metro cada que viajan en transporte público.

Para continuar caracterizando el uso del Metro, se le preguntó a los encuestados si tenían un medio de transporte propio, y de ser sí la respuesta, cuál es la razón por la que usan el transporte público. Sólo el 28% de las personas contestaron que sí. De estos, el 38% respondieron que usan el transporte público porque es más económico, siendo esta la respuesta más frecuente.

El último aspecto considerado para evaluar la accesibilidad al Metro fue la estación más cercana a la vivienda de las personas. Los resultados arrojaron que la línea con más estaciones cercanas a la vivienda de las personas fue la Línea 3 o Verde Olivo, pues el 31.1% de las

personas tienen una estación cercana perteneciente a esta línea. Esto va en concordancia con la línea más usada por las personas, que también resultó ser la 3 o Verde Olivo.

3. Nivel de servicio

El nivel de servicio se midió a través de 18 preguntas repartidas en la encuesta. Este nivel de servicio se dividió en 5 rubros diferentes: tiempos involucrados para transitar diferentes subsistemas del Metro, la seguridad de los usuarios durante su tránsito por el Sistema, el impacto del aspecto del Metro, la accesibilidad del Metro y la comodidad de los usuarios.

i. Tiempo

El primer aspecto por considerar en el rubro del tiempo fue el tiempo total de viaje en el Metro en días laborales, que es cuando se registra el mayor ingreso de usuarios. El tiempo de viaje en días laborales tuvo una calificación mayoritaria (con un 41.8%) de regular. Sin embargo, la tendencia fue hacia “regular – pésimo” pues la suma de estas tres calificaciones representó un 82.7% del total de respuestas.

La confiabilidad del Sistema Metro para llegar a tiempo a su destino, es decir, si las personas consideraban que podían realizar una suposición acertada del tiempo que les toma viajar en Metro, fue otro aspecto considerado dentro del rubro del tiempo. La mayoría de los encuestados (36.6) consideraron que la confiabilidad es “regular”. En este caso, la tendencia está más inclinada hacia “mala – pésima” pues estas dos calificaciones acumulan el 41% del total de las opiniones.

La frecuencia con la que pasan los trenes fue el tercer aspecto considerado dentro del rubro de tiempo. Este aspecto tuvo calificaciones equilibradas, pues si bien la mayoría de los usuarios calificaron la frecuencia como “regular”, con un 41.8%, la suma de las calificaciones “buena – excelente” fue del 27.9% y la suma de “mala – pésima” fue de 29.8%, existiendo una diferencia de apenas 1.9% entre las dos.

El tiempo de espera para abordar un tren fue el cuarto aspecto considerado dentro del rubro de tiempo. Aunque está estrechamente relacionado con la frecuencia con la que pasan los

trenes, y es incluso proporcional, es un aspecto que se debe considerar aparte. Esta consideración se debe a que en ocasiones los trenes llegan saturados a los andenes, por lo que sólo una fracción de las personas esperando pueden abordar, mientras que el resto tienen que esperar a que pasen uno, o incluso más trenes para poder abordar. El tiempo de espera para abordar tuvo una calificación mayoritaria de “regular”, representando el 48.8% del total de la muestra. Las opiniones se inclinaron ligeramente hacia “malo – pésimo”, pues estas opiniones acumulan el 30.5% de la muestra, siendo el 20.7% restante “bueno – excelente”.

El último aspecto considerado dentro del rubro del tiempo, fue el tiempo de viaje en días u horarios con baja ocupación. Este aspecto es básicamente utilizado para averiguar hasta cierto punto, cuál sería el funcionamiento del Metro si este no estuviera sobresaturado o si funcionara de una mejor manera. A pesar de que en fines de semana o en días festivos los trenes pasan con una menor frecuencia, la mayoría de los usuarios (36.3%) calificaron este aspecto como “bueno” y el 25.3% como “excelente”.

ii. Seguridad

La seguridad de los usuarios fue el segundo rubro considerado dentro del nivel de servicio. El primer acercamiento a este rubro fue mediante la percepción de seguridad personal, tanto dentro de los vagones como dentro de las estaciones, por parte de las personas. Las respuestas fueron parecidas en ambos casos: la percepción de seguridad personal recibió una calificación “regular” por parte de la mayoría de los usuarios, repartiéndose de manera equitativa las opiniones entre “mala – pésima” y “buena – excelente”.

Cuando se les preguntó a los usuarios si habían sufrido u observado algún delito o emergencia médica al interior del Metro, el 63% contestaron que sí, que son aproximadamente 241 personas. A continuación, se les pidió elegir de entre una lista los delitos o emergencias médicas hubiesen sufrido u observado. Se contabilizaron 922 casos, lo que presenta una media de 3.8 casos por persona. Si bien la agresión verbal entre dos personas no representa un delito, fue la más mencionada, representando el 20.39% del total de casos. En el segundo lugar de incidencias se ubicó la agresión física de un pasajero a otro, representando el 17.14% de los casos, y en el tercer lugar se ubicó el acoso sexual, con el 15.4% de los casos.

Haciendo el seguimiento a las dos preguntas anteriores, el tercer aspecto considerado dentro del rubro de la seguridad fue la percepción de la calidad de la respuesta del personal del Metro frente al delito o la emergencia. Las respuestas se orientaron más en el ámbito negativo, pues “mala – pésima” acumuló un 59% del total de la muestra, mientras que “regular” representó el 28.5%.

El último aspecto dentro del rubro de seguridad fue la disponibilidad del personal de auxilio y dispositivos de seguridad, es decir, que tan fácil puede ser encontrarlos en caso de emergencia. Nuevamente las respuestas oscilaron en el aspecto negativo, pues “regular a pésimo” acumuló el 88.3% del total de respuestas.

iii. Aspecto

El aspecto estético de un sistema es una característica abstracta hasta cierto punto, pues cada persona puede tener una opinión diferente. Sin embargo, es también un elemento por considerar dentro del nivel de servicio, pues el aspecto de cierta infraestructura (e.g. sí se ve limpia o se ve sucia) puede impactar dentro de la psique de las personas, creando una sensación de molestia o, por el contrario, un sentimiento de bienestar. También en este aspecto se consideró la actitud del personal del Metro, debido a que una actitud servicial o déspota por parte de un servidor público puede tener el mismo impacto que el aspecto de la infraestructura.

Respecto a la amabilidad del personal del Metro, que incluye entre otros al personal de taquillas y a los policías que vigilan los torniquetes, la respuesta fue “regular” con inclinación negativa, pues “regular a pésima” acumularon el 79.9% de las respuestas.

En cuanto al aspecto estético, tanto de los vagones como de las estaciones, las respuestas fueron similares en ambos aspectos, pues ambas calificaciones oscilaron entre “regular a pésimo”. Siendo predominantemente “regular” en las estaciones y “malo” en los vagones.

iv. Accesibilidad

La accesibilidad que proporciona el Metro se dividió en tres aspectos diferentes. El primero de ellos fue mediante la calificación de la relación precio – servicio que ofrece el Metro. Este

aspecto fue calificado como “de regular a excelente” por parte de los encuestados, pues estas tres calificaciones acumularon el 79.4% del total.

El segundo aspecto considerado dentro de la accesibilidad fue la accesibilidad que proporciona el Metro para personas con deficiencias motrices. Cabe destacar que este aspecto representa cierto sesgo perceptivo, pues dentro de la totalidad de los encuestados no hubo uno solo que tuviera alguna deficiencia motriz, como uso de bastón o silla de ruedas, por lo que su opinión no proviene de la experiencia, sino de una mera percepción. A pesar de esta consideración, la calificación de este aspecto se ubicó dentro del aspecto negativo, pues a pesar de que la respuesta más frecuente fue “regular” con el 32.4%, la suma de “mala a pésima” representa el 50.9% de las respuestas.

El último aspecto considerado dentro de la accesibilidad fueron los horarios del servicio del Metro. Estos son: días laborales, de 5:00 a 24:00 horas; sábados, de 6:00 a 24:00 horas; domingos y días festivos, de 7:00 a 24:00 horas. Los horarios fueron considerados positivamente, pues la suma de “buenos a excelentes” representa el 71.6% del total de las respuestas.

v. Comodidad

La comodidad de los usuarios al usar el Metro evaluó mediante tres aspectos diferentes e íntimamente relacionados: sentimiento general de comodidad, saturación de personas al interior de los vagones y temperatura al interior de los vagones.

El primer aspecto, esto es, el de comodidad general, se evaluó a su vez en dos subsistemas del Metro: los vagones y las estaciones. Los dos presentaron una evaluación similar: “regular a mala”, pues en el caso de los vagones, esta calificación representó el 72%, mientras que en las estaciones fue de 71.5%. Los vagones presentaron una inclinación aún más negativa, pues “pésima” representó el 18.7% de las respuestas. En cambio, las estaciones tuvieron una calificación ligeramente más equilibrada, pues “buena a excelente” acumuló el 18.7% de las respuestas.

El segundo aspecto de la comodidad fue el nivel de saturación de personas al interior de los vagones. Este aspecto presenta cierta confusión, pues no se buscó medir la saturación de personas como tal, sino la incomodidad que provoca esta saturación. Al ser el Metro un sistema de transporte masivo, se entiende que va a haber momentos, como las horas pico, donde las personas van a ver reducido al mínimo su espacio personal. Sin embargo, existen límites, como se puede comprobar en los resultados: la respuesta más frecuente fue “pésima”, con un 46.5% y “mala” con 29.5%.

El último aspecto fue la temperatura al interior de los vagones. Como se podía esperar, siguió la misma tendencia de la saturación de los vagones: la calificación más frecuente fue “pésima”, con un 54.8%.

VIII. CONCLUSIONES

1. Resultados

La calificación general promedio del metro fue de 2.68, que lo ubica en “regular-malo” de acuerdo con la escala. En porcentajes, el 33.5% de las personas lo consideraron “regular”. En el rubro del tiempo, la calificación promedio fue 2.96 “regular”, con el 37.9% de las personas considerándolo igual. En seguridad, el promedio de la calificación fue 2.46 “mala-regular”, con el 33.6% de las personas considerándola “regular”. En aspecto, la calificación promedio fue 2.50 “regular-malo”, con el 34.0% considerándolo “regular”. En accesibilidad, la calificación promedio fue 3.18 “regular”, con el 33.2% de las personas considerándola de igual manera. Por último, en comodidad, la calificación promedio fue 2.23 “mala-regular”, con el 31.3% de las personas considerándola “mala”. En la tabla VIII.1 se presenta la calificación de cada uno de los aspectos y general del metro y también incluye el porcentaje de personas de acuerdo con su calificación en cada rubro. En amarillo se resalta el mayor porcentaje de cada rubro, en verde el aspecto mejor calificado del metro y en turquesa el peor calificado.

Tabla VIII.1 - Calificación del nivel de servicio del metro

Calificación	Tiempo	Seguridad	Aspecto	Accesibilidad	Comodidad	General
1 - pésimo	9.2%	13.2%	18.6%	10.2%	27.6%	16.4%
2 - malo	22.6%	23.9%	30.3%	16.1%	31.3%	25.4%
3 - regular	37.9%	33.6%	34.0%	33.2%	28.9%	33.5%
4 - bueno	22.5%	14.6%	14.9%	25.3%	9.3%	16.8%
5 - excelente	7.5%	5.3%	1.9%	15.0%	2.8%	6.1%
Calificación						
promedio	2.96	2.46	2.50	3.18	2.28	2.68

Fuente: elaboración propia.

A pesar de estas calificaciones regulares a negativas, los encuestados dijeron preferir el Metro al momento de usar el transporte público, lo que puede reflejar la mala condición del transporte público en la Ciudad de México y Zona Metropolitana. Aun tomando en cuenta

esta mayoría, la cuarta parte de los usuarios son cautivos, pues no tiene otra alternativa para transportarse.

Como se podía esperar en el caso de Ciudad Universitaria, la línea más usada es la Línea 3, pues tiene dos estaciones en las cercanías.

Otro resultado relevante que se obtuvo es que el Metro no solo tiene una mala calidad de servicio, sino que además es poco accesible para los usuarios, pues solo el 27.4% de las personas se encuentran dentro de un radio de 800 m de una estación, siendo que el resto tiene que caminar más o usar algún otro medio de transporte para poder acceder.

Es así como se puede concluir que el Metro, de acuerdo con los usuarios, tiene una mala calidad del servicio, además de ser poco accesible. Sin embargo, la situación del transporte público es aún más mala, lo que demuestra la necesidad de crear políticas públicas que realmente fortalezcan la mejora, actualización y crecimiento de la infraestructura del transporte público, no solo de la Ciudad, sino de la Zona Metropolitana.

2. Veracidad de la hipótesis

Respecto a la hipótesis, esta se cumple parcialmente, pues a pesar de que no se pudo comprobar específicamente que el bienestar de la población de CU se ve afectada por la mala percepción del nivel de servicio del Metro, su insatisfacción provoca que opten por usarlo la menor cantidad de veces posible, disminuyendo la probabilidad de aumentar su bienestar al no poder acceder a servicios de calidad o al no ser partícipes de la vida de la ciudad. El incremento de sus tiempos de traslado y el cansancio que provoca tanto la saturación como el mal aspecto del metro resta tiempo y energía para dedicar a otras actividades. Asimismo, el mal nivel de servicio del Metro provoca una reacción en cadena que tiene repercusiones en toda la movilidad de la Ciudad, provocando tráfico, contaminación, pérdida de recursos al invertir más en transporte, disminución del PIB, etc., que contribuye aún más al detrimento del bienestar de las personas, tal como diversos estudios lo indican (Anzoategui y Santiago, 2012; Banco Mundial, 2000, 2002; Cascajo, 2004; Ciudadanos con Visión, 2012; Fázkerty et al., 2012; Imam, 2014; Kwon et al., 2014; Rodríguez et al., 2014; ONU-Habitat, 2015).

3. Causas del mal servicio

El mal nivel del servicio se debe a diversos factores, uno de los más relevantes siendo su antigüedad. Esta antigüedad afecta a todos sus componentes, desde las estaciones, que fueron construidas hace 18 años o más (sin contar la Línea 12) y se encuentran al borde de la obsolescencia, hasta los sistemas que permiten la operación del Metro. Ya se mencionó el reporte del STC que indica el deterioro y antigüedad de los sistemas de comunicación y señalización del metro, que detona una serie de problemas en el metro, pues los tiempos de espera en andén aumentan y la frecuencia de los trenes disminuye. Asimismo, la falla de estos sistemas impide que el usuario sepa con precisión el tiempo que va a tardar en pasar un tren o no se entere de la razón por la que estos se quedan parados, en andén o túnel.

La falta de infraestructura del Metro para satisfacer la demanda es otro problema. A continuación, la tabla VIII.2 compara los metros antes mencionados con base en la cantidad de kilómetros y estaciones por cada 100 mil habitantes (con información de City Population, 2018).

Tabla VIII.2 - Km. de vía y número de estaciones por cada 100,000 habitantes

Ciudad	Km. de vía	Estaciones
Beijing	3.04	1.53
Shanghai	2.18	1.33
Tokio	0.76	0.71
Seúl	1.35	1.74
Hong Kong	2.37	1.27
NYC	1.77	2.13
Cd. De México	1.00	0.86
París	1.89	2.65
Londres	2.75	1.85
Santiago	1.67	1.67
Buenos A.	0.38	0.53
Toronto	1.05	1.03

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, la Ciudad de México resulta la tercera ciudad con menor km. de vía y número de estaciones. La tabla es un tanto engañosa, pues mientras que los transportes ferroviarios de la Ciudad de México (Metro, Tren Ligero y Tren Suburbano) transportan 1,747 millones de pasajeros al año, correspondiendo más del 90% al metro, en Tokio los transportes ferroviarios transportan 13,522 millones de pasajeros al año, correspondiendo cerca del 23.3% al metro de Tokio.

4. Propuestas de solución

No es posible atribuir el mal servicio a sólo dos factores, estos son muchos y de diversos orígenes, por lo que no es posible encontrar una única solución definitiva. Menos posible aún es encontrar una solución económica que no requiriese de una investigación más exhaustiva para determinar su factibilidad.

No obstante, un lugar por dónde empezar, y que posiblemente repercutiría a corto plazo en la satisfacción de los usuarios, sería instalar pantallas que indiquen el tiempo de llegada de los trenes a la estación. Con el avance de la tecnología es viable instalar en los Metros sistemas sencillos de comunicación que, con base en la distancia a la estación, determinen el tiempo de arribo del tren. No es necesario cambiar todo el sistema de señalización, sino sólo instalar uno para ubicación del tren dentro del túnel. Esta solución fue implementada en el Metrobús, que en el 2013 instaló pantallas en 150 estaciones, con tan sólo una inversión de \$150 millones de pesos (Pazos, 2013), una cantidad que representaría menos del 1% del presupuesto anual del Metro, que es de \$20,000 millones (STC, 2017). Instalar estas pantallas ayudaría a aumentar la tranquilidad de las personas y su confianza en el sistema, además de ser una herramienta para planear más eficientemente sus traslados. Otra solución, aún más económicamente viable, podría ser implementar encuestas de satisfacción de los usuarios, como en otros sistemas, y más importante aún, hacer sus resultados públicos. Esta herramienta contribuiría a que las personas sintieran que el STC está al corriente de las deficiencias del sistema, por lo que se sentirían menos alienadas de su operación. Además, dichas encuestas proporcionarían al STC propuestas para mejorar el servicio.

Habiendo dicho ya que todas las propuestas necesitan estudios más extensos para su implementación, otra solución a considerar sería implementar líneas exprés en las líneas más usadas del Metro, la 2, 1 y 3, que superan más de 100 millones de usuarios al año. La viabilidad de implementar una línea exprés en un metro ya construido y sin necesidad de hacer cambios de alto impacto en la infraestructura queda comprobada con su implementación en el Metro de Santiago, que ya lleva 11 años con líneas exprés en 3 de sus 6 líneas. Para llevar a cabo esto, el STC podría comenzar por realizar encuestas origen destino en alguna de las 3 líneas del metro ya mencionadas, determinando así que estaciones reportan el mayor ascenso/descenso de personas y cuál es el flujo de usuarios a lo largo de la línea, además de, mediante simulaciones, concluir si el tiempo neto ganado para los usuarios es mayor con líneas exprés que con líneas locales, ya que también habría que considerarse a las personas que no usarían las líneas exprés y como se verían afectados sus tiempos de traslado al saltarse los trenes algunas estaciones.

ALCANCES Y LIMITACIONES

La encuesta fue realizada principalmente de manera personal y también con la ayuda de profesores que dedicaron tiempo de su clase para la aplicación de la encuesta en sus grupos, lo que deriva en resultados más representativos de la población de la Facultad de Ingeniería que de la totalidad de CU.

Por otro lado, debido a la falta de recursos financieros y humanos, el trabajo sólo consideró el nivel de servicio desde el lado de la oferta, no de la demanda, y el nivel de servicio podría resultar diferente al indicado, con base en criterios más cuantitativos y objetivos.

Finalmente, el instrumento fue diseñado totalmente con base en otros instrumentos de fines parecidos, por lo que no se consideraron las características específicas del entorno mexicano, resultando en indicadores más bien generalizados sobre el servicio.

BIBLIOGRAFÍA

81% de Pasajeros Prefiere Metrobús a Micros (2012). *El Universal*. Recuperado de: <http://archivo.eluniversal.com.mx/graficos/pdf12/metrobus.pdf>

Alleyne, A. (26 de abril de 2016). The ornate beauty of Moscow's palatial metro stations. *CNN*. Recuperado de: <https://edition.cnn.com/style/article/moscow-metro-stations-david-burdeny/index.html>

Alstom (2012). *Transport Secretariat of Mexico City: Boosting capacity of one of the most important metro lines in Latin America*. Recuperado de: <http://www.alstom.com/Global/Transport/Resources/Documents/brochure2014/Mexico%20metro%20signalling%20and%20infrastructure%20-%20Case%20Study%20-%20EN%20-%20LD.pdf?epslanguage=en-GB>

Arbones, E. (1991). *Ingeniería de sistemas*. Madrid: Macombo.

Arellano, S. (2 de mayo de 2014). Cerrarán Metro Revolución por remodelación. *Milenio*. Recuperado de: http://m.milenio.com/df/Cerraran-Metro-Revolucion-remodelacion_0_292770856.html

Balderas, P. y Sánchez, G. (2015). *Ingeniería de sistemas. Metodologías y técnicas*. Ciudad de México: Ed. Plaza y Valdés.

Banco Mundial (2002). *Cities on the move: A World Bank urban transport strategy review*. Washington D.C.: Banco Mundial. Recuperado de http://siteresources.worldbank.org/INTURBANTRANSPORT/Resources/cities_on_the_move.pdf

Bradsher, K. (11 de agosto de 2017). Shanghai's Subway Looks to New York, but Not for Everything. *New York Times*. Recuperado de: <https://www.nytimes.com/2017/08/11/business/new-york-shanghai-metro-subway.html>

Buckley, W. (1970). *La sociología y la teoría moderna de los sistemas*. Buenos Aires: Amorrortu.

Buenos Aires Ciudad (S. F.). *Resultados de la encuesta*. Recuperado de:
<http://www.buenosaires.gob.ar/subte/resultados-de-la-encuesta>

Burchi, F.; de Muro, P. y Kollar, K. (2014). Which Dimensions Should Matter for Capabilities? A Constitutional Approach. *Ethics and Social Welfare*, 8(3), 233-247. Recuperado de: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17496535.2014.932415>

Churchill, G. (25 de abril de 2012). The automation of Paris subway line 1 contributes to on-going modernization. *Intelligent Transport*. Recuperado de:
<https://www.intelligenttransport.com/transport-articles/7238/the-automation-of-paris-subway-line-1-contributes-to-on-going-modernisation/>

City Population (2018). *Major Agglomerations Of The World*. Recuperado de:
<http://www.citypopulation.de/world/Agglomerations.html>

Coatsworth, J. (1976). *El impacto económico de los ferrocarriles en el Porfiriato: Crecimiento y desarrollo*. México: SepSetentas.

Comisión Nacional de Regulación del Transporte (2016). *Institucional*. Recuperado de:
<https://www.cnrt.gob.ar/institucional>

Comisión Nacional de Regulación del Transporte (2016). *Encuesta de Opinión a los Usuarios del Metrobus 9 De Julio*. Recuperado de:
<https://www.cnrt.gob.ar/sites/default/files/INFORME%20DE%20ENCUESTA%20DE%20OPINI%C3%93N%20A%20LOS%20USUARIOS%20DEL%20METROBUS%209%20DE%20JULIO%202016.pdf>

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2012). *Pobreza urbana y de las zonas metropolitanas en México*. Recuperado de:
http://www.coneval.org.mx/Informes/Pobreza/Pobreza%20urbana/Pobreza_urbana_y_de_las_zonas_metropolitanas_en_Mexico.pdf

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2016). *Evolución de las Líneas de Bienestar y de la Canasta Alimentaria*. Recuperado de:
<http://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-bienestar-y-canasta-basica.aspx>

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2014) *Anexo estadístico de pobreza en México*. Recuperado de:
http://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_pobreza_2014.aspx

Consejo Nacional de Población (2007). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005*. Consejo Nacional de Población.

Dickey, J. (1977). *Manual de transporte urbano*. España: Instituto de Estudios de Administración Local.

Dirección General de Administración Escolar (DGPE) (2016). *Series estadísticas por entidad académica*. Recuperado de:
http://www.estadistica.unam.mx/reportesinstitucionales/reporte_pobxcarrera.php?cve_dep=011&anio_sel=

Dirección General de Planeación (2016). *Agenda estadística UNAM 2016*. Ciudad de México: UNAM. Recuperado de:
<http://www.planeacion.unam.mx/Agenda/2016/pdf/Agenda2016.pdf>

Directorio del Transporte Público Metropolitano (2014). *Evaluación de los Usuarios al Sistema de Transporte Público Metropolitano*. Recuperado de:
http://www.transantiago.cl/files/estaticas/Evaluacion%20de%20Usuarios%20del%20Sistema%20de%20DTPM_DEF.pdf

Directorio de Transporte Público Metropolitano (S. F.). *Información del Sistema*. Recuperado de: <https://www.transantiago.cl/acerca-de-transantiago/informacion-del-sistema>

- Fabian, T. (2000). Evolution of The Berlin Urban Railway Network. *Japan Railway & Transport Review*, (25), 18-24. Recuperado de:
http://www.ejrcf.or.jp/jrtr/jrtr25/pdf/f18_fab.pdf
- Fan, Y.; Guthrie, A. y Levinson, D. (2016). Perception of Waiting Time at Transit Stops and Stations. *Center for transportation studies*. Recuperado de:
<http://www.cts.umn.edu/Publications/ResearchReports/pdfdownload.pl?id=2678>
- Fitzsimmons, E. G. (1 de mayo de 2017). Key to Improving Subway Service in New York? Modern Signals. *New York Times*. Recuperado de:
<https://www.nytimes.com/2017/05/01/nyregion/new-york-subway-signals.html>
- Fundación UNAM (2013). *10 cosas que no sabías de Ciudad Universitaria. La otra cara de la UNAM*. Recuperado de: http://www.fundacionunam.org.mx/de_la_unam/10-cosas-que-no-sabias-de-ciudad-universitaria/
- González, J. (1973). *Los transportes*. Barcelona, España: Editorial Salvat.
- González, O. y Navarro, B. (1990): El metro de la ciudad de México. Desarrollo y perspectivas. *Momento Económico*, (49), 4-9. Recuperado de: <http://ru.iiiec.unam.mx/2027/>
- Gordenker, A. (17 de enero de 2012). Platform doors. *The Japan Times*. Recuperado de:
<https://www.japantimes.co.jp/news/2012/01/17/reference/platform-doors/#.WuJgHojwZPY>
- Harris, N. G. (2006). Train boarding and alighting rates at high passenger loads. *Journal of Advanced Transportation*, 40(3), 249-263. Recuperado de:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/atr.5670400302>
- Hirooka, H. (2000). The Development of Tokyo's Rail Network. *Japan Railway & Transit Review*, (23), 22-31. Recuperado de: http://www.ejrcf.or.jp/jrtr/jrtr23/F22_Hirooka.html
- Imam, R. (2014). Measuring Public Transport Satisfaction from User Surveys. *International Journal of Business and Management*, 9(6), 106-114. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/272483715_Measuring_Public_Transport_Satisfaction_from_User_Surveys

Instituto Mexicano del Transporte (2014). *Hacia una estrategia de Desarrollo Orientado al Transporte para el Distrito Federal*. Recuperado de <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Hacia-una-estrategia-de-DOT-para-el-DF1.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010). *Censos y conteos de población y vivienda*. Recuperado de:
http://www.inegi.org.mx/lib/olap/consulta/general_ver4/MDXQueryDatos.asp?proy=cpv10_pt

Inoue, H. (2017) Development in Tokyo Metro Stations. *Japan Railways & Transit Review*, (69), 28-37. Recuperado de: <http://www.ejrct.or.jp/jrtr/jrtr69/pdf/28-37.pdf>.

Ji, J. y Gao, X. (2010). Analysis of people's satisfaction with public transportation in Beijing. *Habitat International*, 34(4), 464-470. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/229222347_Analysis_of_people%27s_satisfaction_with_public_transportation_in_Beijing

Kim, C.; Kim, S. W.; Kang, H. J. y Song, S. (2017). What Makes Urban Transportation Efficient? Evidence from Subway Transfer Stations in Korea. *Sustainability, MDPI, Open Access Journal* 9(11), 1-18. Recuperado de:
<https://ideas.repec.org/a/gam/jsusta/v9y2017i11p2054-d118135.html>

Kim, H. y Song, Y. (2015). Examining Accesibility and Realiability in the Evolution of Subway Systems. *Journal of Public Transportation*, 18(3), 89-106. Recuperado de:
<http://scholarcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1461&context=jpt>

King's Cross Station (26 de marzo de 2013). *EU Prize for Cultural Heritage / Europa Nostra Awards*. Recuperado de: <http://www.europeanheritageawards.eu/winners/kings-cross-station/>

Krtanoski, N. (2016). Modelling Metro Station Boarding and Alighting Times. *Horizons*, B, 03, 395-406. Recuperado de:

http://www.uklo.edu.mk/filemanager/HORIZONTI%202017/Horizonti%20serija%20B/VI-01.Krstanoski_N_MODELLING%20METRO%20STATION%20BOARDING%20AND%20ALIGHTING%20TIMES.pdf

Krueckeberg, R. (1978). *Análisis de planificación urbana, métodos y modelos*. Ciudad de México: Ed. Limusa.

Kwon, Y.; Kyun-Kim, C.; Kim, T.; Hagen, J.; Barone, R. y Joaquin, D. (2014). Improving the Customer Experience. *Transit Leadership Summit*, 67-81. Recuperado de:

<http://transitleadership.org/docs/TLS-WP-Improving-the-Customer-Experience.pdf>

Li, Y. y Kim, H. (2014). Assessing Survivability of the Beijing Subway System.

International Journal of Geospatial and Environmental Research, 1(1). Recuperado de:

<http://dc.uwm.edu/ijger/vol1/iss1/3>

Mendoza, A. (2014). *Análisis de las estaciones del Metro de Madrid según la distribución horaria de los pasajeros*. (Tesis de Maestría). Recuperado de:

http://eprints.ucm.es/17538/1/ADRIANA_MENDOZA_RODR%C3%8DGUEZ.pdf

El Metrobús ya une Palermo con Liniers (1 de junio de 2011). *La Nación*. Recuperado de:

<http://www.lanacion.com.ar/1377920-el-metrobus-ya-une-palermo-con-liniers>

Metro de la CDMX, el octavo lugar mundial en movimiento de pasajeros (23 de enero de 2016). *El Financiero*. Recuperado de: <http://www.elfinanciero.com.mx/nacional/metro-de-la-cdmx-el-octavo-lugar-mundial-en-movimiento-de-pasajeros.html>

Metropolitan Transportation Authority (2012). *Customer Satisfaction Survey - Subway*.

Recuperado de: <http://web.mta.info/mta/news/books/docs/2013-Subway-CSS-Board-Presentation.pdf>

Metropolitan Transportation Authority (2013). *Customer Satisfaction Survey - Subway*.

Recuperado de: http://web.mta.info/mta/news/books/docs/2012Subway_CSS.pdf

Metropolitan Transportation Authority (2016). *The MTA Network*. Recuperado de: <http://web.mta.info/mta/network.htm>

Metropolitan Transport Authority (2017). *Subway Service Guide*. Recuperado de: http://web.mta.info/maps/service_guide.pdf

Milenio Digital (23 de enero de 2018). Transbordos en el Metro ¿una opción para ejercitarte? *Milenio*. Recuperado de: http://www.milenio.com/df/metro-cdmx-correspondencias-lineas-estaciones-transbordes-milenio_0_1108689305.html

Moreno, A. (2010). *Apuntes del Curso de Teoría General de Sistemas (Capítulo 1)*. Ciudad de México: Facultad de Ingeniería UNAM.

Noreña, F. y Castañeda, C. (1985). Planeación y construcción en líneas de metro. *Ingeniería civil* (231): 9-64.

Notimex (26 de enero de 2015). Termina remodelación en estación Revolución. *Milenio*. Recuperado de: http://www.milenio.com/df/estacion_Metro_Revolucion-remodelacion_estacion_Revolucion-Metro_Revolucion_0_452954944.html

Noticias de Buenos Aires (15 de mayo de 2017). Según una encuesta, el 82% de los usuarios piensa que el Subte debe ser estatal. *Parabuenosaires.com*. Recuperado de: <https://parabuenosaires.com/segun-una-encuesta-el-82-de-los-usuarios-piensa-que-el-subte-debe-ser-estatal/>

Novillo, P. (31 de enero de 2017). Crece la cantidad de pasajeros de subte pero aún no se llega a la frecuencia prometida. *El Clarín*. Recuperado de: https://www.clarin.com/ciudades/pasajeros-subte_0_HyHpCZTPl.html

ONU-Hábitat (2014). *Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015*.

Recuperado de:

<http://www.onuhabitat.org/Reporte%20Nacional%20de%20Movilidad%20Urbana%20en%20Mexico%202014-2015%20-%20Final.pdf>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2015). *Estudios territoriales de la OCDE: El Valle de México, México*. Recuperado de:
<http://www.oecd.org/regional/oecd-territorial-reviews-valle-de-mexico-mexico-9789264245174-en.htm>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2015). *Revisión de políticas urbanas de la OCDE: China*. Recuperado de: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/urban-rural-and-regional-development/oecd-urban-policy-reviews-china-2015_9789264230040-en#.WNqdw_k19PY

Pazos, F. (21 de junio de 2013). Ofrecerá Metrobús primer sistema de información. *Excelsior*. Recuperado de: <http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2013/06/21/905098>

Yáñez, N. y Cerda, R. (30 de julio de 2007). El informe confidencial de Metro que alertó al Gobierno sobre colapso del Transantiago. *piensaChile*. Recuperado de:
<http://piensachile.com/2007/07/el-informe-confidencial-de-metro-que-alertas-al-gobierno-sobre-colapso-del-transantiago/>

Pimentel, J. (2018). Satisfacción con la calidad del transporte público. *Revista Mexicana de la Construcción*, 631, 66-70. Recuperado de:
https://issuu.com/helios_comunicacion/docs/rmc631_fin

Poder del Consumidor, El (2014). *ZMVM: Hacia el Colapso Vial*. Recuperado de
http://elpoderdelconsumidor.org/wp-content/uploads/2014/11/ColapsoVial_final.pdf

Portales, G. (2001). *Transportación Internacional*. Ciudad de México: Editorial Trillas.

Portillo-Villasana, G. de J.; Huerta-Barrientos, A. y Dillarza, Y. (2017). Effectiveness of Physical Barriers Installation for Prevention of Incidents in Mexico City's Subway System. *Journal of Industrial Engineering*, 2017. Recuperado de:
<https://www.hindawi.com/journals/jie/2017/8125430/cta/>

Redacción SDPnoticias (22 de octubre de 2015). Remodelación de la estación Revolución del Metro presenta más del 90% de avance. *SDPnoticias*. Recuperado de:

<https://www.sdnoticias.com/local/ciudad-de-mexico/2015/10/22/remodelacion-de-la-estacion-revolucion-del-metro-presenta-mas-del-90-de-avance>

Rodea, F. (27 de noviembre de 2015). Reabren la estación del Metro Revolución tras remodelación. *El Financiero*. Recuperado de:

<http://www.elfinanciero.com.mx/nacional/reabren-la-estacion-del-metro-revolucion>

Samuelson, R. (14 de noviembre de 2011). Why Doesn't Every Subway System Have Suicide Prevention Barriers? *Citylab*. Recuperado de:

<https://www.citylab.com/transportation/2011/11/why-doesnt-every-subway-system-suicide-prevention-barriers/485/>

Sato, L. y Essig, P. (2000). How Tokyo's Subway Inspired de Paris RER. *Japan Railway & Transport Review*, (23), 36-41. Recuperado de:

http://www.ejrcf.or.jp/jrtr/jrtr23/pdf/F36_Sato.pdf

Sen, A. K. (1985) 1999. *Commodities and Capabilities*. Delhi: Oxford University Press

Sistema de Transporte Colectivo Metro (2007) *Actividad, Misión y Visión*. Recuperado de:

<http://www.metro.cdmx.gob.mx/organismo/misionyvision.html>

Sistema de Transporte Colectivo Metro (2017). *Cifras de operación*. Recuperado de:

<http://www.metro.cdmx.gob.mx/operacion/cifras-de-operacion>

Sistema de Transporte Colectivo Metro (2017). *Metro requiere de un presupuesto*

metropolitano; lo necesita, se lo merece: Miguel Ángel Mancera. Recuperado de:

<http://www.metro.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/metro-requiere-de-un-presupuesto-metropolitano-lo-necesita-se-lo-merece-miguel-angel-mancera>

Sistema de Transporte Colectivo Metro (2017). *Diagnóstico sobre el servicio y las instalaciones del Sistema de Transporte Colectivo 2013-2018*. Recuperado de:

<http://www.metro.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Banners/diagnostico.pdf>

Szplett, D. y Wirasnghe, S. C. (1984). An Investigation of Passenger Interchange and Train Standing Time at LRT Stations: (i) Alighting, Boarding and Platform Distribution of Passengers. *Journal of Advanced Transportation*, 18(1), 1-12. Recuperado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/atr.5670180102>

Sun, S.; Li, H. y Xu, X. (2017). A Key Station Identification Method for Urban Rail Transit: A Case Study of Beijing Subway. *Promet - Traffic and Transportation*, 29(3), 267-273. Recuperado de: <http://www.fpz.unizg.hr/traffic/index.php/PROMTT/article/view/2133>

Sussman, J. (2006). *Introducción a los sistemas de transporte*. México: Sistemas técnicos de edición.

Transport for London (S. F.). *Improving the trains*. Recuperado de: <https://tfl.gov.uk/campaign/tube-improvements/what-we-are-doing/improving-the-trains>

Topham, G. (24 de marzo de 2015). Tube modernisation costs rise as London Underground confirms upgrades. *The Guardian*. Recuperado de: <https://www.theguardian.com/uk-news/2015/mar/24/costs-mount-for-refurbishment-of-london-underground-network>

TomTom. Traffic Index (2016). *Mexico City, congestion level*. Recuperado de: https://www.tomtom.com/en_gb/trafficindex/city/MEX

Toronto Transit Comission (2015). *Section Two*. Recuperado de: http://www.ttc.ca/About_the_TTC/Operating_Statistics/2015/Section_Two.jsp

UNESCO (2017). *Campus central de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México*. Recuperado de: <http://whc.unesco.org/es/list/1250>

Encuesta

- 1) Edad: ____ años
- 2) Género: M F Otro
- 3) Cuando usa el transporte público, ¿prefiere usar el Metro o lo usa a falta de alternativas?

Prefiero usarlo	No tengo otra alternativa	Lo uso indistintamente	No lo uso
-----------------	---------------------------	------------------------	-----------

- 4) ¿Dentro qué rango se ubica su ingreso mensual?
- 5) Su vivienda es:

Casa independiente	Departamento en edificio	Vivienda en vecindad	Vivienda en cuarto de azotea	Local no construido para habitación
--------------------	--------------------------	----------------------	------------------------------	-------------------------------------

- 6) ¿Cuál su nivel actual de estudios y el año o grado al que asiste?

Secundaria
Carrera técnica con secundaria terminada
Preparatoria o bachillerato
Carrera técnica con preparatoria terminada
Normal
Profesional
Maestría
Doctorado
Otro posgrado

Grado

- 7) En una escala del 1 al 5, donde 1 es pésima y 5 excelente, la relación precio – servicio del boleto del Metro es:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- 8) ¿En qué colonia reside?

- 9) ¿En qué colonia labora o estudia?

- 10) Línea de Metro que utiliza generalmente

1 Rosa	4 Cian	7 Naranja	A Morada
2 Azul	5 Amarilla	8 Verde	B Bicolor
3 Verde olivo	6 Roja	9 Café	12 Dorada

- 11) ¿Qué medios de transporte usa para acceder al Metro?

Trolebús	Tren Ligero	Metrobús	Tren suburbano	Mexibus
Combi	Camión	Microbús	Bicicleta, patineta, patines, etc.	Otro
		Ninguno		

- 12) Si no usa ningún medio de transporte para llegar al Metro, ¿cuánto tiempo camina en promedio para acceder al Metro?

5 min	10 min	15 min	20 min	Más
-------	--------	--------	--------	-----

- En una escala del 1 al 5, donde 1 es pésimo y 5 excelente, califique los siguientes aspectos del Metro:**

13	Tiempo de viaje en días laborables	1	2	3	4	5
14	Confiabilidad del sistema para llegar a tiempo a su destino	1	2	3	4	5

- 15) Percepción de seguridad personal al viajar en los trenes
- 16) Percepción de seguridad personal en el interior de las estaciones

15	Percepción de seguridad personal al viajar en los trenes	1	2	3	4	5
16	Percepción de seguridad personal en el interior de las estaciones	1	2	3	4	5

- 17) ¿Ha sufrido u observado delitos o emergencias médicas al interior de las estaciones o trenes?

Sí	No
----	----

18) En caso de ser sí la respuesta a la pregunta anterior, ¿qué delitos o emergencias ha sufrido u observado?

	Acoso sexual
	Robo
	Asalto
	Agresión verbal de un pasajero a otro
	Agresión física de un pasajero a otro
	Suicidio
	Muerte accidental
	Homicidio
	Parto
	Desmayo
	Muerte o lesiones por fallas eléctricas o mecánicas
	Racismo o discriminación
	Otra

19) En relación a la pregunta anterior, en una escala del 1 al 5, la respuesta del personal ha sido:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

En una escala del 1 al 5, donde 1 es pésimo y 5 excelente, califique los siguientes aspectos del Metro:

20	Comodidad general al viajar en los trenes	1	2	3	4	5
21	Comodidad general al esperar en los andenes	1	2	3	4	5

22) Viajes a la semana en el transporte público:

0	2	4	6	8	10	12	14	15 o más
---	---	---	---	---	----	----	----	----------

23) Viajes a la semana en Metro:

0	2	4	6	8	10	12	14	15 o más
---	---	---	---	---	----	----	----	----------

24) ¿Tiene automóvil propio o que pueda usar libremente?

Sí	No
----	----

25) De ser sí la respuesta a la pregunta anterior, ¿por qué usa el transporte público?

Es más rápido	Para evitar el tráfico de la ciudad	Es más económico	Otra
---------------	-------------------------------------	------------------	------

26) Su vivienda es:

Rentada	Prestada	Propia, pero la están pagando
Propia	Intestada o en litigio	Otra situación

27) En caso de ser rentada o en pago, ¿cuál es la cantidad mensual?

28) El seguro médico con el que cuenta es:

IMSS o ISSTE	Privado	Otro	No cuenta
--------------	---------	------	-----------

29) ¿Cuál es la estación de Metro más cercana a su casa?

30) ¿Cuál es la estación de Metro más cercana a su trabajo o escuela?

En una escala del 1 al 5, donde 1 es pésimo y 5 excelente, califique los siguientes aspectos del Metro:

31	Frecuencia con la que pasan los trenes	1	2	3	4	5
32	Amabilidad del personal	1	2	3	4	5

33) ¿De qué material es la mayor parte de las paredes o muros de su vivienda?

Material de desecho	Lámina de cartón	Lámina de asbesto o metálica	Carrizo, bambú o palma
Embarro o bajareque	Madera	Adobe	Tabique, ladrillo, piedra, cantera o concreto

34) ¿De qué material es la mayor parte del techo de su vivienda?

Material de desecho	Lámina de cartón	Lámina metálica	Lámina de asbesto	Lámina de fibrocemento ondulada (techo fijo)
Palma o paja	Madera o tejamanil	Terrado con viguería	Teja	Losa de concreto o viguetas con bovedilla

35) ¿De qué material es la mayor parte del piso de su vivienda?

Tierra	Cemento o firme	Madera, mosaico u otro recubrimiento
--------	-----------------	--------------------------------------

36) En su vivienda tienen:

Agua entubada dentro de la vivienda	Agua entubada fuera de la vivienda, pero dentro del terreno	Agua entubada de la llave pública	Captadores de agua de lluvia
Agua entubada que acarrearán de otra vivienda	Agua de pipa	Agua de pozo, río, lago, arroyo u otra	

37) La escuela a la que asiste es:

	Pública o de gobierno
	Privada o de paga
	De otro tipo

38) En caso de emergencia, y considerando el medio de transporte que utilizaría, ¿cuánto tiempo cree que tardaría en llegar a un hospital donde lo pudieran atender?

Horas	Minutos
-------	---------

En una escala del 1 al 5, donde 1 es pésimo y 5 excelente,

califique los siguientes aspectos del Metro:

39	Tiempo de espera para abordar un tren					
40	Saturación de personas en los vagones	1	2	3	4	5
41	Tiempo de viaje en días u horarios con baja ocupación	1	2	3	4	5
42	Accesibilidad que proporciona la infraestructura del Metro para personas con deficiencias motrices	1	2	3	4	5
43	Horarios del servicio	1	2	3	4	5
44	En la compra de boletos, el tiempo en fila es	1	2	3	4	5
45	Disponibilidad de personal de auxilio y dispositivos de seguridad	1	2	3	4	5
46	Temperatura al interior de los trenes	1	2	3	4	5
47	Aspecto estético de las estaciones	1	2	3	4	5
48	Aspecto estético de los trenes	1	2	3	4	5
49	Funcionamiento de los sistemas de los vagones (luces, altavoces, puertas, ventiladores, etc)	1	2	3	4	5
50	Funcionamiento de los sistemas de las estaciones (escaleras, elevadores, luces, relojes, etc.)	1	2	3	4	5