



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS – TRANSPORTE

ANÁLISIS DE SISTEMAS DE TRANSPORTE: EL CASO DE UN PAR ORIGEN –  
DESTINO EN LA ALCALDÍA DE TLÁHUAC

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:  
ING. JOSÉ DAVID MUÑIZ ELIZALDE

TUTOR PRINCIPAL  
JOSÉ ANTONIO RIVERA COLMENERO  
FACULTAD DE INGENIERÍA

CIUDAD DE MÉXICO, MAYO 2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: Dr. Ricardo Aceves García

Secretario: Dr. Benito Sánchez Lara

Vocal: M.I. José Antonio Rivera Colmenero

1<sup>er.</sup> Suplente: M.I. Luis Alejandro Guzmán Castro

2<sup>d o.</sup> Suplente: M.I. Héctor Daniel Reséndiz López

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería.

**TUTOR DE TESIS:**

M.I. JOSÉ ANTONIO RIVERA COLMENERO

## ***Reflexiones***

*En la actualidad, todos vivimos en movimiento. Muchos cambiamos de lugar, nos mudamos de casa o viajamos entre lugares que no son nuestro hogar. Pero jamás, permanecemos en un lugar el tiempo suficiente para ser algo más que un transeúnte.*

*Es inconcebible quedarse quieto en las arenas movedizas de un pantano, nuestras coordenadas de referencia están montadas sobre ruedas y desaparecen sin darnos cuenta.*

*La movilidad se ha convertido en factor estratificado, poderoso y codiciado.*

Zygmunt Bauman 1999.

# CONTENIDO

Resumen .....	2
Introducción .....	3
<b>CAPÍTULO I PANORAMA DE LA MOVILIDAD EN LA CDMX Y EL CASO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TLÁHUAC .....</b>	<b>4</b>
1.1 Antecedentes y normativas de movilidad y transporte en la CDMX.....	4
1.2 CETRAM Tláhuac y su relación con la movilidad.....	13
1.3 Problemática de oferta del servicio de transporte para estudiantes del ITTLÁHUAC .....	16
1.4 Delimitación de la zona de estudio .....	22
1.4.1 Centros educativos como usuarios del CETRAM Tláhuac .....	27
1.5 Objetivos de la tesis .....	30
1.5.1 Objetivo general.....	30
1.5.2 Objetivos específicos.....	30
1.6 Importancia y trascendencia de la investigación .....	31
1.6.1 Alcance de la investigación .....	31
1.7 Estrategia de investigación.....	32
<b>CAPÍTULO II PLANEACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO ...</b>	<b>34</b>
2.1 Transporte público .....	34
2.1.1 Nivel de servicio del transporte público .....	36
2.2 Centro de Transferencia Modal .....	37
2.2.1 Operación y diseño de los CETRAM.....	38
2.3 Modelo clásico de cuatro etapas .....	41
<b>CAPÍTULO III ANÁLISIS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE Y ELEMENTOS DE PLANEACIÓN Y MEJORA.....</b>	<b>48</b>
3.1 Selección y análisis de la población .....	48
3.2 Recolección y modelado de datos .....	48
3.3 Desarrollo del modelo de cuatro fases .....	51
3.3.1 Generación de viajes.....	51
3.3.2 Distribución de viajes .....	53
3.3.3 Partición modal.....	59
3.3.4 Asignación de red .....	60

<b>3.4 Análisis de resultados .....</b>	<b>63</b>
<b>3.5 Propuestas para mejorar el sistema de transporte público .....</b>	<b>64</b>
<b>CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>68</b>
<b>Acrónimos .....</b>	<b>70</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>71</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 ▶ Principios de movilidad para la Ciudad de México.....	7
Figura 1.2 ▶ Distribución porcentual en transporte público de la ZMVM.....	10
Figura 1.3 ▶ Distribución de los CETRAM en la CDMX. ....	11
Figura 1.4 ▶ Tráfico en el CETRAM Tláhuac. ....	14
Figura 1.5 ▶ Equipamiento del CETRAM Tláhuac. ....	15
Figura 1.6 ▶ Ubicación geográfica de escuelas con mayor matrícula y del CETRAM Tláhuac.....	16
Figura 1.7 ▶ Muestra de congestionamiento vial, 8 de junio de 2018. ....	18
Figura 1.8 ▶ Muestra de usuarios en espera el 22 de febrero de 2018. ....	20
Figura 1.9 ▶ Ubicación geográfica origen destino CETRAM Tláhuac - CB16.....	23
Figura 1.10 ▶ Ubicación geográfica origen destino CETRAM Tláhuac - CETIS No.1.....	24
Figura 1.11 ▶ Ubicación geográfica origen destino CETRAM Tláhuac - ITTláhuac. ....	24
Figura 1.12 ▶ Ubicación geográfica origen destino CETRAM Tláhuac - CONALEP.....	25
Figura 1.13 Figura 1.13 ▶ Ubicación geográfica orígenes destinos de la Tabla 1.2. ....	26
Figura 1.14 ▶ Recorridos en zona de análisis Alcaldía de Tláhuac.....	27
Figura 1.15 ▶ Histórico de atención estudiantil ITTláhuac. ....	28
Figura 1.16 ▶ Lugar de origen de estudiantes del ITTláhuac.....	29
Figura 1.17 ▶ Diagrama de flujo de la estrategia de investigación. ....	33
Figura 2.1 ▶ Componentes de los sistemas de transporte público.....	35
Figura 2.2 ▶ Organigrama de los CETRAM.....	40
Figura 2.3 ▶ Modelo clásico de cuatro etapas. ....	42
Figura 2.4 ▶ Zonas de atracción y generación de viajes.....	43
Figura 2.5 ▶ Categorización según el tipo de viaje. ....	44
Figura 2.6 ▶ Selección de zonas en la fase de distribución.....	45
Figura 2.7 ▶ Modelo de cuatro etapas desde la perspectiva para su desarrollo. ....	47
Figura 3.1 ▶ Muestra representativa de la información original con datos depurados. ....	49
Figura 3.2 ▶ Conjunto de datos en un DBA. ....	50
Figura 3.3 ▶ Zonas identificadas en la fase de generación.....	51
Figura 3.4 ▶ Ubicación espacial de las zonas identificadas.....	52
Figura 3.5 ▶ Identificación de las zonas de origen de la población estudiantil del ITTláhuac.....	54
Figura 3.6 ▶ Datos representados espacialmente.....	55
Figura 3.7 ▶ Categorización de nodos por número de estudiantes. ....	56
Figura 3.8 ▶ Distribución de viajes hacia el ITTláhuac. ....	57
Figura 3.9 ▶ Línea 12 del Metro de la Ciudad de México como oferta de viajes para la población estudiantil del ITTláhuac.....	59
Figura 3.10 ▶ Red de transporte disponible entre el CETRAM Tláhuac y el ITTláhuac....	61
Figura 3.11 ▶ Red del servicio de transporte público.....	62
Figura 3.12 ▶ Conectividad de la zona de análisis en la CDMX.....	63
Figura 3.13 ▶ Resultado del desarrollo del modelo clásico de transporte. ....	64
Figura 3.14 ▶ Nodos de distribución de viajes. ....	65
Figura 3.15 ▶ Nodos de distribución de viajes a escala amplia. ....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1 ► Viajes realizados en un día entre semana en la ZMVM por modo de transporte.....</b>	<b>9</b>
<b>Tabla 1-2 ► Comparativo de intervalos y frecuencia del tren del Metro de Línea 12 en la estación Tláhuac.....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 1-3 ► Monitoreo de servicio de transporte del 22 de febrero de 2018.....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 1-4 ► Análisis de tiempos, distancias y velocidades origen destino. ....</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 1-5 ► Comparativo en distancias, CETRAM Tláhuac y escuelas seleccionadas.....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 1-6 ► Cobertura académica de tres instituciones de nivel medio superior. ....</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 2-1 ► Tipos de transporte urbano.....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 3-1 ► Resultado de la agrupación de datos por Códigos Postales.....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 3-2 ► Código de colores para la representación de datos.....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 3-3 ► Distribución de estudiantes en la ZMVM.....</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 3-4 ► Costos monetarios por modo de transporte público.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 3-5 ► Tiempo de viaje a bordo por modo de transporte público.....</b>	<b>60</b>



# Agradecimientos

Comienzo valorando a mis amigos y equipos de trabajo que, gracias a mi actividad como profesor, la vida me permitió conocer, respetar y admirar ya que han impulsado mi desarrollo profesional y humano, una parte de mi formación profesional radica en experiencias conjuntas que reconozco han sido valiosas durante el progreso profesional obtenido, estoy en deuda por tantos momentos emotivos juntos.

Externo un profundo agradecimiento a mis tutores, profesores y sinodales durante este proceso de Maestría, en especial al Dr. Benito Sánchez Lara, al M.I. José Antonio Rivera Colmenero y al Dr. Ricardo Aceves García, de cada uno me llevo una extraordinaria experiencia de sabiduría y valores que dejan huella sobre mi persona.

Me invade la nostalgia por agradecer a mis padres Yolanda Isabel Elizalde Coronado y Alfredo Luis Muñiz Montero, son las personas que siempre serán un motor en mi vida para llegar tan lejos como me lo proponga, admiro y valoro su capacidad de enfrentar la vida, no existen palabras para describir el amor que les tengo.

Por su puesto que una gran inspiración para enfrentar la vida desde pequeño fueron mis hermanos, Claudia Isabel y José Alfredo, les agradezco infinitamente por encaminar mi formación desde casa, a mi hermana en especial por direccionar mi formación académica cuando estuvo en duda sobre mis estudios de licenciatura mil gracias. Además, les admiro a ambos por las familias que han construido, un especial reconocimiento a sobrinos y parejas de cada uno de ustedes, aunque a Prisca le agradezco por los momentos en los que me ha demostrado el cariño de una segunda hermana.

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de conocer a mis suegros, cuñados y principalmente a mi esposa Karen Zuemy Vázquez Martínez que desde hace seis años ha sido mi compañera de vida, a pesar de los altos y bajos que nos ha puesto la vida siempre ha estado a mi lado para reconocernos el uno al otro. Y sobre todo le agradezco por darme los dos regalos más hermosos de la vida, a nuestros hijos José Francisco Muñiz Vázquez y Luis Javier Muñiz Vázquez, en conjunto mi familia es un motivo de superación personal, no existen palabras para agradecer a Dios por la familia maravillosa y bendiciones que he recibido.

# Resumen

La investigación que se presenta, aborda el estudio de movilidad en un par origen destino de la zona Sur Oriente de la Ciudad de México en la Alcaldía de Tláhuac motivado por analizar y atender la demanda de viajes de la población estudiantil del Instituto Tecnológico de Tláhuac, asimismo identificar la relación e influencia del Centro de Transferencia Modal Tláhuac como elemento gestor de viajes.

A partir de analizar el contexto actual del transporte público en la zona e identificar la demanda del servicio de la población seleccionada, se reconocieron inconsistencias en el servicio de transporte que proviene del Centro de Transferencia Modal Tláhuac, además se identificaron afectaciones en las inmediaciones del Centro de Transferencia Modal. En esencia, el propósito del estudio plantea alternativas para mejorar el servicio de transporte público dirigido en atender la demanda que genera la población estudiantil del Instituto Tecnológico de Tláhuac. De lo anterior, se optó por desarrollar el modelo clásico de transporte como eje principal en la planeación del servicio de transporte.

Con referencia a la estructura de la investigación se presentan cuatro capítulos que abordan la investigación con un enfoque general para encauzar el estudio hacia la zona par origen destino de interés.

El **Capítulo I** describe el contexto actual de movilidad en la Ciudad de México considerando la Zona Metropolitana del Valle de México. También se presenta el plan estratégico que establece la Ciudad de México en materia de movilidad. De lo anterior, se ubica la pertinencia de los Centros de Transferencia Modal, describiendo afectaciones en el CETRAM Tláhuac, de ahí se plantean objetivos y los alcances de la investigación.

En el **Capítulo II** se exponen definiciones que enmarcan el contexto de la investigación. Así mismo se describe la operación y organización de los Centros de Transferencia Modal con la intención de conocer el marco legal de operación. Por último, se precisa el modelo de las cuatro fases como método de planeación del transporte para procurar la efectiva atención de la demanda de viajes, con lo anterior se consolida la estrategia que se implementó en el caso de estudio.

El **Capítulo III** presenta el análisis de la demanda y oferta de viajes en la zona par origen destino a través de la implementación del modelo de cuatro fases. Con base al análisis de la demanda, se desarrolló una técnica para extraer información y geolocalizar la distribución de la demanda utilizando TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) y sistemas de información geográfica.

El **Capítulo IV** señala las aportaciones, recomendaciones y conclusiones que se atraen con la investigación desarrollada.

# Introducción

La planeación de sistemas de transporte público es esencial para ciudades donde existe una alta concentración de habitantes sobre todo si la ciudad se encuentra en desarrollo. En los últimos años se han procurado establecer e implementar estrategias para mejorar la movilidad en la Ciudad de México (CDMX) a través de programas y políticas públicas, considerando la participación de diversos grupos interesados en aportar mejoras a los sistemas de transporte.

Hoy en día, el transporte en la Ciudad de México está considerado que opere como un sistema integral donde se procure una extensa conectividad y cobertura en un área geográfica con alta densidad poblacional, sin embargo, no está consolidado para desempeñarse de esta forma. Bajo la consideración de sistema integral, es imprescindible realizar estudios enfocados en la planeación de sistemas de transporte para buscar manejar estratégicamente la oferta y demanda del transporte.

El trabajo de investigación se realizó con la finalidad de estudiar la movilidad en una zona par origen destino, el Centro de Transferencia Modal Tláhuac y el Instituto Tecnológico de Tláhuac, el estudio se llevó a cabo para atender la movilidad de una población estudiantil por medio del sistema de transporte público.

El estudio está basado en el desarrollo del *modelo de cuatro fases*, también llamado *clásico*, para hacer recomendaciones al funcionamiento del sistema de transporte público, con el propósito de mejorar el servicio ofrecido a la población estudiantil del Instituto Tecnológico de Tláhuac.

La importancia que tiene este trabajo radica en propiciar cambios en la distribución de la demanda de forma efectiva, no se pretende aumentar la oferta de servicio de transporte o ampliar la red de transporte. Lo que se busca es, gestionar el servicio que se ofrece actualmente y distribuir la demanda actual.

Esta investigación propone la redistribución de la demanda para propiciar mejoras en la movilidad en la zona de influencia. Además, se procura mejorar la calidad del servicio de transporte público para la población estudiantil del Instituto Tecnológico de Tláhuac e incidir en estudiantes de escuelas públicas de nivel medio superior.

# CAPÍTULO I

## PANORAMA DE LA MOVILIDAD EN LA CDMX Y EL CASO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TLÁHUAC

### 1.1 Antecedentes y normativas de movilidad y transporte en la CDMX

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) establece las bases para el desenvolvimiento del Estado y deslinda dos esferas o campos básicos de la actividad social, económica y política: el de los gobernados y el de los gobernantes. En favor de los primeros determina un conjunto de prerrogativas y derechos llamados garantías individuales y sociales. El correcto equilibrio entre estos dos campos básicos de gobernados y gobernantes depende de la plenitud existencial del Estado.

El principio fundamental del Estado Mexicano es organizar una sociedad jurídica y política dentro de un territorio enmarcando cinco elementos básicos: gobierno, sociedad, territorio, soberanía y orden jurídico, los cuales bajo una condición ideal interrelacionan en un sistema democrático de administración de los bienes y recursos públicos con el propósito de buscar el bien común de la sociedad, además, busca un desarrollo integral político, social, económico y jurídico. El bien común es un concepto que en general se entiende como aquello con lo cual se benefician todos los ciudadanos, en otros términos, los sistemas sociales, instituciones y medios socioeconómicos de los cuales dependemos deben operar de manera que beneficien a todas las personas.

Dentro del marco normativo de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), los **Artículos 25 y 26** enmarcan ciertos compromisos del Estado, algunas de las responsabilidades que se especifican son: la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que el Estado sea integral y sustentable, asimismo, se puntualiza organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación. Se hace referencia en el **Artículo 26** que la planeación será democrática y deliberativa, además recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo, es decir, habrá un Plan Nacional de Desarrollo (PND), al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal (APF).

La Ley de Planeación establece en el **Artículo 21** que el Presidente de la República enviará el Plan Nacional de Desarrollo a la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión para su aprobación. El Plan Nacional de Desarrollo (PND) precisará los objetivos nacionales, estrategias y prioridades del desarrollo integral, equitativo, sustentable, incluyente, y sostenible del país, además establecerá los lineamientos de política de carácter global, sectorial y regional.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) considera una visión de largo plazo de la política nacional de fomento económico, a fin de impulsar como elementos permanentes del desarrollo nacional y el crecimiento económico elevado, sostenido y sustentable.

Derivado del Plan Nacional de Desarrollo (PND) existen Programas Sectoriales que alinean sus programas, proyectos y metas mediante una coordinación de entes públicos del Gobierno para lograr una mayor eficiencia y eficacia en la tarea de servir a los habitantes y mediante una serie de puntuales indicadores se evalúan los resultados obtenidos, adicionalmente se establecen seguimientos para el cumplimiento de metas.

Los Programas Sectoriales 2013-2018 establecidos para el caso de la Ciudad de México emanaron el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal (hoy Ciudad de México) 2013–2018, el cual se consideró como un instrumento de planeación, alineado a este Programa la Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México generó el Programa Integral de Movilidad PIM 2013-2018.

El Programa Integral de Movilidad 2013-2018, es una apuesta ambiciosa para enfrentar el reto de la movilidad y posicionar a la Ciudad de México al nivel de otras ciudades de clase mundial. Contiene, una visión innovadora a cargo de la Secretaría de Movilidad, es una estrategia a seguir para transformar la manera en que nos movemos diariamente por la ciudad. En este programa se establece un precedente para avanzar hacia una movilidad más eficiente, segura, incluyente, accesible y sustentable. Es una nueva política que se enfoca en mover personas, no sólo automóviles, bajo una nueva jerarquía de movilidad que otorga prioridad al peatón, ciclista y personas usuarias del transporte público, sobre el transporte de mercancías y el automóvil particular. La estrategia integral de movilidad se estructura bajo seis ejes estratégicos, los cuales retoman las opiniones del sector y la sociedad civil reunidas a lo largo de un proceso de construcción colaborativa, para contar con objetivos compartidos entre ciudadanía y gobierno, y moldear el cambio de paradigma de movilidad (CDMX, 2013).

Este programa funge como el instrumento de planeación, coordinación, monitoreo y evaluación que vincula el proyecto de ciudad planteado en el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal (hoy Ciudad de México) 2013-2018. El Programa Integral de Movilidad 2013- 2018 es la herramienta que permitirá cumplir con la transformación de la movilidad urbana que la Ciudad de México exige (CDMX, 2013).

Así bien, se declaran seis ejes estratégicos del Programa Integral de Movilidad 2013-2018, cuya finalidad es apuntalar estratégicamente la movilidad en la Ciudad de México incluso motivando cambios de paradigmas que permitan un equilibrio destacado entre las ofertas y demandas de transporte. A continuación, se presentan los seis ejes estratégicos que enmarcan el PIM 2013-2018.

- I. **Sistema Integrado de Transporte (SIT):** Implementación de 100 kms. de Metrobús y corredores cero emisiones, sustitución de 20 mil microbuses en nuevos servicios de corredores.
- II. **Calles para todos:** 160 kms. de calles completas multimodales y rediseño de 100 intersecciones con riesgo de accidentes peatonales en vías primarias.

- III. **Más movilidad con menos autos:** Ampliación del programa de parquímetros ecoParq y del sistema ECOBICI.
- IV. **Cultura de movilidad:** Implementación del examen para obtener la licencia de conducir.
- V. **Distribución eficiente de mercancías:** Implementación de una red estratégica de corredores urbanos de transporte de carga.
- VI. **Desarrollo orientado la transporte:** Modernización y reordenamiento de paraderos en Centros de Transferencia Modal estratégicos.

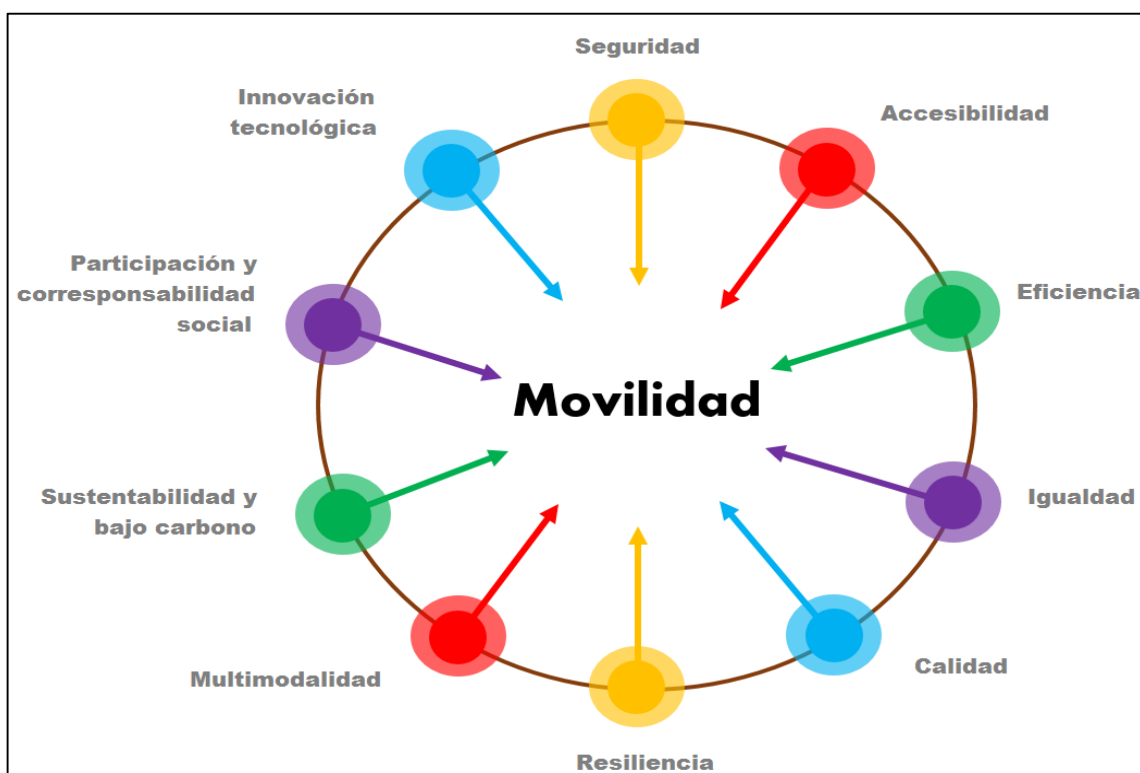
En los últimos años en la Ciudad de México se ha avanzado significativamente con respecto a la movilidad sustentable, logrando posicionarse como ciudad líder en la materia. En enero de 2013 la ciudad fue galardonada por su liderazgo y visión para implementar proyectos que mejoran la calidad de vida urbana con el Premio de Transporte Sustentable 2013 (Sustainable Transport Award 2013). La Ciudad de México se ha distinguido por tomar riesgos, y con ello, marcar tendencia a nivel nacional y regional. Se han realizado acciones inteligentes e innovadoras en infraestructura, con el fin de impulsar el crecimiento futuro, y responder de mejor manera a las necesidades y estilos de vida (CDMX, 2013).

De acuerdo con (CDMX, 2013) se ha avanzado en la consolidación de la columna vertebral de movilidad de la Ciudad de México, se construyó la Línea 12 del Sistema de Transporte Colectivo Metro con 24 kms., la cual proporciona servicio a más de 255 mil personas diariamente y cuenta con estaciones con diseño vanguardista. Asimismo, en los últimos años se ha cambiado la cara de la movilidad de la ciudad con la construcción de cinco líneas de Metrobús; éstas suman más de 100 kms. de carriles exclusivos.

Con el fin de mejorar la calidad del aire se sustituyeron casi 6 mil microbuses y más de 88 mil taxis; se introdujo el diésel ultra bajo en azufre; se incorporaron a la red de Metrobús 578 autobuses con tecnologías EPA 04, Euro III, IV y V, Euro V mejorado e híbrido diésel eléctrico; también se sumaron unidades que operan con gas natural comprimido al sistema RTP. De los 7.7 millones de emisiones contaminantes que se redujeron en la pasada administración, el 62% corresponde al transporte público (CDMX, 2013).

Las políticas públicas implementadas en materia de movilidad buscan la modificación de paradigmas para enfrentar los retos de movilidad, en consecuencia, se busca jerarquizar la movilidad para dar prioridad a usuarios más vulnerables y vehículos eficientes, el orden jerárquico que promueve el Programa Integral de Movilidad (PIM) es el siguiente: peatón, ciclista, transporte público, distribución de mercancías y, finalmente, el transporte particular motorizado.

La visión planteada en el Programa Integral de Movilidad (PIM) establece diez principios para la movilidad. Estos principios son utilizados como filtros y atributos imprescindibles para la toma de decisiones por parte de la Administración Pública, al diseñar e implementar políticas, programas y acciones en materia de movilidad. En la **Figura 1.1** se aprecian los diez principios fundamentales del Programa de Integral de Movilidad.



**Figura 1.1 ► Principios de movilidad para la Ciudad de México.**

**Fuente: Programa Integral de Movilidad 2013-2018.**

En cambio, el Plan Estratégico de Movilidad de la Ciudad de México 2019 “Una ciudad un sistema” señala ineficiencias en el sistema de movilidad, describiendo un sistema fragmentado ineficiente e inequitativo, puntualizando algunos aspectos: aumento en los tiempos de viaje en la Zona Metropolitana del Valle de México, problemas de desigualdad en grupos de personas en situaciones específicas de vulnerabilidad como personas con alguna discapacidad, fragmentación del sistema debido a que cada subsistema (Metro, sistema de transportes eléctricos, Metrobús, etc.) se planea y gestiona de manera separada, no existe una gestión integral de tráfico que propicie la fluidez entre los diferentes modos de transporte, no existe una política integral para el transporte de carga, entre otros escenarios descritos.

Derivado de las ineficiencias del sistema de movilidad señaladas en el Plan Estratégico de Movilidad de la Ciudad de México 2019, se plantea una estrategia general de movilidad para la ciudad en donde las personas sean el centro de las políticas de movilidad urbana, bajo este planteamiento los sistemas programas y proyectos orientarán sus esfuerzos en aumentar la accesibilidad, seguridad, disminución de tiempos de traslado y confort en los viajes.

Para conseguir la visión que se plantea en el Plan Estratégico de Movilidad de la Ciudad de México 2019 se considera la redistribución de la movilidad en tres componentes estructurales de la movilidad urbana:

- **Redistribución de los modos.**
- **Redistribución del espacio vial.**
- **Redistribución de los recursos.**

Asimismo, el Plan Estratégico se estructura en torno a tres ejes complementarios entre sí que definen los objetivos a corto plazo, los cuales son:

- **Integrar.** Integración y gestión de la movilidad.
- **Mejorar.** Movilidad con eficiencia y accesibilidad.
- **Proteger.** Movilidad incluyente, digna y segura.

Los ejes descritos adoptan estrategias y metas que definen indicadores para dar cumplimiento a las necesidades identificadas en el Plan Estratégico de Movilidad de la Ciudad de México 2019.

En otro contexto, es importante considerar que la movilidad debe ser medida y ponderada de acuerdo a la partición modal elegida por los habitantes de una ciudad. Por este motivo es imprescindible mencionar que, el Instituto de Nacional de Estadística y Geografía INEGI, reportó datos sobre la movilidad cotidiana de la Zona Metropolitana del Valle de México en 2017, considerando las características de los viajes realizados, el estudio se realizó en 16 Delegaciones (hoy Alcaldías) de la Ciudad de México y 59 Municipios conurbados del Estado de México, además, se tomó en cuenta el Municipio de Tizayuca perteneciente al Estado de Hidalgo.

La encuesta origen destino que realizó el INEGI en colaboración con los gobiernos de la Ciudad de México, el Estado de México y la participación de la Universidad Nacional Autónoma de México reportó datos esenciales de movilidad, el estudio realizado destaca las horas de mayor afluencia, los motivos, duración y costo de transportación, así como algunas características sociodemográficas de la población de seis años y más que realizan viajes en la ZMVM, algunos datos principales obtenidos en la encuesta se describen a continuación.

De acuerdo con (INEGI, 2017) entre semana se realizan 34.56 millones de viajes en un día de la semana entre lunes y viernes, en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM); el 58.1% es para trasladarse al trabajo y duran entre media hora y dos horas: encuesta de origen destino en hogares de la ZMVM.

Se estima que en la ZMVM hay 3.05 millones de automóviles disponibles en los hogares. De ellos, un alto porcentaje puede circular diariamente (hologramas 00 y 0). En la CDMX es cercano al 70 por ciento y en los municipios conurbados, la proporción es de poco más de la mitad (INEGI, 2017).

De los viajes en transporte privado, se estima que en un día se realizan 6.6 millones de viajes en automóvil. El promedio de ocupantes por auto es de 1.5 personas (considerando el inicio de los viajes) y es entre las 6:00 y las 8:59 horas cuando se aprecia la mayor actividad de viajes hacia el trabajo y la escuela. Según la hora de inicio, más de cuatro millones de viajes se realizan entre las 7:00 y las 7:59 de la mañana. Por la tarde, entre las 18:00 y 18:59 horas se da el mayor número de retornos al hogar (INEGI, 2017).



De los viajes que se realizan para trasladarse al trabajo, el 36.6% duran hasta media hora; el 58.1% tardan de 31 minutos hasta 2 horas y, en el 5.3% de los casos, emplean más de 2 horas. En el caso de la CDMX, seis de cada diez viajes tardan de 31 minutos a 2 horas, en tanto que, en los municipios conurbados, el 7.2 % de los viajes emplean más de 2 horas. Para regresar al hogar, el 55 % de los viajes duran menos de 30 minutos; el 40.7% tardan de 31 minutos hasta 2 horas, y el 3.8% se prolongan por más de 2 horas. Del total de viajes de los municipios conurbados, cerca de 2.25 millones (12.6%) se realizan hacia la CDMX. En tanto que, del total de viajes de la CDMX, 2.16 millones (13.3%) se realizan hacia los municipios conurbados (INEGI, 2017).

La encuesta origen destino aporta elementos importantes para conocer y estimar la demanda de movilidad en la ZMVM considerando los municipios conurbados del Estado de México. La encuesta resalta el comportamiento de la movilidad cotidiana, donde los principales propósitos de viaje son el trabajo y el estudio, aunque existen otros motivos: compras, paseos, ir a comer, visitar a familiares y amigos, llevar o recoger a alguien, realizar trámites, acceder a servicios médicos, etc.

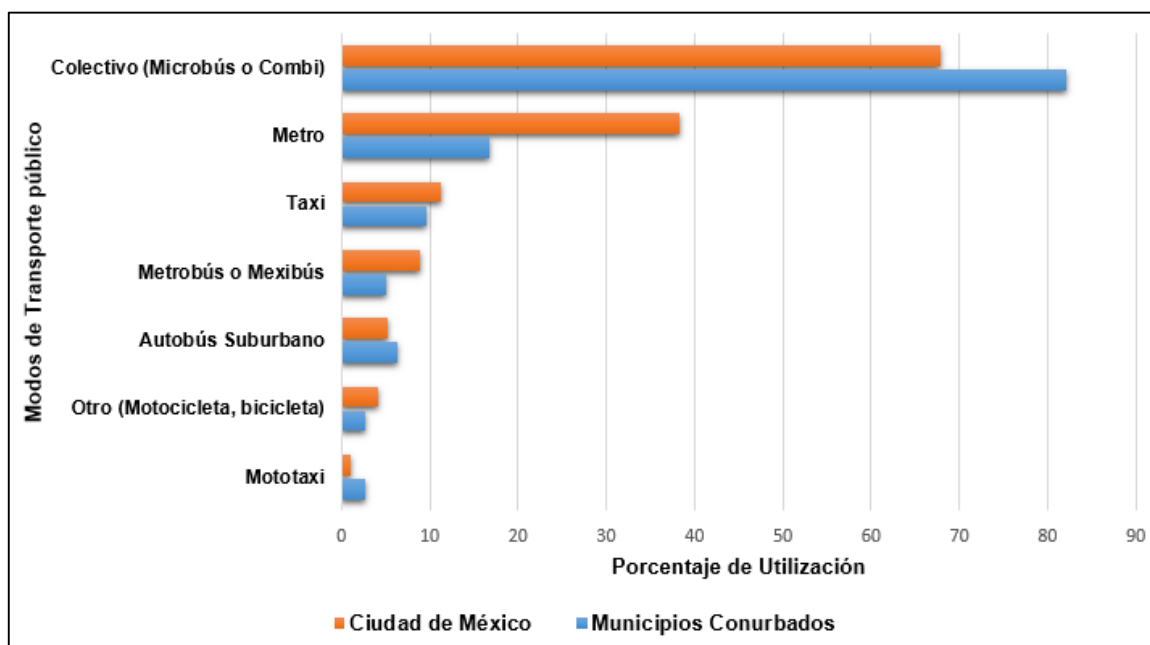
Entre los diversos datos que arroja la encuesta se detectan las horas de mayor afluencia de viajes, así como, los diversos modos de transporte que son utilizados, relacionando las características sociodemográficas. Tomado como referencia los datos correspondientes a los modos de transporte utilizados, la **Tabla 1-1** muestra los datos obtenidos en la encuesta origen destino (INEGI, 2017) respecto de los viajes realizados en un día de la semana, por tipo y modo de transporte utilizado en al menos uno de los tramos de su viaje, según su área geográfica de referencia. De lo anterior, la **Tabla 1-1** presenta los datos obtenidos en millones de viajes realizados y distribución porcentual respecto de la Ciudad de México y municipios conurbados que representan la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Es notable identificar que el transporte público se utiliza más del doble que cualquier otro modo de transporte.

MODOS DE TRANSPORTE	MILLONES DE VIAJES			DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL		
	ZMVM	CIUDAD DE MÉXICO	MUNICIPIOS CONURBADOS	ZMVM	CIUDAD DE MÉXICO	MUNICIPIOS CONURBADOS
Transporte público	15.57	8.62	6.88	45.1%	49.8%	40.3%
Transporte privado	7.29	4.06	3.17	21.1%	23.5%	18.5%
Bicicleta	0.72	0.24	0.48	2.1%	1.4%	2.8%
Peatonal	11.15	4.5	6.52	32.3%	26.0%	38.2%
Otros	0.04	0.02	0.02	0.1%	0.1%	0.1%
<b>TOTAL</b>	<b>34.56</b>	<b>17.3</b>	<b>17.09</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Tabla 1-1 ► Viajes realizados en un día entre semana en la ZMVM por modo de transporte.**

**Fuente: Encuesta Origen Destino INEGI, 2017.**

El balance porcentual del modo de transporte público de la Zona Metropolitana del Valle de México se representa en la **Figura 1.2**. Se destaca un alto índice porcentual en el uso del transporte público colectivo, en comparativa con el uso de bicicleta o motocicleta, se demuestra un enfoque de movilidad demasiado contrastante que impide el equilibrio de multimodalidad que se plantea en el Programa Integral de Movilidad (PIM) 2013-2018. Lo anterior, destaca un área de oportunidad para incentivar o motivar el uso de bicicleta en la CDMX al mismo tiempo de proponer proyectos de movilidad con sistemas integrados.



**Figura 1.2 ► Distribución porcentual en transporte público de la ZMVM.**

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la encuesta origen destino INEGI, 2017.

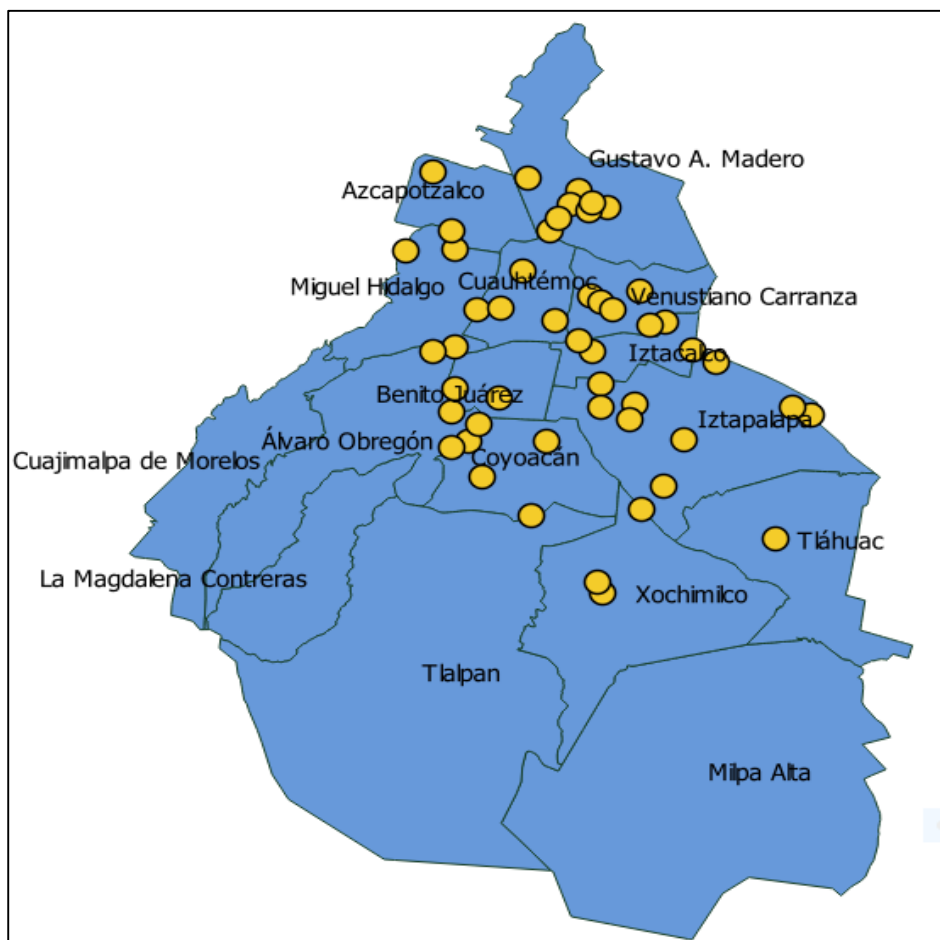
Bajo la premisa de atender la intermodalidad entre los diferentes modos de transporte, oportunamente la Ciudad de México cuenta con elementos de conectividad conocidos como *Centros de Transferencia Modal (CETRAM)*, los cuales se encuentran en operación desde 1969. Actualmente existen 49 Centros de Transferencia Modal que ofrecen el servicio de conectividad en la Ciudad de México, atendiendo la demanda que se genera entre los diferentes modos de transporte.

Un **Centro de Transferencia Modal (CETRAM)** se define como un nodo de coincidencia de dos o más tipos de transporte público, estos puntos articulan actividades urbanas que permiten cruces, transacciones orígenes y destinos ligados al interés personal de cada individuo, en suma, son acumuladores de prácticas sociales, conectores de sistemas urbanos que representan centroides importantes dentro de la urbe (Dávalos, 2014).

La Ciudad de México enfrenta grandes desafíos en materia de movilidad. Por consiguiente, los CETRAM tienen un rol significativo para coadyuvar en el Plan Estratégico de Movilidad para la Ciudad de México 2019, en donde la visión es considerar a las personas como el centro y eje principal de las políticas de movilidad urbana.

Debido a la convergencia de diversos modos de transporte en los CETRAM, se pueden buscar áreas de oportunidad con el fin de generar propuestas que aumenten la calidad y eficiencia conforme al servicio ofrecido a los usuarios. Desde otro enfoque pueden existir propuestas que de aplicarse eviten la generación de conflictos ya que los CETRAM enlazan subsistemas de transporte público cuyas planeaciones y operaciones son independientes, esto puede desatar situaciones adversas en materia de movilidad ya que se pierde el enfoque de un sistema, este enfoque está enmarcado en el Plan Estratégico de Movilidad para la Ciudad de México 2019.

La ubicación y distribución en la Ciudad de México de los Centros de Transferencia Modal se puede observar en la **Figura 1.3**, con apoyo de un sistema de información geográfica se obtuvo un tratamiento efectivo de los datos obtenidos.



**Figura 1.3 ► Distribución de los CETRAM en la CDMX.**

**Fuente: Elaboración propia mediante cartografía obtenida del marco geostadístico nacional de INEGI 2018.**

En cuanto a la cobertura de los 49 CETRAM es importante señalar que se atiende a 5.7 millones de pasajeros diariamente, el área que ocupan los CETRAM es de 707 mil metros cuadrados, concentrando a un total de 27 mil unidades de transporte público diariamente.

Lo anterior precisa el volumen de oferta y demanda que converge en estos nodos centralizadores.

Sobre la demanda que atienden cada uno de los CETRAM, se han realizado jerarquizaciones de los mismos respecto de la afluencia de pasajeros diarios que se atienden. En ese contexto los CETRAM con menor afluencia de pasajeros reciben menos de 2 mil usuarios mientras que los CETRAM con mayor afluencia reciben entre 500 mil y 1 millón de usuarios diariamente, por mencionar un ejemplo: según (Dávalos, 2014) el Centro de Transferencia Modal Tláhuac está catalogado en tercer lugar de la lista en función de los usuarios que atiende, de modo que, el CETRAM Tláhuac atiende al menos una población de 25 mil usuarios diariamente.

Por otro lado, los CETRAM y el transporte público enfocan sus esfuerzos en atender la movilidad con eficiencia. Se puede distinguir que con el pasar del tiempo, adquiere mayor valor con respecto de actividades sociales y económicas que demandan reducir tiempos de traslados. *La diferencia entre movilidad y transporte radica en:* La movilidad se puede definir como el desplazamiento de una persona, material o elemento de un punto hacia otro punto (origen-destino), mientras que transporte se describe como toda la infraestructura, operación y vehículos que permitirán la movilidad generando una relación entre ambos conceptos.

Conforme a la Ley de Movilidad y Transporte del Distrito Federal (hoy Ciudad de México) publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 14 de julio de 2014 y respecto de su última reforma publicada en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México, el 07 de octubre de 2016. Señala en el **Artículo V**, lo siguiente:

**Artículo V.-** La movilidad es el derecho de toda persona y de la colectividad a realizar el efectivo desplazamiento de individuos y bienes para acceder mediante los diferentes modos de transporte reconocidos en la Ley, a un sistema de movilidad que se ajuste a la jerarquía y principios que se establecen en este ordenamiento, para satisfacer sus necesidades y pleno desarrollo. En todo caso el objeto de la movilidad será la persona.

Cuando el **Artículo V** señala realizar un efectivo desplazamiento de individuos y bienes, es significativo mencionar que la efectividad en desplazamientos debe considerar los principios que señala el **Artículo VII** los cuales son: Seguridad, accesibilidad, eficiencia, igualdad, calidad, resiliencia, multimodalidad, sustentabilidad y bajo carbono, participación y responsabilidad social e innovación tecnológica.

En el Programa Integral de Movilidad PIM 2018 se especifica que la eficiencia y seguridad en términos de movilidad son:

“**Eficiencia:** Maximizar los desplazamientos para que sean ágiles y asequibles, a través de la optimización de los recursos disponibles, sin que su diseño y operación produzcan externalidades negativas desproporcionadas a sus beneficios” (Espinosa, 2018).

“**Seguridad:** Privilegiar las acciones de prevención de accidentes de tránsito durante los desplazamientos, con el fin de proteger la integridad física de las personas y evitar la afectación a los bienes públicos y privados” (Espinosa, 2018).

## 1.2 CETRAM Tláhuac y su relación con la movilidad

El Centro de Transferencia Modal Tláhuac surge a raíz de la creación de la Línea 12 del Sistema de Transporte Colectivo Metro. La Línea 12 inició sus operaciones el 30 de octubre del 2012. El Centro de Transferencia Modal Tláhuac se encuentra ubicado en la estación Tláhuac de la Línea 12, las actividades del CETRAM Tláhuac no iniciaron a la par con la inauguración de la Línea 12.

*“El Grupo Parlamentario del Partido Acción Nacional (PAN), en punto de acuerdo”* (Gurza, 2016) exhorta al titular del Sistema de Transporte Colectivo de la Ciudad de México a regular el acceso a la estación Tláhuac de la Línea 12, en las inmediaciones de la Av. San Rafael Atlixco.

En enero de 2014 se inauguró el Centro de Transferencia Modal CETRAM de Tláhuac, para la operación de mil ochocientas unidades de transporte público. Siete meses después de que comenzó a operar el CETRAM, las autoridades capitalinas analizaron un proyecto para dotarlo de infraestructura. Para ello, el Gobierno de la Ciudad de México, buscó la implementación de un programa de coinversión pública y privada con el que busca detonar la intermodalidad para los usuarios y la actividad económica.

La Secretaría de Transportes y Vialidad de la Ciudad de México y la empresa paraestatal Calidad de Vida, Progreso y Desarrollo para la Ciudad de México S.A. de C.V., trabajaron en dicho proyecto que tiene por objetivo organizar el transporte público que hace base en ese punto del oriente de la ciudad y fomentar la conectividad con los municipios conurbados del Estado de México. Esta Secretaría detalló que este sitio de transferencia modal contará con áreas de servicios, comercios, así como zonas de esparcimiento y diversión en un espacio seguro y ordenado, sin embargo, hasta el momento de la presente investigación no se cuenta con tal infraestructura.

En las inmediaciones del CETRAM Tláhuac se han inducido ciertas afectaciones de congestión vial y seguridad para los peatones, en contraste de algunos objetivos que persigue este elemento distribuidor de viajes.

Durante la administración 2015-2018 el Delegado en función, señaló que el índice de robos a transeúntes y a transportes públicos aumentó, específicamente en el CETRAM de la Delegación Tláhuac (hoy Alcaldía). Por otro lado, diversas rutas de transporte generan caos vial al usar las calles como bases, como es el caso de la Avenida San Rafael Atlixco, se genera caos vial debido a que ésta sólo cuenta con dos carriles, y ambos son ocupados por camiones y microbuses que se detienen para el ascenso y descenso de pasajeros. En la **Figura 1.4** se aprecia el congestionamiento provocado por vehículos de transporte público que no tienen concesión para ingresar al CETRAM Tláhuac.



**Figura 1.4 ► Tráfico en el CETRAM Tláhuac.**

**Fuente:** <http://ciudadanosenred.com.mx/pagan-mexiquenses-mas-por-llegar-l-12/>

De acuerdo con el Consejo de Evaluación del Desarrollo de la Ciudad de México la mayoría de los CETRAM no cumplen con las condiciones mínimas de operación, como lo es, el espacio para su funcionamiento por infraestructura sobresaturada, así como tránsito conflictivo y excesivo en los paraderos. De igual manera menciona que solo basta un ligero recorrido por los andenes de cualquier CETRAM para constatar que no operan de manera adecuada, ocasionando largas filas de pasajeros y consecuentemente los vehículos gastan más combustible, provocando mayor contaminación y haciendo que los usuarios tarden más tiempo en llegar a sus destinos (Gurza, 2016).

El CETRAM Tláhuac carece de señalización de las rutas y destinos, no se describe con precisión la información de donde salen determinados camiones a un destino específico.

Referente a la atención de pasajeros del CETRAM Tláhuac, según (Sistema de Transporte Colectivo, 2017) los datos estadísticos que se reportan describen que: La estación Tláhuac atendió durante tres meses a un total de 4,191,686 pasajeros.



Respecto a la operación del CETRAM Tláhuac, para ubicar algunos datos de operación, se llevó a cabo una entrevista con el personal de taquilla de la estación Tláhuac de la Línea 12 del Sistema de Transporte Colectivo Metro, las preguntas de entrevista se presentan en el **ANEXO I**, a partir de ella se documentó la existencia de tres turnos en taquilla de seis horas cada turno, los turnos atienden en promedio un total de 720 personas por ventanilla, el CETRAM concentra dos taquillas con dos ventanillas cada una, no obstante, el turno vespertino disminuye la atención de usuarios entre veinte y treinta por ciento de la atención diaria. En relación a la entrevista, se percibe un número aproximado de atención en ventanilla de 8,000 usuarios, sin embargo, este dato solo refleja atención en ventanilla, no considera el total de personas que ocupan el CETRAM en función de los diversos modos de transporte que ofrece.

Para identificar una parte del espacio físico del CETRAM Tláhuac, la **Figura 1.5** muestra una imagen panorámica de sus instalaciones, en donde se puede apreciar un espacio para estacionamiento de bicicletas y al fondo un puente peatonal que incide en la calle San Rafael Atlixco el cual se utiliza actualmente como entrada y salida de las instalaciones.



**Figura 1.5 ► Equipamiento del CETRAM Tláhuac.**

El CETRAM Tláhuac actualmente ofrece servicio de transporte público hacia zonas específicas como: el Pueblo de Tulyehualco, el Pueblo de San Juan Ixtayopan, el Pueblo de San Antonio Tecómitl, Alcaldía Milpa Alta, por mencionar algunas zonas. Sin embargo, no cuenta con servicio de transporte público hacia algunas zonas de la Alcaldía de Tláhuac como: el Pueblo de Tlaltenco, Colonia Ampliación Selene entre otras, además no se considera el servicio de transporte público hacia zonas del Estado de México que se ubican como parte de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Por tanto, los usuarios salen del CETRAM Tláhuac en busca del servicio de transporte público que tenga conectividad con zonas aledañas al CETRAM.

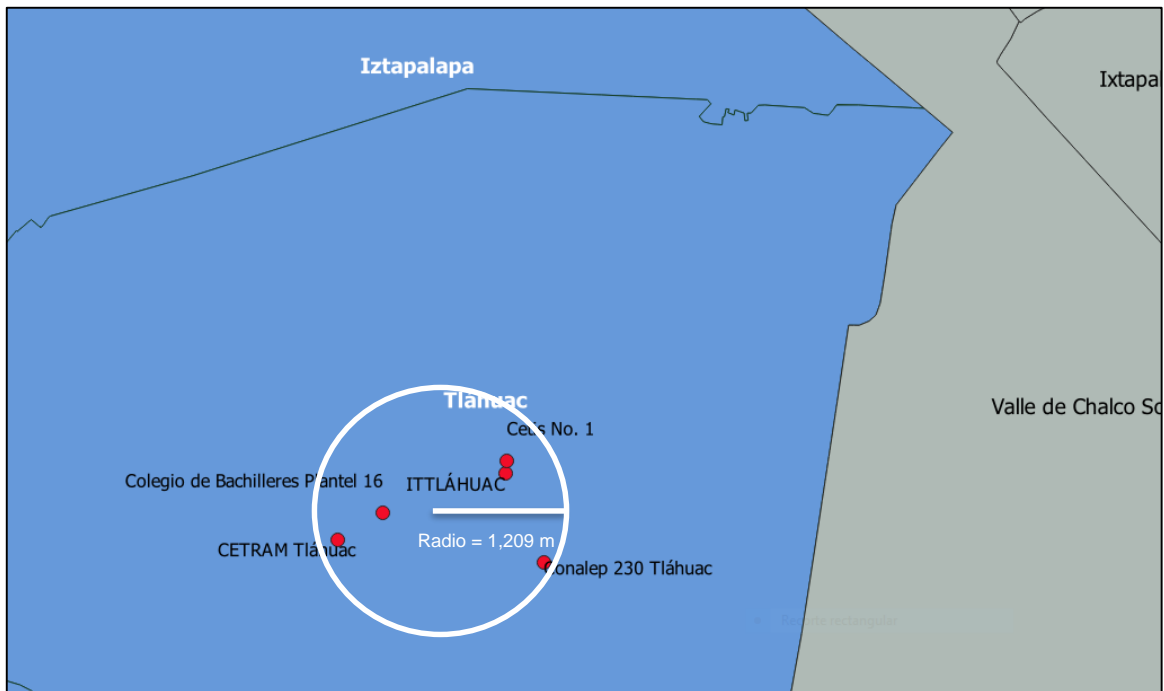
Lo anterior, genera más oferta de transporte público fuera que dentro del CETRAM Tláhuac provocando mayor congestión vehicular y desorden en la distribución de la demanda por la falta de regularización de la participación modal.

### 1.3 Problemática de oferta del servicio de transporte para estudiantes del ITTLÁHUAC

Se observa que, en la zona de influencia del Centro de Transferencia Modal, existen al menos tres centros educativos de nivel medio superior y el Instituto Tecnológico de Tláhuac. Lo anterior, describe un uso de suelo de servicios en un perímetro cercano al CETRAM Tláhuac, no obstante, en la zona existen escuelas públicas que ofrecen servicio a otros niveles educativos, así como también escuelas privadas que ofrecen servicios educativos en todos los niveles. Se eligen solo cuatro escuelas como estudio por tener la mayor matrícula estudiantil en la zona.

De las cuatro escuelas con mayor afluencia en la zona, se eligió para su estudio el Instituto Tecnológico de Tláhuac por ser una institución cuya matrícula va en aumento, además, cuenta con posibilidades de ampliar su infraestructura y equipamiento, asimismo existen amplias posibilidades de aumentar su oferta educativa con más programas de licenciatura. Por tanto, se percibe una tendencia de crecimiento y con ello un aumento en su población estudiantil.

La **Figura 1.6** muestra la ubicación espacialmente de las escuelas y el CETRAM Tláhuac, con la finalidad de distinguir la cercanía de las escuelas respecto del CETRAM.



**Figura 1.6 ► Ubicación geográfica de escuelas con mayor matrícula y del CETRAM Tláhuac.**

Se destaca que el servicio de transporte en el CETRAM Tláhuac debe satisfacer la demanda de movilidad respecto de eficiencia calidad y seguridad específicamente para estudiantes de al menos cuatro centros educativos, sin embargo, la investigación radica en estudiantes del Instituto Tecnológico de Tláhuac.



La problemática de oferta del servicio de transporte público que proporciona el CETRAM Tláhuac hacia cuatro centros educativos, reside en la calidad del servicio al ocasionar tiempos de viajes largos por una reducida velocidad de viaje, además de ser inaccesible para el caso de estudiantes del Colegio de Bachilleres 16 y estudiantes del CONALEP 230.

Principalmente el servicio de transporte público dentro del CETRAM Tláhuac se ofrece para el Instituto Tecnológico de Tláhuac y para el Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios CETIS No. 1. Mientras que para el Colegio de Bachilleres Plantel 16 y el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica CONALEP 230 se identificó que el servicio de transporte público ofrecido no está regulado por el CETRAM Tláhuac.

Se verificó mediante observaciones que, el servicio de transporte para el Colegio de Bachilleres y el CONALEP 230 se ofrece en la calle Antonio Béjar esquina con Av. Tláhuac, esto implica que los usuarios salgan del CETRAM para tomar el servicio de transporte, sin embargo, para salir del CETRAM es necesario tomar una salida de las cuatro posibles, dos accesos por el puente peatonal y dos mediante las puertas que comunican con la calle San Rafael Atlixco.

Ante esta situación, se aprecian problemas inseguridad para los usuarios ya que conlleva a salir de las instalaciones del CETRAM adicionando la falta de señalamientos y sistemas semafóricos sobre la calle San Rafael a un costado del CETRAM.

Para corroborar la inseguridad y las congestiones viales que ocurren en las inmediaciones del CETRAM Tláhuac, se realizaron 20 visitas de febrero a junio de 2018, consistieron de recorridos por los puentes peatonales de acceso al CETRAM, lo anterior, fue determinante para distinguir la falta de señalamientos vehiculares y peatonales, al mismo tiempo se encontró que el CETRAM habilita sus puertas de acceso colindantes con la calle San Rafael Atlixco.

Si los usuarios toman la decisión de salir por las puertas no vigiladas y de libre acceso con incidencia en la calle San Rafael Atlixco implica un congestionamiento vehicular, ya que los usuarios cruzan la calle sin un sistema de semáforos, incluso es un evidente riesgo de accidentes ya que no cuenta con la seguridad necesaria para realizar cruces peatonales. Así, el transporte Público no concesionado por el CETRAM genera paradas de larga duración con el objetivo de incluir un mayor rendimiento económico por el factor de subir más pasajeros a las unidades de transporte, lo anterior provoca el cierre de un carril incrementando el congestionamiento vial.

La **Figura 1.7** muestra el congestionamiento vial durante una observación tomada en el instante de una visita. Por consiguiente, se logró identificar que estos acontecimientos generan una disminución de la eficiencia, calidad y seguridad respecto de la movilidad de usuarios, por lo tanto, se comienza a reflexionar sobre la problemática del servicio de transporte ofrecido.



**Figura 1.7 ► Muestra de congestión vial, 8 de junio de 2018.**

Por otra parte, se cotejó el servicio de transporte público ofrecido para el Instituto Tecnológico de Tláhuac y CETIS No. 1, por lo que fue necesario monitorear la Ruta 62, así como, identificar los tiempos de acceso, tiempos de espera y tiempos de recorrido del CETRAM hacia los dos centros educativos mencionados.

El análisis inició por identificar que la Unidad de Transporte (UT), conocido como tren del Metro tiene intervalos de tiempos que van de 5 a 7 minutos entre cada tren, en el horario de 6:00 a 8:30 a.m. En la **Tabla 1-2** se muestran las variaciones de intervalos identificados en los aforos, se tomaron los tres casos de intervalos posibles señalados por  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$ , los cuales representan 5, 6 y 7 minutos, respectivamente; los datos obtenidos reflejan la relación de frecuencia de operación de la Línea 12 del Metro. Lo anterior expresa que para el mejor de los casos con un intervalo de 5 minutos se cuenta con 12 UT por hora, mientras que para  $T_2$  disminuye el número de UT a 10, y para el caso  $T_3$  el número de UT por hora desciende a 8.57 unidades.

CONCEPTO	$T_1$	$T_2$	$T_3$
Intervalos (min.)	5	6	7
Intervalos (hora)	0.0833	0.1000	0.1167
Frecuencia (Vehículos/hora)	12.0000	10.0000	8.5714

**Tabla 1-2 ► Comparativo de intervalos y frecuencia del tren del Metro de Línea 12 en la estación Tláhuac.**

Respecto de los tiempos que emplea un usuario en su viaje se identificó lo siguiente. El tiempo de acceso identificado por  $T_a$  obtuvo un tiempo promedio de 3 minutos que incluye salir del vagón de la Unidad de Transporte (UT) y realizar el recorrido hasta el andén de salida del servicio de transporte público. Se tomó en cuenta el tiempo de espera identificado por  $T_e$  para abordar el servicio de transporte público, encontrando tiempos diferentes y variables además de encontrar las horas pico de demanda. En la **Tabla 1-3** se aprecia el monitoreo del  $T_e$  del servicio de transporte público realizado el día 22 de febrero de 2018, cabe señalar que el monitoreo se realizó en días diferentes encontrando situaciones coincidentes en todos los días, por esta razón solo se muestra la relación de monitoreo del día 22 de febrero.

Asimismo, se tomaron en cuenta los tiempos de inicio y fin que arrojan el total del tiempo de espera para los usuarios, considerando el total de pasajeros que abordan en relación a la capacidad del vehículo, además de considerar los intervalos de tiempos de las Unidades de Transporte (UT).

<b>T<sub>i</sub></b> <b>Tiempo Inicial</b>	<b>T<sub>f</sub></b> <b>Tiempo Final</b>	<b>T<sub>e</sub></b> <b>Tiempo de Espera (min.)</b>	<b>Personas que abordan</b>	<b>Intervalo de tiempo entre vehículos de transporte público (min.)</b>
06:25	06:33	7	19 personas	Sin referencia
06:33	06:38	5	19 personas	2
06:38	06:43	5	19 personas	2
06:43	06:48	5	19 personas	2
06:48	06:50	2	19 personas	1
06:50	06:52	2	19 personas	1
06:52	07:03	11	19 personas	8
07:03	07:05	2	19 personas	1
07:05	07:14	9	17 personas	7
07:14	07:25	11	15 personas	1
07:25	07:34	9	14 personas	1

**Tabla 1-3 ► Monitoreo de servicio de transporte del 22 de febrero de 2018.**

En la **Figura 1.8** se aprecia la fila de usuarios esperando la Unidad de Transporte (UT); se registra la fotografía en el primer tiempo de espera  $T_e$  igual a siete minutos.



**Figura 1.8 ► Muestra de usuarios en espera el 22 de febrero de 2018.**

Por último, se tomó el tiempo de recorrido  $T_r$  del viaje, donde el servicio de transporte público está regulado por el CETRAM, el cual se realizó en un tiempo aproximado de 11 minutos. Por consiguiente, en la **Ecuación 1.1** se obtiene la suma de los tiempos y como resultado se obtiene el tiempo de viaje del CETRAM hacia el Instituto Tecnológico de Tláhuac y CETIS No. 1.

$$\begin{aligned}
 T_{viaje} &= T_{acceso} + T_{espera} + T_{recorrido} \\
 T_v &= T_a + T_e + T_r
 \end{aligned}
 \tag{1.1}$$

La **Ecuación (1.1)** se utiliza para el calcular tiempos de viajes.

En la **Ecuación 1.1a** se realiza la sustitución de valores de la **Ecuación 1.1** que representa el tiempo de viaje. El propósito es obtener el tiempo de viaje del CETRAM hacia el Instituto Tecnológico de Tláhuac y CETIS No. 1. Es importante señalar que se tomó como referencia el primer valor respecto de  $T_e$  que se identificó al momento de la medición.

$$21_v = 3_a + 7_e + 11_r
 \tag{1.1a}$$

La **Ecuación (1.1a)** muestra el total del tiempo de viaje en minutos.

En consecuencia, se puntualiza que se recorre una distancia promedio para ambas escuelas de 2.3 kilómetros en un tiempo de 21 minutos.

Si aplicamos la **Ecuación 1.2** obtenemos la velocidad origen destino, tomando en cuenta que se considera el tiempo de viaje  $T_v=T_{od}$ . “La velocidad origen destino es la velocidad promedio de viaje de un pasajero a lo largo de su camino desde su origen hasta su destino, incluyendo el tiempo de acceso, recorrido y viaje incluso transferencias, para una distancia de camino origen destino” (Vuchik, 2005).

$$v = \frac{d}{t} = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}} \quad (1.2)$$

La **Ecuación (1.2)** se utiliza para calcular la velocidad origen destino del servicio de transporte público.

En la **Ecuación 1.2a** se realiza la sustitución de valores de la **Ecuación 1.2** de velocidad origen destino, para obtener el dato de velocidad se calculó en función del tiempo de viaje.

$$v = \frac{2.3kms}{21 \text{ min}} \quad v = \frac{2.3kms}{0.35hrs} = 6.5 \text{ kms/hrs} \quad (1.2a)$$

La **Ecuación (1.2a)** muestra la velocidad en Kms/hrs de origen destino del servicio de transporte del CETRAM Tláhuac hacia el Instituto Tecnológico de Tláhuac y el CETIS No. 1.

De igual manera se analizó el tiempo de viaje del CETRAM Tláhuac al Colegio de Bachilleres y al Conalep 230 Tláhuac, cabe señalar que se tomaron estas dos escuelas en conjunto debido a que utilizan el mismo servicio de transporte Ruta 62-A sin concesiones el CETRAM Tláhuac, aplicando las **Ecuaciones 1.1** y **1.2** para ambas escuelas se obtuvieron los siguientes datos que se aprecian en la **Tabla 1-4**.

Como se puede distinguir, los usuarios recorren una distancia relativamente corta en un tiempo de 13 y 19 minutos respectivamente para cada escuela. Es importante señalar que de los datos obtenidos se redondearon los segundos al minuto próximo más cercano.

Escuelas	Tiempo de acceso	Tiempo de espera	Tiempo de recorrido	Tiempo de viaje	Distancia recorrida en kms	Velocidad $V_{od}$ en kms/hrs
Colegio de Bachilleres 16	4 min	7 min	3 min	14 min	0.78	3.34
Conalep 230 Tláhuac	4 min	7 min	9 min	20 min	2.10	6.30

**Tabla 1-4 ► Análisis de tiempos, distancias y velocidades origen destino.**

Después de haber realizado el análisis de velocidades origen destino  $V_{od}$  se observan velocidades bajas que demeritan la eficiencia del transporte público así también el análisis demostró que la seguridad presenta cierta vulnerabilidad al salir del CETRAM.

En conclusión, es necesario señalar el incumplimiento de conformidad con la Ley de Movilidad y Transporte del Distrito Federal (hoy Ciudad de México) respecto del **Artículo V**, donde señala realizar efectivos desplazamientos de individuos y bienes conforme a los principios de: Seguridad, accesibilidad, eficiencia, igualdad, calidad, resiliencia, multimodalidad, sustentabilidad y bajo carbono, participación y responsabilidad social e innovación tecnológica.

## 1.4 Delimitación de la zona de estudio

Una serie de fallas en la Línea 12 del Metro ocasionó que el 12 de marzo de 2014 se suspendiera el servicio de transporte de la estación Tláhuac hasta la estación Culhuacán, lo anterior generó un atraso mayor para el inicio de actividades del CETRAM Tláhuac, y fue hasta el 29 de noviembre de 2015 que reinició actividades por completo la Línea 12 del Metro, al mismo tiempo el CETRAM Tláhuac inicia operaciones, sin embargo, inicio con debilidades operativas en el servicio de transporte público.

La generación de más oferta en el transporte mediante la creación de la Línea 12 del Metro, específicamente en la terminal Tláhuac, ha provocado diversas alternativas intermodales de transporte público con el objetivo de satisfacer la demanda de usuarios cuyos motivos de viajes están ligados a zonas habitacionales y zonas escolares por mencionar algunos usos de suelos que generan viajes en la zona.

De las instancias educativas mencionadas en temas anteriores, tres de ellas coinciden en ubicación respecto de la misma colonia, mientras que otra instancia educativa de nivel medio superior se encuentra en un rango menor de distancia con referencia al centro de transferencia modal ubicado en la terminal Tláhuac.

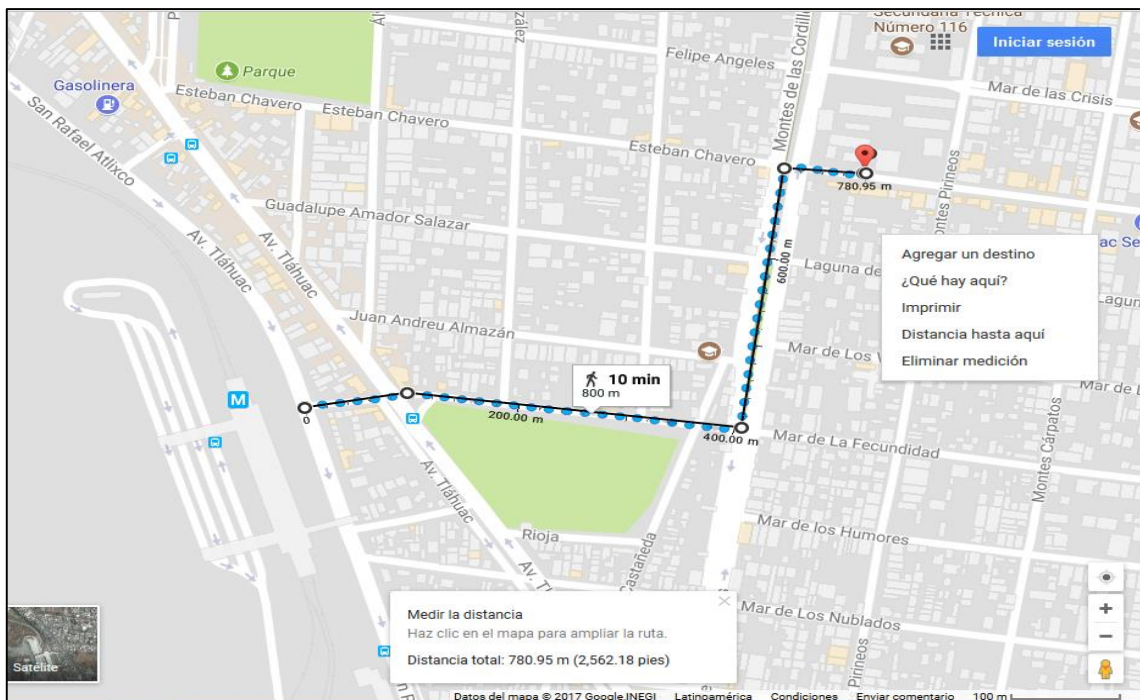
Con referencia a las distancias entre el CETRAM y las instituciones educativas, en la **Tabla 1-5** se muestran los datos de longitud aproximada tomando como origen el CETRAM y como destino las diferentes instituciones educativas.

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (kms.)
CETRAM	Instituto Tecnológico de Tláhuac	2.20
CETRAM	CETIS No. 1	2.40
CETRAM	Colegio de Bachilleres Plantel 16	0.78
CETRAM	Conalep Tláhuac 230	2.10

**Tabla 1-5 ► Comparativo en distancias, CETRAM Tláhuac y escuelas seleccionadas.**

En relación con la **Tabla 1.5** las aproximaciones en distancia se obtuvieron mediante el uso de la herramienta Google My Maps en el **Anexo II** se describe el uso de esta herramienta. A continuación, en las siguientes figuras se muestran las ubicaciones de cada escuela respecto del CETRAM Tláhuac.

En la **Figura 1.9** se muestra el análisis de ubicación y distancia entre el CETRAM con respecto al Colegio de Bachilleres Plantel 16 Tláhuac, la aproximación en distancia que arrojó Google Maps es de 780.95 metros.



**Figura 1.9** ► Ubicación geográfica origen destino CETRAM Tláhuac - CB16.

En la **Figura 1.10** se observa el análisis de ubicación y distancia del CETRAM con respecto del Centro de Estudios Industriales y Servicios CETIS No. 1, la aproximación en distancia que refleja la herramienta utilizada es de 2.46 kilómetros.



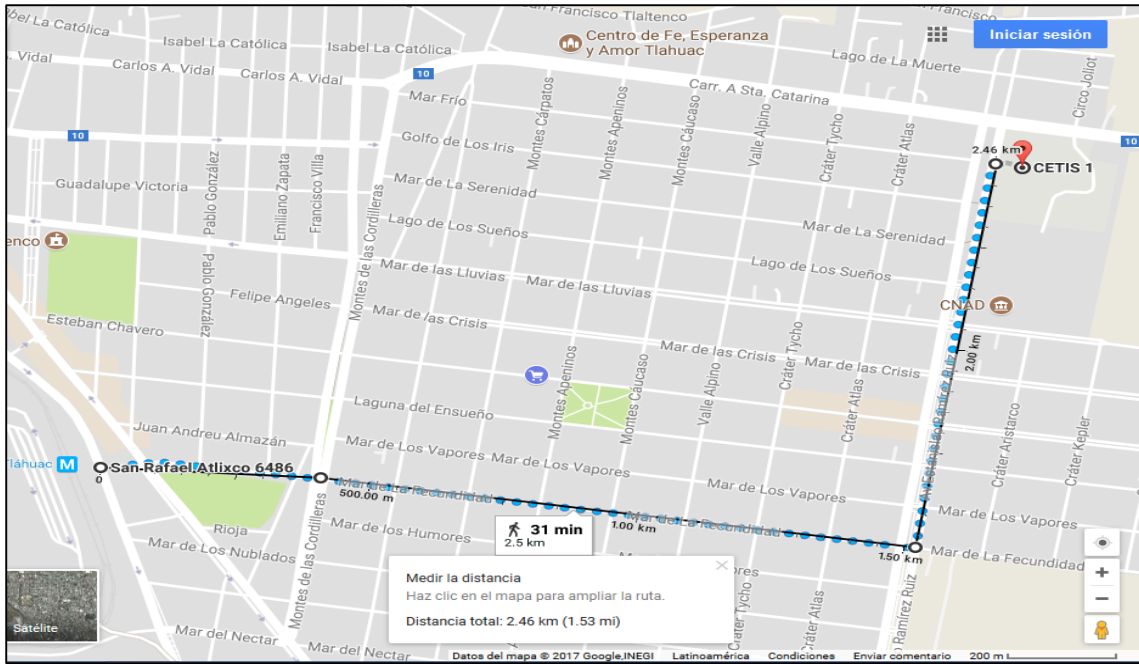


Figura 1.10 ► Ubicación geográfica origen destino CETRAM Tláhuac - CETIS No.1.

La Figura 1.11 muestra el análisis de ubicación y distancia del CETRAM con respecto del Instituto Tecnológico de Tláhuac, la aproximación en distancia es de 2.21 kilómetros.

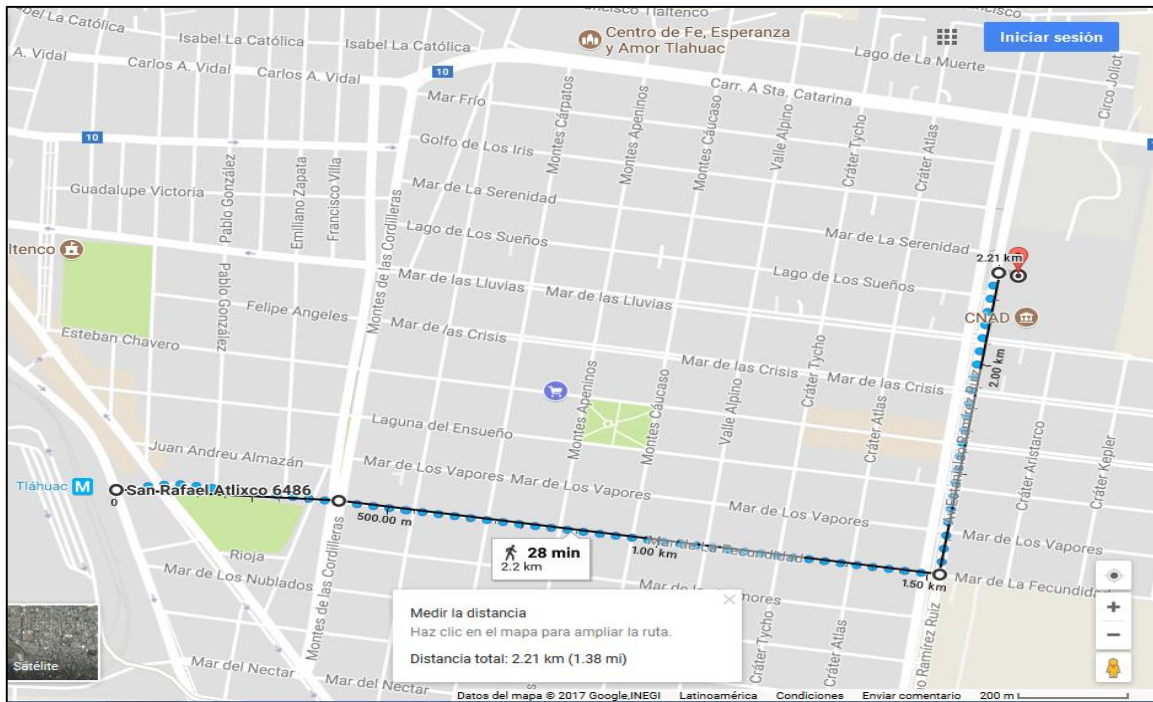
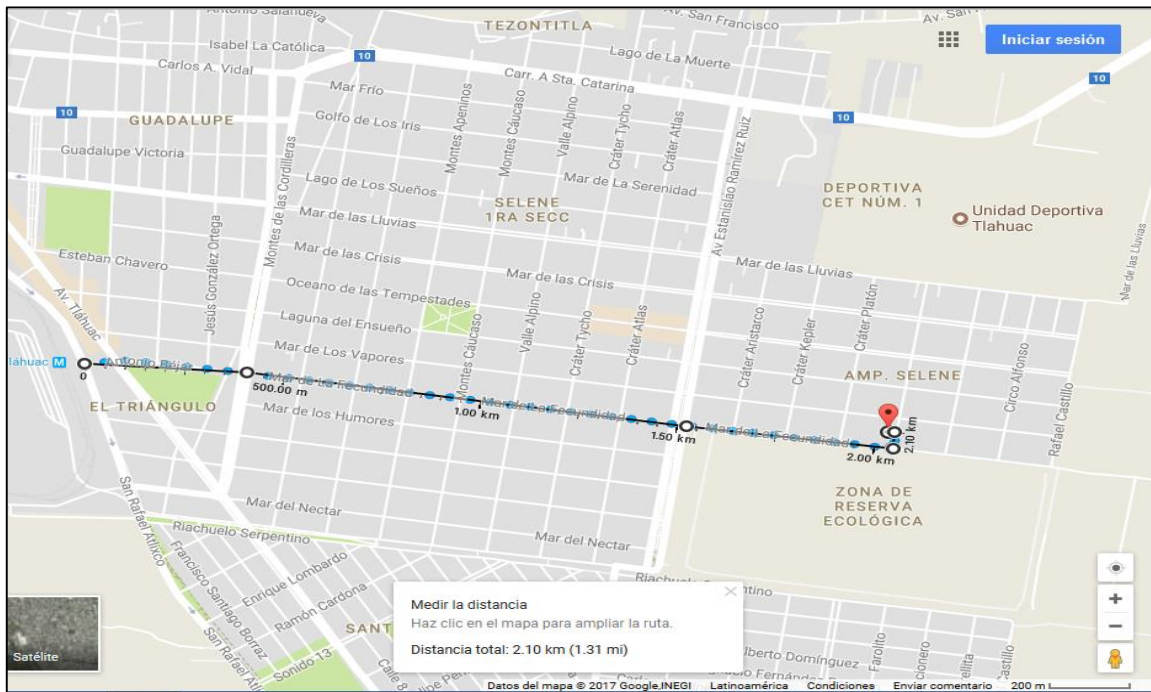


Figura 1.11 ► Ubicación geográfica origen destino CETRAM Tláhuac - ITTláhuac.

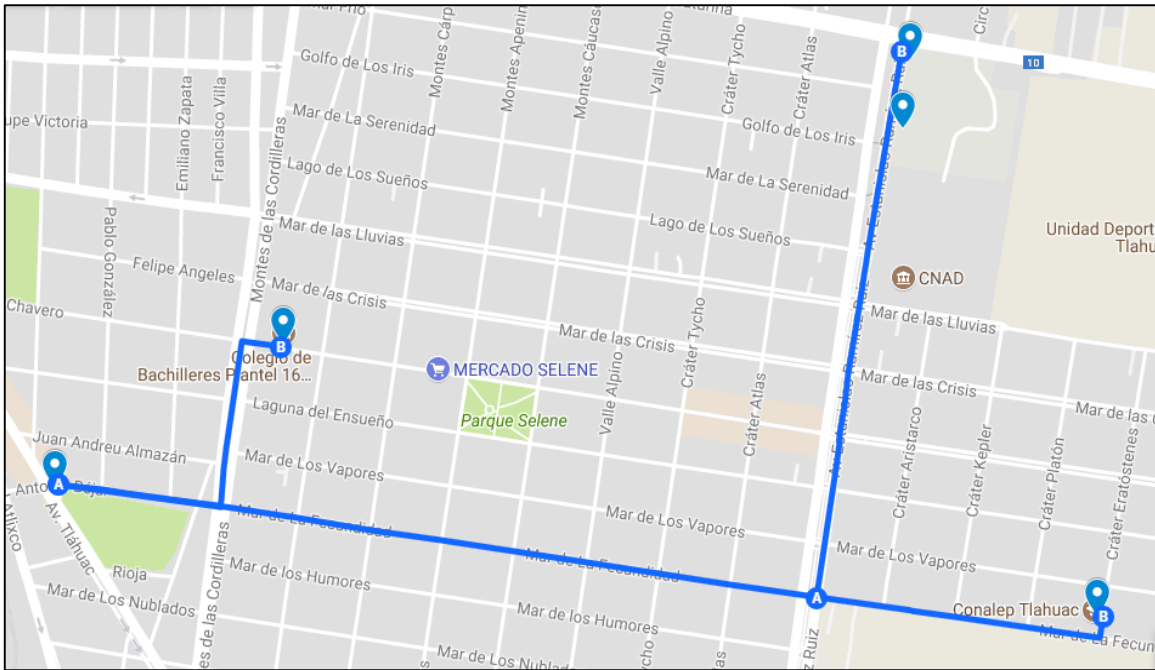


La **Figura 1.12** señala el análisis de ubicación y distancia del CETRAM con respecto del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica CONALEP 230 Tláhuac, la aproximación señalada es de 2.1 kilómetros.



**Figura 1.12** ► Ubicación geográfica origen destino CETRAM Tláhuac - CONALEP.

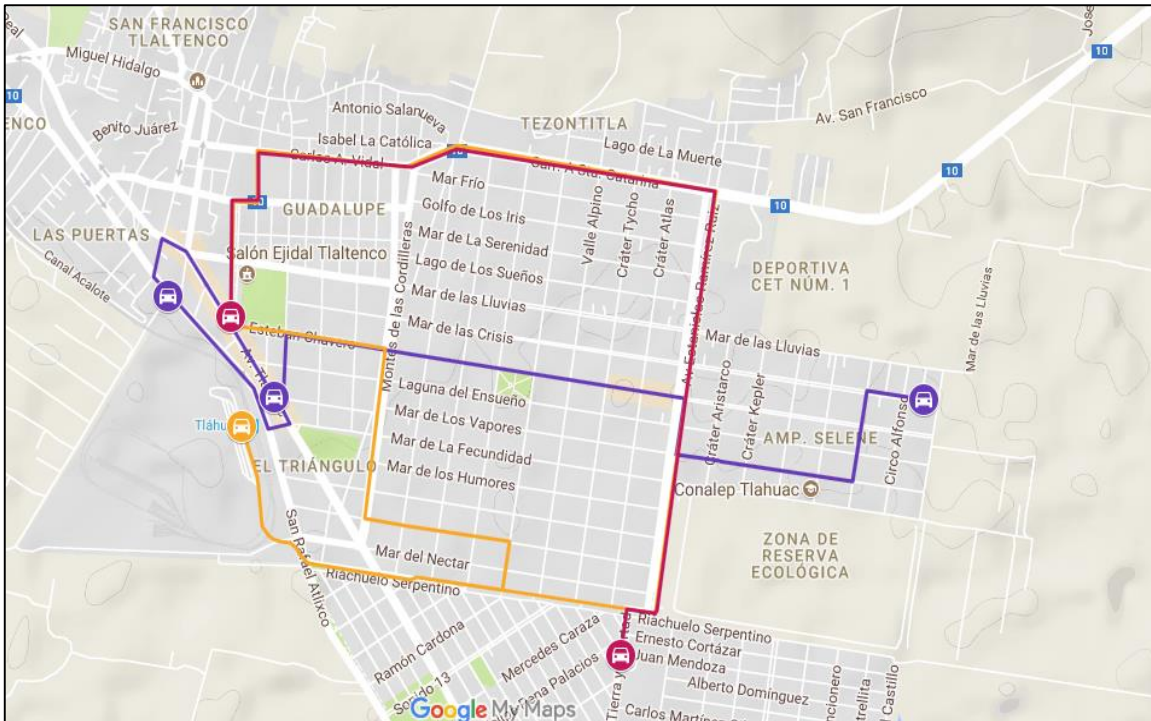
Si agrupamos los orígenes y los destinos de los datos representados en las **Figuras 1.9, 1.10, 1.11** y **1.12** obtenemos la perspectiva que se denota en la **Figura 1.13** la cual expresa un conjunto de rutas que convergen en distintos puntos del recorrido.



**Figura 1.13** Ubicación geográfica orígenes destinos de la Tabla 1.2.

Los trazos marcados en la **Figura 1.13** se utilizaron para calcular la distancia de cada institución educativa respecto del CETRAM Tláuac.

Es oportuno explicar que se identifica la participación modal, de al menos tres servicios de transporte público en la zona de estudio, no obstante, se cotejó mediante visitas y recorridos en la zona que solo un servicio de transporte tiene concesión para ingresar al CETRAM Tláuac. Mediante la **Figura 1.14** se describe gráficamente el trayecto que recorren los servicios de transporte público, se colocan diferentes colores con el propósito de distinguir los diferentes recorridos que se realizan en la zona por al menos tres servicios de transporte ofrecidos en la zona.



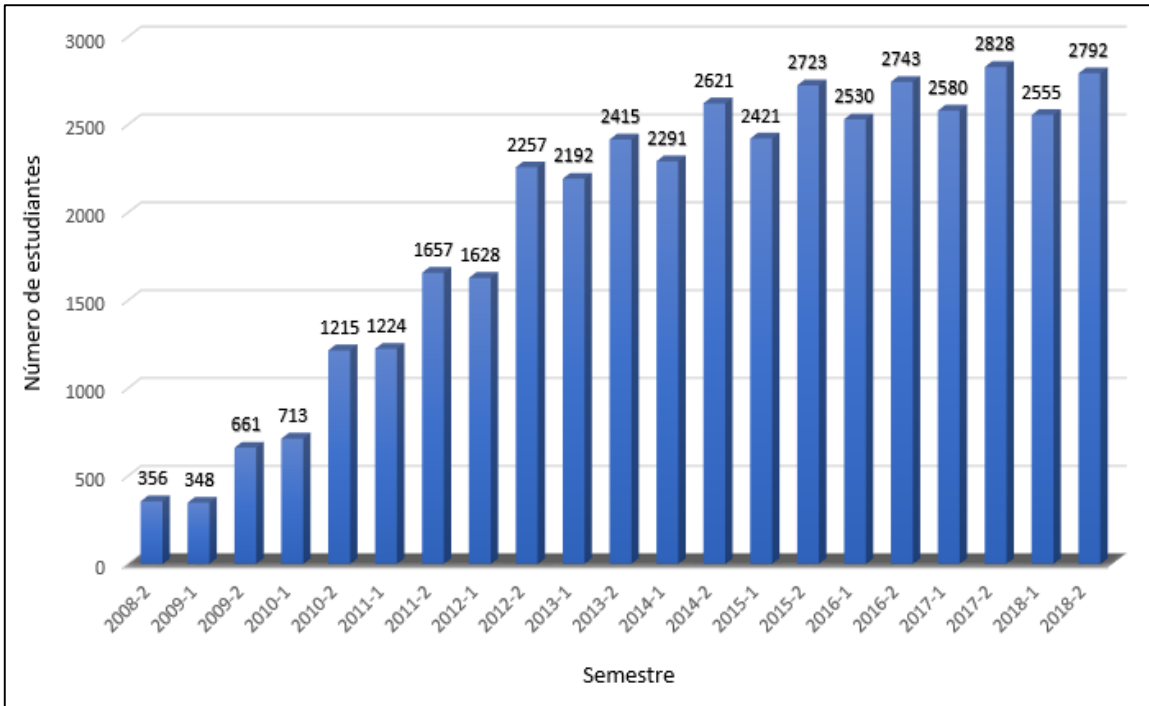
**Figura 1.14 ► Recorridos en zona de análisis Alcaldía de Tláhuac.**

La zona de estudio despierta el interés de atender la movilidad de cierta parte de la población estudiantil, donde sus viajes que generan en algún momento el CETRAM Tláhuac se convierte en origen y alguna de las instituciones antes mencionadas en destino.

### **1.4.1 Centros educativos como usuarios del CETRAM Tláhuac**

Contextualizando la influencia del CETRAM Tláhuac respecto de los centros educativos seleccionados y mencionados anteriormente, el eje principal de la presente investigación se torna en estudiar a la población estudiantil del Instituto Tecnológico de Tláhuac, dicha escuela ofrece servicios a nivel licenciatura, y pertenece al Tecnológico Nacional de México TecNM. El 8 de septiembre de 2008 inicia sus actividades con 356 estudiantes y tres licenciaturas, a diez años de su apertura el Instituto ha obtenido un desarrollo y crecimiento en infraestructura y población, con relación a su incremento en matrícula académica se aprecia una tasa de crecimiento poblacional mostrado en la **Figura 1.15** en donde se identifica un aumento considerable en matrícula desde su apertura hasta 2018. Los datos reportados se obtuvieron a través del Departamento de Servicios Escolares y del Departamento de Centro de Cómputo del Instituto Tecnológico de Tláhuac.

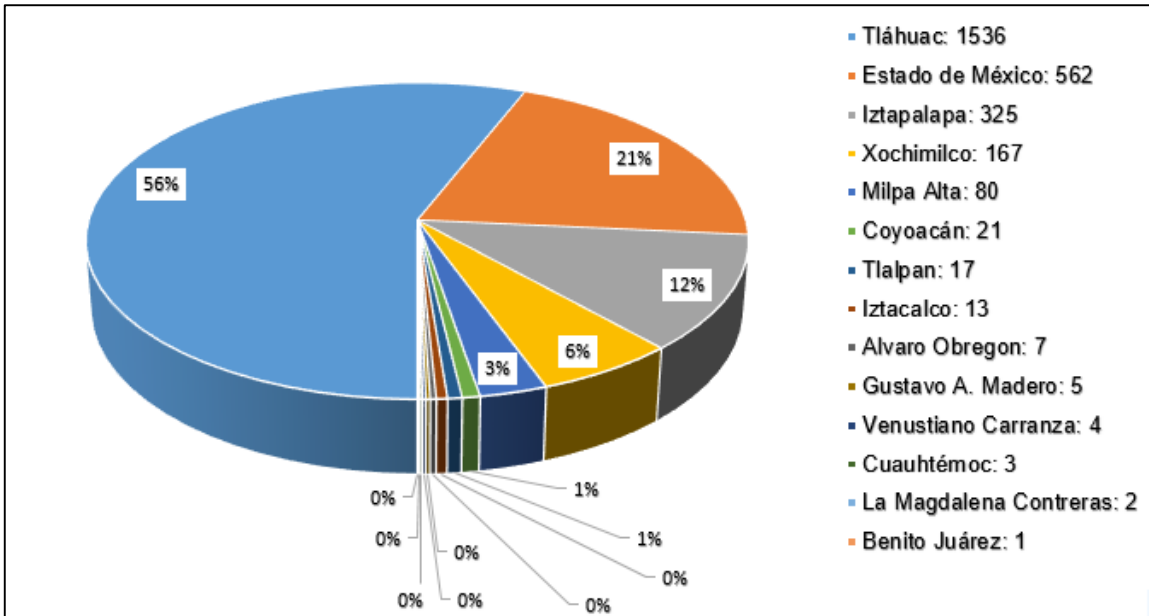
Como se observa a partir del segundo semestre del 2014 la tasa de crecimiento estudiantil disminuye, no obstante, si el Instituto llegase a gestionar infraestructura para brindar una mayor atención académica es evidente que su matrícula estudiantil y laboral incrementará, lo anterior desataría un mayor número de viajes en la zona, por consiguiente, es indispensable considerar los posibles escenarios para identificar pertinentemente como atender una posible demanda futura.



**Figura 1.15 ► Histórico de atención estudiantil ITTLáhuac.**

**Fuente: Elaboración propia de los datos obtenidos en el Departamento de Servicios Escolares.**

Se solicitó al Departamento de Servicios Escolares del Instituto Tecnológico de Tláhuac información detallada respecto al lugar de procedencia de la población estudiantil. De lo anterior, se obtuvieron los siguientes datos mostrados en la **Figura 1.16**, en donde se muestra que el 56% de la población de estudiantes radica en Tláhuac mientras que el 44% se distribuye en diversas Alcaldías de la Ciudad de México y municipios del Estado de México. El Departamento de Servicios Escolares reportó dos mil setecientos cuarenta y tres domicilios de estudiantes de un total de dos mil setecientos noventa y dos, debido a que la información no se había actualizado en su totalidad.



**Figura 1.16 ► Lugar de origen de estudiantes del ITTIáhuac.**

**Fuente: Elaboración propia de los datos obtenidos en el Departamento de Servicios Escolares.**

Dentro del análisis de los centros educativos que están inmersos en el estudio, se obtuvo información de la población estudiantil que se atiende respecto al semestre agosto-diciembre 2018. Cada institución reportó su población actual, sin embargo, no se pudo obtener el histórico de atención y crecimiento poblacional en los últimos años, asimismo, no se tuvo acceso a las bases de datos para identificar la procedencia de cada uno de los estudiantes. En la **Tabla 1-6** se aprecian los datos en matrícula que se atiende por cada institución.

<b>INSTITUCIONES PÚBLICAS DE NIVEL MEDIO SUPERIOR</b>	<b>ESTUDIANTES ATENDIDOS AGOSTO DICIEMBRE 2018</b>
CETIS No. 1	3,798
Colegio de Bachilleres Plantel 16	2,972
Conalep Tláhuac 230	1,785
<b>TOTAL</b>	<b>8,555</b>

**Tabla 1-6 ► Cobertura académica de tres instituciones de nivel medio superior.**

La información obtenida de cada institución refleja datos en matrícula estudiantil inscritos de forma presencial con atención de lunes a viernes, cierta parte de estudiantes, también son considerados en atención sabatina.

Finalmente, se logra reconocer una zona atractora de viajes con uso de suelo de servicios con una afluencia igual a 11,347 estudiantes identificando áreas de oportunidad para incrementar la calidad en el servicio de transporte público ofrecido. Los viajes hacia las escuelas de educación media superior Colegio de Bachilleres Plantel 16 y el CONALEP 230 presentan afectaciones de inseguridad provocada en las inmediaciones del CETRAM Tláhuac, además presentan problemas de inaccesibilidad para estas escuelas dentro del CETRAM. Por otro lado, se considera una afectación de movilidad en cuanto a eficiencia por una baja velocidad de operación en los cuatro centros educativos considerados.

La investigación plantea aumentar la calidad del servicio de transporte, en función de atender la demanda de viajes de la población estudiantil en la zona con respecto al CETRAM Tláhuac. El propósito es contribuir a la regulación de uso, operación y disminución de la problemática que hoy en día enfrenta el CETRAM Tláhuac.

## **1.5 Objetivos de la tesis**

### **1.5.1 Objetivo general**

Proponer mejoras en el sistema de transporte en la zona par origen destino, Centro de Transferencia Modal Tláhuac e Instituto Tecnológico de Tláhuac. Las propuestas surgen de la aplicación del modelo de las cuatro fases para la planeación de sistemas de transporte. Las mejoras se dirigen a reducir los problemas de movilidad de los estudiantes del Instituto Tecnológico de Tláhuac, ocasionados por la oferta del servicio de transporte.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Identificar y localizar la población que genera la demanda.
- Comparar la distribución de domicilios respecto de la zona de influencia de la Línea 12 y CETRAM Tláhuac.
- Analizar rutas de posibles traslados hacia el Instituto Tecnológico de Tláhuac.
- Desarrollar el método de cuatro fases.
- Proponer alternativas que mejoren movilidad a través del transporte público.

## **1.6 Importancia y trascendencia de la investigación**

Respecto a la relevancia de la presente investigación es significativo destacar que, el motivo para realizar el estudio es la población estudiantil del Instituto Tecnológico de Tláhuac, la cual, es una población de 2,828 estudiantes dato que reportó la Institución en enero de 2018. Tomando en cuenta que el Instituto fue creado en 2008 con una población de 356 estudiantes ofertando tres licenciaturas y después de diez años la población se incrementó más de ocho veces respecto de su tamaño inicial, además de ofrecer dos programas de licenciatura adicionales desde su inicio. Es ineludible considerar los aumentos en desplazamientos y la afluencia de personas que hoy en día arriban en esta zona, además, es preciso considerar los posibles incrementos de matrícula estudiantil debido a una latente ampliación de infraestructura y sobre todo la expansión de oferta educativa, en otras palabras, las autoridades del Instituto Tecnológico de Tláhuac han referido su aspiración de incorporar programas de licenciatura adicionales, incluso ofrecer programas de maestría.

Se ha detectado en la zona de estudio que no solo viajan estudiantes del Instituto Tecnológico de Tláhuac, además, se involucran tres instituciones públicas de educación media superior, por mencionar algunas escuelas tomando en cuenta que existen escuelas prescolares, primarias y secundarias, sin embargo, el presente estudio sólo acota el Instituto Tecnológico de Tláhuac adicionando las escuelas de educación media superior de la zona por la sensibilidad que presentan las poblaciones estudiantiles en función de sus desplazamientos individuales y posibles distancias apartadas de la zona de estudio. Lo anterior descrito, permite distinguir un número de arribos y desplazamientos considerables en esta zona.

La esencia es buscar la satisfacción de estudiantes como usuarios de transporte público en donde los viajes por realizar cubran sus necesidades de traslados evitando insatisfacciones que actualmente existen, puesto que el servicio no se adecua a la demanda de usuarios, se percibe que los operadores de servicio solo buscan la generación de riqueza sin considerar atender la demanda que los estudiantes generan.

En consecuencia, la propuesta busca tomar a los estudiantes como eje principal del estudio y proponer soluciones que mejoren las condiciones de movilidad no solo de estudiantes sino de personas que transiten por la zona de análisis.

### **1.6.1 Alcance de la investigación**

Es significativo reflexionar sobre la pertinencia de los sistemas de transporte que se asocian a movibilidades estudiantiles. La premisa de la contribución del sistema de transporte es brindar una oferta oportuna que cubra las demandas de movilidad en zonas escolares.

Bajo este argumento, se plasma una propuesta con la finalidad de mejorar la movilidad estudiantil en la zona de referencia descrita a través de un análisis de movilidad estudiantil del Instituto Tecnológico de Tláhuac, implementando un método de recolección e identificación de datos por medio de reconocimiento geográfico para conocer la distribución y atracción de viajes, asociados a la zona escolar identificada.

Desde otra perspectiva, la propuesta busca influir en la regulación de operación del CETRAM Tláhuac con respecto a la organización de la participación modal. De lograr insertar la propuesta otros grupos de usuarios indirectamente podrían resultar beneficiados ya que la propuesta incide en la zona escolar y en el CETRAM Tláhuac.

## 1.7 Estrategia de investigación

Principalmente se busca centrar el estudio en los viajes del CETRAM hacia el Instituto Tecnológico de Tláhuac, así como del ITTláhuac hacia el CETRAM. Al respecto, se analizan situaciones de viajes, recorridos, información de usuarios, información de transportes públicos, redes de conectividades, así como infraestructura de red durante los años 2017 a 2018.

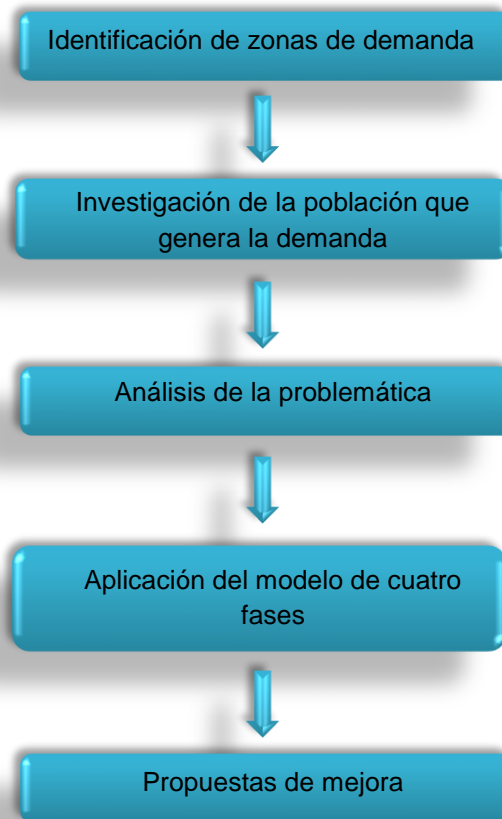
Para el desarrollo de la investigación se considera el análisis de datos de estudiantes extraídos de una base de datos y mediante consultas especializadas obtener información pertinente para el análisis espacial, para este caso solo se consideran estudiantes del Instituto Tecnológico de Tláhuac.

Se distingue un modelo sobresaliente en literatura de sistemas de transporte conocido como modelo de las cuatro fases o modelo clásico de transporte, cuya finalidad es percibir y atender zonas de demanda. Por tal motivo, es ampliamente considerado para esta investigación adoptar el modelo y aplicarlo con la intención de intervenir con una propuesta efectiva que atienda la demanda de movilidad estudiantil del Instituto Tecnológico de Tláhuac principalmente.

Es importante visualizar que, utilizando el modelo clásico de transporte, se pueden implementar las dos primeras fases de manera satisfactoria si se conocen con exactitud las zonas de origen y de destino, por consiguiente, es la razón de haber elegido la comunidad estudiantil del ITTláhuac.

En la **Figura 1.17** se observa el diagrama de flujo que describe la estrategia de investigación, asimismo, relaciona y conecta los elementos principales que se asocian en la metodología utilizada.





**Figura 1.17 ► Diagrama de flujo de la estrategia de investigación.**

En consecuencia, la estrategia de investigación está constituida por cinco bloques que describen el desarrollo de la investigación, a continuación, se presenta la descripción de cada elemento de la estrategia de investigación:

- Identificar las zonas de demanda que propician la generación de viajes.
- Analizar toda la población que genera la demanda, es importante mencionar que, bajo este contexto se considera una demanda fija.
- Se busca analizar si efectivamente existe una problemática que afecte la movilidad de las personas.
- De existir una problemática, implementar el modelo de las cuatro fases con el propósito de ampliar la visión de la demanda y la oferta actual.
- Por último, distinguir alguna solución que aumente o mejore la movilidad de las personas, esto puede considerarse el servicio de transporte público.

# CAPÍTULO II

## PLANEACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

### 2.1 Transporte público

Si bien, se han abordado temas centrales que aseguran la apropiada atención de la demanda respecto de la movilidad, buscando aplicar los derechos de los usuarios según las leyes y normativas en la Ciudad de México, es conveniente abordar el tema del servicio de transporte público, debido a que la problemática que se persigue atender en la investigación, nace de este contexto.

La actual administración define al transporte público como sistema. Según (Pardalos, 2009) un sistema de transporte puede definirse como un conjunto de elementos con interrelaciones que se producen por la oferta y demanda dentro de un área geográfica determinada. Por otra parte, demasiados componentes de un sistema social y económico interactúan bajo algún nivel de intensidad con el sistema de transporte.

Los sistemas de transporte son complejos, dinámicos e interconectados internamente, así como interconectados con otros sistemas que también pueden ser dinámicos y complejos. Adicionalmente, los sistemas de transporte varían en espacio y tiempo. Sobre todo, el servicio de transporte público ya que se presta en redes complejas (Sussman, 2000).

Según (CAPDEVILA, 2004) el sistema de transporte desarrolla sus estructuras técnicas sobre un territorio fragmentado institucionalmente, de manera que los ámbitos territoriales de las redes de transporte y de las instituciones político-administrativas que ejercen el poder no siempre coinciden. Esto es más evidente a escala urbana y regional puesto que los patrones de movilidad han cambiado de manera significativa en las últimas décadas, mientras que los ajustes institucionales han sido mínimos.

La concepción del transporte público puede ser amplia dependiendo de la experiencia o perspectiva que se tenga sobre algunos sistemas de transporte, no obstante, existen dos conceptos fundamentales que apoyan la descripción del transporte público destinado a la atención de pasajeros.

**Transporte de alquiler**, el cual puede ser utilizado por cualquier persona que pague una tarifa en vehículos proporcionados por un operador, chofer o empleado ajustándose a los deseos de movilidad del usuario. Entre estos servicios se encuentran los taxis, los servicios de respuesta a la demanda y en algunos casos los servicios de colectivos.

**Transporte público**, los cuales son sistemas de transportación que operan con rutas fijas y horarios predeterminados y que pueden ser utilizados por cualquier persona a cambio del pago de una tarifa previamente establecida (Moliner, 2002).

La **Tabla 2-1** distingue las diferencias entre un servicio de transporte privado, de alquiler y público, lo cual proporciona información detallada que puede determinar la utilidad de viajar para el usuario utilizando algún modo de transporte, por ejemplo, se puede observar como la asociación del precio o el horario influye en las tres categorías dejando diferentes conveniencias de viajes.

CARACTERÍSTICAS	TIPO DE SERVICIO		
	Privado	De alquiler	Público
Disponibilidad	Dueño	Público	Público
Proveedor	Usuario	Chofer	Transportista
Determinación de ruta	Usuario	Usuario-Chofer	Chofer
Determinación de horario de uso	Usuario	Usuario-Chofer	Chofer
Precio/costo	Lo absorbe el usuario	Tarifa fija	Tarifa fija

Tabla 2-1 ► Tipos de transporte urbano.

Fuente: Molinero, 2002.

Principalmente los sistemas de transporte público consideran tres elementos físicos junto con un marco de operación que brinda un soporte regulatorio, la finalidad es procurar el ejercicio oportuno de los sistemas de transporte público. La **Figura 2.1** puntualiza los componentes para los sistemas de transporte público.

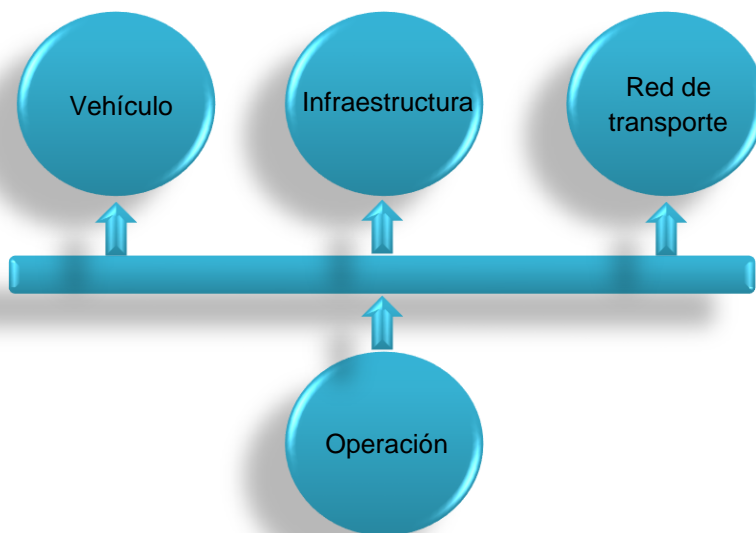


Figura 2.1 ► Componentes de los sistemas de transporte público

A continuación, se describen los elementos que integran los sistemas de transporte público.

**Vehículo.** Son las unidades de transporte y normalmente en conjunto se describe como parque vehicular en el caso de autobuses y trolebuses y de equipo rodante como es el caso del transporte por ferrocarril (Molinero, 2002).

En el transporte público, los recorridos promedio son normalmente cortos, por lo que las exigencias en cuanto a comodidad no son tan grandes como en los autobuses foráneos, donde los pasajeros deben permanecer varias horas sentados. Por otra parte, los viajes urbanos son mucho más frecuentes los desplazamientos de los usuarios dentro del vehículo, debido al continuo intercambio de pasajeros. Esto realza la gran importancia que presenta una adecuada disposición de los accesos, los pasillos, los asientos y las áreas dentro del vehículo.<sup>1</sup>

**Infraestructura.** Está compuesta por los derechos de vía en que operan los sistemas de transporte, sus paradas y/o estaciones ya sean éstas terminales, de transbordo o normales los garajes, depósitos, encierros o patios, los talleres de mantenimiento y reparación, los sistemas de control tanto de detección del vehículo como de comunicación y de señalización y los sistemas de suministro de energía.<sup>1</sup>

**Red de transporte.** Está compuesta por las rutas de autobuses, los ramales de los sistemas de colectivos y minibuses y las Líneas de trolebuses, tren ligero y Metro que operan en una ciudad.<sup>1</sup>

**Operación.** Este elemento radica en el control interno para operar el sistema de transporte público satisfactoriamente el cual depende directamente del prestatario de transporte, buscando cubrir las utilidades requeridas para los concesionarios y pasajeros, es oportuno considerar que dentro de este elemento surge la gestión como eje principal en busca de mejorar las áreas de oportunidad que se identifiquen en los sistemas. Adicionalmente, este enfoque incluye una orientación hacia las normativas vigentes que surgen de las leyes y reglamentos respecto de la movilidad para la ciudad.

Finalmente, se aprecia que, en la Ciudad de México existen amplios y diferentes sistemas de transporte público que exigen puntuales controles para satisfacer la demanda provocada por alta densidad de población que radica en la ZMVM. Desde el punto de vista para los usuarios de transporte público el tiempo de viaje empleado en el transporte puede ir aumentando si los controles operacionales o algunas externalidades para el sistema provocan afectaciones. Por esta razón es ineludible reflexionar sobre la efectividad de los sistemas de transporte público con respecto a las exigencias de los usuarios.

### 2.1.1 Nivel de servicio del transporte público

Los usuarios de transporte público se consideran como eje principal en la presente investigación, en consecuencia, este apartado distingue aspectos cualitativos que brindan un enfoque de satisfacción hacia los clientes del transporte público.

De lo anterior. El nivel de servicio se asocia al grado de satisfacción de los usuarios que reciben el servicio de transporte público.

Esta categoría es una medida general que integra a todas las características del servicio de transporte que afectan al usuario. Este concepto es por mucho más complejo que el utilizado en el caso de las vialidades ya que incluye aspectos del desempeño que afectan al usuario como lo son los relativos a la velocidad de operación, a la confiabilidad y a la seguridad del sistema.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> (Molinero, 2002)

Algunos aspectos cualitativos de relevancia para los usuarios son: cobertura adecuada de la red, la limpieza y estética de las unidades, los itinerarios convenientes y publicados, los vehículos adecuados y la presencia de servicios rápidos, frecuentes y confiables son aspectos que permiten lograr mejores niveles de servicio. Se debe tener presente que la velocidad se encuentra influenciada no solamente por el número de usuarios que utilizan una ruta de transporte sino en un grado mayor por la frecuencia de paradas y tiempos de abordaje, las interferencias del tránsito y el diseño y confinamiento del derecho de vía. Finalmente, otro aspecto que indirectamente afecta el nivel de servicio que se presta es el nivel tarifario que se presenta en el sistema (Molinero, 2002).

En consecuencia, el nivel de servicio que experimenta un usuario en el servicio de transporte público depende de muchos factores. Según (UC, 2017) Si el servicio es ofrecido en una estructura de red. Por lo tanto, va a haber interacción entre distintos pares de orígenes y destinos en una red, por tanto, hay fuertes externalidades. Entre ellas la congestión, el ruido, etcétera.

Sin duda, el nivel de servicio debe considerarse en cualquier sistema de transporte público, ya que puede favorecer la atracción de usuarios. Sin embargo, el nivel de servicio está sujeto a la capacidad de las vialidades, de los vehículos y sujeto a externalidades del sistema, componentes difíciles de modificar los cuales provocan insatisfacción para los usuarios.

Bajo el contexto de nivel de servicio, se busca mejorar la velocidad origen-destino del servicio de transporte público ofrecido del CETRAM Tláhuac hacia el Instituto Tecnológico de Tláhuac. Así como, buscar alternativas que mejoren la tarificación provocando un aumento considerable en el nivel de servicio que experimentan actualmente los usuarios.

## **2.2 Centro de Transferencia Modal**

Para contextualizar la definición sobre un Centro de Transferencia Modal CETRAM es necesario identificar la concepción del término en función de autores y reglamentación que han precisado la demarcación del concepto CETRAM. A continuación, se presentan algunas puntualidades que se han referido, cabe mencionar que todas intervienen en el presente estudio desde los diferentes escenarios en las que se plantean.

Un Centro de Transferencia Modal, CETRAM; está definido como un espacio físico con infraestructura y equipamiento auxiliar de transporte, que sirve de conexión a los usuarios entre dos o más rutas o modos de transporte. (Ley de Movilidad del Distrito Federal, 2016)

Los Centros de Transferencia Modal, CETRAM; mejor conocidos como paraderos, son los núcleos de coincidencia de dos o más tipos de transporte público. En su mayoría se encuentran localizados junto a una estación de Metro. Los CETRAM son territorios donde millones de personas se transfieren entre colectivos, Metro, autobuses, taxis, Metrobús, tren ligero y trolebús. La mayoría de las transferencias son entre transporte público concesionado y Metro (Dávalos, 2014).

Los CETRAM tienen la misión de optimizar la administración, operación, supervisión y vigilancia en los espacios físicos donde son establecidos, para permitir a los usuarios del sistema integrado del transporte público, una intermodalidad accesible, incluyente, eficiente, segura, que facilite su movilidad urbana y metropolitana (Centro de Transferencia Modal, 2018).

### **Antecedentes de los Centros de Transferencia Modal.**

Los Centros de Transferencia Modal, CETRAM; antes llamados paraderos, surgen en 1969, como instalaciones complementarias a las terminales del Sistema de Transporte Colectivo. Desde su puesta en operación y hasta 1993 fueron administrados por el STC Metro, posteriormente por las delegaciones políticas, y a mediados de los 90, su administración y control fue transferido a la entonces Coordinación General de Transporte. De 1993 a 1994 la administración de los paraderos estuvo a cargo de las Delegaciones Políticas. Posteriormente por la entonces Coordinación General del Transporte, antecesora de la Secretaría de Transportes y Vialidad (SETRAVI), creada en 1995.

Ante la crisis económica y política por la que atravesaba el servicio de transporte en el Distrito Federal, en el año de 1995, aparece como instancia rectora, la Secretaría de Transportes y Vialidad (SETRAVI). En ese contexto se otorgaron concesiones, se fortalecieron mecanismos de coordinación a nivel metropolitano y se emitió la Ley de Transporte. Los primeros paraderos a los que se concedió un espacio y mobiliario fueron: Chapultepec, Puerto Aéreo, Zaragoza y San Lázaro. Entre 1996 y 1997 la administración de los paraderos pasa de la Dirección General de Servicios al Transporte, en 1999 a la Dirección General de Planeación y Vialidad, como Dirección CETRAM y finalmente desde el 1 de junio del 2002 depende de la Dirección General de Regulación al Transporte.

Mediante decreto publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal del 14 de diciembre de 2010, se creó la Coordinación de Centros de Transferencia Modal del Distrito Federal, como instancia única de administración, operación, supervisión y vigilancia de los espacios físicos con infraestructura y equipamiento auxiliar de transporte, que sirven como conexión de los usuarios entre dos o más rutas de transporte (Coordinación de los Centros de Transferencia Modal, 2014).

#### **2.2.1 Operación y diseño de los CETRAM**

Con respecto al ejercicio administrativo y ejecutivo de un Centro de Transferencia Modal se especifican normas, actividades y procesos en el manual administrativo de procedimientos de la coordinación de los Centros de Transferencia Modal del Distrito Federal ahora Ciudad de México, en donde, se describen los procedimientos esenciales que dan cumplimiento a una administración eficiente de los CETRAM.

Los procedimientos imperativos que se establecen en el manual son los siguientes:

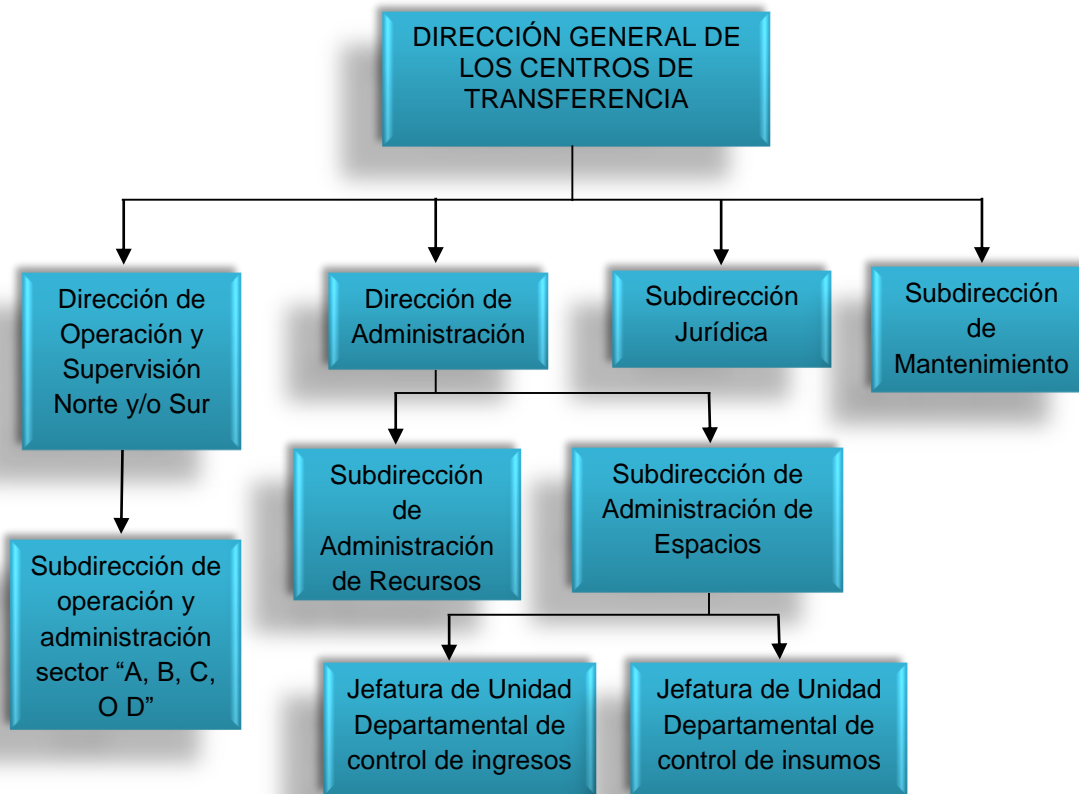
- i.- Autorización de acceso de vehículos a los CETRAM.
- ii.- Retiro de comercio no autorizado en los CETRAM.
- iii.- Autorización para instalar de casetas telefónicas.
- iv.- Autorización para operar puntos de venta en los CETRAM.
- v.- Recuperación administrativa de espacios.
- vi.- Pago por uso de los Centros de Transferencia Modal.
- vii.- Control presupuestal.
- viii.- Pago de honorarios al personal del CETRAM.
- ix.- Movimientos de personal.
- x.- Adquisición de bienes y/o servicios.
- xi.- Bienes informáticos.
- xii.- Surtimiento de bienes.

Cada uno de los puntos antes mencionados tienen su propio objetivo general, política de operación, anexos, tabla descriptiva y diagrama de flujo, cuyo propósito, es identificar con plenitud la relación administrativa y el quehacer de cada una de las áreas que esté involucrada en un procedimiento.

Por otro parte, es necesario identificar la estructura organizacional de los CETRAM la cual se identifica en la siguiente lista de cargos administrativos.

- ❖ **Dirección General de los Centros de Transferencia Modal.**
  - Dirección de Operación y Supervisión Norte y/o Sur.
    - Subdirección de operación y administración sector “A, B, C, o D”.
  - Dirección de Administración.
    - Subdirección de Administración de Recursos.
    - Subdirección de Administración de Espacios.
      - Jefatura de Unidad Departamental de control de ingresos.*
      - Jefatura de Unidad Departamental de control de insumos.*
  - Subdirección Jurídica.
  - Subdirección de Mantenimiento.

La estructura organizacional que se describe en la relación anterior también se identifica a través del diagrama señalado en la **Figura 2.2**.



**Figura 2.2 ► Organigrama de los CETRAM.**

Para la implementación del diseño de un Centro de Transferencia Modal se debe tomar en cuenta que existen diversos tipos de infraestructura para estos nodos de coincidencia, los cuales se pueden clasificar de la siguiente manera: (Coordinación de los Centros de Transferencia Modal, 2014).

**CETRAM con infraestructura abierta:** Estos Centros de Transferencia Modal no cuentan con elementos necesarios para delimitar sus áreas, por lo tanto, no logran ofrecer una seguridad adecuada al usuario y al personal operativo del servicio.

**CETRAM con infraestructura confinada:** Para este caso cuenta con una delimitación del espacio físico, por ende, se ofrece una mejor seguridad al usuario y personal operante a diferencia de una infraestructura abierta.

**CETRAM con infraestructura mixta:** Este tipo de infraestructura cuenta con una delimitación parcial que asegura el espacio como objetivo principal una vez que las actividades finalizan.

De lo anterior, es preciso señalar que el caso del CETRAM Tláhuac tiene una infraestructura confinada, ya que existe una delimitación que separa su perímetro de la vía pública con el propósito de que se realicen sus actividades garantizando la seguridad de los usuarios, sin embargo, actualmente presenta irregularidades de salidas laterales que inciden afectando la seguridad de los usuarios.



Desde otro punto de vista, cuando se habla del diseño es importante considerar el espacio físico y su adecuación geométrica, esto responde a reducir tiempos muertos y estancia de vehículos dentro de las zonas de ascenso y descenso, así como, promover la operación dinámica de los vehículos tomando en cuenta frecuencias e intervalos óptimos, a través de una circulación continua en puntos definidos de ascenso y descenso de pasajeros.

Para buscar la eficiencia en el diseño de un Centro de Transferencia Modal es preciso tomar en cuenta:

- La geometría particular del espacio del CETRAM.
- Identificar la demanda por atender.
- Distinguir la partición modal y su posible extensión en función de la demanda.
- Reconocer el flujo de pasajeros y vehículos conforme a su entrada, estancia y salida.

## 2.3 Modelo clásico de cuatro etapas

El modelo de cuatro fases se incluye con el propósito de realizar un análisis de demanda que permita ofrecer propuestas que mejoren el sistema de transporte del CETRAM Tláhuac hacia el Instituto Tecnológico de Tláhuac.

Un modelo para la planificación de sistemas de transporte es de suma importancia puesto que ofrece panoramas que distinguen necesidades de movilidad de los habitantes de una zona, localidad o ciudad, esto quiere decir, que no se limita a una implementación acotada a un número de personas. Los modelos de planificación se prestan para aplicarse a cualquier análisis de transporte, no obstante, se debe considerar que los marcos de investigación exponenciales a ciudades o países con altas densidades poblacionales manifiestan soluciones no deterministas, con una posible solución a largo plazo además de considerarse una solución no óptima.

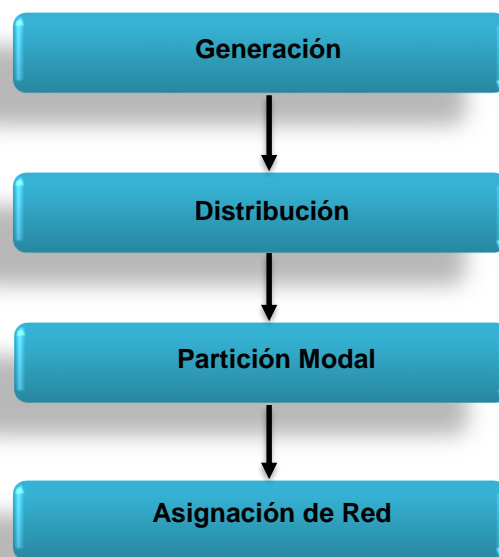
**El modelo clásico de transporte de cuatro fases**, fue propuesto en el año 1956 en la ciudad de Chicago, Estados Unidos, después de algunos años de experimentación y desarrollo se obtuvo una propuesta en la década de los sesentas del modelo clásico (UC, 2017).

El modelo clásico es una herramienta eficiente que genera resultados consistentes y adecuados para diversas investigaciones, que enfocan sus estudios en atender propuestas para mejorar los sistemas de transporte, asimismo, es notable destacar que, desde los años sesentas el modelo no ha modificado su estructura principal, además, no se han requerido agregar etapas adicionales a su organización, sin embargo, se han implementado diversas técnicas y modelos matemáticos cuya finalidad es obtener datos numéricos que puedan ofrecer perspectivas cuantitativas en función de adquirir información que pueda brindar una analogía estrecha con la realidad. Por esta razón, se integra el modelo de las cuatro fases en la presente investigación, al mismo tiempo, permite un análisis con enfoque sistémico el cual es indispensable para adaptar y proponer soluciones para mejorar sistemas de transporte.

La intención básica de aplicar el modelo clásico es descubrir el comportamiento de la demanda, dicho de otra manera, se trata de categorizar las necesidades en función de lo que se puede atender o no respectivamente, descubrir la demanda atendida, la insatisfecha y la potencial, catalogando sus necesidades con la finalidad de proponer soluciones factibles y con viabilidad a largo plazo.

**En esencia el modelo de cuatro faces busca el punto de equilibrio entre la oferta y la demanda de un sistema de transporte,** donde la demanda se asocia a decisiones de las personas para realizar viajes y sus actividades económico sociales, mientras que la oferta se relaciona con la infraestructura, operación y regulación del sistema de transporte.

Para realizar la descripción del modelo clásico, así como cada una de sus fases, se requiere puntualizar sus etapas gráficamente, la **Figura 2.3** muestra la estructura fundamental del modelo, así como la distribución de cada una de sus partes.



**Figura 2.3 ► Modelo clásico de cuatro etapas.**

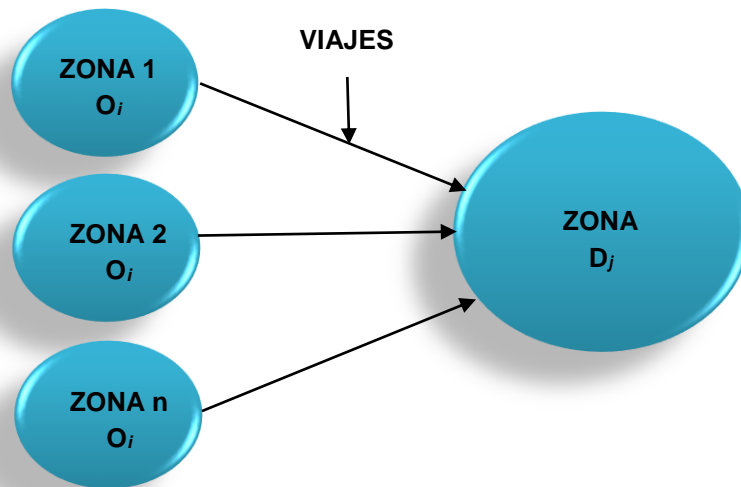
**Fuente: Molinero, 2002.**

A continuación, se presenta una descripción de cada una de las etapas del modelo, así como el objetivo que se persigue en cada una de ellas.

### **Primera fase: GENERACIÓN.**

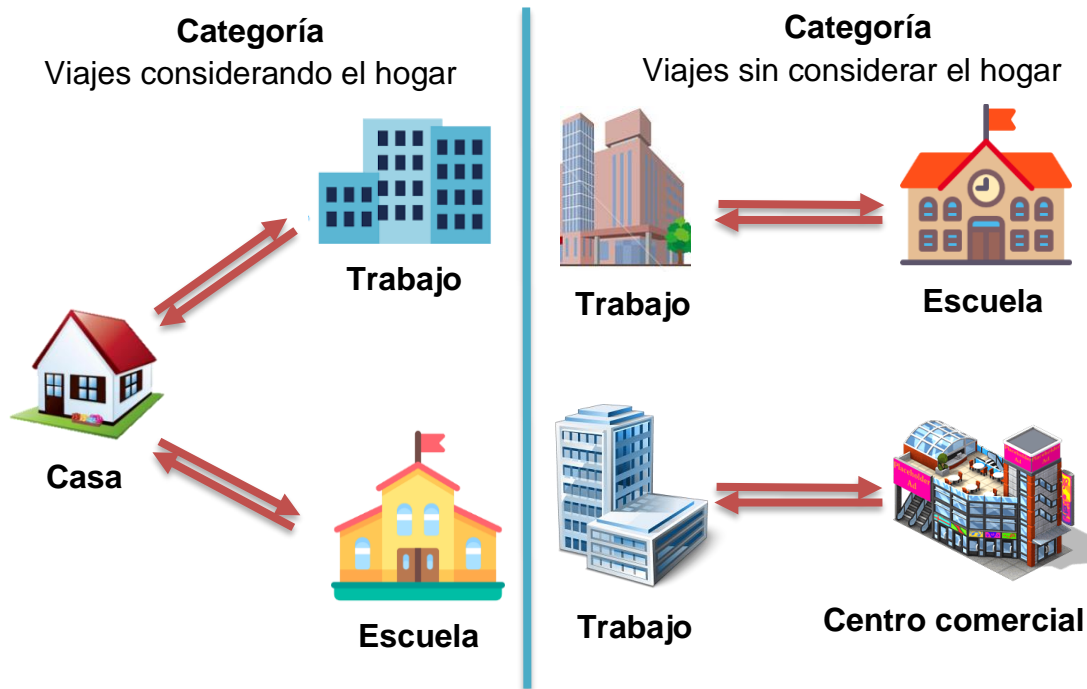
Se refiere al estudio y análisis de la generación y atracción de viajes entre diferentes zonas, es decir, se establece una relación entre las zonas que son atractoras de viajes con respecto de zonas que son generadoras de viajes, esto se debe a las características socioeconómicas y eventualmente al tipo de suelo. Esto se puede observar, por ejemplo, en zonas comerciales (supermercados, plazas comerciales, etc.) se entiende que deben ser consideradas como zonas de atracción, en cambio, zonas con uso de suelo habitacional deberían ser consideradas como generadoras de viajes.

La **Figura 2.4** representa zonas del tipo generadoras representadas por la letra “O” que describe el origen y el subíndice “i” que suele utilizarse en modelos matemáticos para representar inicios de conteos, en este caso se consideran viajes iniciales, asimismo, se observa que existe una zona representada por la letra “D” que describe la zona destino o bien la zona atractora, tomando en cuenta también el subíndice “j” que suele utilizarse en modelos matemáticos para representar el fin de una sumatoria, para este ejemplo se toma como el número final de viajes en la zona destino.



**Figura 2.4** ► Zonas de atracción y generación de viajes.

Cabe señalar que, en la **Figura 2.4** se aprecia el término “Viajes”. El cual se entiende como un desplazamiento físico entre una zona origen y una zona destino en un espacio temporal determinado. Tomando en cuenta este significado, se pueden categorizar los viajes por su tipo: Viajes basados en el hogar y viajes no basados en el hogar, en el caso de la primera categoría se consideran viajes en donde el origen o bien el destino contemplan el hogar del individuo que genera el viaje, mientras que la segunda categoría considera viajes en donde no se involucra el hogar del individuo (UC, 2017). La **Figura 2.5** muestra la categorización de viajes.



**Figura 2.5 ► Categorización según el tipo de viaje.**

Los viajes también pueden clasificarse por su propósito como el ir al trabajo o asistir a la escuela, así también, se pueden clasificar dependiendo del horario del viaje ya sea por la mañana a medio día o por la noche, o bien los viajes también se pueden clasificar por las características socioeconómicas. Descrito lo anterior, el estudio de viajes proporciona información significativa para analizar la demanda en localidades, zonas o ciudades.

Existen dos enfoques en la construcción de modelos de generación de viajes: los agregados y los desagregados.

Los Modelos agregados (usos de suelo). Tienen como unidad de trabajo la zona; tratan de relacionar el total de viajes generados en cada zona con las variables de la zona (población total en la zona, número de hogares en la zona, cantidad total de vehículos en la zona, etcétera) (Sánchez, 2018).

Los Modelos desagregados (de personas). Tienen como unidad de trabajo el hogar; tratan de encontrar la relación entre los viajes generados en los domicilios con características de los mismos (cantidad de personas en el domicilio, cantidad de vehículos en el domicilio, nivel de ingresos familiares, etcétera) (Sánchez, 2018).

Según (Sánchez, 2018) la generación de viajes está en función de:

- El uso del suelo.
- Características socioeconómicas de la población del área.
- Tipo, disponibilidad y calidad de las facilidades de transporte disponible en el área.

## Segunda fase: DISTRIBUCIÓN.

Una vez que ya se han identificado las zonas de atracción y generación en la etapa anterior, es indispensable que en esta etapa se tome en cuenta la cantidad de viajes que se van a originar de una zona “ $O_i$ ” a una zona “ $D_j$ ”, es necesario identificar que solo se deben tomar dos zonas origen – destino y evaluar la cantidad de viajes que van a originarse entre esas dos zonas.

La **Figura 2.6** muestra la identificación que debe adaptarse en el modelo entre solo un par de zonas, sin embargo, el modelo no es limitativo se puede seguir aplicando en las demás zonas, solo se requiere terminar el modelo hasta su cuarta fase para evaluar otro par de zonas.

Respecto a esta fase se pueden implementar diversos métodos que ayuden a obtener información conforme a la cantidad de viajes entre zonas, por ejemplo, se pueden implementar encuestas de preferencias declaradas, censos poblacionales donde se precise de donde a donde se viaja, o bien, otro ejemplo puede ser utilizar ciertos modelos como el modelo gravitacional, que define cuales son las zonas más alejadas entre sí, o bien identifica los costos de accesibilidad entre zonas para determinar si habrá un menor número de viajes entre zonas debido al costo.

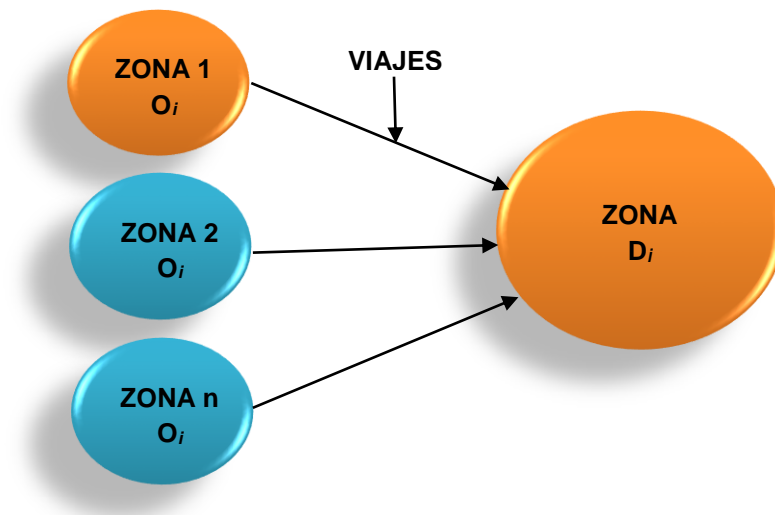


Figura 2.6 ► Selección de zonas en la fase de distribución.

La **Ecuación (2.1)** se utiliza para sumar todos los viajes realizados de la zona inidentificada como origen hasta la zona identificada como destino.

$$f(v) = \sum_{i=1}^{i=n} (O_i, D_j) \quad (2.1)$$

**Ecuación (2.1)** Sumatoria de la cantidad de viajes entre la zona origen y la zona destino.

### **Tercera fase: PARTICIÓN MODAL.**

En esta etapa del modelo se analizan los modos de transporte, es decir, ya no es indispensable analizar la cantidad de viajes entre el par de zonas elegido, más bien, ubica como se trasladan las personas, en este contexto, se identifica si las personas viajan en auto particular, Metro, Metrobús, taxi, motocicleta, bicicleta, forma peatonal, etc.

Las personas eligen el modo de viajar en función del medio que mejor se adapte a sus condiciones de viaje, a continuación, se presentan algunos ejemplos que influyen en la decisión de los usuarios para elegir el modo de transporte para viajar: Que sea un medio seguro, que el tiempo de viaje sea oportuno para llegar en el momento planeado, o bien que se fácil de adaptar a sus posibilidades económica incluso las personas podrían elegir el modo de viaje en relación a elevar el confort del viaje. Se han realizado estudios donde se han demostrado que algunas personas sufren de crisis nerviosa por pasar por debajo de túneles y espacios cerrados por consecuencia este tipo de personas no eligen viajar en Metro para evitar alguna crisis.

### **Cuarta fase: ASIGNACIÓN DE RED.**

La última etapa del modelo se enfoca en analizar cuál es la ruta que los usuarios eligen para trasladarse. Por dónde se desplazan los usuarios es esencial para esta última etapa del modelo.

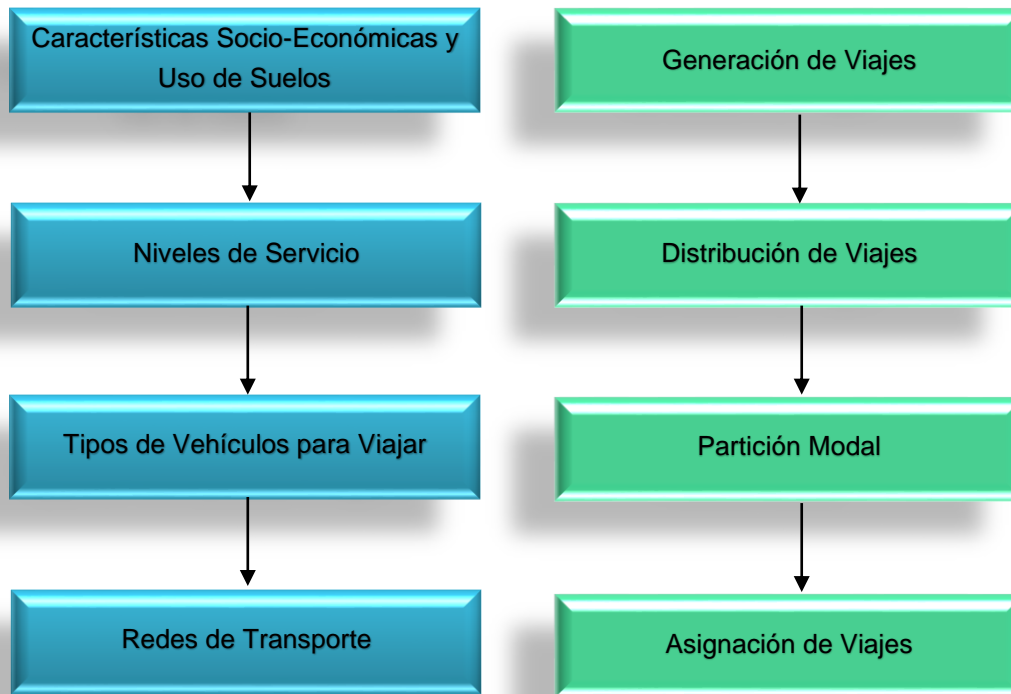
Se considera que, los usuarios que viajan en automóvil particular buscarán opciones en toda la red que eviten una latente zona de congestión vial, sin embargo, en ciudades con alta densidad poblacional será complejo identificar vialidades despejadas en horas pico en toda la red.

Para identificar con precisión esta última etapa, se comprende el patrón de comportamiento de los usuarios. Si deciden viajar de una Zona “i” a una Zona “j” deberán elegir un modo de transporte, para después elegir la ruta considerando un viaje eficiente que cumpla sus necesidades optimizando recursos como el tiempo o su economía por mencionar algunos.

Desde otro punto de vista, cuando se elige viajar en automóvil particular el usuario toma la decisión de viajar por la ruta que brinde cierta satisfacción para llegar a su destino, sin embargo, si el usuario toma la decisión de viajar en transporte público implícitamente elige la ruta de viaje que recorre el transporte seleccionado.

Después del análisis de cada una de las etapas se identifica que el modelo clásico busca la consecuencia entre cada una de sus etapas para obtener una relación estrecha al aplicarlo en contextos reales para modelar la oferta con respecto de la demanda, no obstante, las etapas se analizan y se desagregan por separado, por lo tanto, pudiese acarrear errores no deseados en la integración del modelo.

Para definir el modelo se presenta un esquema alterno que detalla cada una de sus partes, cabe señalar que no se pretende hacer inclusión de partes o modificación de su estructura principal del modelo. En la **Figura 2.7** se observan las cuatro fases con un bloque de definición adicional en *color azul*, con el propósito de identificar con precisión la relación y objetivo de cada etapa.



**Figura 2.7 ► Modelo de cuatro etapas desde la perspectiva para su desarrollo.**

**Fuente: P. U. UC, Productor, & UC, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2017.**

Finalmente, el modelo clásico de transporte sirve como un modelo de equilibrio entre la oferta y la demanda, donde la demanda se analiza en las primeras tres etapas del modelo y la oferta se analiza en la última etapa del modelo. Por tanto, el equilibrio del sistema se ubica entre la fase tres y cuatro. Bajo la consideración anterior, el modelo clásico se implementa para analizar si existe el equilibrio necesario en el transporte público en la zona de estudio.

Una vez desarrollado el modelo de cuatro etapas, se puede conocer el panorama actual del servicio de transporte público en función de la oferta y demanda. En consecuencia, se estará en condiciones de proponer alternativas que mejoren las condiciones del servicio de transporte público con el propósito de incrementar la movilidad de los usuarios del servicio.

Las alternativas de mejora, consideran a los usuarios del servicio como factor principal, lo anterior, puede ocasionar inconformidades con los operarios del servicio o con los concesionarios de los vehículos de transporte público.

# **CAPÍTULO III**

## **ANÁLISIS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE Y ELEMENTOS DE PLANEACIÓN Y MEJORA**

### **3.1 Selección y análisis de la población**

Respecto al desarrollo de la propuesta fue posible acceder a la base de datos de los estudiantes del Instituto Tecnológico de Tláhuac, mediante el sistema de información que opera actualmente conocido como Sistema Integral de Información (SII) con apoyo del Jefe del Departamento de Centro de Cómputo del Instituto. Dicho sistema puede arrojar datos correctos de los domicilios de cada uno de los estudiantes inscritos en el Instituto, en este sentido, fue factible obtener toda la información necesaria para el estudio, por ejemplo, se obtuvieron datos como: la Alcaldía o Municipio, colonia, Código Postal, incluso calle y número de procedencia de toda la población estudiantil.

Por consiguiente, en el estudio se determinó analizar los domicilios de una población de 2,792 estudiantes inscritos en el semestre agosto diciembre 2018. Para fines de la implementación del modelo de cuatro fases, los datos que se obtuvieron del Sistema Integral de Información permitieron construir las dos primeras fases del modelo satisfactoriamente. Además, la población seleccionada representa una comparativa importante de la movilidad en la zona.

### **3.2 Recolección y modelado de datos**

Existen diversas técnicas de recolección de datos, una de las más utilizada es la técnica preferencias reveladas y declaradas a una muestra de la población, o bien, utilizar el método de observación, no obstante, en ocasiones este tipo de técnicas consumen demasiados recursos y la recopilación de información implica tiempo adicional. La presente investigación integra toda la información de cada estudiante del Instituto Tecnológico de Tláhuac, respecto de sus datos domiciliarios, en consecuencia, se percibe un alcance de 2,792 datos.

El Departamento del Centro de Cómputo del Instituto Tecnológico de Tláhuac a través de su personal encargado y administrativo, tuvo a bien facilitar toda la información de la población estudiantil mediante una base de datos exportada a una hoja de cálculo. La información proporcionada, concentra toda la información particular de estudiantes donde se aprecian datos como: domicilio, número telefónico, clave única de registro de población por mencionar parte de la información que concentra la hoja de cálculo, por este motivo, se eliminaron las columnas que concentran información determinada como irrelevante para el estudio, en ese tenor, se consideró dejar solo dos columnas que fueron: Números de control que sirven como identificadores particulares de estudiantes y la columna que refleja su Código Postal para realizar una ubicación espacial y considerar los orígenes de desplazamiento de la población de estudio.



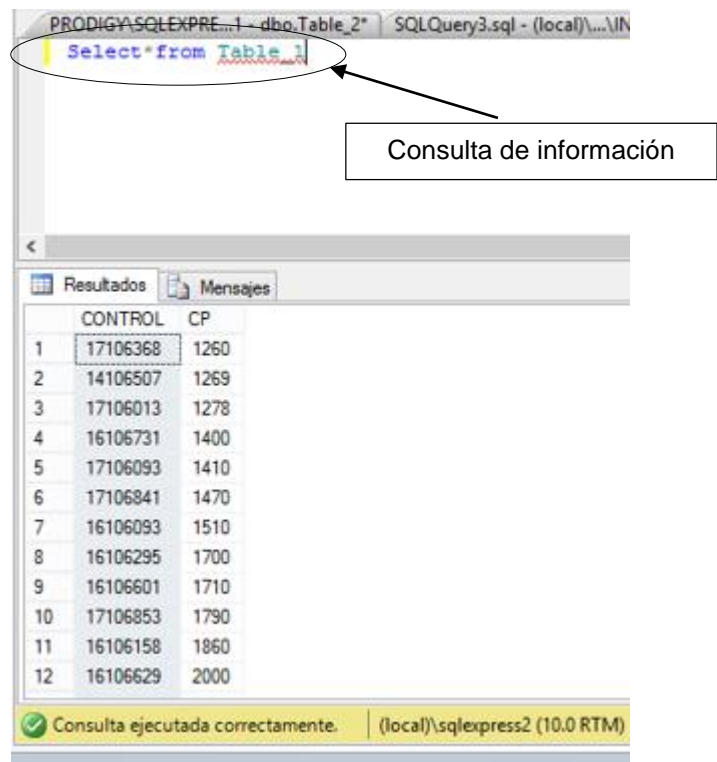
En la **Figura 3.1** se identifican los datos que contiene de la base de datos, adicionalmente presenta una depuración de información irrelevante para el estudio, por esta razón solo se aprecian dos columnas que precisan la información requerida para el estudio. Además, se distinguen algunos casos como el ejemplo enmarcado en la **Figura 3.1**, el cual señala cuatro números de control que pertenecen a distintos estudiantes y presentan una coincidencia en el Código Postal 1260. Así bien, esta información se utilizó para comenzar el análisis geográfico de la población seleccionada.

	A	B	
1	<b>Número de Control</b>	<b>Código Postal</b>	
2	16106616	1130	
3	13106543	1260	} 4 estudiantes que provienen del mismo Código Postal
4	13106563	1260	
5	14106707	1260	
6	17106368	1260	
7	14106507	1269	
8	17106013	1278	
9	13106316	1280	
10	12106911	1296	
11	16106731	1400	
12	17106093	1410	
13	11106200	1470	
14	17106841	1470	
15	12106163	1500	
16	16106093	1510	
17	16106295	1700	
18	16106601	1710	
19	17106853	1790	
20	16106158	1860	
21	16106629	2000	
22	15106757	2860	
23	14106729	3020	
24	16106600	3020	
25	17106731	3020	

**Figura 3.1** ► Muestra representativa de la información original con datos depurados.

Una vez revisada la información, **se identificaron diversas repeticiones de Códigos Postales**, como el ejemplo anterior. Se utilizaron algunas fórmulas y procedimientos en la hoja de cálculo para agrupar los datos coincidentes respecto a Códigos Postales. No obstante, se identificó un proceso laborioso para la agrupación de los datos ya que el propósito era identificar cuantos estudiantes presentan un domicilio con el mismo Código Postal. Por esta razón, se optó por exportar la información de la hoja de cálculo a un administrador de bases de datos (DBA), con el propósito de generar consultas especializadas de información y así obtener un reporte de la cantidad de estudiantes que coinciden con el Código Postal de sus domicilios. Lo anterior, entrega datos agrupados para representarlos espacialmente.

Mediante el proceso de exportación de una base de datos, de una hoja de cálculo a un administrador de bases de datos (DBA) mostrado en el **Anexo III**, se incorpora la información inicial para un eficiente manejo de datos con el software SQL server 2008, en la **Figura 3.2** se aprecia una consulta de información para distinguir si los datos no se modificaron al emigrarlos a una hoja de cálculo.



**Figura 3.2 ► Conjunto de datos en un DBA.**

Ya incorporada la información en un DBA, se procede a implementar consultas especializadas para adecuar y estructurar los datos que se utilizan para en análisis geográfico de los lugares de origen de cada estudiante.

A continuación, se presenta la **Tabla 3-1** la cual muestra algunos datos colectados y asociados entre sí, como resultado de la agrupación de datos por Códigos Postales, que relaciona cuantos estudiantes viven en la misma zona respecto del Código Postal. Por tanto, estos datos representan las zonas y la cantidad de estudiantes que originan viajes al Instituto Tecnológico de Tláhuac.

Código Postal	Total de estudiantes ubicados
9820	5
9830	14
9839	1
9840	13
9849	5
9850	29
9856	1
9860	9

**Tabla 3-1 ► Resultado de la agrupación de datos por Códigos Postales.**

### 3.3 Desarrollo del modelo de cuatro fases

#### 3.3.1 Generación de viajes

Es imprescindible reconocer que la generación de viajes comienza por identificar las **zonas de atracción y generación** de viajes, a continuación, se describen ambos tipos de zonas.

- Una **zona de generación** de viajes corresponde a los viajes que se originan en una zona determinada.
- Una **zona de atracción** de viajes corresponde a los viajes que se dirigen hacia la zona por algún motivo en específico.

Las zonas se identifican y clasifican de generación o atracción, en función del uso de suelo, características socioeconómicas de la población y el análisis referente al tipo y disponibilidad del transporte en el área. Por lo anterior, es necesario dividir esta etapa del modelo en tres secciones.

#### Uso de suelo.

Como el estudio se realiza en una población estudiantil, es evidente reconocer que tiene un uso de suelo escolar. Sin embargo, según (Secretaría de desarrollo urbano y vivienda, 2019) hace una clasificación por el tipo de habitación lo que corresponde a **servicios**, la siguiente clasificación es **vivienda**, por tanto, corresponde a: **instituciones de nivel medio superior e instituciones científicas**.

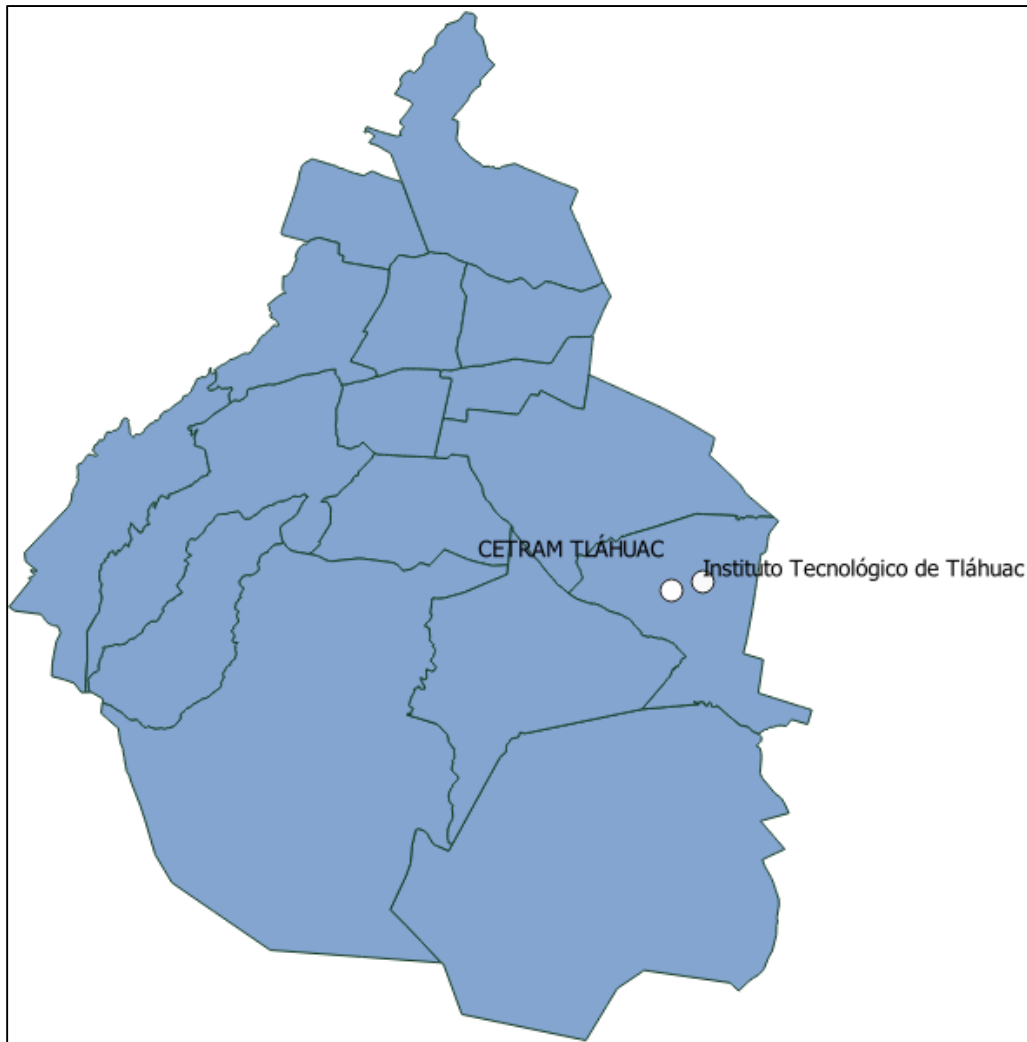
De lo anterior, las zonas par origen-destino se distinguen como: CETRAM Tláhuac y el Instituto Tecnológico de Tláhuac. La **Figura 3.3** refiere la identificación de ambas zonas que generan viajes por motivo del uso de suelo **servicios**.



**Figura 3.3 ► Zonas identificadas en la fase de generación.**

La zona identificada como generación de viajes CETRAM Tláhuac no es la única en contexto, es necesario distinguir que existen diversos orígenes identificados que tienen como destino el Instituto Tecnológico de Tláhuac, sin embargo, la propuesta busca integrar al CETRAM Tláhuac como nodo principal de transferencia modal en la zona y por su relación con otros centros educativos, por esta razón se ha identificado como zona de origen.

Por otro lado, la zona de atracción identificada como ITTláhuac corresponde a una sola ubicación geográfica que enmarca una concentración estudiantil de 2792 estudiantes, lo que representa una afluencia de personas que demandan un servicio de transporte en la zona. En la **Figura 3.4** se representa la ubicación geográfica del par origen-destino identificados.



**Figura 3.4 ► Ubicación espacial de las zonas identificadas.**

**Fuente: Elaboración propia mediante cartografía obtenida del marco geostadístico nacional de INEGI 2018.**

### **Características socioeconómicas.**

Concerniente a las características socioeconómicas de la Alcaldía Tláhuac, según (Consejo de evaluación del desarrollo social de la Ciudad de México, 2018), En porcentaje de pobreza, en 2015, las Alcaldías con mayor incidencia de pobreza son: Milpa Alta (49.2%), Tláhuac (39.2%) y Xochimilco (40.5%). Es importante destacar que 1536 estudiantes provienen de la Alcaldía de Tláhuac.

En contraste, con el dato anterior el Departamento de Servicios Escolares reportó que los estudiantes del Instituto Tecnológico de Tláhuac se encuentran en condiciones de vulnerabilidad, bajo la premisa de ser el indicador promedio más ponderado de la población.

### **Tipo, disponibilidad y calidad de las facilidades de transporte disponible en el área.**

Los tipos de transporte público disponibles en la zona de análisis que se identificaron mediante las observaciones que se realizaron se enlistan a continuación:

- Colectivo (Combi).
- Moto-Taxi.
- Taxi.

### **3.3.2 Distribución de viajes**

La forma de obtener la distribución de viajes, fue contrastante a diferencia de implementar modelos matemáticos existentes que se pueden aplicar, por ejemplo: el modelo gravitacional entre otros.

Se utilizó una técnica mediante el uso de TICs, una vez que los datos fueron consultados y desagregados en el administrador de base de datos se analizó la cantidad de estudiantes agrupados en un mismo Código Postal, posteriormente se localizó cada uno de los Códigos Postales y se colocó un marcador en el punto georreferenciado mediante la herramienta My Maps de Google.

La herramienta permite asignar comentarios y colores a los marcadores, esta fue una de las razones para utilizar la herramienta. A cada Código Postal se le agregó un marcador y mediante colores y comentarios se logró simplificar la información en el mapa, con el propósito de identificar cuantos estudiantes viven dentro de un mismo Código Postal. En la **Tabla 3-2** se muestra el código de colores implementado para la identificación de nodos y la cantidad de números de control (estudiantes) asociados a la misma ubicación geográfica.

<b>Color del marcador en el mapa</b>	<b>Rango de estudiantes asociados al marcador</b>
Morado	De 1 a 10
Gris	De 11 a 20
Azul	De 21 a 30
Verde	De 31 a 39
Naranja	Más de 39

**Tabla 3-2 ► Código de colores para la representación de datos.**

Ya planeado el código de colores a partir del análisis de datos se colocaron marcadores en el mapa a través de la herramienta My Maps. En la **Figura 3.5** se ilustra la representación del mapa con los marcadores insertados.

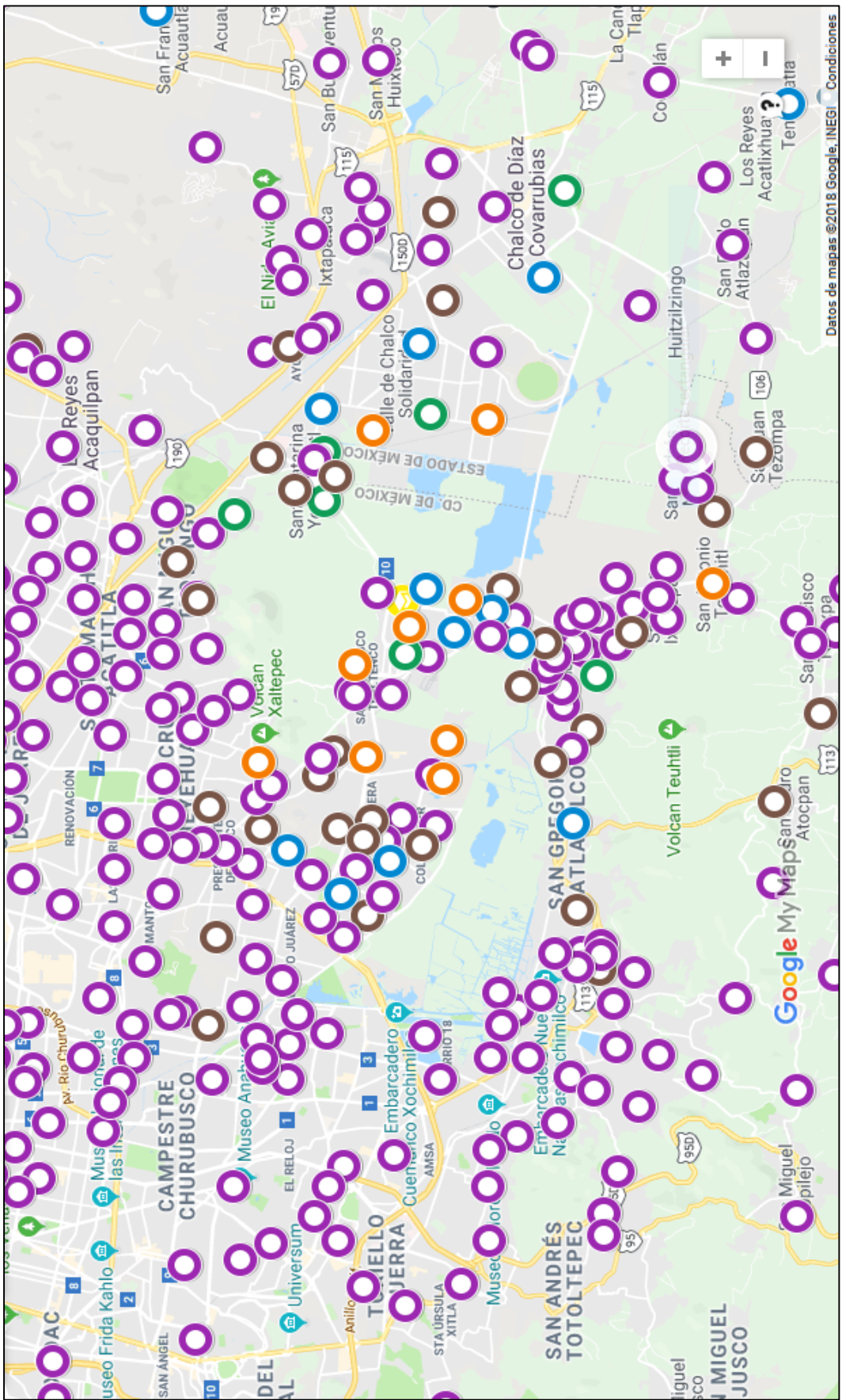
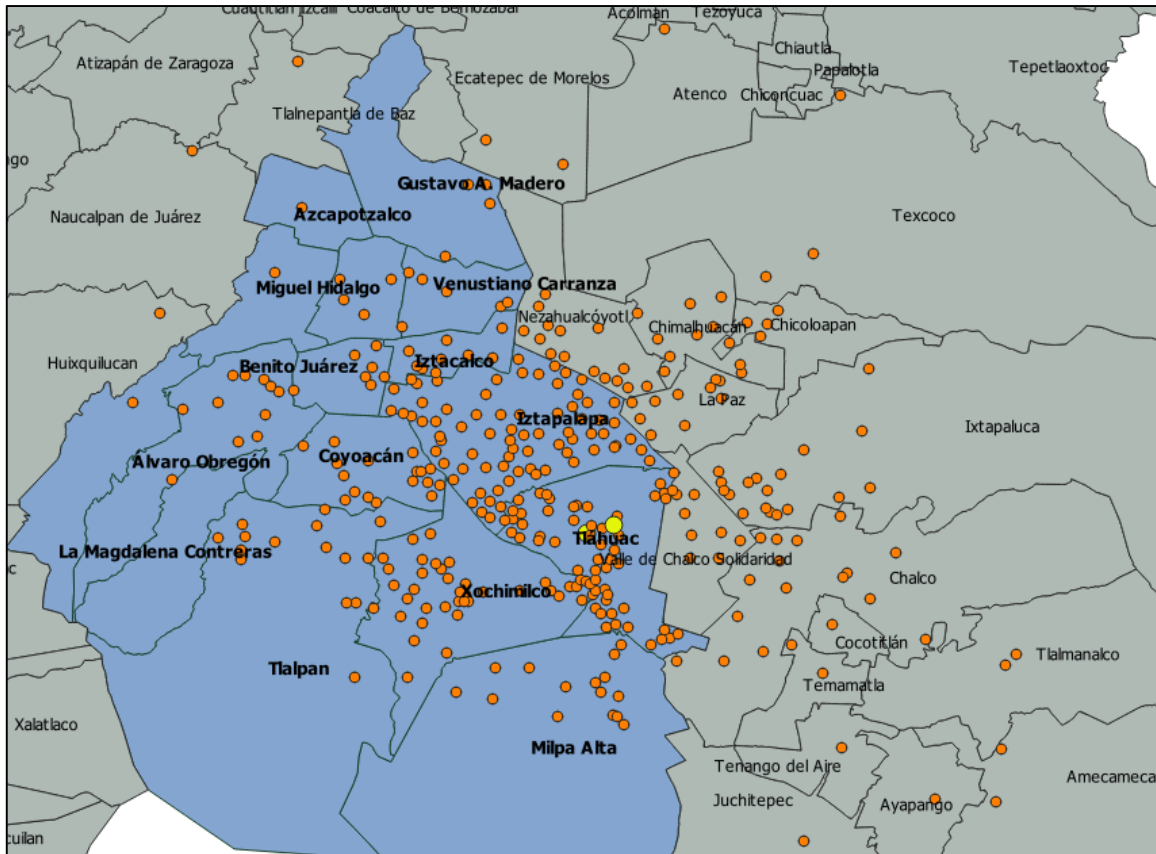


Figura 3.5 ► Identificación de las zonas de origen de la población estudiantil del ITTIáhuc.



Una vez obtenida la información espacialmente, se exportó a un Sistema de Información geográfica (SIG) **ANEXO II**. La **Figura 3.6** muestra los datos representados espacialmente mediante el uso de SIG, donde se aprecian nodos en color naranja que representan los Códigos Postales que refieren los domicilios de los estudiantes, asimismo se observan dos nodos en color amarillo que representa las zonas par origen-destino seleccionadas.



**Figura 3.6 ► Datos representados espacialmente.**

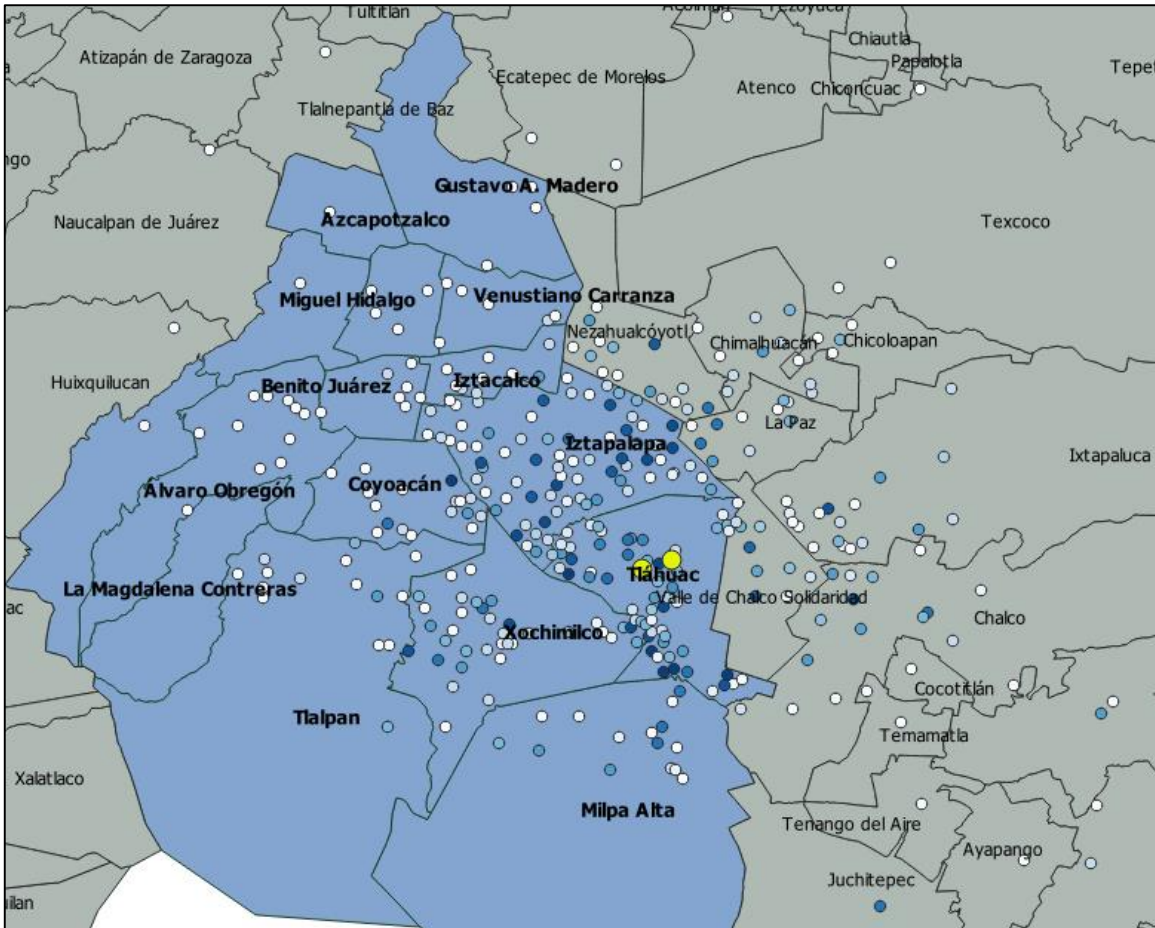
**Fuente:** Elaboración propia mediante cartografía obtenida del marco geoadministrativo nacional de INEGI 2018.

La aplicación del modelo clásico de transporte en su etapa de distribución de viajes permitió identificar la cantidad y ubicación de personas que realizan viajes por la atracción de servicios que brinda el Instituto Tecnológico de Tláhuac. El panorama que ofrece esta fase puede aplicarse para identificar más de un nodo generador de viajes como lo es el CETRAM Tláhuac.

Con lo anterior se logra percibir como se distribuye la población estudiantil del Instituto Tecnológico de Tláhuac en la Ciudad de México y el área conurbada. Asimismo, se puede estimar la cantidad y distribución de viajes en la ZMVM a consecuencia de la demanda que genera el Instituto Tecnológico de Tláhuac.

Se realizó una categorización de los datos con la finalidad de observar los Códigos Postales que concentran una mayor cantidad de estudiantes. La **Figura 3.7** muestra nodos en color blanco que representan la mínima concentración de estudiantes que habitan en un Código Postal y conforme aumenta la coloración del nodo hasta el color azul fuerte representan Códigos Postales con alta concentración de estudiantes.

Los nodos en color blanco representan de uno a diez estudiantes en el mismo Código Postal, mientras que el nodo de color azul fuerte va desde cincuenta hasta ochenta y seis estudiantes ubicados en el mismo Código Postal, la mayor concentración de estudiantes por Código Postal se detectó en la Alcaldía de Tláhuac entre el CETRAM Tláhuac y el ITTláhuac.



**Figura 3.7 ► Categorización de nodos por número de estudiantes.**

**Fuente: Elaboración propia mediante cartografía obtenida del marco geoadministrativo nacional de INEGI 2018.**

Una vez concentrada y localizada la información espacialmente, se determinaron líneas que marcan la dirección de viajes y el porcentaje de distribución en función de la demanda que genera el Instituto Tecnológico de Tláhuac, la **Figura 3.8** muestra el porcentaje y distribución de viajes de la población analizada.



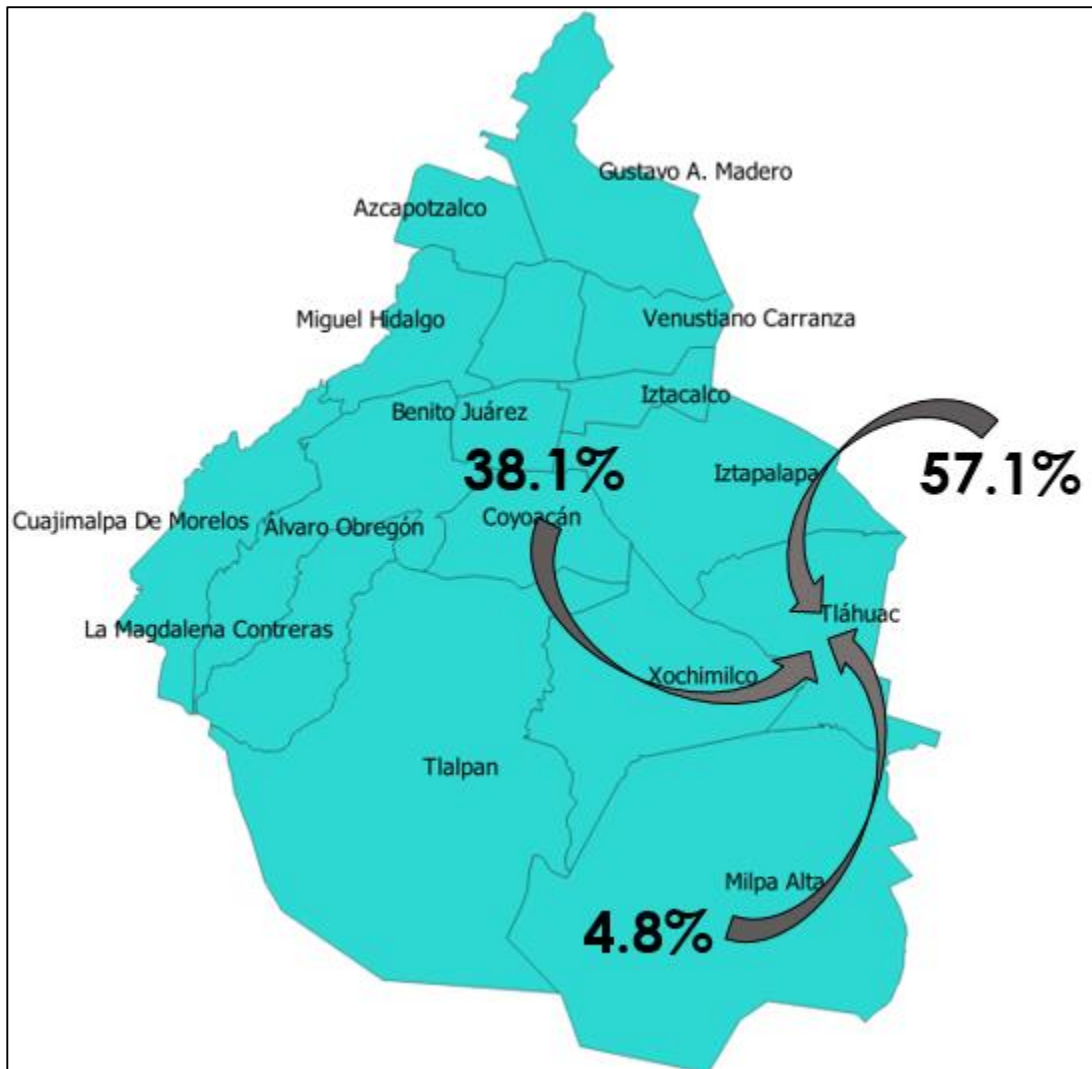


Figura 3.8 ► Distribución de viajes hacia el ITTláhuac.

Fuente: Elaboración propia mediante cartografía obtenida del marco geostadístico nacional de INEGI 2018.

De la **Figura 3.8**, existe un margen de error debido a que el lugar de domicilio que se obtuvo de la base de datos, podría no representar el origen de viajes ya que algunos estudiantes probablemente viajen de su lugar de trabajo hacia el Instituto Tecnológico de Tláhuac.

La **Tabla 3-3** describe el porcentaje y distribución de los estudiantes del Instituto Tecnológico de Tláhuac en la Zona Metropolitana de Valle de México, desagregando los Municipios y Alcaldías que se consideraron en relación a las líneas de distribución marcadas en la **Figura 3.8**.

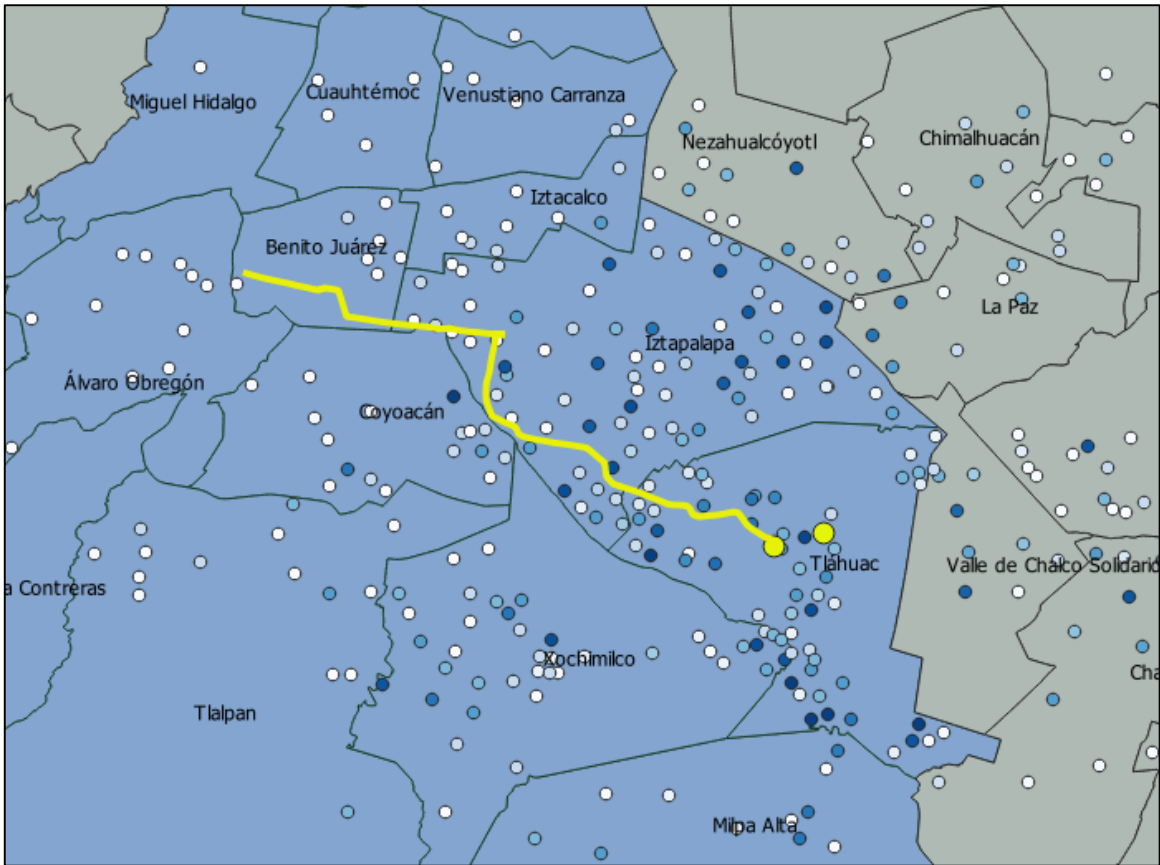
Porcentajes de distribución de estudiantes del Instituto Tecnológico de Tláhuac			
	4.8%	38.1%	57.1%
<b>Alcaldías o Municipios</b>	Cuajimalpa	Álvaro Obregón	Amecameca
	La Magdalena Contreras	Azcapotzalco	Ayapango
	Milpa Alta	Benito Juárez	Chalco
	Tlalpan	Coyoacán	Chicoloapan
	Xochimilco	Cuauhtémoc	Chimalhuacán
		Ecatepec de Morelos	Cocotitlán
		Gustavo a Madero	Ixtapaluca
		Iztacalco	Juchitepec
		Iztapalapa	La Paz
		Miguel Hidalgo	Nezahualcóyotl
		Naucalpan de Juárez	Temamatla
		Tlalnepantla de Bas	Tenango del Aire
		Venustiano Carranza	Texcoco
		Xochimilco	Tláhuac
			Valle de Chalco Solidaridad

**Tabla 3-3 ► Distribución de estudiantes en la ZMVM.**

**Fuente: Elaboración propia.**

Por último, para estimar la cantidad de usuarios que viajan en la zona par origen-destino (CETRAM Tláhuac-IT Tláhuac), se tomó en cuenta la intervención de la Línea 12 del Metro puesto que el CETRAM Tláhuac es un nodo que conecta a la Línea 12 con la zona par origen-destino identificada.

De lo anterior, se logró identificar que la Línea 12 tiene cercanía con **116** Códigos Postales de esta forma se percibe cierta atracción para utilizar la Línea 12 como transporte público. Por tanto, la Línea 12 tiene aproximadamente una influencia con **480** estudiantes que podrían utilizar este servicio de transporte público y llegar al CETRAM Tláhuac. En la **Figura 3.9** se muestra la intervención de la Línea 12 en la Ciudad de México y su relación con la zona par origen-destino establecida.



**Figura 3.9 ► Línea 12 del Metro de la Ciudad de México como oferta de viajes para la población estudiantil del ITTIáhuac.**

**Fuente: Elaboración propia mediante cartografía obtenida del marco geostadístico nacional de INEGI 2018.**

### **3.3.3 Partición modal**

Se identificaron en primera instancia vehículos (combis de 19, 16 y 13 pasajeros) correspondientes al servicio de transporte público que se oferta dentro del CETRAM, ahí también, se provee el servicio de transporte de alquiler (taxis). Con respecto a las inmediaciones del CETRAM Tláhuac se constató una diversidad más amplia de modos de transporte los cuales fueron: vehículos (combis de 19, 16 y 13 pasajeros), taxis, taxis de sitio (base de concesionarios individuales), bici taxis, y moto taxis.

Esta etapa permitió identificar que el CETRAM Tláhuac dentro de sus instalaciones admite bicicletas pues cuenta con dos bici estacionamientos de difícil acceso ya que los ingresos están considerados sobre la avenida San Rafael Atlixco, a pesar de esto, los bici estacionamientos están actualmente en operación, cabe señalar que en función de la demanda solo uno brinda servicio actualmente.

Con base en las características socioeconómicas que se identificaron de la población estudiantil es más común que los estudiantes utilicen el transporte público colectivo (combis) dado que favorece su economía, aunque el tiempo de viaje origen-destino sea mayor. En la **Tabla 3-4** se describen los costos en función del modo elegido de viaje.

Modo de transporte público	Costo monetario de viaje
Colectivo (Combi)	\$ 5. <sup>00</sup>
Taxi	Tarifa aprox. \$ 25. <sup>00</sup>
Taxi de Sitio	Tarifa aprox. \$ 35. <sup>00</sup>
Bici Taxi	\$ 16. <sup>00</sup>
Moto Taxi	\$ 16. <sup>00</sup>

**Tabla 3-4 ► Costos monetarios por modo de transporte público.**

Existen otros factores cuantitativos que influyen en la elección del modo de transporte, como lo es: el tiempo de espera, el tiempo de caminata, el tiempo a bordo del vehículo. Además, existen factores cualitativos más complejos de medir como la comodidad o conveniencia del modo por mencionar algunos. A continuación, en la **Tabla 3-5** se describe el tiempo de viaje a bordo del vehículo que se identificó, sin embargo, no es un factor decisivo en comparación al costo monetario.

Modo de transporte público	Tiempo de viaje a bordo del vehículo
Colectivo (Combi)	11 minutos
Taxi	6 minutos
Taxi de Sitio	6 minutos
Bici Taxi	10 minutos
Moto Taxi	8 minutos

**Tabla 3-5 ► Tiempo de viaje a bordo por modo de transporte público.**

### 3.3.4 Asignación de red

Una red de transporte está formada por **arcos** y **nodos**. Los **arcos** representan avenidas, calles, ejes viales, etc., mientras que los **nodos** representan intersecciones o sitios de interés en la red de transporte. La **Figura 3.10** presenta la red transporte entre el par origen destino identificado en la etapa de **generación de viajes**.



**Figura 3.10 ► Red de transporte disponible entre el CETRAM Tláhuac y el ITTláhuac.**

**Fuente: Elaboración propia mediante cartografía obtenida del marco geoestadístico nacional de INEGI 2018.**

Bajo el enfoque de esta última etapa, se busca identificar como eligen los estudiantes la ruta para trasladarse en toda la red disponible. Sin embargo, si los usuarios deciden viajar en transporte público colectivo (combi) solo tienen una opción de ruta de toda la red disponible, en consecuencia, la **Figura 3.11** puntualiza la red que recorre el transporte público que se ofrece dentro del CETRAM Tláhuac hacia el Instituto Tecnológico de Tláhuac.

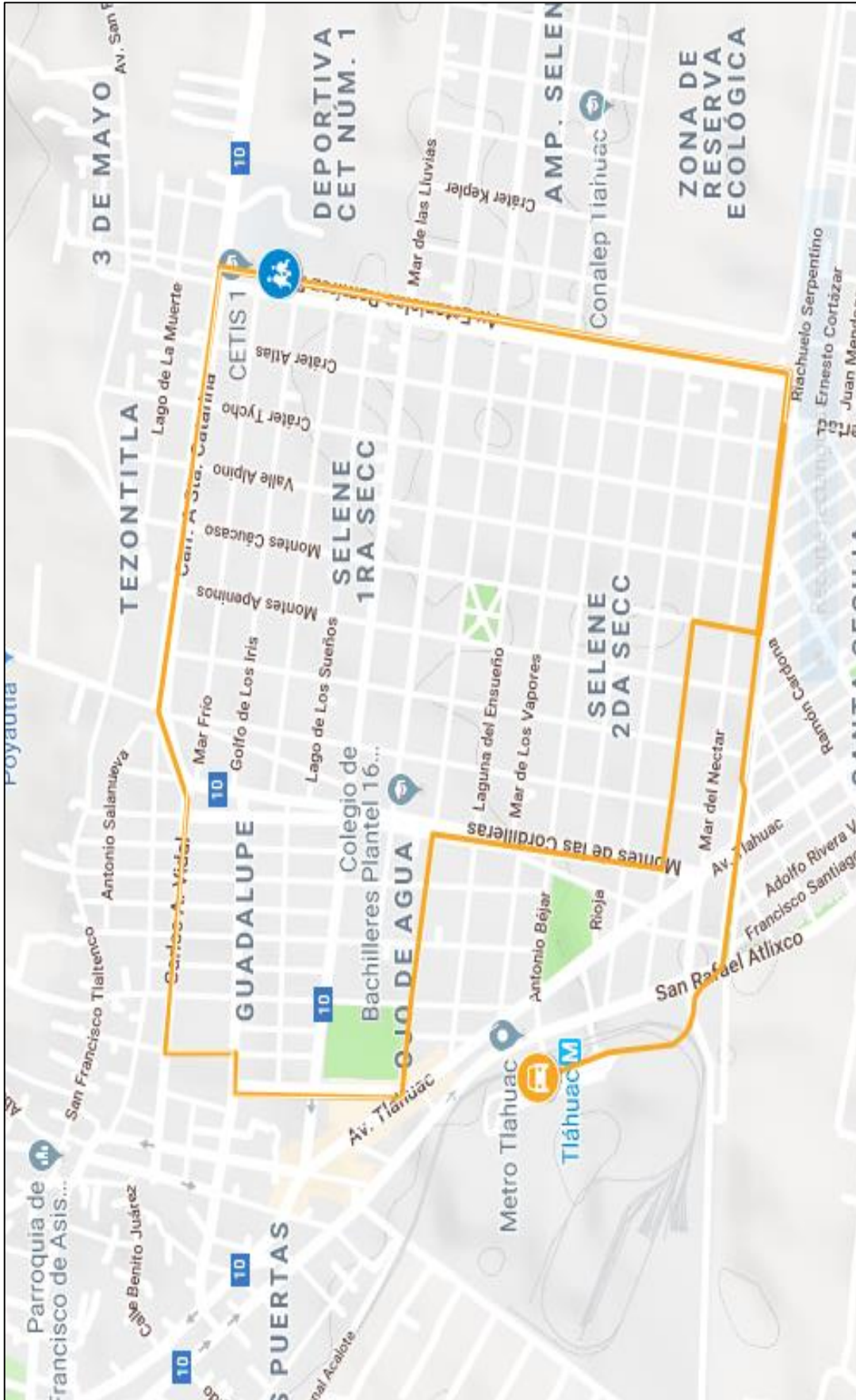


Figura 3.11 ► Red del servicio de transporte público.



En esta última fase también se logró identificar las redes viales que brindan conectividad con la zona par origen destino de estudio. En la **Figura 3.12** se puede observar la conectividad existente de la zona mediante las avenidas principales en la Ciudad de México.

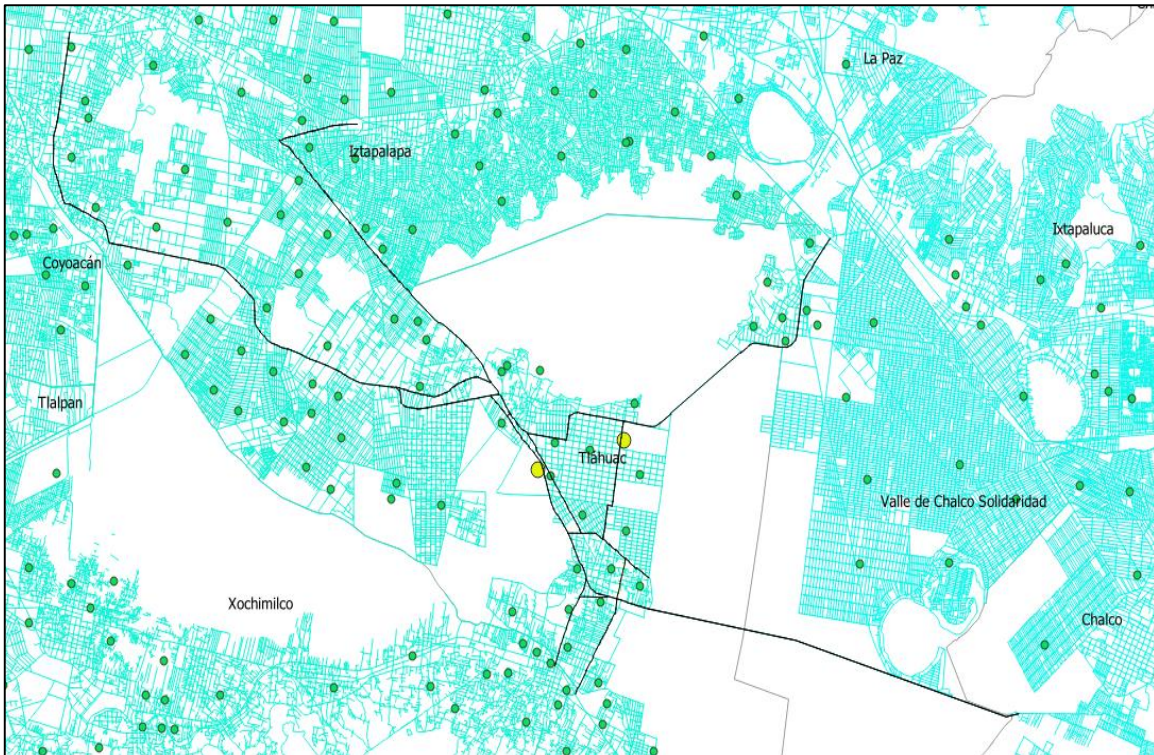


**Figura 3.12 ► Conectividad de la zona de análisis en la CDMX.**

**Fuente:** Elaboración propia mediante cartografía obtenida del marco geostadístico nacional de INEGI 2018.

### **3.4 Análisis de resultados**

Después de haber desarrollado el modelo de cuatro fases, se contrastaron dos elementos importantes para el transporte, la oferta y la demanda. Si bien, el modelo se desarrolló considerando una zona par origen destino, el resultado significativo fue haber encontrado la distribución completa de toda la población que genera la demanda. Por otra parte, fue posible observar la red de conectividad no solo en el par origen destino sino también ubicar la red de conectividad en la Ciudad de México y el Estado de México, lo cual es un aspecto importante ya que las redes (infraestructura) permiten adecuar la oferta del servicio. En la **Figura 3.13** se muestra la distribución de la demanda y la red de conectividad en la Ciudad de México y Estado de México.



**Figura 3.13 ► Resultado del desarrollo del modelo clásico de transporte.**

**Fuente: Elaboración propia mediante cartografía obtenida del marco geostadístico nacional de INEGI 2018.**

Respecto de la **Figura 3.13** se observa que, solo dos vialidades brindan conectividad entre el Estado de México y la zona de atracción de viajes (ITTLáhuac), mientras que, para la Ciudad de México existen cuatro vialidades que conectan la zona de atracción de viajes (ITTLáhuac). De lo anterior, la zona par origen destino señalada mediante nodos amarillos en la **Figura 3.13** influye en solo dos vialidades que conectan a la Ciudad de México.

Otro aspecto importante fue reconocer que, el par origen destino que se tomó para estudio brinda servicio aproximadamente al **17.2%** de la población que genera la demanda. Por tanto, es ineludible reconocer que existen zonas par origen destino más significativas en función de los usuarios que pueden atender.

### **3.5 Propuestas para mejorar el sistema de transporte público**

Después del análisis de oferta y demanda en la zona par origen destino identificada, se reconocieron algunas líneas de acción que pueden implementarse con el propósito de mejorar la movilidad de la población estudiantil del Instituto Tecnológico de Tláhuac y coadyuvar al progreso de movilidad de poblaciones estudiantiles de centros educativos públicos de nivel medio superior, adicionalmente, se puede mejorar la movilidad en la avenida adyacente al CETRAM Tláhuac. A continuación, se presentan las propuestas.



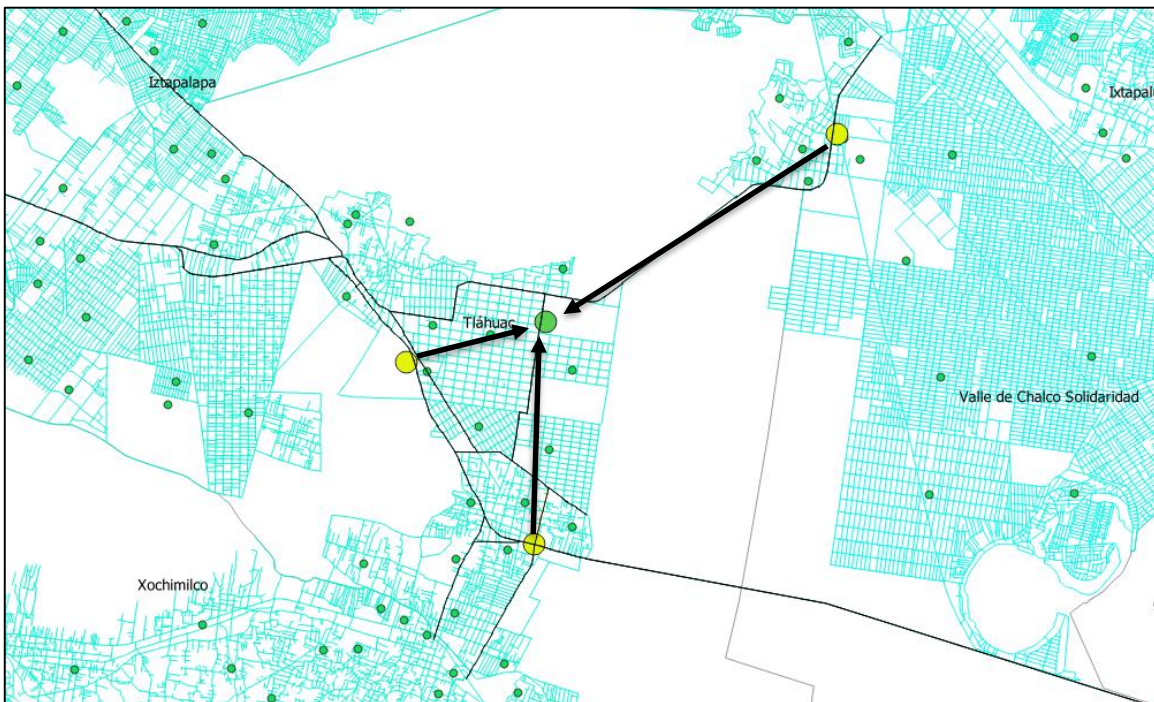
## Propuestas.

- **Nodos de distribución de viajes.**

El CETRAM Tláhuac es un elemento fundamental en la distribución de viajes en la zona, sin embargo, atiende aproximadamente al **17.2%** de la población estudiantil del Instituto Tecnológico de Tláhuac, esto implica que no exista una oferta de distribución adecuada en la zona.

La propuesta consiste en colocar nodos de distribución de viajes en la red disponible los cuales concentren viajes provenientes de la Ciudad de México y Estado de México. Una vez diseñados los nodos de distribución estratégicamente se agregarían itinerarios de llegadas y salidas de transporte público para ofrecer cierta regularidad en los viajes y recorridos en la zona, lo anterior busca mejorar las características de viajes como tiempos de recorrido actuales.

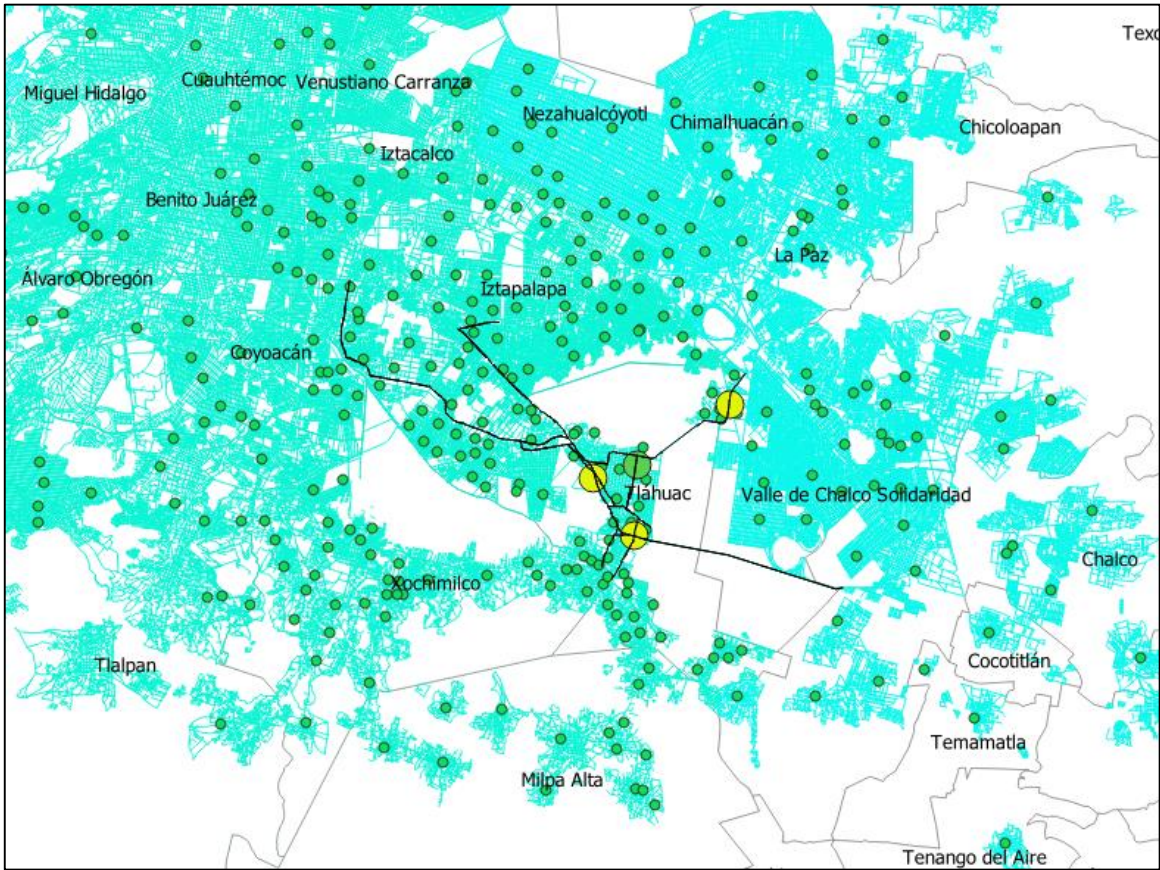
Una vez instalados los nodos de distribución se puede considerar la planeación de un transporte especializado escolar. En la **Figura 3.14** se muestra la propuesta de ubicación de los nodos de distribución de viajes. Los nodos en color amarillo representan la ubicación de los nodos de distribución, el nodo en color verde representa el Instituto Tecnológico de Tláhuac y los nodos de menor tamaño representan la distribución de la demanda.



**Figura 3.14 ► Nodos de distribución de viajes.**

**Fuente: Elaboración propia mediante cartografía obtenida del marco geostadístico nacional de INEGI 2018.**

La **Figura 3.15** muestra la propuesta de nodos de distribución a una escala más amplia en donde se visualiza la distribución de la demanda de forma general.



**Figura 3.15 ► Nodos de distribución de viajes a escala amplia.**

**Fuente:** Elaboración propia mediante cartografía obtenida del marco geoadministrativo nacional de INEGI 2018.

- **Redistribución de la demanda en CETRAM Tláhuac.**

Se propone cancelar los accesos peatonales del CETRAM Tláhuac incluyendo los dos puentes peatonales y las dos puertas de acceso por la Avenida San Rafael Atlixco, lo cual provoca que los usuarios queden dentro del CETRAM Tláhuac, o bien, no podrán acceder caminado. Se busca que el CETRAM Tláhuac adquiera el papel hegemónico del transporte público en la zona y sea un nodo concentrador de viajes. De lo anterior, se evitarían demasiadas ofertas de servicio de transporte público que actualmente se tienen y provocan congestión vial.

Es importante mencionar que actualmente el CETRAM Tláhuac tiene un puente vehicular que brinda cierta conectividad con la red de transporte, sin embargo, de ejecutarse la propuesta sería necesario analizar la capacidad del puente vehicular para ingresar los diversos modos de transporte que podrían concesionarse por el CETRAM Tláhuac, en este sentido se percibe la factibilidad de ampliar la conexión con la red de transporte en la zona.

Al cancelar los accesos peatonales sería indispensable seguir considerando accesos en las puertas colindantes con la Avenida San Rafael Atlixco solo para personas con capacidades especiales.

La propuesta busca influir en la regulación del servicio de transporte público y propiciar un equilibrio en la atención de la demanda enfocando los esfuerzos del transporte público en atender la demanda de viajes de estudiantes del Instituto Tecnológico de Tláhuac y de las instituciones públicas de nivel medio superior. De lo anterior se puede organizar el sistema de transporte público para buscar una moderación entre la demanda y la oferta ofrecida para los centros educativos en la zona. No obstante, de existir la regulación de todo el transporte público existe la posibilidad de evaluar nuevos servicios de transporte que busquen cambiar el paradigma actual sobre el servicio.

# CAPÍTULO IV

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

La primera propuesta para mejorar la movilidad de la población estudiantil del Instituto Tecnológico de Tláhuac, se produce al concluir el desarrollo del modelo clásico de transporte, el resultado que arrojó sobre conocer la oferta y demanda fue determinante para generar la propuesta de nodos de distribución de viajes. La segunda propuesta se forma a raíz de mejorar el servicio de transporte público ofrecido para los estudiantes del Instituto Tecnológico de Tláhuac, buscando la redistribución de la demanda en las inmediaciones del CETRAM Tláhuac, asimismo, se intenta disminuir el congestionamiento vial en la calle San Rafael Atlixco y Antonio Béjar.

El desarrollo del modelo clásico de transporte marcó el rumbo de la investigación, la parte que favoreció y enriqueció el estudio fue la etapa de distribución de viajes. Principalmente, en la etapa de distribución de viajes se implementó una técnica de recolección de datos y después fueron representados espacialmente, lo anterior, generó resultados en corto tiempo y seguridad en cuanto a la precisión de los datos, se considera que en otras investigaciones se puede llevar a cabo esta técnica de recolección de datos para analizar información espacialmente sin la intervención de encuestadores o modelos matemáticos que generen tiempos de retraso en investigaciones.

Los datos obtenidos respecto de la distribución de la demanda permiten visualizar que existe un porcentaje aproximado del 82.8% de la población que no es atendida por el par origen destino seleccionado como área de estudio. Por tanto, se considera la existencia de más puntos en la zona que deben atender la demanda de viajes.

Así mismo, la distribución de viajes permitió identificar que más del 50% de la población del Instituto Tecnológico de Tláhuac radica en la Alcaldía Tláhuac y en el Estado de México, en este caso es importante considerar que el presente estudio aborda datos de movilidad y políticas públicas de la Ciudad de México, sería necesario tomar en cuenta las políticas públicas y el plan de movilidad para el Estado de México para proponer alternativas que mejoren la movilidad de los estudiantes que viajan en esta zona.

Aplicar la estrategia de investigación en el caso de estudio permitió reconocer que, derivado de contextos situacionales que emergen de los sistemas de transporte público, se pueden plantear propuestas significativas, que den valor agregado al sector que se requiera beneficiar. Sin embargo, se percibe cierta complejidad ya que se debe considerar un equilibrio del sistema y el enfoque de un planeador del sistema puede perder de vista algunos aspectos que los usuarios o concesionarios podrían visualizar o requerir.

## Recomendaciones

- Al aplicar el modelo de cuatro fases se pueden agregar algunas etapas adicionales como identificación de tipo de suelo por mencionar un ejemplo, sin embargo, no es conveniente alterar el modelo.
- Para considerar toda la población que genera una demanda de viajes en una zona determinada es conveniente identificar si existen datos en alguna fuente de información confiable.

# Acrónimos

CETRAM. - Centro de Transferencia Modal.

CDMX. - Ciudad de México.

DBA. - Administrador de Base de Datos.

ITTIáhuac. - Instituto Tecnológico de Tláhuac perteneciente al Tecnológico Nacional de México.

SIG. - Sistema de Información Geográfica.

SII. - Sistema Integral de Información.

TIC. - Tecnologías de la Información y Comunicación.

TU. – Unidad de Transporte.

ZMVM. - Zona Metropolitana del Valle de México.

## Bibliografía

- CAPDEVILA, G. I. (2004). *Organización de los transportes e institucionalización de las áreas*. Barcelona, Cataluña: Institut d'Estudis Territorials.
- Carme Miralles-Guasch, À. C. (2003). *Movilidad y transporte*. Barcelona, España: Fundación Alternativas.
- CDMX. (2013). *Programa Integral de Movilidad 2013-2018*. Ciudad de México.
- Centro de Transferencia Modal. (31 de julio de 2018). Obtenido de Centro de Transferencia Modal: <http://www.cetram.cdmx.gob.mx/dependencia/acerca-de>
- Consejo de evaluación del desarrollo social de la Ciudad de México. (15 de 2 de 2018). Obtenido de Consejo de evaluación del desarrollo social de la Ciudad de México: <https://www.evalua.cdmx.gob.mx/>
- Coordinación de los Centros de Transferencia Modal. (6 de febrero de 2014). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. Ciudad de México, México.
- Dávalos, S. C. (2014). *Megacentralidades. Propuesta de integración de los CETRAM al desarrollo urbano de la Ciudad de México*. Ciudad de México: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo México.
- Espinosa, M. A. (13 de 03 de 2018). <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Distrito%20Federal/wo99436.pdf>. Obtenido de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Distrito%20Federal/wo99436.pdf>.
- Gurza, M. G. (4 de 11 de 2016). *Gaceta LXIII*. Ciudad de México, México.
- INEGI. (2017). *Encuesta origen destino en hogares de la ZMVM*. Ciudad de México.
- Ley de Movilidad del Distrito Federal. (7 de octubre de 2016). *Última reforma publicada en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México*,. Ciudad de México, México.
- Molinero, A. M. (2002). *Transporte público. Planeación, diseño, operación y administración*. Ciudad de México: Fundación ICA.
- Pardalos, P. M. (2009). *TRANSPORTATION SYSTEMS ANALYSIS Models and Applications*. New York,: Springer.
- Sánchez, Lara, B. (2018). *Notas del curso de Planeación de Sistemas de Transporte, Posgrado en Ingeniería UNAM*. Ciudad de México.
- Secretaría de desarrollo urbano y vivienda. (9 de 2 de 2019). Obtenido de Secretaría de desarrollo urbano y vivienda: <https://www.seduvi.cdmx.gob.mx/>

*Sistema de Transporte Colectivo*. (2017). Recuperado el 10 de Septiembre de 2018, de <https://metro.cdmx.gob.mx/>

Sussman, J. (2000). *Introduction to Transportation Systems*. Norwood, Massachusetts: Artech House.

UC, P. U. (19 de 09 de 2017). <https://www.coursera.org/learn/analisis-sistemas-de-transporte/home/week/2>. (P. U. UC, Productor, & UC, Pontificia Universidad Católica de Chile) Recuperado el 2017, de <https://www.coursera.org/learn/analisis-sistemas-de-transporte/home/week/2>.

Vuchik, V. R. (2005). *Urban Transit: Operations, planning and economics*. New Jersey: Library of congress catalogin-in-publication data.



# ANEXO I

## Entrevista

**Entrevista**  
**Fecha: 21/09/2018**  
**Hora: 15:30**  
**Ciudad de México Alcaldía Tláhuac**

Nombre del (a) entrevistado (a):

Edad:

Género:

Nombre de la empresa, compañía, o institución a la que pertenece:

Sector Privado/Público:

Puesto:

Gerencia:

Departamento:

Preguntas:

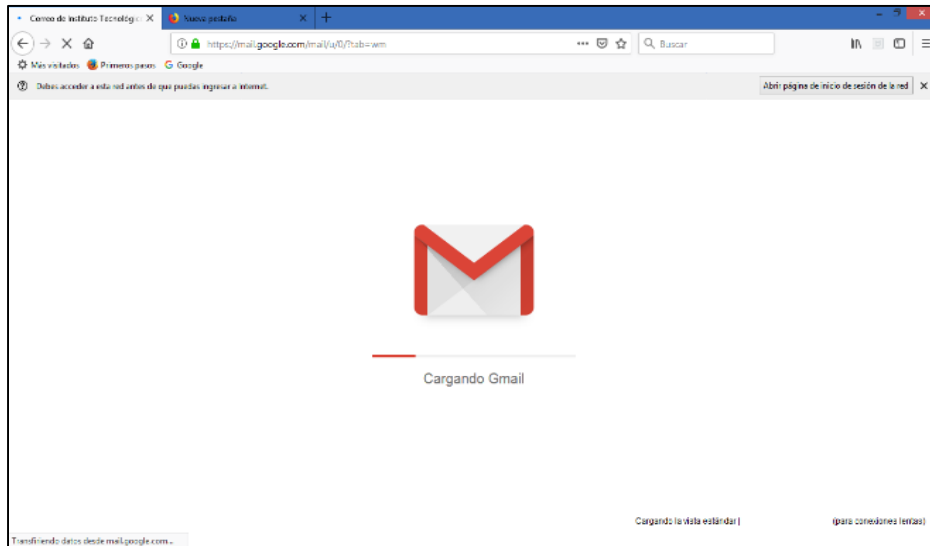
- 1.- ¿Cuánto tiempo tiene laborando?
- 2.- ¿Cuántas personas se atienden aproximadamente en su área de trabajo durante el día?
- 3.- ¿Cuántos turnos hay y como se distribuye la demanda durante el día?
- 4.- Existen momentos de mayor demanda del servicio.
- 5.- Considera si existen áreas de oportunidad para mejorar el servicio hacia los clientes.
- 6.- Existen políticas dentro de su organización para atender una mayor demanda de la que se atiende actualmente.
- 7.- Se perciben momentos de insatisfacción para los clientes.

Observaciones: Se realizó una entrevista el viernes 21 de septiembre de 2018, con la C. Aimee Amairani Figueroa Chávez trabajadora del Sistema de Transporte Colectivo Metro.

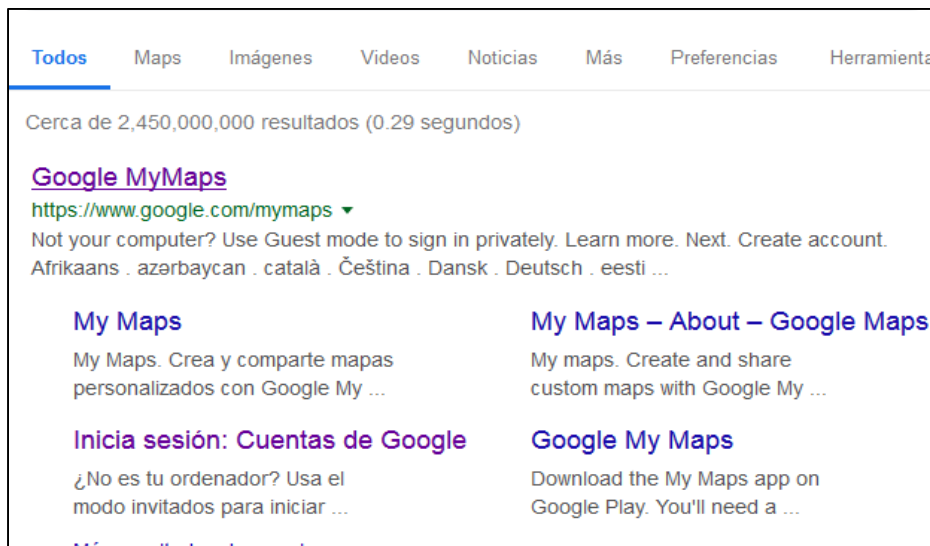
## ANEXO II

### Cómo utilizar la herramienta My Maps

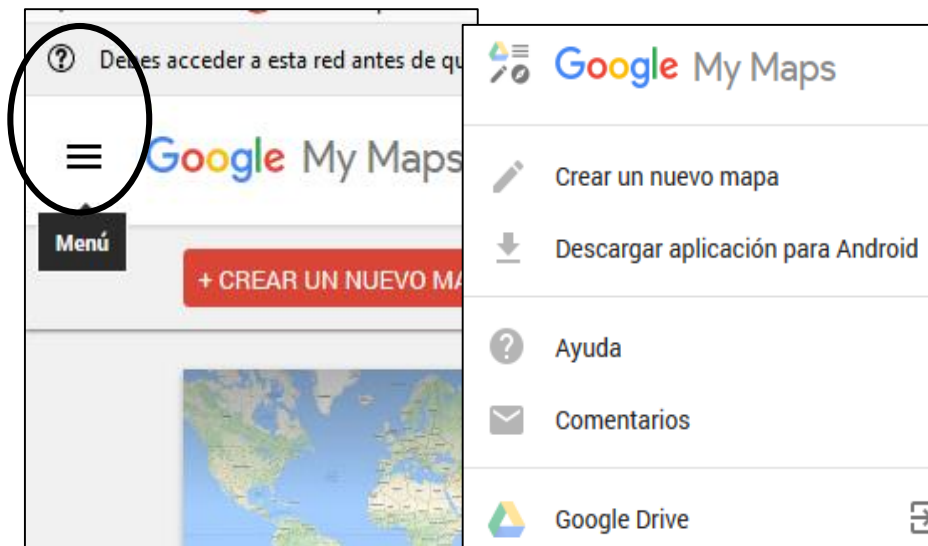
1.- Se debe contar con una cuenta en Gmail, la cual permite tener acceso a la herramienta digital o aplicación My Maps.



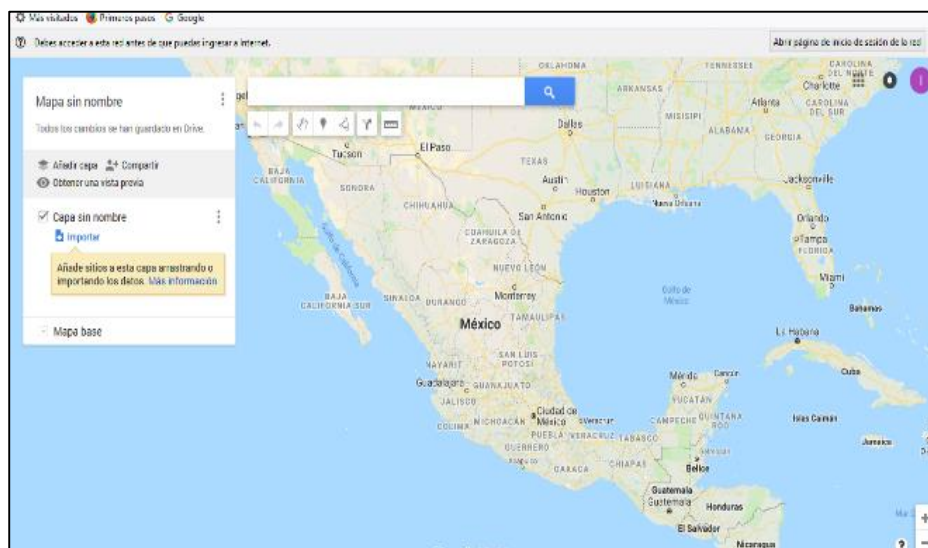
2.- Una vez obtenida la cuenta de Gmail, se debe buscar la aplicación de “My Maps” mediante algún navegador de internet.



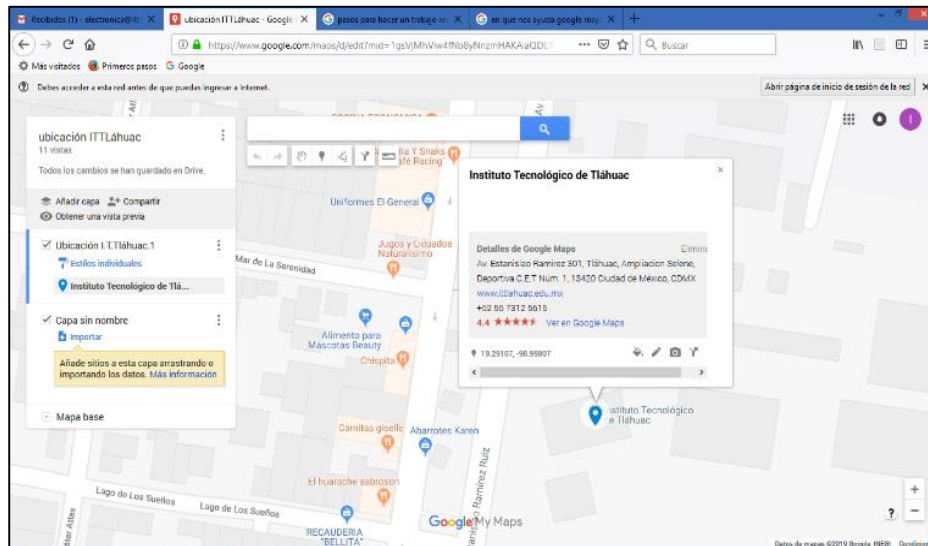
3.- Una vez que se accede a la herramienta, en la parte superior izquierda se encuentra el icono de “Menú” damos clic donde dice “crear un nuevo mapa” o bien se puede crear un mapa nuevo dando clic en la etiqueta de color rojo.



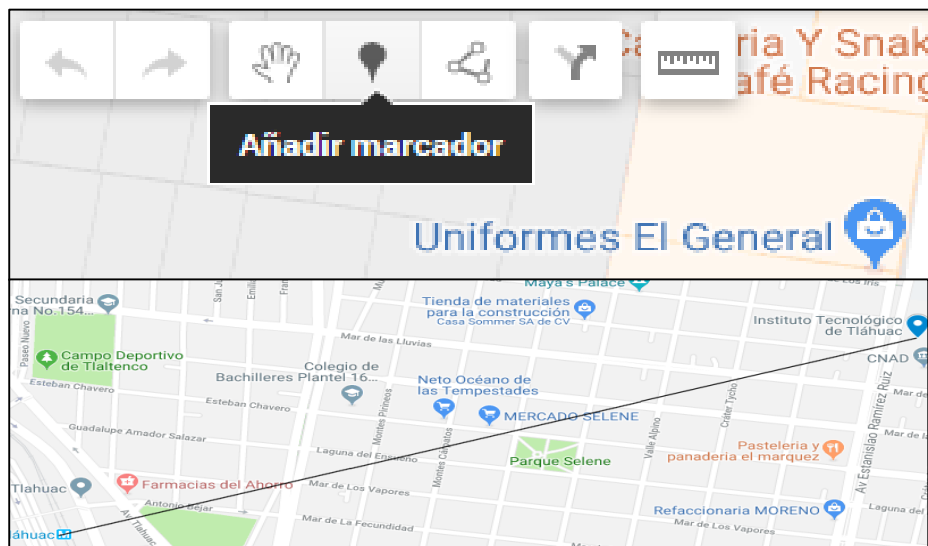
4.- Posteriormente, se despliega un mapa para la interacción del mismo.



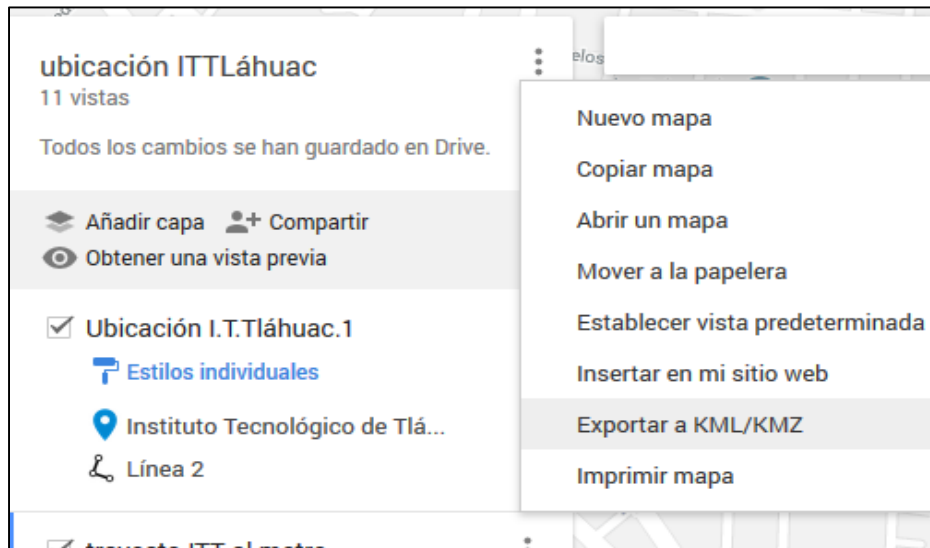
5.- Luego, seleccionamos la opción “Añadir capa”, con la intención de localizar direcciones automáticamente nos marcará la dirección, y al mismo tiempo asignaremos un nombre a la capa, en opciones de la capa, asignar nombre.



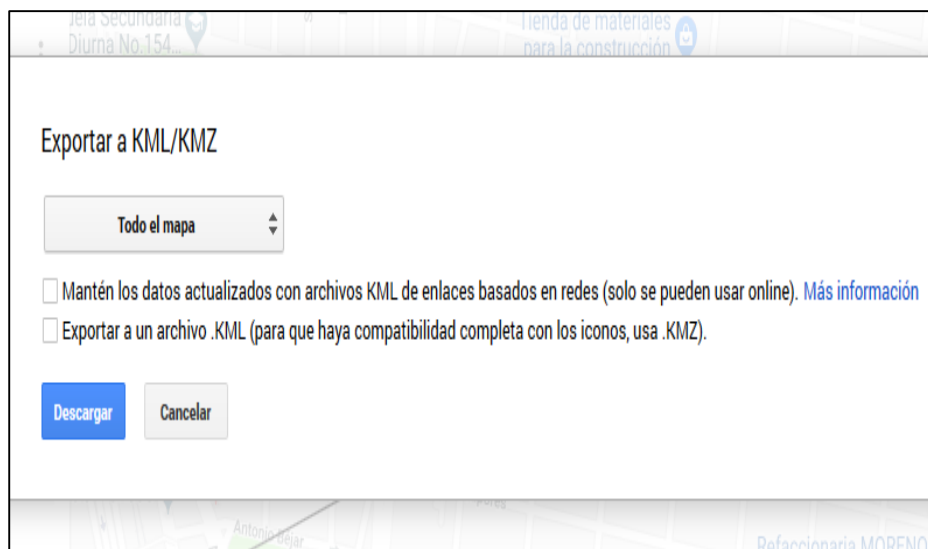
6.-Para seleccionar elementos en la capa se puede: dibujar línea, añadir marcador, añadir indicaciones o medir distancias o áreas. Por tanto, se tienen los iconos ubicados en la parte de abajo del buscador, para usar cualquiera de estas damos clic. Por ejemplo “se trazó una línea de ruta del ITTláhuac al CETRAM Tláhuac.



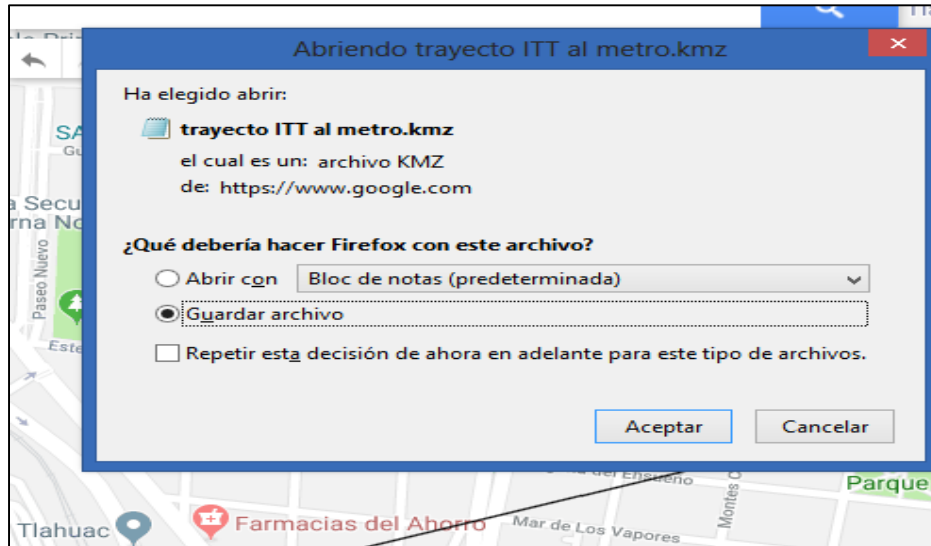
7.-Una vez realizada la manipulación del mapa respecto de lo que se desee obtener se puede exportar la información para que se a analizada mediante un software de SIG. En relación a lo anterior se deberá exportar la información en archivo con extensión .kml /.kmz. En la parte superior izquierda de la pantalla está la pestaña con la tabla de datos. Dar clic en los 3 puntos verticales, posteriormente se debe seleccionar la opción “Exportar a KML/KMZ”



8.- Al hacer clic en “exportar a .kml/.kmz” se abrirá una nueva pestaña donde se debe indicar cuál es el nombre de la capa que se desea exportar.



9.- Para finalizar la exportación de datos, se debe descargar el archivo. Una vez indicado el nombre de la capa, se abrirá una pestaña donde indica “Abriendo nombre de la capa”, por tanto, se debe dar clic en “Aceptar”, para que la información sea descargada o de lo contrario guardar el archivo en el equipo de cómputo donde se realice el trabajo.



## ANEXO III

### Procedimiento para importar datos desde una hoja de cálculo a una base de datos en SQL Server

Como primer paso se debe tener una tabla con filas y columnas en formato Excel con la siguiente extensión de archivo .xlsx. Ahora bien, es importante tener guardado el archivo en una carpeta determinada preferentemente en una carpeta propia del equipo donde se esté trabajando.

El siguiente paso es abrir Microsoft SQL Server 2008 Management Studio y conectar al servidor de base de datos del equipo, si no se logra conectar la base de datos, será necesario conectarla mediante la opción servicios del equipo de cómputo y conectar desde ese medio. Posteriormente en el explorador de objetos de SQL Server aparece la opción “Base de datos”, se debe dar clic con botón derecho del mouse para seleccionar “Nueva base de datos”.

Una vez que se seleccionó lo anterior, aparece una ventana nueva con el nombre “Nueva base de datos”, se debe colocar un nombre a la base de datos y posteriormente dar clic en aceptar, una vez hecho este procedimiento la nueva base de datos deberá parecer en el explorador de objetos.

El tercer paso será dar clic en el lado derecho del ratón sobre la nueva base de datos, en la opción tareas se debe seleccionar importar datos. Con esto, el software abrirá un asistente para importación y exportación de SQL Server, a lo cual se debe dar clic en el botón “Siguiente”, a continuación, es necesario incluir el origen de los datos, lo primero es seleccionar el origen de los datos para este caso será Microsoft Excel, consecutivamente se elige la ruta del archivo de Excel y la versión de Excel que se utilizó en la base de datos original, después dar clic en la opción “Siguiente”, el paso sucesivo es seleccionar un destino, el mismo software SQL Server predetermina como destino su propio servidor nativo, solo se debe seleccionar la base de datos donde se va a transferir la información, por este motivo, será necesario seleccionar la nueva base de datos que fue creada en el paso anterior, en seguida se debe dar clic en la opción “Siguiente”, Después se tiene que seleccionar la opción “Copiar los datos de una o varias tablas o vistas”, posteriormente dar clic en la opción “Siguiente”, para finalizar se deben elegir las tablas a exportar, lo anterior debido a que posiblemente el archivo de Excel puede contener más de una pestaña que incluya más de una tabla, después se debe dar clic en la opción “Siguiente” y por último aparece un resumen del asistente de importación describiendo lo que va a realizar a lo cual se debe dar clic en la opción “finalizar”.

Para comprobar que el procedimiento se realizó con éxito, se verifica si la base de datos que se ha exportado contiene la toda la información, se puede comprobar en el explorador de objetos si se logran visualizar todas las tablas de la nueva base de datos dando clic en el icono “+”. Como paso final se puede ejecutar una nueva consulta de la tabla y para que aparezcan todos los campos y valores será necesario ingresar el siguiente comando en lenguaje SQL “select \* from nombre de tabla”.

## ANEXO IV

### Marco geográfico (toponimia) de Tláhuac

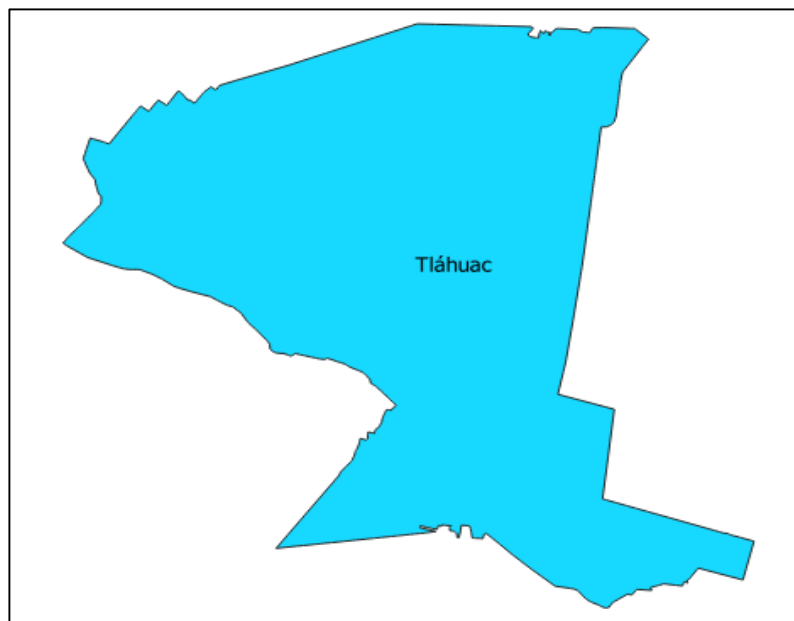
Es conveniente señalar que se han dado distintas versiones acerca del significado de la palabra Tláhuac; en el códice mendocino se representa un apantli (acequia-zanja por donde circula agua) en medio del cual emerge una vírgula (vara pequeña) invertida llamada cuitlatl, (excrescencia)

Sin embargo, el doctor Antonio Peñafiel, defiende que Cuitlatl no significa suciedad y que proviene de ahuatl es decir “que nace en las piedras de los lagos” y de acuitlapan cuitlapan, que, por los giros muy comunes del idioma, quedan convertidos en cuitláhuac, sinónimo de Cuitlahuacan, “lugar que tiene tecuitlatl” o “en el agua de tecuitlatl” que es una especie de ahuatli, moho que se cría o reproduce adherido a las piedras de los lagos.

Otra versión nos dice que Cuitláhuac es una palabra compuesta por los términos cuica y atlahuac. Cuica significa “cantar, gorgojar” Alauac por su parte quiere decir “dueño del agua, señor soberano” de atl y aua agua si se juntaran las palabras diría Cuicuatlahuac, Cuitlahua, siendo su significado “canta el dueño del agua o el señor soberano del agua canta”.

Es claro que Tláhuac es aféresis de la palabra Cuitláhuac. Esta palabra Cuitláhuac se deriva del náhuatl auitlauia que quiere decir “tener cuidado o estar a cargo de algo”, según el vocabulario de la lengua castellana y mexicana por el carácter del idioma mexicano, es presumible que la primera a de auitlauia se haya unido a la otra a de atl que significa agua. Hua, además indica posesión y la c es locativa, de modo que la traducción sería:

Debido a que Tláhuac es una versión corta de Cuitláhuac, cuyo significado es "*En el lugar de quien cuida el agua*"





## Reseña Histórica

Tláhuac se funda en el año 1222 D.C., cerca del centro del antiguo Lago de Xochimilco. Y sus primeros pobladores fueron los chichimecas. El código Chimalpopoca menciona que Cuauhtlotliutecutli, Ihitzin, Ticoatzin, Chalchiutzin, y Tlahuacan; fueron quienes fundaron sus pueblos donde existía la gran extensión acuática que formaba el lago de Chalco y Xochimilco, En esa época Tlahuac sufría de inundaciones, sin embargo, logró prosperar gracias al sistema de chinampas. Más tarde, en la conquista española vinieron tiempos de cambio, la evangelización de indígenas se llevó a cabo por la orden franciscana, quienes tiempo después, en 1554 cedieron el cargo a los frailes dominicos. Tláhuac, fue poblada varios siglos antes de nuestra era cristiana y que sus habitantes desarrollaron o compartieron una cultura similar con los demás grupos que en esa época vivieron en la cuenca de México hace cerca de 20 mil años.

De esa forma es posible apreciar cómo se nos presenta un gran compás de espera que dura poco más de unos mil años desde que el hombre dejó lo que ahora es Tláhuac, hasta que de él volvemos a tener noticias, ya bajo el nombre de Cuitlahuacas y conviviendo con los pueblos militaristas que se asentaron en la cuenca del Anáhuac. Toda la historia prehispánica de Tláhuac desde el ascenso de su primer gobernante Cohuatomatzin en el año 1262, hace referencia a un relativo aislamiento. Tláhuac sería entonces una isla lacustre que no pudo sustraerse a las acciones de guerra, al necesario pago de tributos, las alianzas con otros señoríos y a la astucia política necesaria para sobrevivir al enfrentarse a un imperio tan poderoso como el mexica. El señorío de los cuitlahuacas permaneció independiente hasta el siglo XIV cuando son conquistados por los tecpanecas de Azcapotzalco, pero más tarde los mexicas vuelven a conquistar Cuitláhuac. Los españoles en su rumbo a la capital azteca pudieron admirar al cruzar entre los volcanes el gran lago en donde destacaba como una esmeralda la isla de Cuitláhuac bella antesala de la deslumbrante México Tenochtitlan.

La idea de chinampa seduce y hasta parece innovadora como la forma de cultivo que una cultura logró desarrollar en la cuenca de Anáhuac, pues la actividad económica de los pobladores de Cuitláhuac y Mixquic fue esencialmente la agricultura y la pesca; gracias a la benevolencia del dios Mixcoatl se obtenían los productos de la caza que, junto con los derivados del agua y de la tierra, eran llevados hasta la ciudad de Tenochtitlan.

En el año 1786, Tláhuac pertenecía al corregimiento de Chalco, que a su vez se encontraba bajo la jurisdicción de la ahora Ciudad de México, En 1857 Tláhuac se ubicaba en la prefectura de Xochimilco, en 1895 Porfirio Díaz cedió el permiso a Iñigo Noriega para desecar definitivamente el Lago de Chalco, en esta misma época se hizo un camino de Chalco a Tláhuac para construir la vía de ferrocarril que pasaría a mitad del pueblo de Tláhuac, pasando por Santa Catarina, la estación Zavaleta, San Rafael Atlautla y Ozumba.

En el período de la independencia Tláhuac formaba parte del Estado de México; sin embargo, en 1854 se incorporó a la prefectura de Xochimilco al igual que Mixquic. En 1857 estaban comprendidas las municipalidades de Tláhuac, Mixquic y San Francisco Tlaltenco, dentro de la prefectura de Xochimilco.

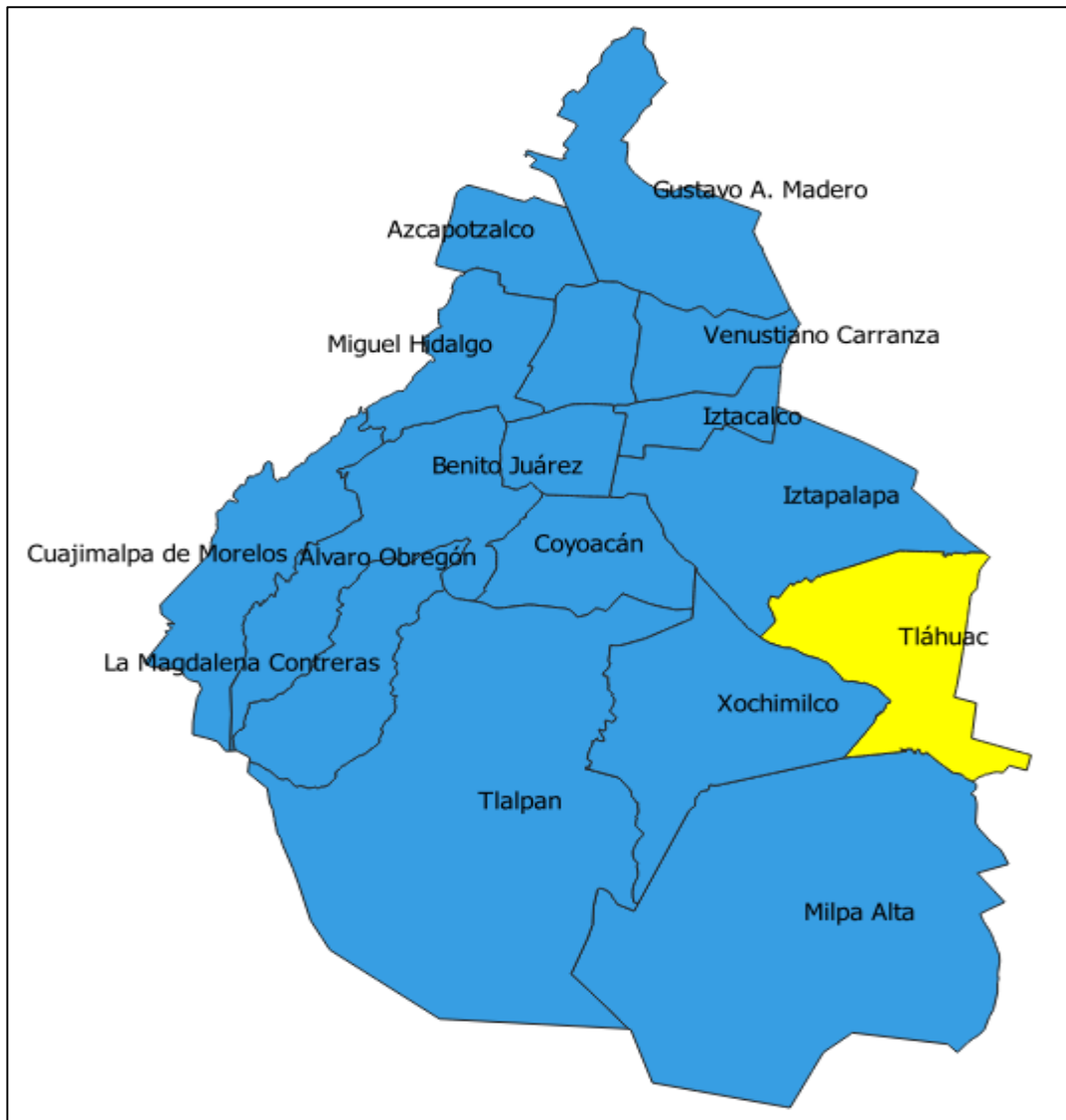
El 26 de marzo de 1903 el gobierno porfirista expidió la Ley de Organización Política y Municipal del Distrito Federal (hoy Ciudad de México) que suprimió la municipalidad de Tláhuac. Una vez superada la fase militar de la Revolución, los pueblos de la zona solicitaron que se reestableciera el Ayuntamiento.

El 5 de febrero de 1924 gracias al apoyo de Severino Ceniceros, el Congreso decretó la segregación de Tláhuac de la municipalidad de Xochimilco y reestableció el Ayuntamiento. A finales de 1928 se constituyó oficialmente como Delegación la cual estuvo gobernada por Crecencio Ríos.

El esplendor de Cuitlahuac o Tláhuac se basó fundamentalmente en las condiciones de su original paisaje, el cual se encontraba en el centro de un lago de agua salobre. En estos lagos, fueron igual que los pantanos transformados en losas de tierra plana cultivadas, que se encontraban separadas por canales navegables denominados " las chinampas ". Las chinampas como islotes hechos artificialmente en ciénegas y lagos de poco fondo, con plantas acuáticas y lodo, que por medio de estacas de sauce se mantenían fijas en un lugar. Los cultivos eran: el maíz, frijol, chile, tomate, calabaza, chia y flores, entre otros. El esquema urbano de Cuitláhuac se deriva del trazo del dique-calzada que cruzaba la ciudad y de la localización del centro ceremonial, que coincide con el sitio de la iglesia conventual.

### **Localización**

La Alcaldía Tláhuac se localiza al sureste de la Ciudad de México, a 60 kilómetros del Zócalo capitalino colindando al norte y noreste con la Alcaldía de Iztapalapa, al oriente con el municipio Valle de Chalco Solidaridad del Estado de México, al poniente con la Alcaldía de Xochimilco y al sur con la Alcaldía de Milpa Alta. geográficamente está situada entre los paralelos 19° 20' y 19° 12' de latitud norte, y los meridianos 98° 56' y 99° 04' de longitud Oeste.



### **Extensión**

La Alcaldía de Tláhuac tiene una superficie de 85.91 hectáreas; que corresponden al 5.75% del total de la Ciudad de México y el quinto lugar entre las cuales el 39.1% es de superficie urbana, con 2,860 ha y el 60.9% es de zona de conservación ecológica con 5,674 has. Dentro de esta cifra, 4,030 has son de uso agropecuario y el resto corresponde a la zona inundable de la ciénega.

### **Orografía**

La Alcaldía de Tláhuac se localiza en la Cuenca del Valle de México, la región fisiográfica de la Altiplanicie Mexicana, dentro del eje neo volcánico transmexicano. Esta cordillera volcánica es una estructura de 20 a 70 kms. de ancho y 900 kms. de largo.

Hacia el norte se encuentra la Sierra de Santa Catarina, la cual está constituida por un grupo de cineritos, las rocas que predominan son basaltos y andesitas. Hacia el sur se encuentra el volcán Tehuitli con altura de 2,700 msnm.

## **Hidrografía**

Dentro de su territorio fluyen cuatro canales, el de Chalco, el Guadalupano, el Atecuayac y el Amecameca, siendo los dos primeros importantes para la zona de chinampera de la Delegación y un atractivo de tipo turístico. Adicionalmente existen otros canales más pequeños que configuran el sistema de riego de la zona agrícola. En la colindancia con San Miguel Xico, en el Estado de México se encuentra una zona de inundación permanente llamada ciniéga de Tláhuac que representa una importante reserva ecológica; Además cuenta con un Lago Artificial en el Bosque de Tláhuac.

## **Clima**

El clima predominante en la Alcaldía de Tláhuac es templado subhúmedo, con una temperatura media anual de 15.7°, una mínima promedio de 8.3° y una máxima de 22.8°. Su precipitación pluvial promedio es de 533.8 mm; con un mínimo de 365.9° mm. registrado en 1982 y un máximo registrado de 728.7 mm. (1992), siendo los meses de junio y agosto en donde se registran las mayores precipitaciones pluviales.

## **Principales ecosistemas**

La flora de la región corresponde al tipo de vegetación de pradera; existen muy pocas zonas boscosas consideradas en el estrato arbóreo y se detectan extensas áreas de cultivos permanentes, especialmente las zonas este y sur, donde se cultivan de forma cíclica: maíz, espinacas, romeritos y acelgas, y en forma perenne: alfalfa, peral, higo, y nogal. Otra vegetación importante es la acuática encontrándose lirio acuático, chichicaste y ninfa.

La fauna ha tenido serios cambios en el transcurso del tiempo al verse transformado su medio natural por causa de la presencia del hombre. En la Sierra de Santa Catarina se han encontrado ejemplares de tejón, cacomiztle y murciélagos, En la poblaciones, ranchos y rancherías existe el ratón casero, la rata noruega y el tlacuache; de las aves, la más común es el tordo.

## **Recursos naturales**

Por ser Tláhuac una zona lacustre con material volcánico acumulado que se intemperizó con la presencia de agua, disolviendo materiales, dio como resultado suelos y aguas salinas, es rico en materia orgánica con manchones de sal en la superficie, textura de migajón arenosa, alta porosidad y reacción alcalina.

## **Características y uso de suelo**

La Alcaldía de Tláhuac tiene una superficie total de 8,534.62 hectáreas, está conformada en su mayor parte por suelo de conservación, representando el 66.49% del total de la superficie, en tanto que el suelo urbano ocupa el 33.50%. Dentro del suelo de conservación el 61.32% es de uso agropecuario; el 4.55% es de pastizal y tan solo un 0.62% de bosque. Para el urbano, el habitacional es el predominante con el 26.50% y con menor porcentaje el mixto: 4%; el de equipamiento: 2% y en áreas verdes: 1%.

La región se caracteriza por ser una zona de transición que va de lo rural a lo urbano. Colinda con una Alcaldía completamente urbanizada como Iztapalapa y otra totalmente rural como Milpa Alta. La tendencia de crecimiento poblacional con respecto a la Ciudad de México ubica como una Alcaldía receptora del crecimiento de la ciudad, producto de la expulsión poblacional en las demarcaciones centrales; por la escasa oferta de suelo y por el relativo bajo costo del suelo en Tláhuac.