

UACM

Universidad Autónoma
de la Ciudad de México

Nada humano me es ajeno

COLEGIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO

Estudio de movilidad para un polígono del Pueblo de San Lorenzo Tezonco e inmediaciones

TRABAJO RECEPCIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADA EN
INGENIERÍA EN SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO

PRESENTA:

Adriana Avalos Hernández

Director del trabajo recepcional
Mtro. Raúl Soto Peredo

México D.F. Mayo de 2015

SISTEMA BIBLIOTECARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO COORDINACIÓN ACADÉMICA

RESTRICCIONES DE USO PARA LAS TESIS DIGITALES

DERECHOS RESERVADOS[©]

La presente obra y cada uno de sus elementos está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor; por la Ley de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, así como lo dispuesto por el Estatuto General Orgánico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México; del mismo modo por lo establecido en el Acuerdo por el cual se aprueba la Norma mediante la que se Modifican, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones del Estatuto Orgánico de la Universidad de la Ciudad de México, aprobado por el Consejo de Gobierno el 29 de enero de 2002, con el objeto de definir las atribuciones de las diferentes unidades que forman la estructura de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México como organismo público autónomo y lo establecido en el Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Por lo que el uso de su contenido, así como cada una de las partes que lo integran y que están bajo la tutela de la Ley Federal de Derecho de Autor, obliga a quien haga uso de la presente obra a considerar que solo lo realizará si es para fines educativos, académicos, de investigación o informativos y se compromete a citar esta fuente, así como a su autor ó autores. Por lo tanto, queda prohibida su reproducción total o parcial y cualquier uso diferente a los ya mencionados, los cuales serán reclamados por el titular de los derechos y sancionados conforme a la legislación aplicable.

*“La enseñanza que deja huella no es la que se hace
de cabeza a cabeza, si no de corazón a corazón”*

–Howard G. Hendriks

Agradecimientos Generales

La elaboración de este trabajo recepcional es resultado del proyecto de investigación denominado "Sistema de Información y Gestión para la Seguridad Vial y la Movilidad Urbana Sustentable (SIGSVYMU)" con número de convenio UACM/OAG/ADI/021/2011 auspiciado por el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal, ICyTDF (actualmente Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación).

La edición y publicación de este trabajo recepcional se debe al apoyo de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México mediante la Coordinación de Servicios Estudiantiles gracias al número de convenio UACM-CSE-ITR/40/2015 del Comité de Becas.

Agradecimientos Personales

Agradezco a mi familia, en especial a mis padres Alberto y Romualda que con dedicación me permitieron concluir mis estudios universitarios aún teniendo más hijos en la universidad. A mi hermano Alberto que me ayudó en la manutención de mis gastos, a mi hermana Liliana que fue mi compañera de desvelos, a mi hermanito Alfredo que finalmente me alcanzó en este camino hacia un título universitario y a mi hermana Rosa Isela quien con su ejemplo me motivó a continuar hasta el final.

Agradezco a todos mis compañeros por darme el soporte que consideraba necesario para permanecer, por hacerme compañía y a veces fomentar la competencia sana. Agradezco especialmente a mis amigas Christian y Teresa con quienes forjé una espléndida alianza útil para el compañerismo y los estudios así como a un muy especial compañero de aventuras, al Mtro. Alfonso Santiago Téllez, quien me contagió el ímpetu por la superación personal, escolar y laboral, apoyándome en los momentos claves de cambios y alteraciones, quien a pesar ellos se supo adaptar.

Agradezco a mis profesores, quienes demostraron que además de darnos clases, eran personas con gran calidad humana que conocían el método para guiar con sus enseñanzas tanto en aula como en la vida cotidiana a sus alumnos, agradezco a todos ellos por enseñarme y dejarme un poco de su esencia, desde mis profesores del Ciclo de Integración, hasta los del Ciclo Superior, primordialmente al Mtro. Raúl Soto Peredo por dirigir mi trabajo recepcional, asesorarme en mis materias e invitarme a participar en sus proyectos; al Mtro. Francisco Gerardo Alvarado Arias por ser mi tutor a mi llegada al ciclo superior y empaparme con su visión de la ingeniería; al Mtro. Leonardo López Ruiz por enseñarme su afición por la cartografía y, de manera especial al Dr. Benito Sánchez Lara quien a pesar de ya no pertenecer a la universidad se mantiene al tanto de mi avance y me impulsa a seguir estudiando.

Finalmente agradezco a la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, pues aunque transité por tres de sus planteles, siempre me dio cobijo en sus aulas sin que dejaran de existir opciones disponibles para continuar.

Índice General

Índice de Tablas.....	7
Índice de Gráficas.....	7
Índice de Figuras.....	8
I. Introducción.....	11
II. Objetivos.....	14
1. Marco Teórico	
1.1 Morfología de las Redes de Transporte.....	16
1.2 Sistemas de Información Geográfica.....	22
1.3 Definición de Accesibilidad.....	22
1.4 Definición de Movilidad.....	23
2. Definición del área de estudio y variables	
2.1 Aspectos generales de la Ciudad de México.....	25
2.2 Selección del área de estudio.....	28
2.3 Descripción del área de estudio.....	30
2.3.1 Descripción de los principales corredores.....	31
2.3.2 Servicios de transporte.....	32
2.3.3 Usos de suelo.....	39
2.3.4 Población en la zona de estudio.....	41
2.3.5 Principales servicios de la zona	43
3. Captura, homologación y comprobación de la información	
3.1 Captura de la información.....	49
3.1.1 Aspectos geográficos.....	50
3.1.2 Aspectos económicos.....	51
3.2 Homologación y comprobación de la información.....	54
4. Generación del modelo	
4.1 Variables de accesibilidad y movilidad.....	61
4.1.1 Medición de las variables.....	64
4.2 Medidas de los indicadores de accesibilidad.....	66
4.3 Construcción del modelo de utilidad aplicado a movilidad.....	68
4.3.1 Modelo de Utilidad del viaje encaminados a movilidad.....	68
4.3.2 Equilibrio en las Redes de Transporte.....	69
4.3.2.1 Función de la demanda.....	71

	4.3.2.2 Función del desempeño.....	71
	4.3.2.3 Equilibrio en Redes de Transporte Urbano.....	72
	4.3.3 Función de Utilidad.....	74
	4.4 Modelo Base de Accesibilidad.....	77
5.	Pruebas y calibración del modelo	
5.1	Explicación de los mapas de accesibilidad.....	81
5.2	Modelación de la accesibilidad con vialidades libres.....	84
	5.2.1 Servicios de salud.....	84
	5.2.2 Servicios educativos.....	88
	5.2.3 Equipamiento.....	94
	5.2.4 Comercio.....	102
	5.2.5 Servicios generales.....	107
	5.2.6 Industrias.....	110
5.3	Modelación de la accesibilidad de vialidades con bloqueos.....	111
	5.3.1 Servicios de Salud.....	113
	5.3.2 Servicios educativos.....	117
	5.3.3 Equipamiento.....	123
	5.3.4 Comercio.....	131
	5.3.5 Servicios generales.....	136
	5.3.6 Industrias.....	139
5.4	Identificación del problema de accesibilidad por grupos de servicio.....	140
	5.4.1 Salud.....	141
	5.4.2 Educación.....	143
	5.4.3 Equipamiento.....	145
	5.4.4 Comercio.....	147
	5.4.5 Servicios.....	149
	5.4.6 Industrias.....	151
III.	Conclusiones.....	153
IV.	Recomendaciones.....	158
V.	Bibliografía.....	164

Índice de Tablas

Tabla 1. Ventajas y desventajas de las topologías de las redes.....	21
Tabla 2. Categorías de servicios para la Geodatabase del estudio.....	53
Tabla 3. Contenido sugerido para el análisis de oferta y demanda de la movilidad y su sostenibilidad.....	63
Tabla 4. Factores sociodemográficos para la elección de un lugar para habitar.....	65
Tabla 5. Variables urbanas y valoración.....	65
Tabla 6. Variables y sus ponderaciones.....	75

Índice de Gráficas

Gráfica 1. Demanda 2013, estaciones del STC Metro en la zona de estudio....	34
Gráfica 2. Equilibrio de la Oferta y la Demanda.....	70
Gráfica 3. Equilibrio entre la Demanda y el Desempeño en un ejemplo de una estación de servicio.....	72
Gráfica 4. Función de desempeño Origen- Destino.....	74

Índice de figuras

Figura 1. Red en corredor, Creel, Chihuahua.....	17
Figura 2. Red en circuito, Ciudad de México.....	18
Figura 3. Red radial, Ciudad de México.....	18
Figura 4. Red con topología de árbol, Guadalajara, Jalisco.....	19
Figura 5. Red reticular, Tláhuac, Ciudad de México.....	20
Figura 6. Red híbrida, Morelia, Michoacán.....	20
Figura 7. División política del Distrito Federal.....	25
Figura 8. Área de estudio en el DF.....	29
Figura 9. Límites de la zona de estudio.....	30
Figura 10. Colonias en el polígono de estudio.....	31
Figura 11. Vialidades de la zona de estudio.....	32
Figura 12. Estaciones del STC Metro.....	33
Figura 13. RTP en la zona de estudio.....	36
Figura 14. Rutas de microbuses y autobuses.....	38
Figura 15. Uso de suelo en el polígono de estudio, Delegación Tláhuac.....	39
Figura 16. Uso de suelo en el polígono de estudio, Delegación Iztapalapa.....	40
Figura 17. Población en la zona de estudio en cada AGEB.....	42
Figura 18. Hospital de especialidades Belisario Domínguez.....	43
Figura 19. IEMS, plantel Benito Juárez.....	44
Figura 20. Universidad Autónoma de la ciudad de México, plantel San Lorenzo Tezonco.....	45
Figura 21. Reclusorio Preventivo Oriente.....	46
Figura 22. Sanatorio Psiquiátrico del Carmen.....	47
Figura 23. Ejemplo de Clave de Manzana.....	55
Figura 24. Calles con bloqueos en el polígono de estudio.....	56
Figura 25. Clasificación de los indicadores de accesibilidad.....	67
Figura 26. Área de servicio para Clínicas Familiares sin bloqueos.....	84
Figura 27. Área de Servicio para Clínicas Regionales sin bloqueos.....	85
Figura 28. Área de Servicio para Hospitales Generales sin bloqueos.....	86
Figura 29. Área de Servicio para Hospitales de Especialidades sin bloqueos.....	87
Figura 30. Área de Servicio para escuelas Preescolares sin bloqueos.....	88
Figura 31. Área de Servicio para escuelas Primarias sin bloqueos.....	89
Figura 32. Área de Servicio para escuelas Secundarias sin bloqueos.....	90

Figura 33. Área de Servicio para escuelas de nivel Medio Superior sin bloqueos.....	91
Figura 34. Área de Servicio para escuelas de nivel Superior sin bloqueos.....	92
Figura 35. Área de Servicio para Bibliotecas sin bloqueos.....	93
Figura 36. Área de Servicio para Mercados sin bloqueos.....	94
Figura 37. Área de Servicio para Manejo de Residuos sin bloqueos.....	95
Figura 38. Área de Servicio para Cementerios sin bloqueos.....	96
Figura 39. Área de Servicio para servicios de Vigilancia sin bloqueos.....	97
Figura 40. Área de Servicio para Gasolineras sin bloqueos.....	98
Figura 41. Área de Servicio para Servicios Automotrices sin bloqueos.....	99
Figura 42. Área de Servicio para Servicio Postal Mexicano sin bloqueos.....	100
Figura 43. Área de Servicio para Bancos sin bloqueos.....	101
Figura 44. Área de Servicio para Tiendas de Conveniencia sin bloqueos.....	102
Figura 45. Área de Servicio para Abarrotes, Bebidas y Alimentos sin bloqueos.....	103
Figura 46. Área de Servicio para Farmacia, Perfumería y Línea Blanca sin bloqueos.....	104
Figura 47. Área de Servicio para Materias Primas sin bloqueos.....	105
Figura 48. Área de Servicio para Restaurantes sin bloqueos.....	106
Figura 49. Área de Servicio para Administración Pública sin bloqueos.....	107
Figura 50. Área de Servicio para Hoteles sin bloqueos.....	108
Figura 51. Área de Servicio para Iglesias sin bloqueos.....	109
Figura 52. Área de Servicio para Industrias sin bloqueos.....	110
Figura 53. Bloqueos más representativos en la zona de estudio.....	111
Figura 54. Área de Servicio para Clínicas Familiares con bloqueos.....	113
Figura 55. Área de Servicio para Clínicas Regionales con bloqueos.....	114
Figura 56. Área de Servicio para Hospitales Generales con bloqueos.....	115
Figura 57. Área de Servicio para Hospitales de Especialidades con bloqueos.....	116
Figura 58. Área de Servicio para escuelas Preescolares con Bloqueos.....	117
Figura 59. Área de Servicio para escuelas Primarias con bloqueos.....	118
Figura 60. Área de Servicio para escuelas Secundarias con bloqueos.....	119
Figura 61. Área de Servicio para escuelas de Nivel Medio Superior con bloqueos.....	120

Figura 62. Área de Servicio para escuelas de Nivel Superior con bloqueos.....	121
Figura 63. Área de Servicio para Bibliotecas con Bloqueos.....	122
Figura 64. Área de Servicio para Mercados con Bloqueos.....	123
Figura 65. Área de Servicio para Manejo de Residuos con bloqueos.....	124
Figura 66. Área de Servicio para Cementerios con Bloqueos.....	125
Figura 67. Área de Servicio para Vigilancia con Bloqueos.....	126
Figura 68. Área de Servicio para Gasolineras con Bloqueos.....	127
Figura 69. Área de Servicio para Servicios para Automotores con bloqueos.....	128
Figura 70. Área de Servicio para Servicio Postal Mexicano con Bloqueos.....	129
Figura 71. Área de Servicio para Bancos con Bloqueos.....	130
Figura 72. Área de Servicio para Tiendas de Conveniencia con bloqueos.....	131
Figura 73. Área de Servicio para Abarrotes, Bebidas y Alimentos con Bloqueos.....	132
Figura 74. Área de Servicio para Farmacia, Perfumería y Línea Blanca con bloqueos.....	133
Figura 75. Área de Servicio para Materias Primas con bloqueos.....	134
Figura 76. Área de Servicio para Restaurantes con Bloqueos.....	135
Figura 77. Área de Servicio para Administración Pública con Bloqueos.....	136
Figura 78. Área de Servicio para Hoteles con Bloqueos.....	137
Figura 79. Área de Servicio para Iglesias con Bloqueos.....	138
Figura 80. Área de Servicio para Industrias con Bloqueos.....	139
Figura 81. Área de Servicio para Salud sin bloqueos.....	141
Figura 82. Área de Servicio para Salud con bloqueos.....	142
Figura 83. Área de Servicio para Educación sin bloqueos.....	143
Figura 84. Área de Servicio para Educación con bloqueos.....	144
Figura 85. Área de Servicio para Equipamiento sin bloqueos.....	145
Figura 86. Área de Servicio para Equipamiento con bloqueos.....	146
Figura 87. Área de Servicio para Comercio sin bloqueos.....	147
Figura 88. Área de Servicio para Comercio con bloqueos.....	148
Figura 89. Área de Servicio para Servicios Generales sin bloqueos.....	149
Figura 90. Área de Servicio para Servicios Generales con bloques.....	150
Figura 91. Área de servicio para Industrias sin bloqueos.....	151
Figura 92. Área de servicio para Industrias con bloqueos.....	152

I. Introducción

La Ciudad de México está caracterizada por fenómenos sociales, culturales e históricos diversos que resulta interesante su estudio. En el pasado, la necesidad de florecimiento de los pueblos coloniales obligó a que las comunidades trazaran caminos entre ellas para relacionarse comercialmente, al paso del tiempo, dichos caminos fueron adecuándose a la demanda de viviendas para la constante llegada de familias nuevas, la mancha urbana creció hasta llegar a los casi 22 millones de habitantes y algunas vialidades que existían desde que los pueblos se asentaron, permanecen hasta este momento de la historia, hecho que afecta la movilidad, pues no están diseñadas para los flujos vehiculares actuales, ni para los vehículos de carga que abastecen a diario la ciudad.

Dicha diversidad es mayormente evidenciada cuando por un lado se cuenta con una red vial que conecta los extremos (mediante ejes viales) y, por otro, dicha disposición genera que los extremos de la urbe sean utilizados como ciudades dormitorio, carentes de servicios. La necesidad que los habitantes tienen de servicios en general, ya sea empleos o esparcimiento, provoca desplazamientos cada vez más costosos en tiempo y en recursos monetarios, lo que genera una disminución de la accesibilidad y un decremento proporcional en la calidad de vida de sus habitantes.

La planeación de la movilidad debe ir enfocada al aumento de las condiciones de habitabilidad de una zona, en la Ciudad de México la población ya se encuentra establecida, cuando esto sucede, es necesario generar políticas públicas y de análisis de la situación actual de una zona en específico. El presente trabajo está orientado a investigar la movilidad que tienen los vehículos motorizados particulares en un polígono del oriente de la Ciudad situado entre las delegaciones Iztapalapa y Tláhuac bajo condiciones idealizadas. Éste reúne fenómenos urbanos dignos de observarse, entre ellos un accidente geográfico, un servicio de transporte masivo (que se encontraba operando a la fecha de la recopilación de la información), la combinación de usos de suelo industriales, habitacionales y de cultivo insertos en un área con alta densidad poblacional, así como la presencia del plantel San Lorenzo Tezonco de esta casa de estudios.

La movilidad está relacionada con la topología de las redes viales de las ciudades, pues es bien aceptado que una red con forma de malla genera una mayor interconexión entre los puntos importantes de un poblado, pero también es posible lograrlo con redes polares como se verá en el primer capítulo del presente trabajo, con ello se pretende tener una idea clara de las características que dotan al área de estudio; para lograr una mejor comprensión de la movilidad es necesario conocer algunas de las particularidades de la zona de estudio como usos de suelo, principales servicios de la zona, rutas de transporte, entre otras cualidades que se tratan en el capítulo dos.

Debido a que el tema que se investiga en este trabajo se desprendió del proyecto auspiciado por el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal llamado "Sistema de Gestión para la Seguridad Vial y la Movilidad Urbana Sustentable", la parte tres tiene como contenido la metodología que se siguió para conseguir la información necesaria para todo el proyecto, consistente en el tratamiento de los datos, de la misma manera se explica en qué radicó su comprobación y captura final al sistema para ingresar los datos a un *software* especializado (ArcGIS 10) en el tratamiento de datos cartográficos para elaborar mapas de movilidad necesarios para conocer el problema de accesibilidad en la zona de estudio, ya que por medio de ellos es posible representar infraestructuras, ríos, lagos, vegetación o características de la población que se desee destacar.

Los modelos de accesibilidad y movilidad toman en consideración la información disponible y arrojan valores con los que se puede establecer qué tan buena o mala es la movilidad en una zona, otra de sus funciones es analizar variables para observar su comportamiento, con la intención de plasmar la conducta de los usuarios de transporte, buscando que simule la realidad lo más cercanamente posible. La calidad de la información disponible que se logró conseguir para los datos de este estudio provocó que se adecuara el modelo a estas variables y con ello se buscó obtener la mejor representación de la realidad que se especifica en el capítulo cuatro. Asimismo, se definen las variables que se han considerado como las más importantes para el estudio y se detalla la razón de tal consideración.

Los mapas generados para conocer la movilidad (del capítulo cinco) buscan trazar escenarios y observar el comportamiento de la accesibilidad en la zona de estudio; para el presente análisis, éstos fueron llevados a cabo utilizando dos contextos determinados simulando el tiempo de acceso a los servicios (estimándolo por medio de las velocidades máximas de las vialidades en vehículos particulares motorizados) y este se almacenó previamente para obtener mapas que identificaran claramente polígonos temporales que proporcionaran un detalle de la percepción de la movilidad.

Como punto final, los mapas de movilidad sirven para hacer un análisis dependiendo de la información que se le proporcione al software, es en este sentido que surge la sección de las recomendaciones, donde se sugiere utilizar datos actualizados y condiciones no idealizadas para obtener detalles más específicos.

II. Objetivos

Objetivo General:

Estudiar la movilidad considerando un vehículo particular motorizado en un polígono del Pueblo de San Lorenzo Tezonco bajo condiciones de operaciones idealizadas y generar escenarios básicos de movilidad.

Objetivos particulares:

- Identificar, geolocalizar y caracterizar la zona de estudio por medio de servicios (de orden social, cultural, económico e infraestructura) que sean considerados como generadores o atractores de viajes.
- Generar escenarios base de movilidad con condiciones idealizadas por tipo de servicio ubicado en la zona de estudio.
- Generar escenarios idealizados de movilidad por tipo de servicio considerando bloqueos en la zona de estudio.
- Analizar los escenarios generados e identificar las áreas características con conflictos de movilidad.

Capítulo 1. Marco teórico

En la actualidad, los sistemas de transporte, así como sus componentes, se conciben como un elemento configurador del urbanismo y de las necesidades socioeconómicas de cada comunidad. Bajo el enfoque sistémico, el estudio de los sistemas de transporte contempla cuatro componentes primordiales (Sussman, como se citó en Sánchez, 2004), éstos son: 1) las vías que son los recursos fijos que definen rutas factibles de viaje y proveen la infraestructura que utilizan los vehículos; 2) las terminales que son los puntos existentes en las vías para establecer conexiones entre ellas, además permiten las entradas y salidas del sistema; 3) los sistemas de control, que se encargan de regular mediante normas, reglamentos y políticas los movimientos y trayectorias en los sistemas de transporte; finalmente 4) los vehículos que son los recursos móviles del transporte.

Joseph Sussman, en "Introducción a los Sistemas de Transporte" (2000), plantea que los elementos de los sistemas de transporte pueden ser abordados desde una perspectiva interna quedando compuestos por 1) infraestructuras integradas por redes de transporte como carreteras y vialidades, las terminales y las estaciones; 2) los vehículos existen en casi todos los sistemas, excepto en las tuberías los hay de propulsión y sin propulsión; 3) el equipamiento se refiere regularmente a las maquinarias que operan para facilitar las actividades del transporte, pero que no realizan el transporte como tal; 4) los sistemas de potencia son aquellos que impulsan a los vehículos, como los motores de combustión interna y motores diesel, entre otros; 5) el combustible es la energía que hace posible el movimiento en los vehículos, ya sean hidrocarburos, energía eléctrica, solar y hasta la de propulsión humana.

Por otro lado, siguiendo el planteamiento de Sussman, un enfoque externo de los sistemas de transporte señala siete elementos: 1) gobierno, la función primordial es regularizar para (evitar disfunciones de los sistemas, como los monopolios); 2) la competencia, no solo se debe considerar la directa sino la indirecta, la cual reduce la necesidad de transportarse (como el internet y los sistemas de telecomunicaciones); 3) los elementos financieros o esquemas de financiamiento para las empresas de transporte son importantes ya que sin ellos muchas veces no es posible la puesta en marcha de los proyectos; 4) los

proveedores industriales son aquellos dedicados a proporcionar suministros, ya sean empresas ensambladoras, de energía, llanteras o de seguridad; 5) los stakeholders son todos aquellos involucrados en los impactos ambientales, el desarrollo tecnológico y en todas aquellas externalidades resultado del desarrollo urbano provocado por el transporte; 6) la sociedad es primordial en el transporte, ya que existe una relación bidireccional en la que el desarrollo económico, la calidad de vida y la defensa nacional se ven afectados por el transporte y viceversa ya que son temas de interés público en general; 7) para finalizar, el elemento más importante del sistema es el cliente o usuario quien es el consumidor final de los servicios de transporte.

1.1 Morfología de las redes de transporte

La morfología de redes de transporte, a veces llamada morfología urbana, tiene un enfoque de redes. Una explicación sencilla es la que hace el Dr. Luis Chías Becerril (2008), donde menciona que una red de transporte es un sistema de arcos y nodos, interconectados que permiten la circulación de flujos de energía, agua, alimentos, enfermedades y por supuesto, personas y mercancías, donde los arcos son los elementos por los cuales fluyen los recursos y los nodos los sitios que conectan a los arcos. La morfología de redes se deriva del estudio de las redes de transporte y en conjunto con las actividades económicas, los usos de suelo, la infraestructura y las necesidades de la población definen la forma de las ciudades, en este sentido, la importancia de la relación entre tales elementos es fundamental de acuerdo con la siguiente definición:

“(...) existe una estrecha relación entre los modelos espaciales, modelos urbanos y territoriales (...) pues una aglomeración, donde las zonas residenciales están alejadas de las zonas de empleo, experimentará desplazamientos pendulares diarios y masivos, entre unas y otras, o que una ciudad confinada en un escaso perímetro tendrá longitudes medias de viaje inferiores a las de las ciudades que se desarrollan de forma dispersa o difusa en ámbitos territoriales amplios (...)” (Pozueta, 2000, p. 30)

La estructura del territorio de una ciudad tiene un fuerte vínculo con las necesidades socioeconómicas de cada ciudad, El Dr. Luis Chías Becerril, señala en “Análisis espacial de las redes de transporte, empleando Sistemas de

Información Geográfica" (Becerril y Reséndiz, 2008) a las siguientes estructuras como las más importantes:

Las redes lineales o de corredor son aquellas que están entrelazadas por un eje principal; no existe conexión entre los nodos, este tipo de red vial se presenta comúnmente en países subdesarrollados en los que las vías son objetos de desarrollo aislados, o en los que tal corredor es la única fuente de trabajo de

la comunidad, tal es el caso el pueblo de Creel, en Chihuahua (Figura 1).

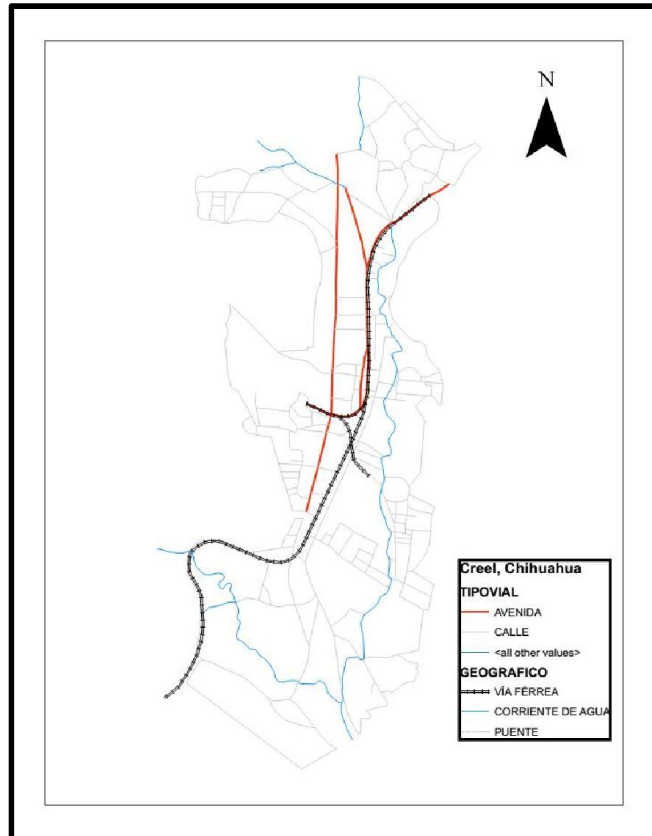


Figura 1. Red en corredor. Creel, Chihuahua. Elaboración propia, 2013

Las redes de anillo o en circuito, se presenta en las redes en las que todos los nodos están conectados entre sí a manera de aro o circunferencia, de tal forma que, si alguno de ellos rompe su conexión se interrumpe la comunicación entre los demás. Por la dificultad del flujo de la información, este tipo de sistemas solo existe en vialidades, como el Anillo Periférico o el propio Circuito Interior en la Ciudad de México.

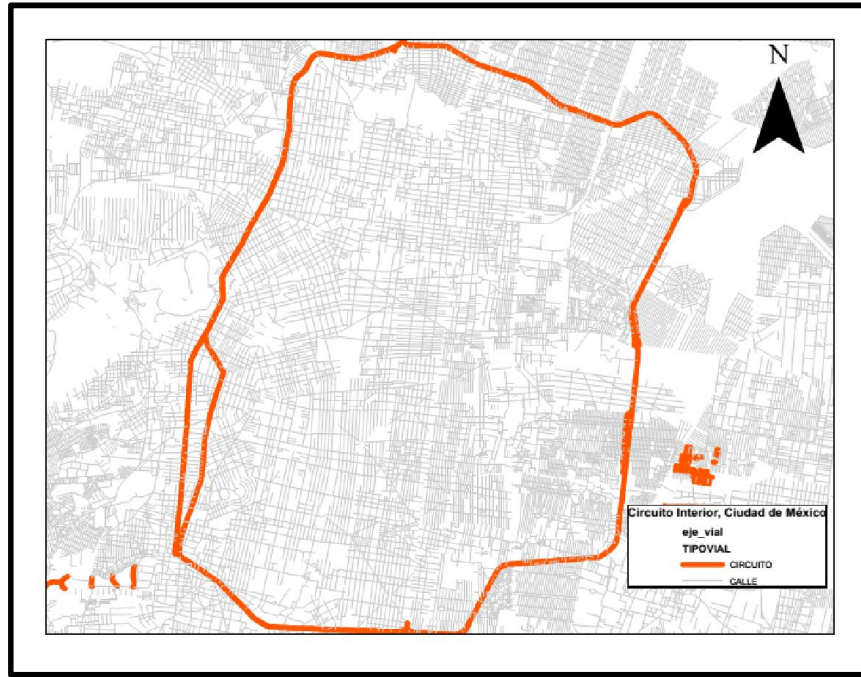


Figura 2. Red en circuito, Ciudad de México. Elaboración propia, 2013

Las redes de estrella, radiales o polares, son aquellas que tienen un grupo de nodos que se comunican con uno central. En este tipo de configuración, si

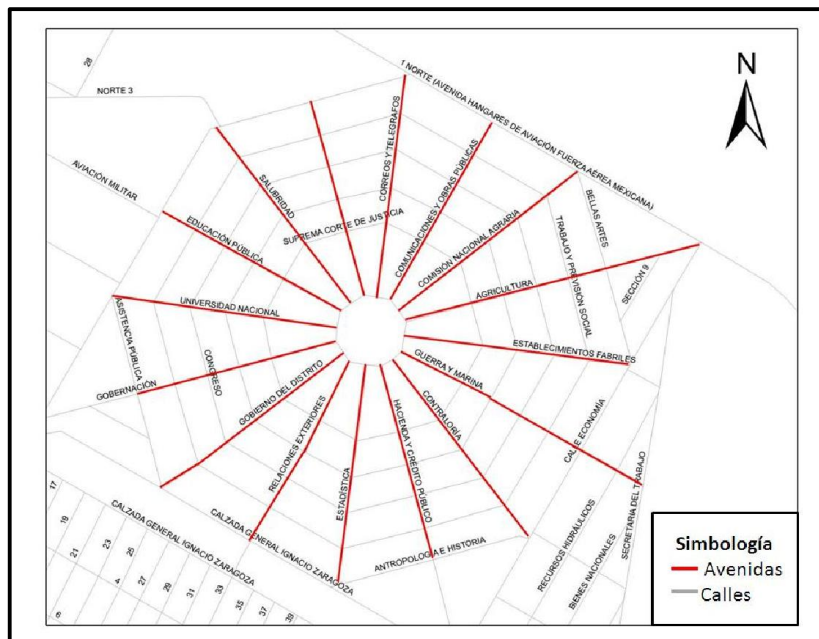


Figura 3. Red Radial, Ciudad de México. Elaboración Propia, 2014

llegara a romperse la conexión con un nodo secundario, este se aislaría del sistema. Es común verlo en ciudades densamente centralizadas, como lo es la propia ZMVM.

Las redes con topología de árbol son redes descentralizadas que se componen de varios nodos conectados entre sí que no dependen de un nodo en particular, puede ser también un conjunto de redes con forma de estrella. Tiene diversos nodos que conectan con otros de menor importancia (nodos hub), también tiene nodos periféricos individuales, pero si alguno de éstos falla, una sección entera se desconecta.

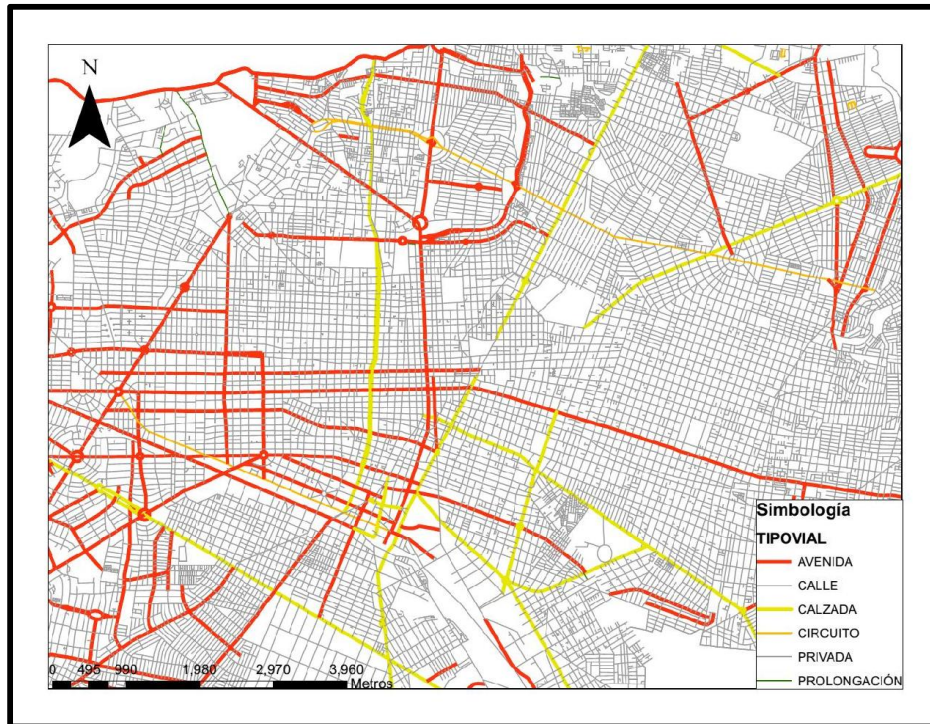


Figura 4. Red con topología de árbol, Guadalajara, Jalisco. Elaboración propia, 2014

Las redes con topología de malla o reticular son las que habitualmente se presentan en las ciudades, pues se caracterizan por que cada nodo se encuentra conectado a uno o más, de manera que se tienen más de dos rutas posibles, no tienen un nodo central y si alguno de los nodos falla, se tienen las demás rutas de comunicación.

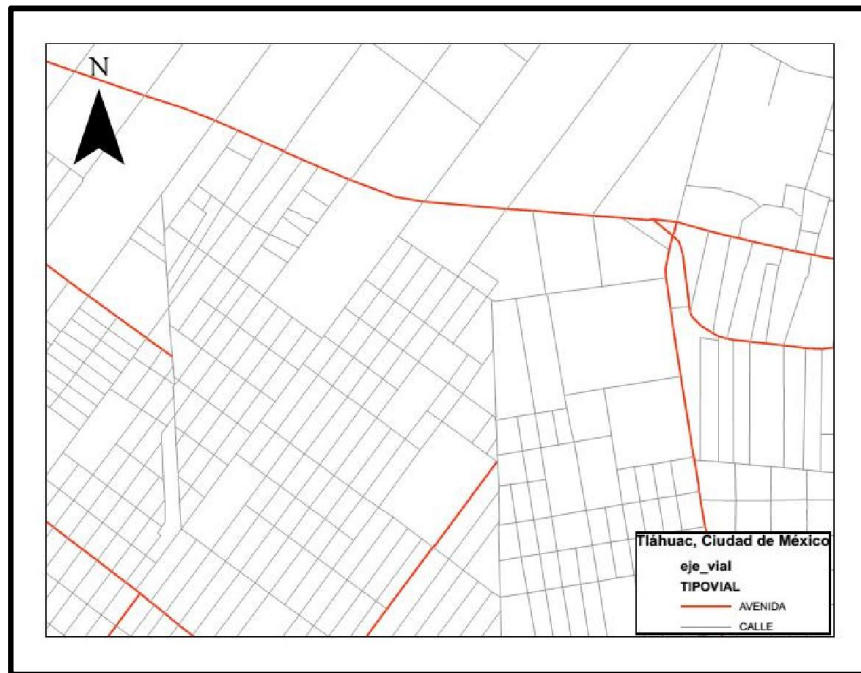


Figura 5. Red reticular, Tláhuac, Ciudad de México. Elaboración propia, 2013

Las redes híbridas es la combinación de una o más topologías básicas, la red no tiene una forma predominante, pueden existir las estrellas contenidas en anillos y las estrellas con retículas, estas redes son las más comunes pero requieren descentralización.

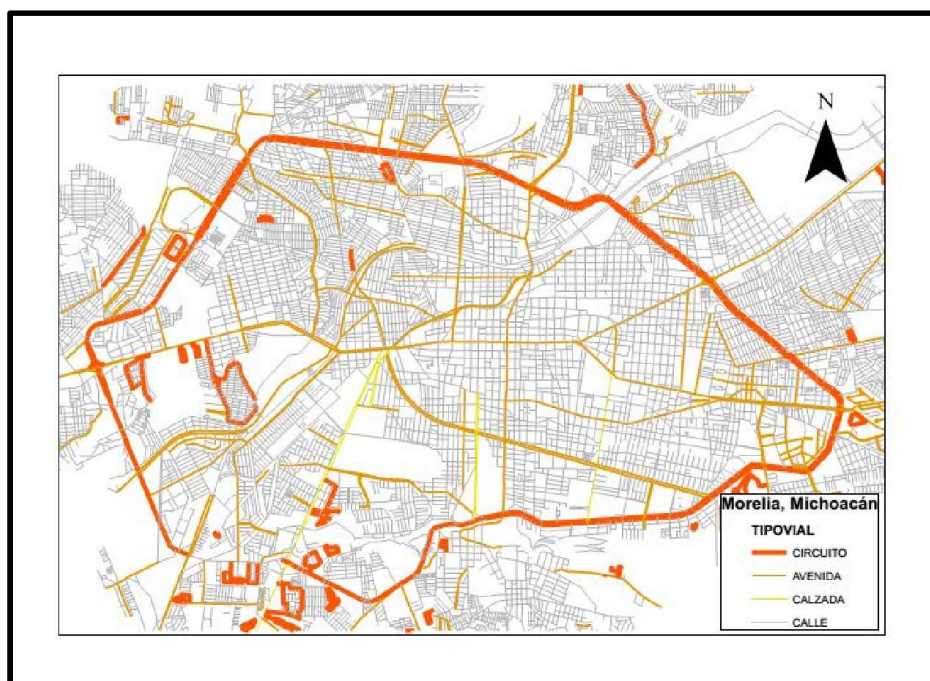


Figura 6. Red híbrida, Morelia, Michoacán. Elaboración propia, 2013

Tabla 1. Ventajas y desventajas de las topologías de las redes

Tipos de Red	Ventajas	Desventajas
Lineales o de corredor	El tiempo en el que se realizan los traslados son menores debido a la disposición de los servicios, ya que se elimina la sinuosidad	Si existe algún bloqueo en el corredor, el tránsito se interrumpe y toda la red del corredor se incomunica
Anulares o de circuito	Todos los nodos se encuentran conectados entre sí y por medio del circuito se tiene acceso a todos los nodos	Si algún nodo o arco se interrumpe se rompe la continuidad del flujo de mercancías o de información
Radiales o estrella	La red tiene mayor independencia debido al tipo de conexión de los arcos. Se tiene centralización del flujo de información, mercancías y viajes en un nodo privilegiado	Si el nodo central deja de funcionar se interrumpe todo el flujo de información, mercancías y viajes
Árbol	Son un conjunto de redes con forma de estrella, por lo que se tienen amplias zonas interconectadas	El funcionamiento de la red depende de un conjunto privilegiado de nodos
Reticulares o malla	Se tiene buena conexión entre las vialidades, de manera que para cada nodo se tienen varias alternativas. Se propicia la redundancia de rutas	Las reglas de operación y la imposición de direccionalidad en los arcos puede generar rutas repetitivas y prolongadas en tiempo
Híbridas	Responde bien a la configuración geográfica y topográfica de la zona y permite la redundancia de rutas	Mantener una red de este tipo sin centralizarse conlleva horizontes de planeación a largo plazo, su cumplimiento a menudo es complejo

La tabla anterior muestra como todas las redes tienen ventajas y desventajas, la configuración más acertada dependerá de la geografía existente, de las características de la población a la que se desea atender y los niveles y esquemas de planeación a considerar.

1.2 Sistemas de Información Geográfica

Lo que distingue sin lugar a dudas a un Sistema de Información Geográfica (SIG) de una base de datos tradicional, es que los atributos de éstos están asociados a un objeto topológico (punto, línea, polígono) y registran una ubicación geográfica precisa (Simkowitz, como se citó en Cuevas, 2001). Por su parte, la Información Geográfica es, en su forma más simple, la información que se refiere a ubicaciones específicas y a su vez, los Sistemas de Información Geográfica son instrumentos tecnológicos de capacidades múltiples, diseñados y habilitados para registrar y almacenar información geográfica (Backhoff, 2002). De tal manera que al emplear un SIG se puede observar gráficamente la localización de objetos, hechos o fenómenos que tengan cualquier expresión en el espacio, así se pueden hacer correlaciones ambientales, sociales y hasta calcular áreas, perímetros, distancias o generar modelos matemáticos, estimar necesidades de equipamiento urbano o de infraestructura general para una zona en específico.

De las definiciones dadas, es posible concluir que un Sistema de Información Geográfica es una agrupación de herramientas, datos y procedimientos que en conjunto sirven para ubicar fenómenos de nuestro entorno almacenándolos, correlacionándolos y desplegándolos de manera que se puedan referenciar geográficamente, dotándolos de atributos clasificables.

1.3 Definición de Accesibilidad

La Accesibilidad tiene una diversidad de usos y definiciones, de las últimas, una de las más aceptadas es la que dice que accesibilidad es la facilidad con la que se puede alcanzar un cierto sitio (destino), desde otros puntos en el territorio (orígenes), por lo que sintetiza las oportunidades de contacto e interacción entre determinados orígenes y destinos (Goodall, como se citó en Garrocho y Campos, 2006), bajo este enfoque, la palabra "oportunidades", tiene una interpretación probabilística, de tal manera que provoca que todo el concepto se transforme al de "accesibilidad potencial", con ello es posible resumir que la accesibilidad se cumple donde existe una oportunidad de llegar a un lugar de manera sencilla, mientras que los términos "orígenes" y "destinos" se refieren a toda una variedad de sitios.

Una definición más, dice que accesibilidad es la oportunidad de contacto e interacción entre orígenes y destinos (Johnston, Gregory & Smith, como se citó en Garrocho y Campos, 2006), tal definición también es probabilística y agregada.

Con estas definiciones es posible concebir una tercera, propia del presente trabajo de investigación "Accesibilidad es la facilidad que los usuarios del transporte tienen para realizar interacciones y contactos entre los diversos orígenes y destinos de una zona".

1.4 Definición de Movilidad

Cotidianamente, el concepto de Movilidad es utilizado indistintamente para referirse a aspectos relacionados con accesibilidad, por ello es recomendable realizar una definición que parta de la diferenciación de ambos conceptos.

Dentro del Informe Especial sobre el Derecho a la Movilidad en el Distrito Federal, Oscar Figueroa (2010) define a la movilidad como una práctica social de desplazamiento de todas las personas a través del tiempo y del espacio para acceder a distintos bienes, servicios y destinos de su interés y demanda.

Una apreciación integral contempla que el análisis de movilidad sugiere un enfoque multidisciplinario, ya que ésta alude a diversos campos como la planeación de asentamientos humanos, el desarrollo urbano, el medio ambiente, los derechos humanos, las finanzas y la política (Gaialde, 2012), por ello el estudio de la movilidad implica un profundo análisis de todas las condiciones que integran la habitabilidad de una zona en particular.

Por lo anterior, es posible elaborar una explicación que se utilizará en adelante la cual se basa en que la movilidad debe estudiarse desde el enfoque multidisciplinario, con la finalidad de lograr el mayor número de posibilidades de establecer conexión entre un considerable número de sitios en un área de estudio, planeando paralelamente aspectos tales como seguridad vial, urbanismo, intermodalidad del transporte, bajos impactos ambientales, políticas públicas, además de la posibilidad de integrarse a otros planes rectores en los que se busque mejorar esta.

Capítulo 2. Definición del área de estudio y variables

Debido a las condiciones del proyecto, del cual se desprende este trabajo, las limitantes en tiempo, en recursos materiales y financieros, obligó a acotar los alcances del estudio para la generación del modelo base de movilidad, por lo que los supuestos y consideraciones con los que se realizó son los siguientes:

1. Temporalidad: la captura de información se inició en enero de 2012 y finalizó en febrero de 2013, por lo que el análisis, homologación y comprobación de la información se hizo posterior a la captura; sin embargo, cambios posteriores a la red vial, al sistema de transporte y a los servicios investigados no se consideraron parte del proyecto ni del modelo desarrollado.
2. Condiciones físicas: no se consideraron los cambios topográficos en la zona de estudio, ni otro tipo de accidentes geográficos. Debido a que no se requiere obtener un modelo de operación del transporte, no se consideraron pendientes, anchos de vía, ni número de carriles.
3. Modo de transporte: como no se modela el transporte público si no el transporte particular motorizado, el cese de actividades en la Línea 12 no afecta a las condiciones idealizadas del presente estudio.
4. Tiempo de recorrido: para el estudio, no se consideraron congestionamientos viales, condiciones físicas de las vías, ni ningún sistema de control (tales como topes o semáforos); únicamente la velocidad legal máxima permitida en función del tipo de vía.
5. Bloqueos: las vías que presentan algún tipo de bloqueo fueron consideradas como peatonales, dichos bloqueos son jardineras, tambos, rejas, tianguis y mercados ambulantes y las de uso estrictamente peatonal.
6. Atractores de viajes: considerando que los comercios e industria son atractores de viajes, pero que no todas tienen condiciones para que éstos se realicen en vehículo particular, se estimó únicamente aquellas unidades con más de 10 trabajadores, bajo la premisa que esto genera un número mínimo de viajes que resultan relevantes de estudiar.

2.1 Aspectos Generales de la Ciudad de México

Históricamente, la Ciudad de México ha sido la sede de los poderes federales, eso ha provocado que se considere como un centro de atracción para personas que desean mejorar su nivel de ingreso. Así mismo, es una de las ciudades más grandes del mundo, no sólo por su alta conglomeración de pequeñas metrópolis, sino por la función que cumple como centro de finanzas, de cultura y centro de negocios propicio para la logística de determinadas empresas. Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el año 2010, el Distrito Federal tenía una población de 8.8 millones de habitantes (INEGI, 2013, a) que se encontraban esparcidos en dieciséis delegaciones con una densidad poblacional por kilómetro cuadrado de 5,920 habitantes. La delegación con mayor población era Iztapalapa con 1,815,786, seguido por la Gustavo A. Madero con 1,185,726, dando origen a las ciudades dormitorio consistentes en proveer funciones residenciales (hogares utilizados sólo para

dormir) pues no cuentan con puestos de trabajo o de servicios y dada la disposición geográfica de ambas delegaciones (la primera se encuentra en el sur oriente y la segunda en el nororiente) favorece la función de dormitorio, mientras que en las partes centrales del Distrito Federal se encuentran la mayoría de las áreas laborales. Esta centralidad laboral no resultó suficiente para la



Figura 7. División política del Distrito Federal. Elaboración propia

cantidad de habitantes, pues desde 1950 se rebasó el crecimiento poblacional de las áreas urbanas habitadas en las delegaciones y continuó con los municipios limítrofes, con la tendencia de expansión al norte, provocando viajes de habitantes de los estados vecinos y viajes de habitantes de la Ciudad hacia el área conocida como Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), la cual comprende las dieciséis delegaciones del Distrito Federal, cincuenta y nueve municipios del Estado de México y uno de Hidalgo (INEGI, 2012), quienes en suma indican que existe una población total de más de 20 millones de habitantes que cada día realizan al menos un viaje para salir y para regresar a sus respectivos hogares. Datos extraídos de la Encuesta Origen Destino 2007, indican que en la ZMVM se realizan 21.9 millones de viajes a lo largo de un día hábil, poco más de 11 millones en el Distrito Federal, y 10.8 millones en el Estado de México, de los cuales, las delegaciones Iztapalapa (2.1 millones) y Gustavo A. Madero (1.4 millones) lideran la generación de viajes, mientras que para el Estado de México son los municipios Ecatepec de Morelos (1.7 millones) y Nezahualcóyotl (1.1 millones). Los principales motivos de viaje son: regresar a casa (9.8 millones de viajes), ir al trabajo (5.5 millones de viajes) e ir a estudiar (1.9 millones de viajes), estos motivos engloban a los habitantes promedio de la ZMVM.

Entre otras características de relevancia sobre la Ciudad de México, se puede mencionar la elevada cantidad de museos, centros de especialidades médicas, sitios de culto religioso y lugares de esparcimiento en general como parques de diversiones y jardines, que generan un número de desplazamientos que debería atenderse con un sistema de transporte y de vialidades. Para la atención de las necesidades de transporte, la Ciudad de México se encuentra comunicada por una serie de Ejes Viales que enlazan al norte con el sur (y viceversa) y al poniente con el oriente y en ambas direcciones, además de dos Circuitos, uno llamado Bicentenario que se creó en la década de los sesenta originalmente con el nombre de Circuito Interior (Páramo, 2011) y un Anillo Periférico que se considera diseñado para enmarcar la periferia de la ciudad, pero en la práctica éste no está totalmente finalizado; además de otras vialidades que estaban diseñadas para alcanzar velocidades de vías primarias, pero con la modificación de los usos de suelo (creación de unidades habitacionales, centros comerciales, hospitales y escuelas), llevaron a realizar

adecuaciones tanto en el trazo como en las velocidades de estas vialidades, situación que genera embotellamientos serios, en los que, no obstante la oferta de transporte, los capitalinos prefieren utilizar vehículos particulares ya que en la red de transporte público no se tiene integración intermodal, por consiguiente, al menos en el Distrito Federal en 2011 se tenían registrados 4,396,912 vehículos motorizados y la delegación con más registros era Iztapalapa con 429,965 automotores (INEGI, 2013, b), la cual es a su vez la más poblada, como se ha referido anteriormente.

La conectividad entre los sistemas de transporte de la Ciudad de México tiene limitaciones, pues actualmente se cuenta con una red de Metro (Sistema de Transporte Colectivo Metro o STC Metro), Tren Suburbano, BRT (del acrónimo en inglés Bus Rapid Transit, Autobús de Tránsito Rápido, como Metrobús y Mexibús), sistema de trolebuses y tren ligero (Servicio de Transportes Eléctricos o STE) y un servicio ordinario de autobuses (Red de Transporte de Pasajeros o RTP, autobuses urbanos) y aunque ésta sea amplia, no se tiene integración intermodal y es probable encontrar sistemas tanto saturados como subutilizados.

La red (en orden descendente por cantidad de presencia) se compone como sigue:

- **El Sistema de Transporte Colectivo Metro** tiene doce líneas cada una con un color distintivo, sus estaciones (Sistema de Transporte Colectivo Metro, 2012) suman un total de 195, de éstas 115 son subterráneas, 54 superficiales y 26 elevadas. Tiene 44 estaciones de transbordo o correspondencia con las mismas líneas del sistema, las distancias interestación en general son de 1 km.
- **Ferrocarril Suburbano (o Tren Suburbano)** es un sistema de transporte compuesto por una línea de tren con seis estaciones caracterizadas por tener distancias entre estaciones mayores que las que habitualmente se tienen en el metro, y éstas van desde 5.5 a 6 kilómetros (Ferrocarriles Suburbanos, 2013). Este sistema introdujo un nuevo método de cobro en el que se necesita una tarjeta por usuario y se cobra dependiendo del viaje realizado, el viaje corto (cuenta sólo tres estaciones) cuesta \$6.50 pesos y el largo (más de tres estaciones) \$15.50.

- **Metrobús** es un sistema de autobuses tipo BRT que cuenta -hasta la fecha de la captura de la información- con cuatro líneas y una en construcción. La línea 1 tiene 44 estaciones y cinco rutas; Línea 2 de 36 estaciones y cinco rutas; Línea 3 de 33 estaciones y cuatro rutas; finalmente Línea 4 con dos rutas, la sur, que llega al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México con 17 estaciones, y la norte que tiene 23 estaciones y llega a San Lázaro (Metrobús, 2013).
- **Servicio de Transportes Eléctricos** se encarga de la red de trolebuses y el tren ligero. Se tienen actualmente ocho líneas de trolebuses (Servicio de Transportes Eléctricos, 2013) de las cuales la más larga es la A que opera sobre el Eje Central y tiene una longitud de circuito de 36 km teniendo como terminales las centrales de autobuses del norte y la del sur respectivamente. El tren ligero tiene una línea con dieciséis estaciones y dos terminales.
- **Red de Transporte de Pasajeros** es un sistema de transporte exclusivamente de autobuses. Tiene diversas modalidades, por nombrar algunas están el servicio Expreso que tiene una tarifa del doble del Ordinario (\$4.00 para el servicio Expreso y \$2.00 el ordinario) y hace la mitad de paradas; Atenea transporta mujeres, niños, personas de la tercera edad y personas con capacidades diferentes. Tienen 94 rutas y un parque vehicular de 1,400 unidades, aunque tienen funcionando y en operación 1,140 (SETRAVI, 2013).

2.2 Selección del área de estudio

De la información anterior se observa que la mayor población, la mayor densidad poblacional y el mayor número de viajes de todo el Distrito Federal se encuentran en la Delegación Iztapalapa, por otro lado se destacan que:

1. La población de la delegación Iztapalapa representa el 20.5% de la población total del Distrito Federal, en quince años pasó de contar con una población de 1,696,609 habitantes en 1995 (INEGI, 1995) a 1,815,786 en 2010, lo cual representa una tasa de crecimiento del 0.7% anual, superior al observado para todo el Distrito Federal de 1990 a 2000 (0.4%).

2. La oferta de servicios se ha incrementado en la delegación debido a infraestructura de reciente construcción, sólo por nombrar algunos se tiene el Hospital de Especialidades "Belisario Domínguez"; la edificación del plantel Iztapalapa 2 del Instituto de Educación Media Superior (IEMS); la creación del plantel San Lorenzo Tezonco de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM); la creación de la Línea 12 del Sistema de Transporte Colectivo Metro a lo largo de avenida Tláhuac.
3. El cambio del uso de suelo que resultó como producto de las transformaciones en el aumento de la oferta de servicios de la zona, que a su vez, conviven con la infraestructura que ya existía en la zona como el Reclusorio Preventivo Oriente.

Considerando la población, infraestructura y uso de suelo se localizó un área geográfica dentro de la Delegación Iztapalapa en la que dichos factores eran patentes. En ésta se observó la delimitación por vías principales de comunicación y por un accidente orográfico (la sierra de Santa Catarina); por lo que es de interés su estudio, al investigar el comportamiento multifactorial de la zona geográfica.

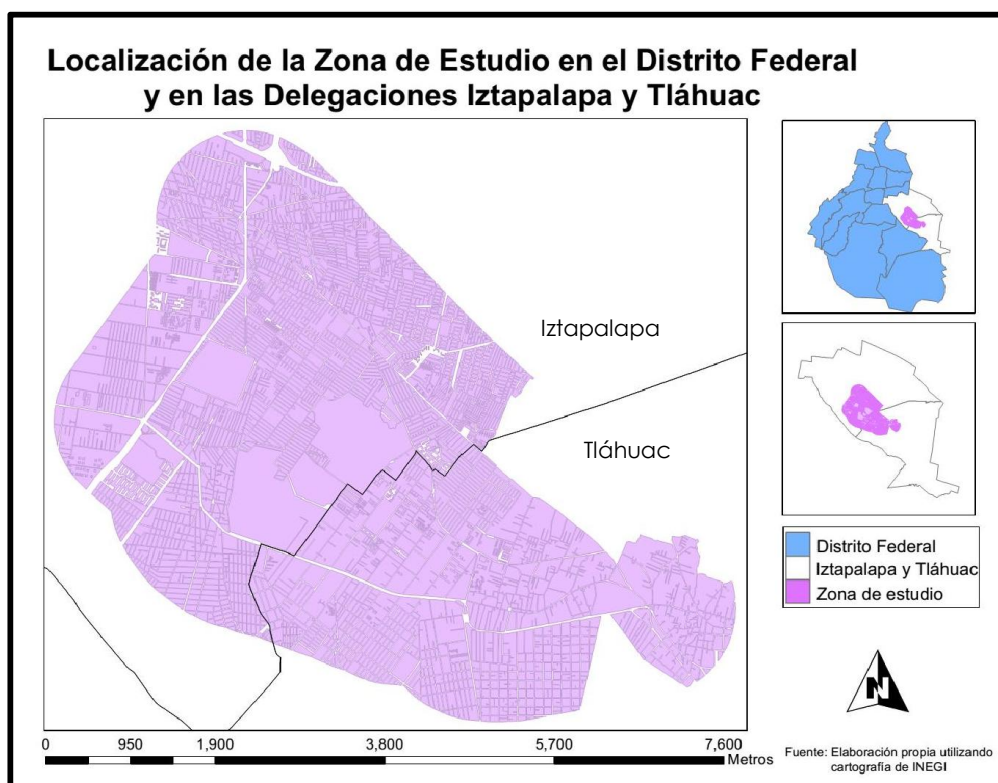


Figura 8. Área de Estudio en el DF. Elaboración propia utilizando cartografía de INEGI

2.3 Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra delimitada al norte por la Avenida San Francisco Tlaltenco, al sur por Avenida Tláhuac, al poniente por el Anillo Periférico y al oriente por la convergencia entre las dos primeras. La zona comprende los alrededores del Cerro de San Lorenzo Tezonco, así como el área de las colonias Santiago Zapotitla, Santa Ana, Las Arboledas, La Nopalera, La Estación, La Polvorilla, San Miguel Zapotitla, San Francisco Tlaltenco y López Portillo.

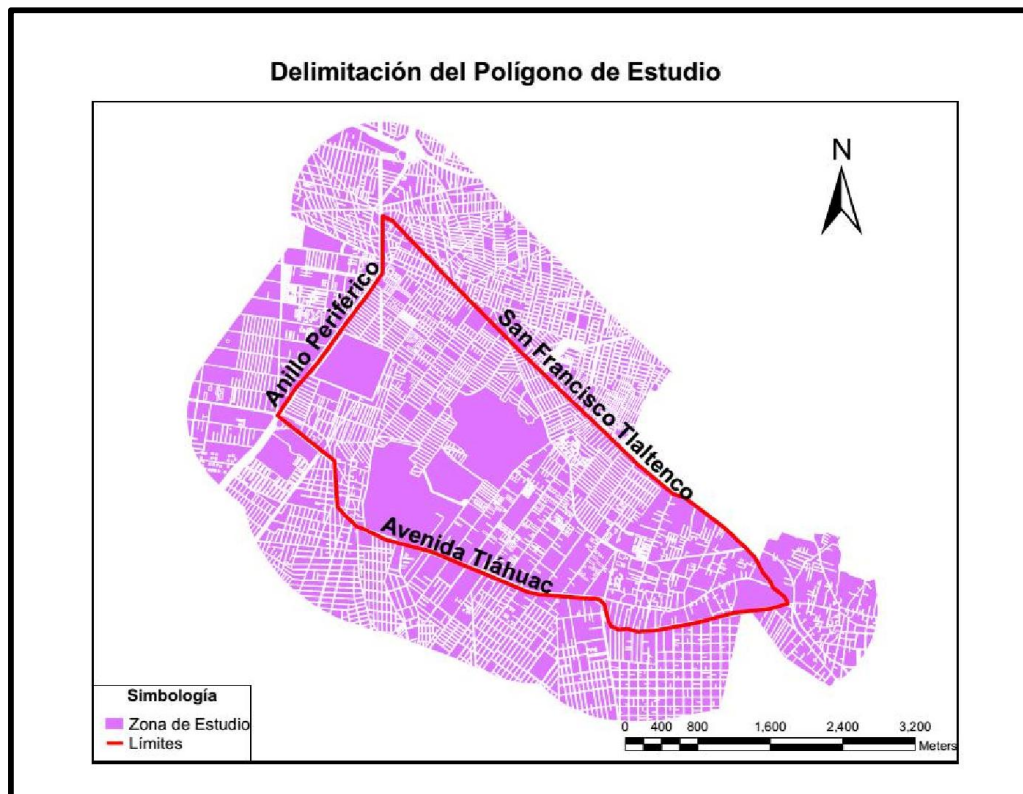


Figura 9. Límites de la zona de estudio. Elaboración propia

La zona de estudio puede dividirse en dos de acuerdo con las delegaciones a las que pertenece, la parte de Iztapalapa es mayormente conocida como San Lorenzo Tezonco, deriva su nombre de la unión de las palabras "Tetzonco" que significa tezontle y "Co" lugar, la unión de los dos vocablos quiere decir "Lugar del Tezontle" (Nazario, 2013). Fue uno de los pueblos originarios del valle de México, asentado a la orilla del lago de Xochimilco.

vialidades secundarias como Camino Real a Zapotitlán y su continuación, San Francisco Tlaltenco, operan a velocidades de 40 km/h. Todas las demás son vialidades terciarias, es decir, calles colectoras, peatonales, cerradas y callejones, estas particularidades se muestran en la Figura 11.

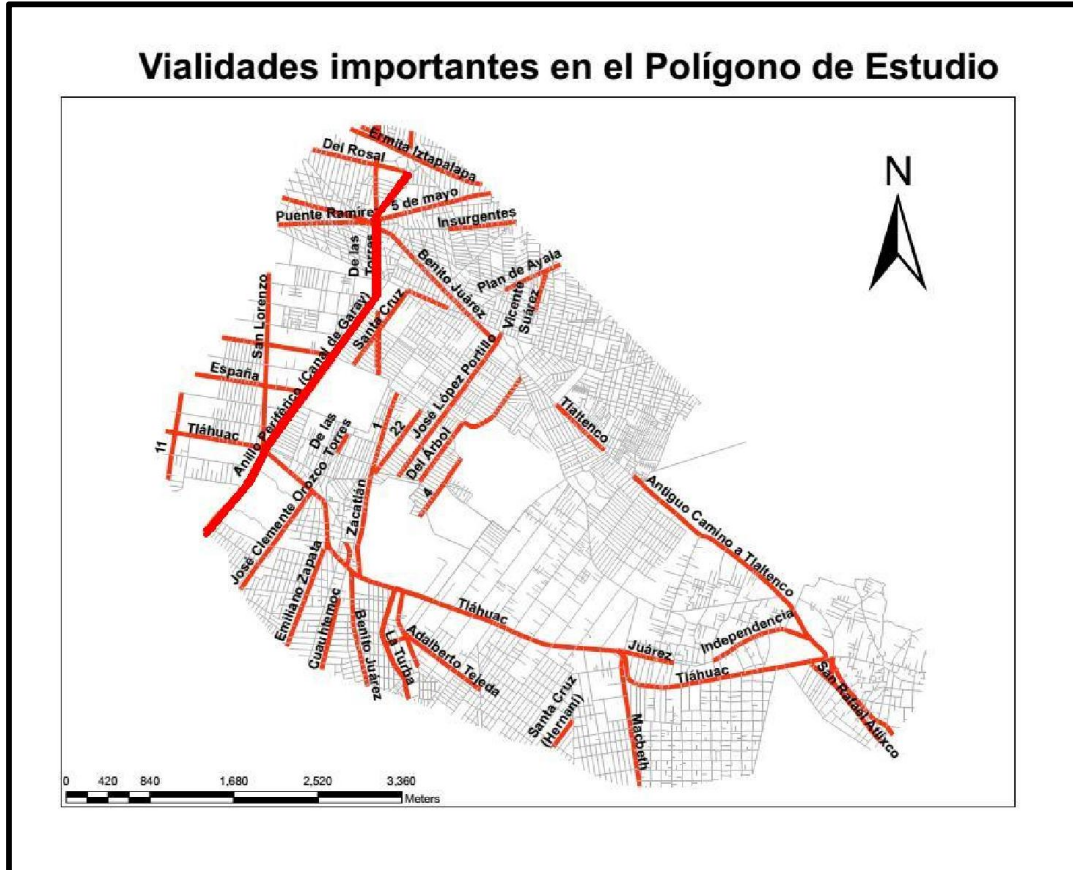


Figura 11. Vialidades de la Zona de Estudio, el Anillo Periférico es la vialidad más importante, por ello se presenta en un grosor más intenso que las demás vialidades. Elaboración propia

2.3.2 Servicios de Transporte

Servicio de Transporte Colectivo Metro

Desde el 30 de octubre de 2012, la Línea 12 del STC Metro comenzó a operar en la zona de estudio. Esta línea tiene especial relevancia pues conecta tres delegaciones del Distrito Federal: Benito Juárez (siete estaciones), Iztapalapa (seis estaciones) y Tiáhuac (siete estaciones). La implantación de este nuevo sistema de transporte da a la zona mayor conectividad con el resto del Distrito Federal, asimismo, ha propiciado que las rutas de transporte público modificaran sus derroteros como lo fue el caso de una parte de la Línea K de

Trolebús que recorría Avenida Tláhuac y tuvo que ser acortada debido a las adecuaciones de los trabajos que se llevaron a cabo en tal avenida, así como su correspondiente sustitución por autobuses de la RTP.

La zona de estudio contiene seis de las estaciones pertenecientes a la Línea 12: Periférico Oriente, Tezonco, Olivos, Nopalera, Zapotitlán y Tlaltenco; de las seis, la que tiene mayor demanda es Periférico Oriente (véase la Gráfica 1), pues debido a su ubicación cercana al Anillo Periférico se le ha integrado un Centro de Transferencia Modal, que planea distribuir a los pasajeros de forma segura en las rutas de transporte público que se encuentra en tales inmediaciones, de la misma manera, a pocas cuadras se localiza el Reclusorio Preventivo Oriente, y amplias zonas habitacionales como se verá en el siguiente subcapítulo.

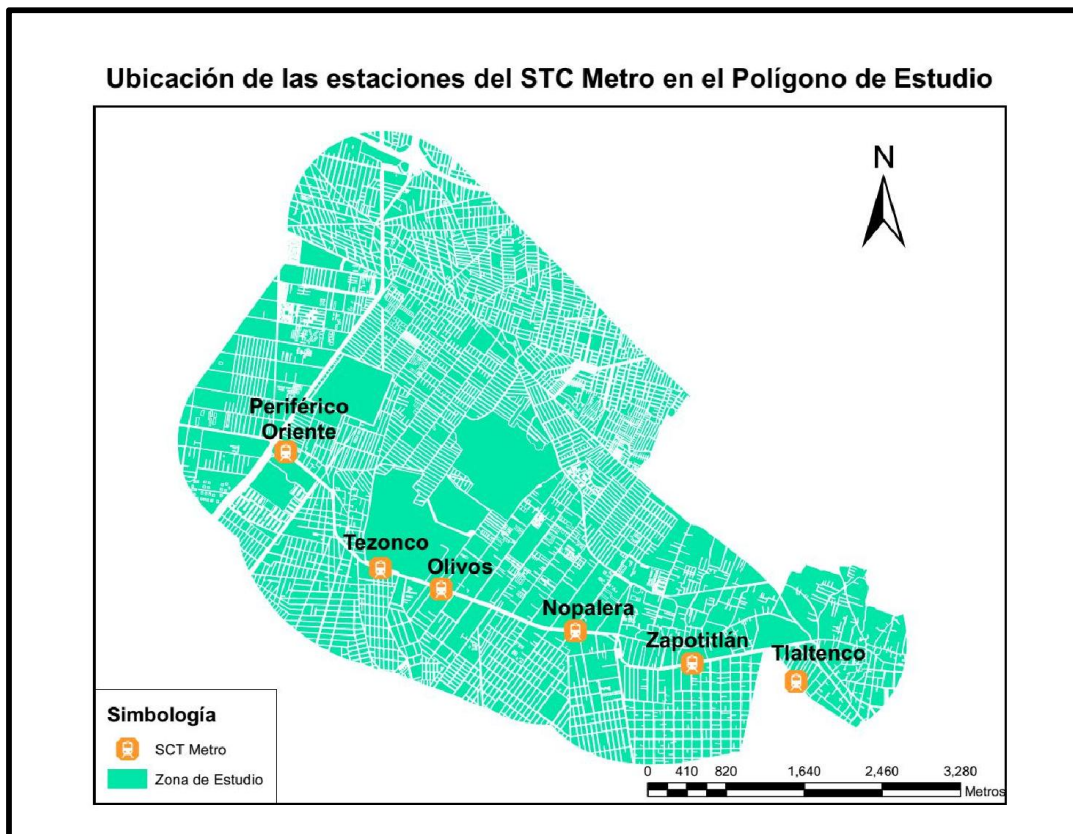
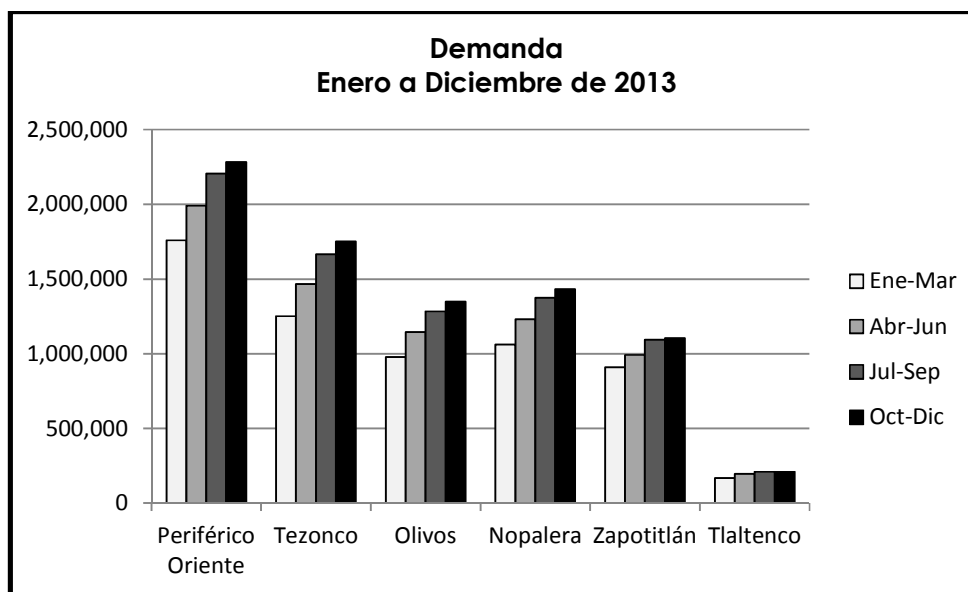


Figura 12. Estaciones del STC Metro que afectan el comportamiento de los viajes en el Polígono de Estudio.
Elaboración propia

La gráfica 1 muestra la demanda de cada una de las estaciones en los meses de Enero a Septiembre de 2013. La información está ordenada en trimestres:



Gráfica 1. Demanda 2013, estaciones del STC Metro en la zona de estudio. Elaboración propia con datos extraídos del portal del SCT Metro (2015)

En la estación *Periférico Oriente* -que es la que cuenta con mayor número de usuarios- se tiene una demanda mixta debido a que existen pasajeros que utilizan esta estación como punto de llegada hacia el Reclusorio Preventivo Oriente que tiene horarios de atención de las 10:00 a las 17:00 horas los días martes, jueves, sábado y domingo (Subsecretaría de Seguridad Pública, 2014). Esta estación tiene un Centro de Transferencia Modal que está haciendo labores para poder canalizar todas las rutas que ingresan al cruce entre Avenida Tláhuac y el Anillo Periférico Oriente, de tal manera que su demanda está compuesta por los usuarios de las rutas de transporte público y privado que circulan por las vías que se encuentran cercanas a dicha estación. Para conocer las rutas de autobuses y microbuses pueden consultarse las figuras 13 y 14.

La demanda de la estación *Tezonco* está compuesta por los usuarios del Hospital de Especialidades Belisario Domínguez que proporciona servicios de lunes a viernes, y los visitantes del Panteón Civil General de San Lorenzo Tezonco que está abierto de lunes a domingo desde las 8:00 hasta las 16:00 horas.

La demanda de las estaciones *Olivos* y *Nopalera* es similar en cantidad, pero está compuesta por otro tipo de usuarios, sobre todo por la cantidad de

estudiantes pertenecientes al plantel San Lorenzo Tezonco de la UACM que utilizan de lunes a viernes la estación Olivos, así como los clientes de una Plaza Comercial ubicada en la esquina de las calles Providencia y Tláhuac, donde hay tiendas de ropa, productos de alto consumo, restaurantes y cines. Por su parte la estación Nopalera, al ubicarse cerca de una de las avenidas con mayor preferencia de elección para los conductores de vehículos particulares y de transporte público de la zona como lo es la calle Manuel M. López (debido a que cruza de sur a norte la zona de estudio), muchos desplazamientos se realizan desde esta zona, ahí también se encuentra ubicado el Sanatorio Psiquiátrico Del Carmen.

La demanda de la estación *Zapotitlán* cuenta los desplazamientos de los residentes de la zona, así como de visitantes eventuales del deportivo Sebastián Trejo que se encuentra a un costado de la estación. La Plaza de la Iglesia de Zapotitlán de la colonia Santa Ana Centro atrae feligreses locales y foráneos, quienes en días de fiesta cierran todas las vialidades cercanas e instalan una feria con juegos mecánicos y de azar.

Finalmente, la demanda de la estación *Tlaltenco* es de las menores registradas en toda la red del SCT Metro, debido a su localización cercana a terrenos utilizados para la cría de animales y de siembra, además se encuentra ubicada dentro de un colonia popular, no sobre Avenida Tláhuac como las otras estaciones, por lo que su acceso es complicado.

Servicio de la Red de Transporte de Pasajeros

La finalidad de una empresa de transporte con administración gubernamental tiende a servir como servicio de transporte radial, es decir, son aquellos que conectan las poblaciones que se encuentran alejadas pero que utilizan el servicio de transporte masivo con los centros de las ciudades para que el aprovechamiento de la red vial se maximice, de modo que la mayoría de las rutas de RTP llegan a la estación del STC Metro de la Línea 8: Constitución de 1917, a Villa Milpa Alta y a Tulyehualco. A continuación se muestra una imagen con las rutas de la RTP que cruzan por la zona de estudio, y su interacción por esta.

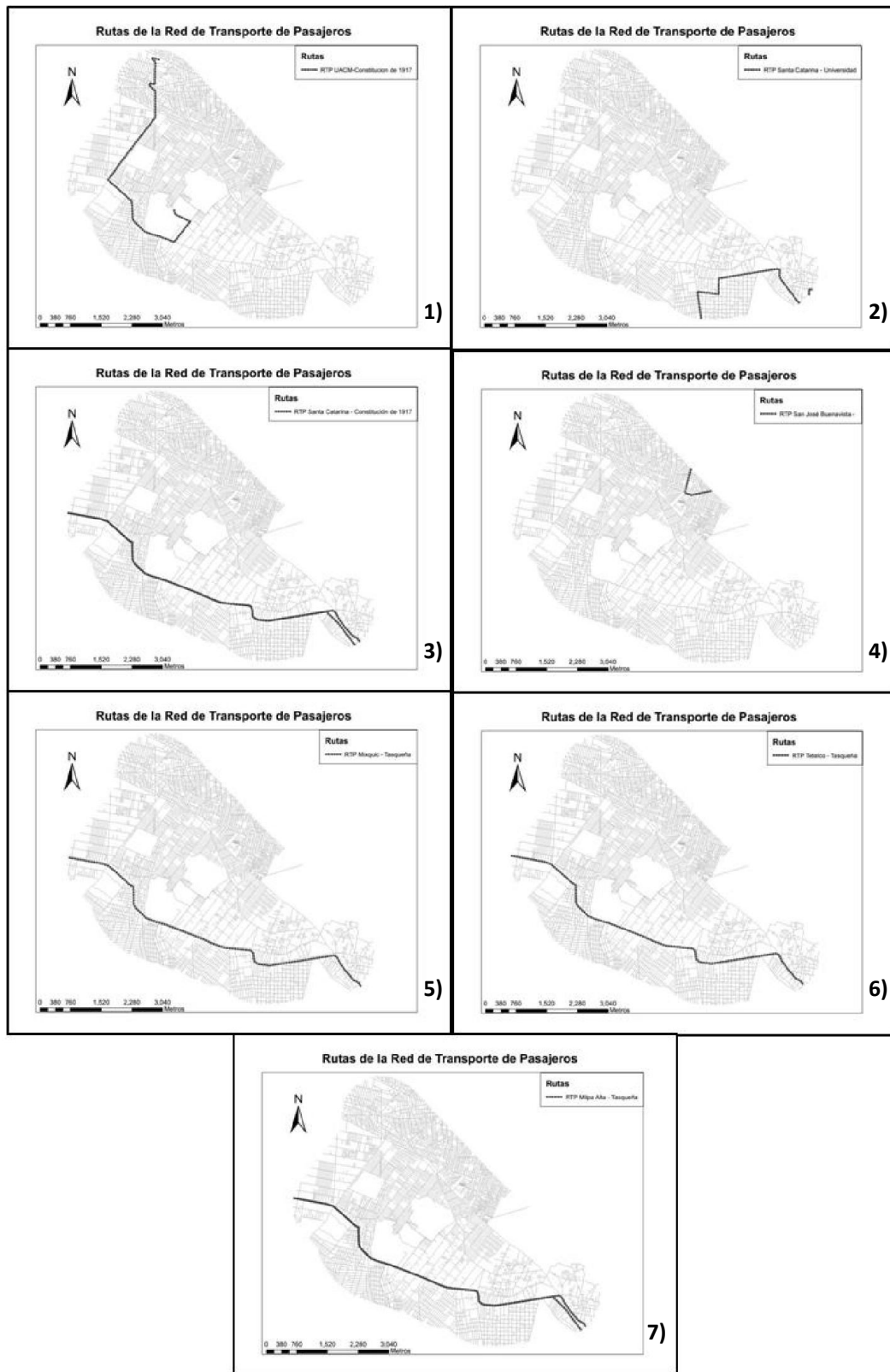


Figura 13. RTP en la zona de estudio: 1) UACM-Constitución de 1917, 2) Santa Catarina- Universidad, 3) Santa Catarina -Constitución de 1917, 4) San José Buenavista, 5) Mixquic- Tasqueña, 6) Tetelco- Tasqueña, 7) Milpa Alta- Tasqueña. Elaboración propia con la colaboración de Juan Carlos Hernández Corona.

Sistema de Rutas de Autobuses y Microbuses

Existe una clara presencia de la empresa Grupo Metropolitano de Transporte (GMT) en la zona de estudio realizando diversas rutas paralelas entre sí con microbuses y autobuses, también realiza una función alimentadora porque provee pasajeros al sistema masivo de transporte y de la misma forma ayuda a que estos pasajeros regresen a sus hogares. De manera clara es posible observar en la Figura 14, que las rutas de microbuses y autobuses que discurren por el polígono de estudio cubren una mayor área en la zona, debido a la versatilidad que los autobuses tienen en las colonias de difícil acceso. Se cuenta con un total de 36 rutas que realizan las labores de un canalizador del flujo de usuarios de transporte.

Por mencionar orígenes y destinos, se tiene que el más usual es el que comienza en Avenida Torres (a la altura del Tianguis de Santa Cruz) y finaliza en Metro Constitución de 1917. De las colonias con mejor cobertura de transporte puede mencionarse a Lomas de San Lorenzo, Los Olivos y la Nopalera pues pasan por sus calles un total de ocho rutas de transporte y las colonias con la peor red se tienen a una parte de San Miguel Zapotitla y otra de La Conchita, por sus calles no pasa ninguna ruta de microbús o autobús GMT.

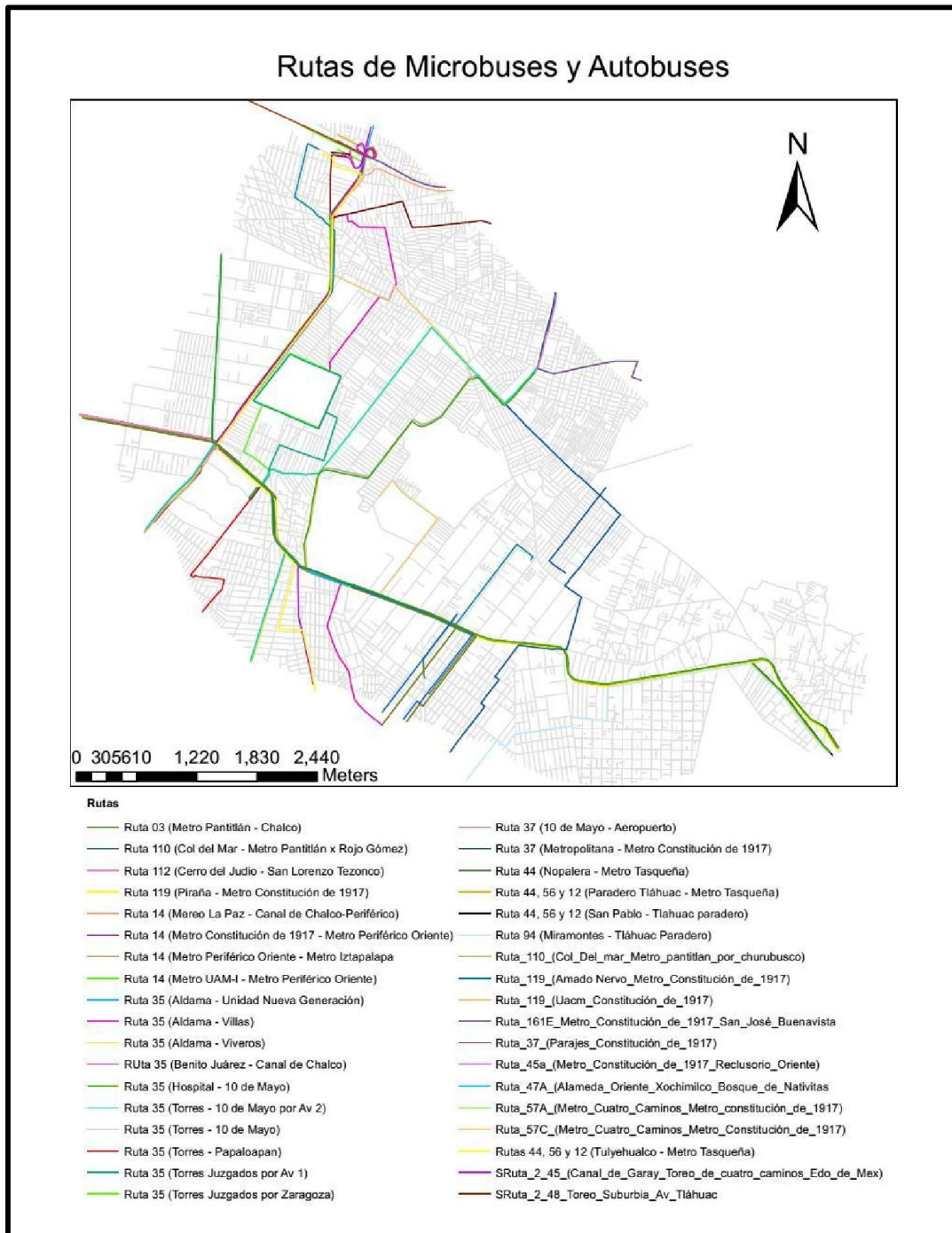


Figura 14. Rutas de Microbuses y Autobuses. Elaboración propia con la colaboración de Juan Carlos Hernández Corona.

2.3.3 Usos de suelo

Utilizando las Cartas de Divulgación de Desarrollo Urbano (SEDUVI, 2013) de la delegación Iztapalapa y la delegación Tláhuac, ya que la zona de estudio está situada en dos delegaciones del Distrito Federal se elaboró el siguiente material cartográfico para mostrar el uso de suelo (Figura 15), el cual es en su mayoría habitacional.

La delegación Tláhuac indica a lo largo de la Avenida Tláhuac una serie de predios marcados con uso de suelo habitacional mixto, además los predios que se encuentran a lo largo de avenidas importantes pero internas, como San Rafael Atlixco, Juan de Dios Peza y otras vialidades, se tiene uso de suelo habitacional con comercio en planta baja. Registra una zona habitacional con comercio al barrio de Santiago Zapotitlán, zona en la que se encuentran comercios dedicados a la fabricación de materiales para construcción entre otros, es preciso aclarar que para esta delegación no está especificado el uso de suelo Industrial, por ello es que muchas de estas zonas están como habitacional con comercio.

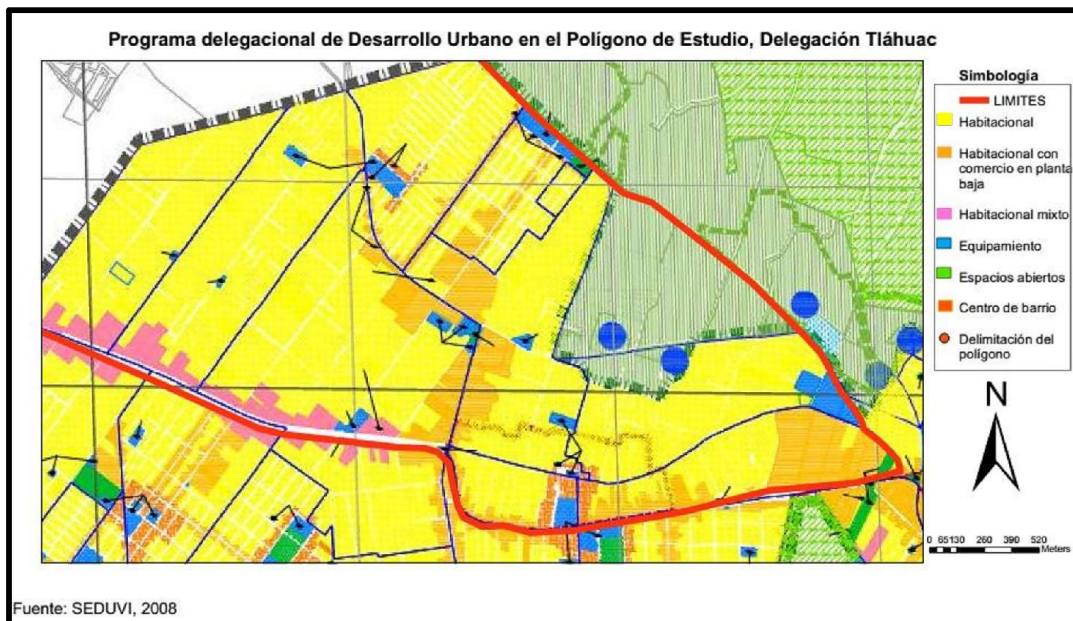


Figura 15. Uso de suelo en el polígono de estudio, Delegación Tláhuac. Elaboración propia con datos de SEDUVI

Por su parte, la Delegación Iztapalapa también tiene en su mayoría uso de suelo habitacional, en los predios aledaños al Anillo Periférico el uso es habitacional con comercio y habitacional mixto. Tiene también varias áreas

que son de equipamiento, en las que se encuentran escuelas de nivel superior (donde se ubica la UACM), medio superior (IEMS), el Reclusorio Oriente y el cerro Yuhualixqui que es Área de Valor Ambiental.

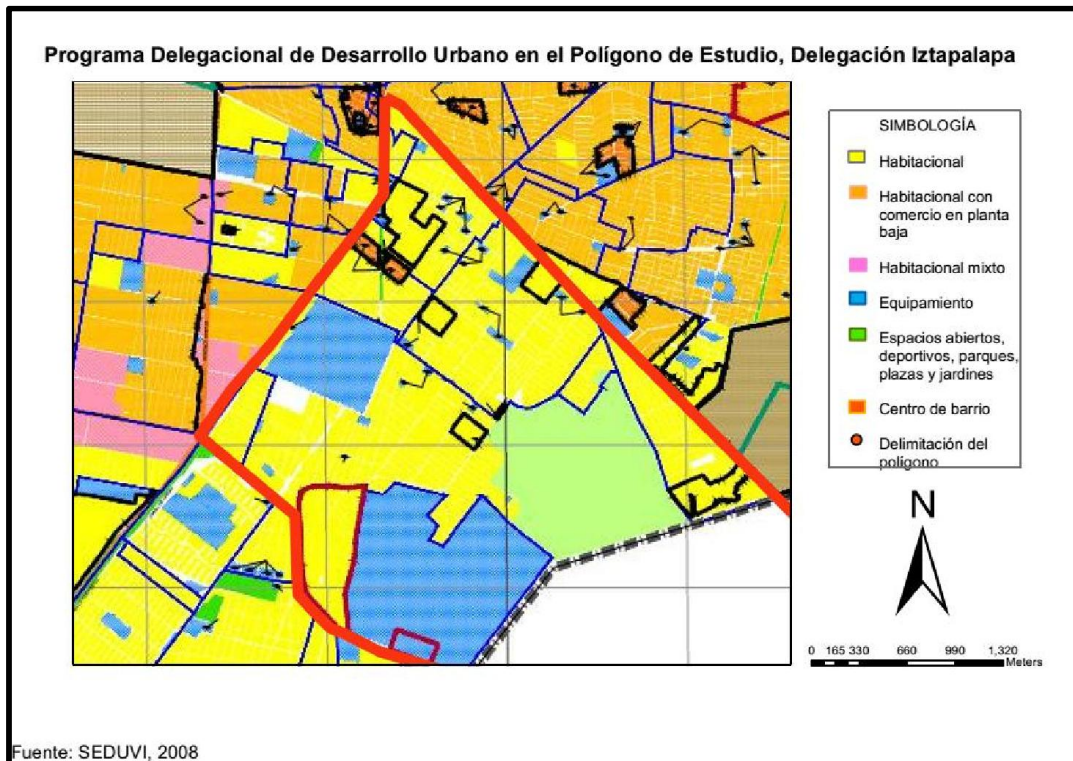


Figura 16. Uso de suelo en el polígono de estudio, Delegación Iztapalapa. Elaboración propia con datos de SEDUVI

Por apreciación es posible inferir que los usos de suelo más representativos son los habitacionales. Para el caso de la delegación Iztapalapa es más evidente justo en la delimitación de la zona de estudio, en los alrededores del cordón de delimitación la más representativa es habitacional con comercio en planta baja, es decir, sigue predominando el uso de suelo habitacional.

Para el caso de la delegación Tláhuac, el uso de suelo con mayor presencia en el polígono de estudio es el habitacional, en segundo lugar el de espacios abiertos, habitacional con comercio en planta baja y el habitacional mixto, el uso de suelo más común es el habitacional, por lo que la zona de estudio se puede clasificar como dormitorio.

2.3.4 Población en la zona de estudio

Estudiar la población de una zona en particular es importante porque mediante esta medida se puede hacer una estimación de la demanda potencial de una zona, por ejemplo en el sentido de la generación de viajes de una estación del metro, además se pueden planear las zonas donde deben implantarse rutas de transporte o modificar la idea de la construcción de una plaza comercial dependiendo del nivel económico de dicha población.

La Figura 17 muestra las AGEB'S (Área Geoestadística Básica)¹ más pobladas de acuerdo al número de habitantes, la coloración va desde el azul para las poblaciones más pequeñas que van desde los 51 hasta los 2434 habitantes, cuando el número de habitantes aumenta se representa con amarillos, de tal manera que las AGEB's más habitadas se encuentran en un rango de 6,883 a los 17,152 habitantes.

Las colonias más pobladas están ubicadas principalmente en la parte central del área de estudio, excepto por dos AGEB's que consideran como su población a las personas que trabajan en dicha zona ya que su uso de suelo es de servicios, así es la que encierra al Cerro Yuhualixqui y la que contiene al Reclusorio Preventivo Oriente correspondientes a las colonias Lomas de San Lorenzo, así como Consejo Agrarista Mexicano, La Polvorilla, Ampliación Los Olivos, Las Arboledas, La Estación, Zapotitlán, Ampliación Zapotitlán, Valle de San Lorenzo y Lomas Estrella (para referencia de la ubicación de las colonias, ver Figura 10), además de una parte grande de la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl. Por otro lado, las colonias menos pobladas que tienen coloración azul son Pueblo San Lorenzo Tezonco, El Rosario, San Miguel Zapotitla, El Rodeo y Paraje San Juan.

¹ Vid supra. Página 46

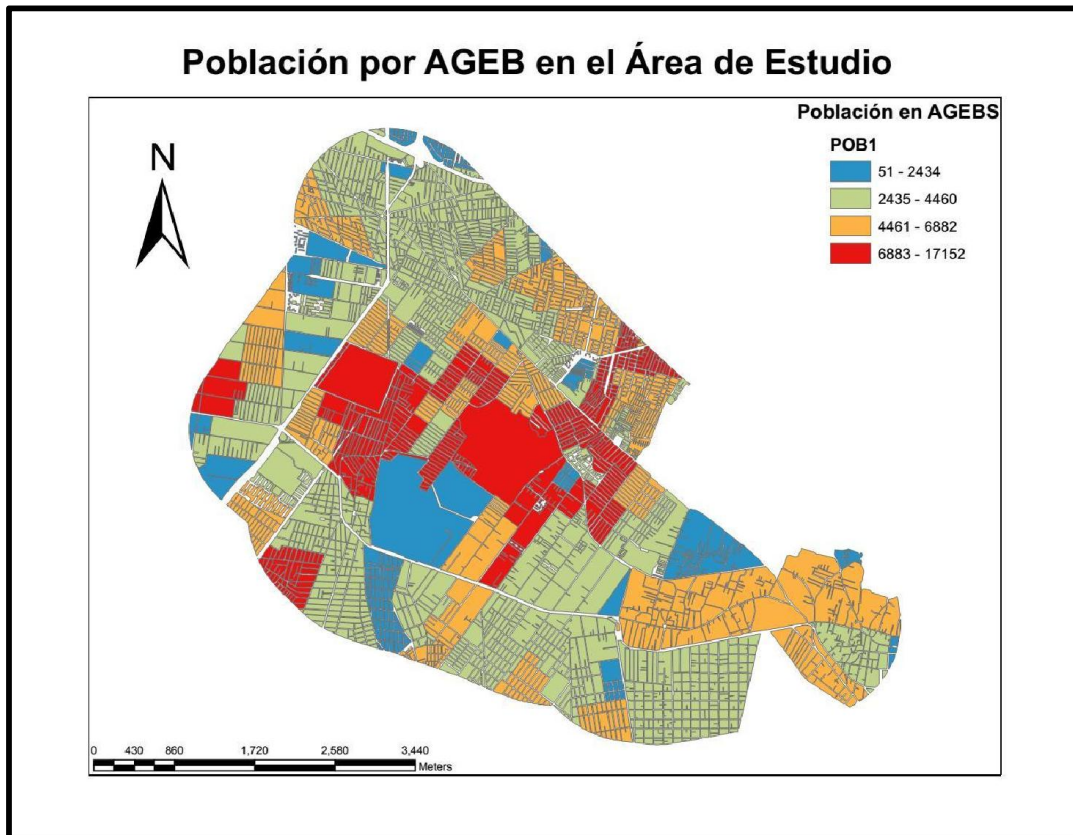


Figura 17. Población en la zona de estudio en cada AGEB. Elaboración propia

De la figura 17, es posible observar que en la zona de estudio no se puede calcular la densidad de población, debido a que no se tienen AGEBS completas en la periferia del área de estudio, por ello, calcular los habitantes por kilómetro cuadrado se vuelve insuficiente en los límites del polígono, a menos que no se consideren las áreas incompletas.

El nivel de ingreso promedio, la población económicamente activa y los habitantes por domicilio pueden consultarse en la base de datos del estudio.

2.3.5 Principales servicios de la zona

Al ser una zona de reciente ocupación poblacional, los servicios ofrecidos son pocos, pero se destaca la creación del Hospital de Especialidades Belisario Domínguez que se inauguró en 2005 (Secretaría de Salud del Distrito Federal, 2014) y cuenta con servicios y especialidades como cirugía ambulatoria, cirugía general, ginecobstetricia, terapia intensiva para adultos, terapia intermedia para adultos, imagen y radiodiagnóstico, laboratorio clínico, inhaloterapia, además de un área de urgencias médico-quirúrgicas. Cuenta con una capacidad física de 142 camas censables y 66 no censables, además de 29 consultorios, con 11 especializados, 4 de urgencias, y 14 de otro tipo.



Figura 18. Hospital de Especialidades Belisario Domínguez. Imagen tomada de la Secretaría de Salud del Distrito Federal, 2014

Otro servicio es el *Instituto de Educación Media Superior Plantel Benito Juárez* (IEMS, 2014) que se especializa en proporcionar educación para los jóvenes en edad escolar para el nivel medio superior. Entre las instalaciones con las que cuenta el plantel se encuentran aulas para el aprendizaje grupal, de artes plásticas, de música, audiovisual, digitales, laboratorios de ciencias y computación, cubículos para los profesores, cubículos de estudio, biblioteca, auditorio, foro al aire libre, espacios deportivos, oficinas administrativas y áreas verdes.



Figura 19. IEMS plantel Benito Juárez. Imagen tomada de la página de IEMS

Ubicada a un costado del cerro Yuhualixqui, la *Universidad Autónoma de la Ciudad de México plantel San Lorenzo Tezonco*, es la sede con el mayor número de estudiantes inscritos y de profesores de la misma. Se imparten las catorce carreras. Se inauguró en el año 2005, cuenta con instalaciones de esparcimiento, auditorios cerrados y uno abierto. Tiene tres edificios que cuentan exclusivamente con salones para impartir la cátedra y laboratorios de fotografía, física, transporte, circuitos, telecomunicaciones, prácticas de comunicación y de computación, que se encuentran ubicados en las plantas bajas y altas de las tres instalaciones. Adicionalmente, existen dos edificios que están dedicados a las oficinas administrativas y cubículos de profesores. Cuenta también con un estacionamiento para profesores y otro para alumnos.



Figura 20. Universidad Autónoma de la Ciudad de México, plantel San Lorenzo Tezonco. Imagen tomada de la página de la UACM <http://www.uacm.edu.mx/uacm/es-es/uacm/con%C3%B3cenos.aspx#19548-san-lorenzo-tezonco>

El *Reclusorio Preventivo Oriente* fue inaugurado el 26 de agosto de 1976, es otro servicio representativo de la zona de estudio y se encuentra ubicado en la colonia San Lorenzo Tezonco. Originalmente fue planeado para una población de 1,500 internos, actualmente es ocupado por 5,604 reclusos.

Entre las áreas importantes con las que cuenta están el Auditorio, dos áreas de visita íntima, gimnasio, área de talleres, dos talleres de autoconsumo (panadería y tortillería), tres talleres empresariales, área de servicios generales, área escolar, edificio de gobierno, aduana de personas y de vehículos, centro de desarrollo infantil, servicio médico, ocho dormitorios, seis dormitorios anexos, seis dormitorios bis, un módulo de máxima seguridad y un dormitorio para el programa de intervención en conducta adictiva. Los días de visita familiar correspondientes a la población de dormitorios los días martes, jueves, sábado y domingo de las 10:00 a las 17:00 horas, para las áreas de ingreso son los mismos días pero de las 10:00 a las 15:00 horas (Subsecretaría del Sistema Penitenciario, 2014).



Figura 21. Reclusorio Preventivo Oriente. Imagen tomada de la página de la Subsecretaría del Sistema Penitenciario

El *Sanatorio Psiquiátrico del Carmen* tiene instalaciones privadas que brinda atención psiquiátrica especializada desde hace más de 50 años. Se encuentra instalado en un terreno de 10,000 m² y se encuentra rodeada de áreas verdes, tiene una capacidad para atender 130 pacientes.

Entre las instalaciones con las que cuenta el Sanatorio Psiquiátrico del Carmen se cuentan los consultorios médicos, consultorios psicológicos, talleres ocupacionales, áreas recreativas, centrales de enfermería, aula de conferencia, áreas deportivas, capilla y estacionamiento, todo con la finalidad de que los pacientes puedan ser reinsertados en la sociedad con una vida digna (Sanatorio Psiquiátrico del Carmen, 2014), una de sus ventajas de atracción de viajes es que se encuentra cercana a una de las estaciones de la Línea 12 del STC Metro.



Figura 22. Sanatorio Psiquiátrico del Carmen. Imagen tomada de su página de internet

Por su parte, existen otros servicios en la zona de estudio, como el Panteón Civil y Vecinal de San Lorenzo Tezonco que tiene una extensión territorial de 10,000 m², terreno que fue donado por ejidatarios de la misma zona, contiene aproximadamente 2,400 tumbas y la más antigua data de 1936 y es perteneciente a una mujer llamada Josefina Castro López (La Jornada, 2006).

El volcán *Yuhualixqui* forma parte de la Sierra de Santa Catarina que tiene seis elevaciones más: Mazatepec, Xaltepec, Tetecón, Tecuatzin, Santa Catarina y la Caldera, aunque ésta ya se encuentra ubicada en Azaquilpan, Estado de México; estos volcanes alguna vez dividieron los lagos de Texcoco y Chalco, el volcán *Yuhualixqui* es el más antiguo de tales elevaciones (Revista Haz Ciudad, 2014).

Capítulo 3. Captura, homologación y comprobación de la información

Para el análisis de redes a través de ArcGIS se requiere que la información sea consistente y muestre las relaciones existentes con los servicios a estudiar, por ello es necesario:

1. Recabar información demográfica de la zona de estudio.
2. Identificar, caracterizar y geolocalizar los servicios de interés.
3. Estructurar la red dotándola de características propias del análisis de redes (nodos, arcos y distancia de los arcos).
4. Alimentar la base de datos con el modelo propuesto para generar los escenarios básicos de movilidad.

Aclarando dicho procedimiento, se relatarán los pasos que se llevaron a cabo para dar el tratamiento adecuado a la información y obtener los escenarios básicos, que son los productos finales de este estudio.

3.1 Captura de la información

Realizar el proceso de recabar la información que se va a utilizar para el estudio es una parte primordial del proceso, pues esta definirá en con qué cantidad de información se cuenta y qué instrumentos serán útiles de aplicar tomando en cuenta cuántos datos se tienen disponibles para realizar el estudio. De la misma manera, deben considerarse importantes los resultados que se desean obtener y en base a ello buscar la información necesaria para el proceso que se busca aplicar.

En el caso del estudio fue necesario primero conseguir la información geográfica como la cartografía de vialidades, manzanas y AGEBS, con la finalidad de tener la información disponible para comenzar el estudio, se realizaron adecuaciones como cortes a las capas que lo necesitaran, se buscaron presencialmente los bloqueos en las calles de las vialidades de estudio, y para conocer las rutas que circundan por el polígono de análisis se realizó un estudio puntual en cada punto conflictivo, anotando el letrero de destinos que tenía cada unidad, así como la nomenclatura de su ruta. Para conocer el derrotero específicamente, se realizaron estudios a bordo de las

unidades, adicionalmente se investigaron los principales servicios de la zona considerando los aspectos económicos y desglosándolos de acuerdo a sus funciones. Esta información es importante porque con base en la calidad de la información se podrán realizar modelos más apegados a la realidad y depende la sensibilidad que se desee encontrar.

3.1.1 Aspectos geográficos

Con la finalidad de delimitar el área de estudio como se explicó en el subcapítulo 2.1, se consideró necesario trazar un mapa de la zona de estudio con todas sus características, para ello se describe a continuación el procedimiento realizado:

- i. Se buscaron en el portal de INEGI los *shapefiles*, los cuales son “un formato de representación vectorial desarrollado por ESRI (Environmental Systems Research Institute). Los cuales constan de un número variable de archivos, en los que se almacena digitalmente la localización de los elementos geográficos (...)” (Universidad de Alcalá, 2013), con ellos se comenzó la elaboración de los mapas de la zona de estudio.
- ii. Utilizando recursos del SCINCE (Sistema de Consulta para la Información Censal) de INEGI se descargaron *shapefiles* de vialidades, manzanas y AGEB'S para el Distrito Federal.
- iii. Se preparó un proyecto en el software ArcGIS 10 en el que se agregaron las capas recién descargadas, haciendo mayormente visibles sus características, como colores distintos en las AGEBS y en las manzanas, además se agregaron los nombres de las vialidades, esto para georreferenciar la información y realizar el posterior análisis de redes.
- iv. Se delimitó la zona agregando un kilómetro alrededor de todo el perímetro a fin de que el área incluyera aquellos servicios educativos y de salud que la población de la zona pudiese utilizar tomando en cuenta que la mayor distancia que una persona está dispuesta a desplazarse a pie en áreas urbanas y suburbanas es de 800 metros (Molinero, 2002).
- v. La intención de integrar los aspectos geográficos de la zona de estudio, es tener un modelo representativo del objeto de la investigación, pues,

según INEGI “los datos geográficos y su representación en la cartografía son herramientas indispensables para conocer nuestro entorno, entenderlo y cuidarlo”, por ello, se consideró fundamental su elaboración y como consecuencia se obtuvo el mapa general de manzanas, vialidades, polígonos de estudio y AGEBs, el cual se nombró Zona de Estudio.

- vi. Se realizaron cortes en las capas de vialidades, manzanas y de AGEBs con la finalidad de hacer más visible y tener más acotada a la zona de estudio. Con tales cortes, se encuentra otro beneficio, como la mejora del proceso de la información de los mapas al utilizarlos con el software.
- vii. Para considerar los bloqueos en las vialidades, se investigaron los principales mercados sobre ruedas o tianguis de la zona, las vialidades que ocupan y los días en que estos laboran, además se realizaron recorridos para verificar la información recopilada de INEGI.
- viii. Para conocer las rutas de transporte público que transitan por la zona se realizó un inventario de rutas seleccionando puntos conflictivos, tomando como criterio que éste fuera un cruce entre varias rutas de transporte de la zona o formaran una base de este tipo de unidades (microbuses), por ello se identificaron diez puntos de interés, en los cuales se verificó el derrotero y el tipo de unidades con las que se proporcionaba el servicio. Alternamente se llevó a cabo una revisión de los servicios que se encontraron en la zona de estudio y se verificaron las rutas por empresas, como la Red de Transporte de Pasajeros, las estaciones del STC Metro y una inspección general de rutas en la base de datos de SETRAVI (Secretaría de Transportes y Vialidad del Distrito Federal), aunque ésta dependencia no tiene los derroteros.

3.1.2 Aspectos económicos

Los aspectos económicos de la zona de estudio son relevantes ya que con ellos se puede construir un modelo del comportamiento de los usuarios, es decir, con base en qué variable toman decisiones; algunas pueden ser por el costo, otras por el tiempo de traslado, algunas otras en la distancia que se recorre, así como de las costumbres de un área considerada. Para conseguir esta información fue necesario:

Se buscaron datos de carácter económico en el Censo de 2010 que realizó el INEGI, para lo cual se analizaron datos extraídos en formato de hoja de cálculo a nivel de detalle de manzana que contenían variables sociodemográficas, y tal proceso consistió en el procedimiento que sigue a continuación:

- i. Para localizar las unidades económicas por manzana se utilizó el software que se encuentra disponible en línea y que es creación de INEGI "Atlas de Censos Económicos 2009" (INEGI, 2009), con él fue posible visualizar mapas temáticos y exportar la información seleccionando el área manual y gráficamente, con ello se obtuvieron las zonas delimitadas, estas no tuvieron la calidad deseada ya que esto se realizó a pulso y se tuvo un riesgo de errores en el trazado, por ello, al utilizar el Formato de INEGI de localización de manzanas el margen de error se redujo considerablemente.
- ii. La Base de Datos de la zona proporciona información gráfica y visual de ésta y complementa el propósito de generar líneas de desplazamiento y preferencias de movilidad entre los diversos servicios existentes en el área de estudio. Para generar tal información se crearon sub-bases de datos con cada uno de los servicios necesarios para la comunidad existentes en la actualidad. Para categorizar los servicios de la base se propuso una tabla en la que se desglosaran los rubros de cada servicio en una población, y no se pensó exclusivamente en los servicios de una ciudad en particular, el resultado fue la Tabla que se muestra a continuación (Tabla 2) donde se hace énfasis en que cada servicio tiene rubros con menor jerarquía que deben ser estudiados en menor escala:

Tabla 2. Categorías de servicios para la Geodatabase del estudio. Elaboración propia

SERVICIOS EDUCATIVOS	SALUD	EQUIPAMIENTO	COMERCIO	SERVICIOS
Guarderías	Clínica familiar	Mercados	Plazas comerciales	Hoteles
Preescolares	Clínica regional	Bomberos	Supermercados (autoservicio)	Iglesias
Primarias	Hospitales de 1er a 3er nivel	Pozos de agua	Tiendas de conveniencia	Administración pública
Secundaria	Hospital de especialidad	Corralón	Restaurantes	
Medio Superior		Módulos de vigilancia	Farmacia	
Superior		Gasolineras	Centros de abasto	
Bibliotecas		Servicios para vehículos (mecánicos, etc)		
Museos		Verificentros		
Casas de cultura		Centros de transferencia de residuos sólidos		
Centros de capacitación		Ministerios Públicos		
Edificios administrativos		Servicio Postal Mexicano		
		Reclusorios		
		Bancos		
		Ecobicis		
		Estacionamientos		

- iii. Por otro lado, se consideró a la Industria, debido a que sólo existen ligera y pesada se construyeron sub-bases para unir ambos tipos, esta información muestra de manera clara los puestos de trabajo que se generan en la zona de estudio y por lo tanto, la creación de empleos y el desempeño económico del polígono.
- iv. Adicionalmente, se consideró la infraestructura de rutas de transporte descentralizado que circulan en la zona de estudio realizando un apartado. Como la manera de conseguir estos datos fue distinta de como se obtuvo la información previa, no se encuentra considerada en la tabla, pero sí en la base de datos del software.
- v. Para la captura de los servicios ya categorizados se requirió de la utilización de una herramienta web de INEGI que funciona muy similar al Atlas de Censos Económicos 2009 que se mencionó antes, este se llama Directorio Nacional de Unidades Económicas (DENUE), que es un mapa interactivo y se encuentra disponible en línea, con ésta herramienta es posible realizar el análisis de zona y ver el efecto

que se tiene a una determinada distancia de un punto en particular. Para este caso se seleccionó el rubro de servicio que se deseaba consultar, el número de empleados laborando en cada entidad económica y finalmente la selección de la zona que se pretende estudiar. De esta manera se obtenía un mapa interactivo de puntos de colores que es posible seleccionar para obtener datos de la unidad económica que representa.

- vi. Para la base de datos de servicios, se recopiló información dependiendo del servicio ofrecido, es decir, se jerarquizaron las unidades económicas dependiendo de la plantilla laboral que tuviese y de la posibilidad de generar un número considerable de viajes, eso se explicará en el punto Número viii de la sección Homologación y comprobación de la información.
- vii. Para poder realizar la Geodatabase se editó la capa de vialidades cortando la red del Distrito Federal y acotándola para el polígono de estudio, esto es, respetando el kilómetro de tolerancia alrededor de la zona de estudio. Se verificaron detalles de proyección como se explica en el apartado 3.2. Con la Geodatabase se pudo iniciar el análisis con modelos matemáticos para conocer los indicadores de accesibilidad en diversas áreas de la zona de estudio.
- viii. Se unieron los datos económicos con los que se tenían proyectados en el mapa, de esa manera fue posible una mayor manipulación de la información que se presentaba en la pantalla cada vez que se generaba visualmente el mapa.

3.2 Homologación y comprobación de la información

Después de buscar, capturar y reunir la información adecuada para realizar el estudio, fue necesario homologarla, es decir, darle las propiedades para que toda la información se encontrara en igualdad de condiciones; para ello se corrigió, comprobó y verificó con los métodos que se verán a continuación:

- i. Se verificó que la información extraída para formar la base de datos de aspectos económicos coincidiera con los nombres de los polígonos de los *Shapefiles* o capas de análisis.
- ii. Posteriormente se buscó generar el formato de clave de manzana creado por INEGI que es único e irrepetible, para identificar con mayor facilidad a las manzanas que pertenecen a la zona de estudio, se unieron los dígitos pertenecientes a la entidad federativa, el municipio, la localidad, la AGEB y finalmente la manzana, quedando como se muestra a continuación:

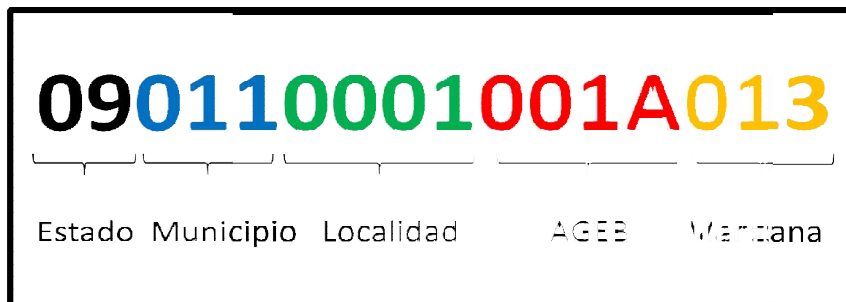


Figura 23. Ejemplo de Clave de Manzana, formato de INEGI. Elaboración propia

Para el caso de estudio, el estado es el Distrito Federal al que le corresponde la clave 09. Los dígitos del Municipio son tres y se utilizaron dos tipos: 007 para Iztapalapa y 011 para Tláhuac. La localidad es 0001 porque se refiere a las cabeceras municipales o lugares donde se concentran las autoridades administrativas. Las AGEB'S es la unidad más pequeña de división en el país, delimitan una parte o el total de las localidades de 2,500 habitantes, o bien una cabecera, o un conjunto de 25 a 50 manzanas. Varían en su numeración, por lo regular son cuatro dígitos asignados mediante la metodología de Instituto Nacional de Estadística y Geografía. La manzana es un número de tres dígitos que lleva un orden ascendente o descendente según se tenga en la ordenación territorial.

- iii. Al utilizar la clave generada se pudieron hacer uniones con tablas de formatos de hoja de cálculo y los mapas, de tal manera que las unidades económicas y el personal ocupado fuese visible hasta la escala de manzanas.
- iv. Para realizar la delimitación en la periferia de la zona de estudio, fue necesario crear una capa con los límites, posteriormente se le aplicó un

buffer o área de influencia con una distancia pre-establecida de 1 km de radio, esto suavizó los bordes, y se realizó un corte de las manzanas, las AGEBs y las vialidades del tamaño del arreglo del buffer, de esta manera se acotó la información visual.

- v. Para obtener los bloqueos por Mercados sobre Ruedas o Tianguis, así como cualquier otra que impida el libre tránsito de vehículos, se realizó un recorrido a pie para ubicarlos geográficamente, realizando consultas a vecinos, esta información se integró al mapa².

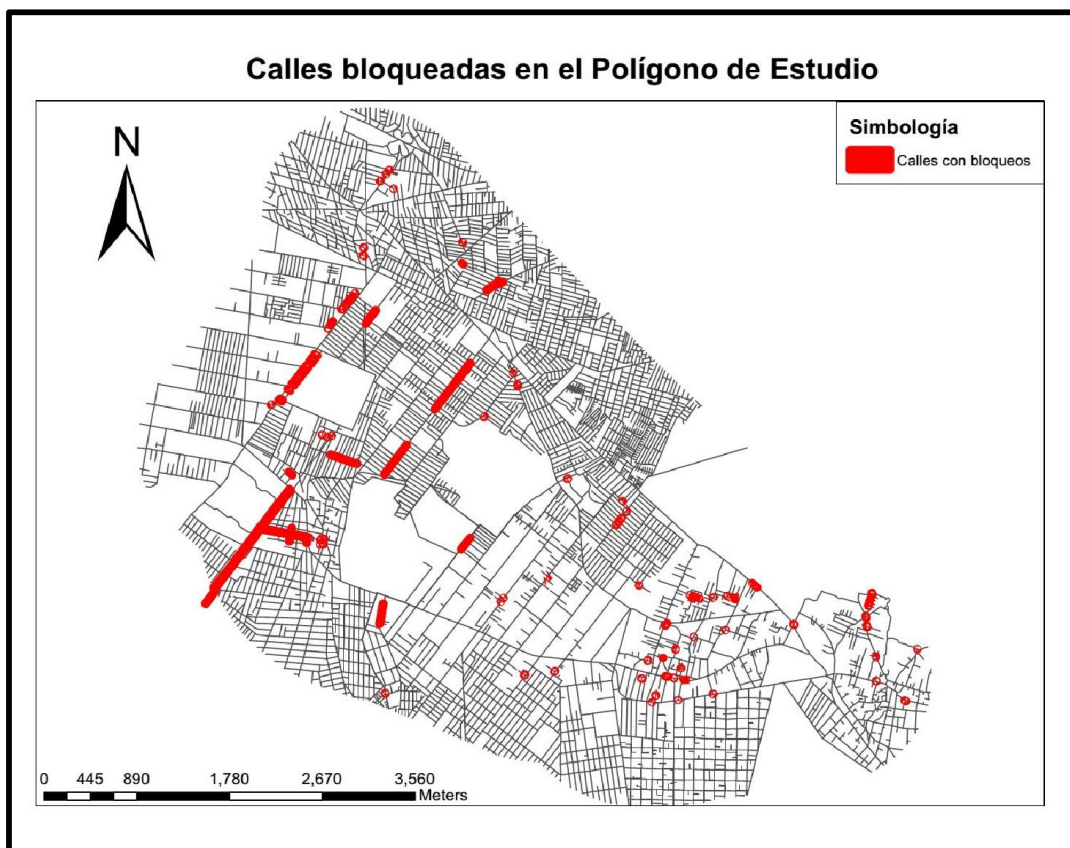


Figura 24. Calles con Bloqueos en el Polígono de Estudio. Elaboración propia

- vi. El inventario de los servicios de transporte público de pasajeros, particularmente de rutas, se creó a partir de estudios de campo en puntos conflictivos, como resultado se seleccionaron las seis estaciones del metro que están incluidas en la zona de estudio, además de cuatro puntos que se encontraban más internos. Se observaron las rutas que pasaban en ese punto durante una hora y se integraron a una base de

² Vid supra. Figura 53, página 104.

datos, donde se descartaron las rutas repetidas con la finalidad de evitar duplicidad de información. Para el caso de las rutas no registradas se decidió hacer un recorrido a bordo de las unidades para obtener su derrotero.

- vii. Los aspectos económicos como el Número de Unidades Económicas y el Personal Ocupado se buscaron en el Atlas de Censos Económicos 2009, en esta parte se localizó un error en una de las AGEBs que anteriormente se tenía integrada a la Delegación Iztapalapa (2051) y que actualmente pertenece a Tláhuac (154A), como no es posible conseguir esta información debido a que es necesario que INEGI realice una actualización al Atlas, se procedió a ubicar estas AGEB'S en el mapa seleccionando los polígonos como si la AGEB existiera, pues las manzanas contienen información aunque el Atlas muestre que pertenecen a otra AGEB, todo esto se realizó con el propósito de normalizar los datos.
- viii. La base de datos de Servicios elaborada a partir de la información proporcionada por el DENUE, tuvo varias condicionantes, entre ellas el número de personal ocupado dependiendo del servicio. Las particularidades se explicarán a continuación:
- EDUCATIVOS
Todas las escuelas ya sean públicas o privadas, deben estar registradas a la Secretaría de Educación Pública, no importando el número de empleados. Como no hay Bibliotecas privadas, todas se registraron sin importar sus empleados.
 - SALUD
Se localizaron Clínicas de Salud públicas y privadas, sin considerar la cantidad de empleados, pues las clínicas privadas tienen una plantilla laboral pequeña pero atienden a una considerable población que habita cerca. Se agregaron todos los Hospitales Regionales, así como los Hospitales de Especialidad sin consideraciones especiales.
 - EQUIPAMIENTO
En esta sección se consideraron los Mercados, el DENUE solo ubica la administración de cada mercado, por ello la plantilla

laboral es muy reducida. Para el Manejo de Residuos, Cementerios, Módulos de Vigilancia, Estacionamientos, Gasolineras, Servicios para Automotores, Servicio Postal Mexicano y Bancos, se ubicaron todos, ya que al proporcionar funciones de carácter urbano, son operados por pocas personas.

- **COMERCIOS**

Se dividieron en Tiendas de conveniencia, Tiendas de Abarrotes, Farmacias, Tiendas de Materias Primas y Restaurantes. Para esta categoría sí fue importante la plantilla laboral, pues se tomó en cuenta que dependiendo del tamaño del negocio se contrataba personal y a su vez, negocios grandes, por ejemplo restaurantes, que atraen una cantidad grande de clientes y en consecuencia el número de desplazamientos aumenta. Esta distinción se les aplicó también a los Abarrotes, Las Farmacias y a las Tiendas de Materias Primas. Para las tiendas de conveniencia, se tomaron todos los registros existentes ya que son pequeñas y los desplazamientos sólo serían locales.

- **SERVICIOS**

Ésta categoría incluye a los Hoteles, las Iglesias, oficinas y todo aquello relacionado con la Administración Pública. Estos servicios no se jerarquizaron por las plantillas laborales, ya que no necesitan un número grande de empleados para llevar a cabo su función y de cualquier manera representan un número considerable de viajes.

- **INDUSTRIA**

Se identificaron dos tipos, la pesada y la ligera. La industria pesada se consideró como las empresas que trabajan con grandes cantidades de materiales en bruto y los transforman en productos semielaborados. La importancia de cada empresa se debía a su plantilla laboral, la cual debe ser como mínimo de 11 personas laborando. Por su parte la industria ligera es aquella que fabrica bienes de consumo final, también se consideraron mínimo 11 empleados.

- INFRAESTRUCTURA PARA EL TRANSPORTE

La elaboración de esta categoría se detalla en el punto Número 10 de esta misma lista.

- ix. Una vez que se contó con la información capturada, ésta tuvo que ser comprobada para su ubicación geográfica en el mapa, ya que en algunos servicios, la dirección que se tenía en el registro no coincidía con el lugar donde se encontraba situado el punto (por ejemplo una manzana inexistente en una AGEB). Cuando se tenía el caso en que no coincidía ninguno de los datos recabados con su ubicación física se concluía que la unidad económica simplemente había cesado sus actividades, por ello se excluía del estudio pues no se proporcionó información veraz y confiable, por lo tanto, se proseguía con la ubicación de las demás unidades.
- x. Para verificar la información que se incluyó en el Inventario de Rutas de la Zona de Estudio se hicieron estudios a bordo para comprobar el derrotero, posteriormente se trazaron sobre el mapa. Para recopilar esta información se realizó un análisis en cada punto de por lo menos una hora, pues se considera que este es el periodo mínimo en el que se puede obtener un esbozo fiel del comportamiento real de una zona de estudio. Cal y Mayor (2007) menciona que los días de la semana que pueden representar volúmenes normales de tránsito son de lunes a viernes, pues los fines de semana se presentan comportamientos extremos, por ello el presente estudio se llevó a cabo en miércoles, durante la cual se anotó la ruta, los destinos, el sentido y el tipo de servicio al cual pertenecía la unidad.
- xi. Con la información reunida, se editó la capa de Vialidades que se tenía, se verificó previamente que se tuviera un sistema de coordenadas, ya que estas son necesarias para visualizar los datos correctamente. Si esta información no es correcta, el software ArcGIS se ve imposibilitado para proyectar o visualizar los datos de una manera correcta, ya que emplea coordenadas como las que se utilizan comúnmente en los mapas físicos, esta información podría provocar

que las coordenadas no se apreciaran correctamente, y muchos de los procesos no podrían ser llevados a cabo (ESRI, 2014). Debido a ello, se modificaron creando la Geodatabase o conjunto de archivos que se utilizan para el Análisis de Redes, ya sea con la generación de isócronas. Con la Geodatabase lista, se pudieron incluir los modelos de indicadores de accesibilidad que se buscaba estudiar.

- xii. Como último paso, se buscó unir la información económica de la cual se tiene una base de datos de servicios y la información geográfica que ya se había plasmado en el mapa de la zona de estudio. Con esto, el mapa se volvió más interactivo y fue posible extraer información económica de la cartografía. Para verificar que la unión concordara, era necesario tener la misma cantidad de datos que de puntos a los cuales se les asignaría esa información, se verificaron los campos y se realizó la unión, posteriormente se verificó en el mapa y se proyectó.

Capítulo 4. Generación del modelo

4.1 Variables de accesibilidad y movilidad

Los indicadores de accesibilidad utilizan variables para proporcionar la pauta para generar el modelo al respecto; una variable es una magnitud que puede tener un valor cualquiera de los comprendidos en un conjunto, para el caso de estudio se elegirán factores urbanos que son métricas de elección de movilidad de los habitantes de las ciudades. Por ello resulta de suma importancia su observación, ya que al tener conocimiento de las variables es posible predecir (con ciertas limitantes) la conducta del usuario y así poder realizar un análisis de la situación en la que se encuentra la movilidad en una zona determinada.

Una vez establecidos los parámetros para la medición de las variables se realizará el diseño del modelo de base de movilidad que permitirá la generación de los escenarios básicos de accesibilidad, adecuándolos a cada uno de los bloqueos para la segunda prueba.

Los viajes se consideran como el medio para ir de un punto a otro, se componen de tres elementos primordiales: origen, destino y el trayecto a recorrer, con ello se puede conocer el comportamiento de los usuarios de transporte de una zona determinada. No obstante, no es posible conocer todas las combinaciones de orígenes y destinos que se tienen para cada individuo porque en ocasiones se presentan múltiples destinos creando una cadena de pequeños viajes; por ello es necesario establecer un método por el cual se puedan dotar de características a los orígenes y a los destinos, la siguiente sección explica a mayor detalle la naturaleza del origen y el destino.

El Origen de un viaje comúnmente es considerado el hogar de procedencia, ya que estos son los que proveen protección, alimento y descanso. En algunos casos, este origen es visitado varias veces al día, y en otros, sólo se utiliza una vez por mes, por ello es que se le puede considerar también como el final de los motivos de los viajes o el inicio de una cadena de destinos.

El Destino puede ser cualquier punto geográfico en un área de estudio, algunos de estos tienen mayor disposición de ser elegidos; tal característica es probabilística y se considera como la capacidad de "atracción del destino" y es mayor cuando es conocido para el individuo o posee alguna referencia sobre él. Esta referencia forma parte de un mapa mental que es un conjunto de destinos que van normalizando el comportamiento de un usuario de acuerdo con los bienes y servicios que emplea. Las interacciones que tienen los usuarios entre los diversos puntos geográficos definen qué tan atractivo es un destino.

Con el objetivo de fijar métricas y estudiar la elección de los viajes para investigar la movilidad en la zona de estudio, se consideraron las propuestas que con este fin se realizaron anteriormente y que llevaron al desarrollo de algunos programas como el Plan Integral de Movilidad (PIM), mismo que fue generado por el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP), que estudia los determinantes de la demanda (ITDP, 2012). En el PIM se menciona que para analizar la creación de viajes se debe comenzar con los generadores (como las zonas habitacionales) y los atractores de viajes (como las zonas donde se satisfagan las necesidades de los habitantes del polígono que se esté estudiando). Proporciona los factores de la caracterización de la demanda dividiéndolos en tres tipos: sociodemográficos, productivos y relativos al equipamiento.

Los primeros son aquellos que se refieren a características de la población en general; los factores productivos son los económicos, como los lugares de trabajo, actividades económicas por sectores y movimientos de mercancías; finalmente los factores de equipamiento definen lugares de interés como escuelas, hospitales, deportivos, mercados, etc. La metodología de este plan menciona que es necesario conocer la demanda, que se modela o conoce mediante la aplicación de encuestas. Menciona que, además del conocimiento de todos los datos para los desplazamientos, es necesario conocer el parque vehicular, antigüedad promedio de los vehículos, consumo de combustible y los kilómetros por vehículo recorridos.

De la misma manera, el PIM menciona conveniente el análisis de la infraestructura urbana desde un enfoque de movilidad peatonal y ciclista, así

como un inventario de sistemas de transporte público en el que también se conozcan cifras de operación, estudios de tiempos de recorrido y demoras, ascensos y descensos, frecuencia y ocupación de secciones así como inventario de Centros de Transferencia Modal (CETRAM), estaciones, parabuses y estelas para abordar transporte público. Conocido esto, analizar la información sobre las redes (cobertura, coherencia y puntos conflictivos del sistema) y sobre el servicio (política tarifaria, frecuencia y coordinación de rutas, sistemas de información al público y la calidad del servicio). Como último paso, el manual menciona un análisis de impactos y externalidades, donde se indaguen contaminación, salud, accidentes, congestión y ruido. Una vez cumplidos cada uno de los puntos que se indican en el manual, se puede realizar un diagnóstico de la Oferta de Movilidad. Finalmente, en el PIM se hace la recomendación de analizar la oferta y hacerla compatible con la demanda de viajes, es decir, la movilidad. La Tabla 3 que se muestra a continuación es la propuesta del ITDP resumida.

Tabla 3. Contenido sugerido para el análisis de la oferta y la demanda de la movilidad y su sostenibilidad ITDP, 2012

Análisis de la demanda	Análisis de la Oferta	Externalidades
1. Análisis de factores determinantes de la demanda	1. Infraestructura para el peatón	1. Contaminación
A. Factores de la demanda	A. Inventario de itinerarios.	A. Emisión de contaminantes criterio.
a. Características socio-económicas y productivas.	B. Evaluación de los itinerarios personales	B. Generación de gases de efecto invernadero.
b. Distribución de la población y de las actividades	2. Infraestructura para ciclistas	C. Valoración económica y daños en salud.
B. Evaluación de los factores de la demanda	A. Inventario de infraestructura ciclista	2. Seguridad.
2. Estimación de la demanda de viajes.	B. Evaluación de la infraestructura ciclista.	A. Accidentes por tipo.
A. Estructura de la demanda de viajes.	3. Infraestructura para servicios para el transporte público	B. Análisis del diseño de los sistemas de movilidad en la seguridad y valoración económica de accidentes.
a. Estimación de la demanda.	A. Inventario de infraestructura de transporte público, estaciones y centros de transferencia multimodal.	3. Congestión vial.
b. Medición de flujos.	B. Evaluación de la infraestructura de transporte público estaciones y centros de transferencia multimodal.	A. Localización y medición de tramos con congestión.
c. Encuestas.	4. Infraestructura para vehículos privados	B. Evaluación de costos de congestión.
B. Evolución de la demanda.	A. Descripción de red vial.	4. Ruido.
3. Análisis de la demanda de estacionamiento.	B. Evaluación de red vial.	A. Zonas y vialidades con problemas de ruido.
A. Ocupación de plazas.	5. Oferta de estacionamiento.	B. Evaluación de sitios fuera de norma y valoración.

B. Evolución de la demanda.	A. Inventario de estacionamientos y regulación. B. Evaluación de estacionamientos.	5. Efectos de barrera y ruptura del entramado urbano. A. Localización de infraestructuras que general barreras y ruptura del entramado. B. Evaluación sobre impactos y análisis de remoción de barreras.
4. Análisis de la demanda de transporte.		
A. Ocupación de plazas.	6. Infraestructura para el tráfico de mercancías.	
B. Evolución de la demanda	A. Inventario de infraestructura de mercancías. B. Evaluación de la oferta.	
Planos y Documentos de Síntesis		
A. Plano de zonificación o generadores de movilidad.	1. Planos de las siguientes infraestructuras.	2. Documento de evaluación de las infraestructuras para la movilidad.
B. Plano de intensidades.	A. Itinerarios peatonales principales.	A. Planos de accidentes viales por tipo.
C. Matriz origen destino.	B. Infraestructura ciclista.	B. Zonas de congestión vial.
D. Análisis de la encuesta origen destino.	C. Infraestructura y servicios de transporte público.	C. Plano de ruido.
	D. Estaciones.	D. Plano de barreras y ruptura de entramado urbano.
	E. Red vial.	
	F. Zonas de estacionamiento reguladas.	
	G. Infraestructura para el transporte de mercancías.	

Debido a que los alcances para el presente estudio no cubren la aplicación de encuestas para el análisis de la demanda y que además no es posible estudiar a detalle las condiciones de operación de las vialidades -pues se están considerando vías no saturadas, demoras inexistentes y flujos sin obstrucciones- no es posible realizar un análisis tan detallado como el que propone el ITDP, por ello, el modelo que se pretende aplicar al polígono de estudio, se especificará en los subcapítulos siguientes.

4.1.1 Medición de las variables

Un método alternativo para la valoración de la elección de los viajes de los habitantes de un área (considerando que todos los usuarios de transporte se comportan de la misma manera, implicando que tomen las mismas decisiones y ponderen con una afinidad semejante sus elecciones), se basa en ordenar por jerarquías las preferencias del viaje, por lo que se genera la siguiente información (Tabla 4), donde se propone (con perspectiva de gestión del transporte) que el 1º es el factor más importante y 4º es de menor trascendencia.

Tabla 4. Factores sociodemográficos para la elección de un lugar para habitar. Elaboración propia

Elemento Urbano	1°	2°	3°	4°
Vialidades	Demoras	Conectividad	Velocidad	No. De carriles
Comercios	Ubicación	Variedad	Nivel de servicio	Costo
Transporte Público	Rapidez	Costo	Seguridad	Intelección
Infraestructura para el peatón	Seguridad	Funcionalidad	Diseño geométrico	Intelección
Escuelas	Ubicación	Capacidad	Turnos	Nivel académico
Bibliotecas	Ubicación	Instalaciones	Préstamos	Ambiente
Casa de Cultura	Variedad	Equidad	Costo	Capacidad
Hospitales	Nivel de servicio	Especialización	Capacidad	Instalaciones
Esparcimiento	Costo	Ubicación	Instalaciones	Variedad
Edificios Administrativos	Ubicación	Atención al cliente	Tiempo de espera	Equidad

La Tabla 5 muestra los elementos urbanos más importantes y el criterio por el cual se medirán, con éste método se busca homologar las variables con el objetivo de llevar a cabo el cálculo de la manera más sencilla posible.

Tabla 5. Variables urbanas y valoración. Elaboración propia

Elemento urbano	Variable	Valoración
Vialidades	Obstrucciones	Las vialidades con obstrucciones altas en horas de máxima demanda son despreciadas frente a aquellas que sin poseer muchos carriles o velocidades altas, tienen buenos flujos de tránsito. La congestión de las vialidades aunque posea buena conectividad generará grandes demoras, provocando que el nivel de servicio de la vía sea bajo, además de no favorecer la accesibilidad en dicha zona.
Comercios	Distancia	La cercanía que este tipo de destinos tiene con respecto a los centros habitacionales es un factor de suma importancia, pues a medida que esta distancia es menor, mayor preferencia tendrá sobre aquellos que se encuentren más lejanos.
Transporte Público	Tarifa	El sistema tarifario de un servicio de transporte deberá atraer al máximo número de usuarios con un nivel más bajo de ingresos que el que se lograría con una tarifa más alta. A su vez, debe generar el máximo ingreso para la empresa transportista.
Infraestructura para el peatón	Seguridad	Cuando un peatón recorre vialidades y calles siempre prefiere aquellas que le provean mayor seguridad. Si estas vialidades no cumplen con un diseño adecuado para el peatón o si estas se encuentran bloqueadas, con deficiencias en la losa, se tiene demasiado contacto con vehículos o cualquier otro elemento que disminuya la confianza del peatón, no serán utilizadas.
Escuelas	Distancia	La cercanía de los centros habitacionales con las escuelas es un factor preponderante en atracción de estos destinos, pero cuando existen más escuelas ubicadas a una distancia cero, se ponderan otros factores, como la calidad de la educación, los turnos y la capacidad del plantel.

Hospitales	Nivel de servicio	En los hospitales y los centros de salud, lo más importante es el trato que se le da al paciente, aunque algunas veces no es posible elegir entre varios de estos debido a las diversas especialidades que en ellos están, o al control de seguridad social que no permite atenderse en cualquier centro.
Esparcimiento	Costo	Los centros de esparcimiento son servicios que los habitantes de una zona consideran tiempo de calidad, por ello, se le da una valoración monetaria y se considera que mientras más costoso es menor atracción posee.
Equipamiento	Distancia	Este elemento urbano consiste en todos aquellos servicios que proporciona el estado, como es el caso de los cementerios, manejo de residuos, mercados, módulos de vigilancia, en ello radica que su ubicación sea primordial, será preferible para una zona habitacional que los servicios se encuentren a la menor distancia posible pues esto implica un menor tiempo de traslado.
Empleos	Salarios	Los habitantes de una zona (como lo ha demostrado la EOD 2007) prefieren desplazarse a empleos de zonas lejanas si el salario compensa el tiempo de traslado, sobre este supuesto se basa la valoración de este elemento urbano.

4.2 Medidas de los indicadores de accesibilidad

Los indicadores de accesibilidad que se estudian en el presente trabajo se basan en la metodología presentada por la Tesis Doctoral "Los indicadores de accesibilidad y su papel decisor en las inversiones en infraestructuras de transporte. Aplicaciones en la comunidad de Madrid" (Monzón, 1988) que clasifica a los indicadores de acuerdo al siguiente esquema:



Figura 25. Clasificación de los indicadores de accesibilidad. Monzón, 1988

Los Indicadores basados en **Medidas de Viaje** analizan y contabilizan los viajes realizados, el itinerario de un sistema y el número de veces que este se recorre, además, también puede ser probabilístico al analizar la posibilidad de que se realice un viaje determinado.

Los Indicadores basados en **Medidas Agregadas** son las que se basan en la interrelación de los usos de suelo con el transporte. Se utiliza una malla de nodos aplicándola como orígenes y como destinos y se establecen combinaciones para medir su variación y los efectos que éstas producen.

Los Indicadores basados en **Medidas Desagregadas** consideran cada elemento urbano individualmente y miden su desempeño en la red. No se toman en cuenta poblaciones o nodos del sistema.

Los Indicadores basados en el **Transporte Público** enfatizan en analizar qué comportamiento tiene éste, respecto de los sectores que se encuentran cautivos, que en su gran mayoría son los segmentos poblacionales con menor nivel económico, estos análisis se llaman estudios de microaccesibilidad.

Los Indicadores basados en **Medidas Topológicas** son aquellas que muestran las características físicas de las redes de transporte. La manera más sencilla de representarlas son las matrices de conectividad, en la que es posible conocer la relación que se tiene una a una en cada nodo definido de la red vial. Se centran básicamente en la medida de la distancia de separación entre dos puntos de la red y sus características.

Pueden considerarse medidas topológicas algunas características de las medidas de la malla de la red, entre ellas es posible mencionar el *Número Asociado a Cada Nodo* que consiste en el número de nodos que debe atravesarse para llegar al nodo más distante. *La Densidad de la Malla* mide la longitud de las carreteras por unidad de superficie, cuanto más densa sea la malla menor será la distancia media desde cada punto del área en estudio de la red, también puede utilizarse esta medida para indagar sobre la homogeneidad de la red, existen otras medidas como el Factor de Ruta, Factor de Ruta del Nodo i , Camino Mínimo, Índice de Velocidad, Índice de Trazado-Velocidad, Índice de Generalizado de Shimbél, Índice de Ingram (Monzón, 1988) y estos se ampliarán en la sección IV llamada Recomendaciones del presente trabajo.

4.3 Construcción del modelo de utilidad aplicado a Movilidad

4.3.1 Modelo de Utilidad del viaje encaminados a movilidad

Los principios en los que se basan los modelos de utilidad encaminados a la movilidad son los siguientes (Monzón, 1988):

- a) Los tráficos se reparten proporcionalmente al número de bienes alcanzados en la zona de destino: Q_j .
- b) Los tráficos se reparten proporcionalmente a una función decreciente del costo de desplazamiento entre dos zonas, del tipo $e^{-C_{ij}/k}$. Donde C_{ij} es la oferta de bienes y k es una constante.
- c) Se comprueba que la satisfacción del usuario permanece invariable, siempre que a todo aumento lineal en el costo de transporte se asocie una progresión geométrica de los bienes alcanzables en el destino. Es decir, que la distribución de viajes correspondientes a una oferta de bienes C_{ij} se mantiene invariable si al aumentar el costo N veces (NC_{ij})

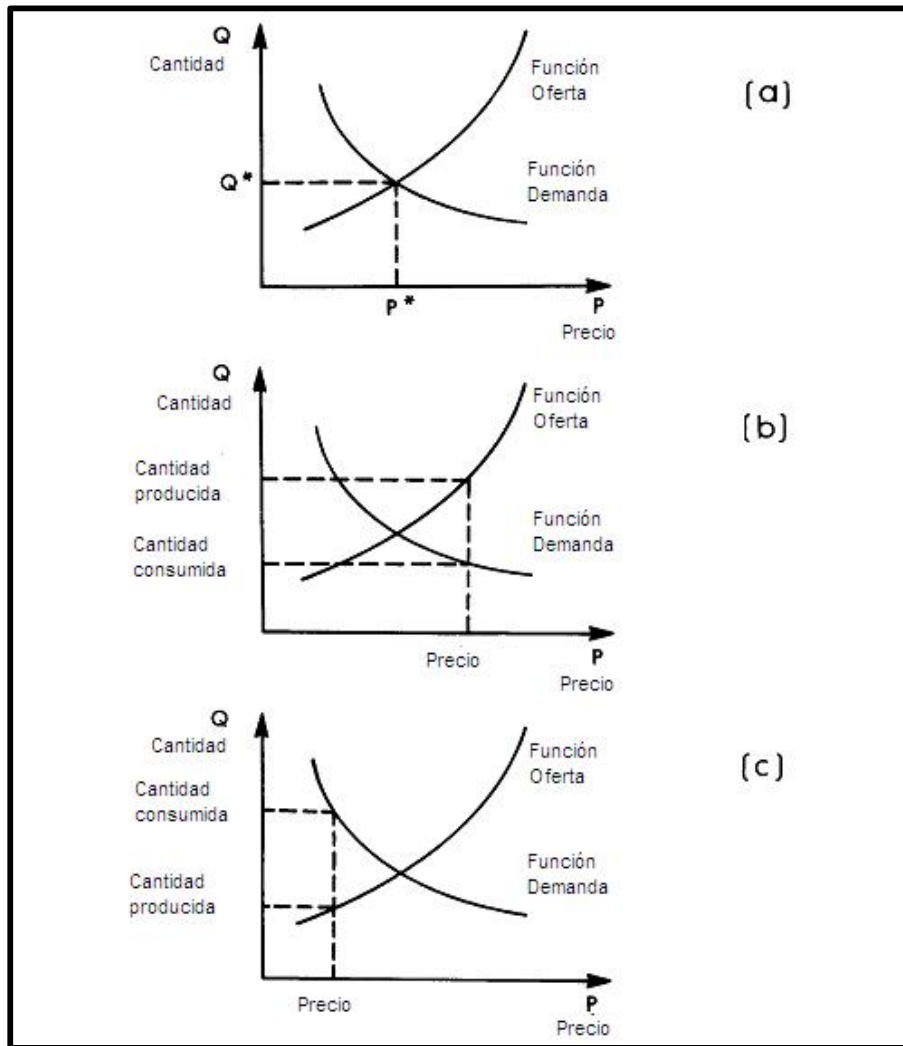
el número de bienes alcanzables en el destino aumenta hasta Q_j^N . Esto equivale a decir que la relación entre $\ln Q_j$ y C_{ij} es un invariante.

Los elementos fundamentales de las funciones de utilidad son los siguientes:

- 1) Se toma como consideración que los individuos en un segmento de población dado –con las mismas elecciones y restricciones- vinculan en cada opción una utilidad neta y escogen la alternativa que posea el mayor valor. Se puede concluir entonces, que son personas que tienen la cantidad de información necesaria para la toma de decisiones con base en el supuesto mencionado, y siempre buscarán maximizar su utilidad.
- 2) La probabilidad de que una alternativa sea seleccionada, es igual a la probabilidad de que la utilidad derivada de esa alternativa supere a la utilidad derivada de alguna otra alternativa.

4.3.2 Equilibrio en las Redes de Transporte

El concepto de equilibrio de las redes de transporte público se basa en la idea de equilibrio que se utiliza en la economía, en el que la demanda iguala a la oferta producida, esto se logra cuando el precio del producto toma un valor en el que el demandante está dispuesto a comprar y el productor está dispuesto a vender ambos a un nivel en el que todo lo producido es consumido, de acuerdo a las curvas de la oferta y demanda como se muestra en la Gráfica 2, donde es posible concluir que dado el punto (P^*, Q^*) referido al equilibrio entre precio ideal y consumo ideal se tiene que si llegase a bajar el precio del bien se produciría una demanda proporcional. Pero si el precio se situara por debajo del precio ideal la demanda se incrementaría provocando que los productores aumentasen precios intentando aprovechar dicha sobredemanda y ese desbalance generaría una menor demanda.



Gráfica 2. Equilibrio de la Oferta y la Demanda: a) Mercado equilibrado en cantidad y precio; b) Precio muy alto; c) Precio muy bajo. Imagen tomada de Sheffi (1985)

La preferencia de determinados productos no sólo se ve influenciada por el precio, si no por atributos que influyen en el consumo de un bien según su función, al simplificarlo de manera que se tienen una sola variable, el equilibrio se vuelve determinístico y de esa forma se relaciona con las redes de transporte público, donde las rutas con costo mínimo tienen predilección sobre las que tienen un costo más alto, aunque esto sea un escenario hipotético proporciona un esbozo del comportamiento de la mayoría muchos usuarios de transporte.

Utilizando como ejemplo una estación de servicio de gasolina, y suponiendo que esta bajara sus precios considerablemente, se crearía una sobredemanda de bienes, hecho que produciría colas de servicio, el número

adicional de usuarios que desearían adquirir dicho bien estaría en función del número de clientes que se encuentren en la fila y el tiempo que tardan en atender a cada cliente, además de la voluntad que los usuarios tengan para obtener dicho bien; este ejemplo es útil para explicar que la toma de decisiones de los usuarios de un bien pueden tomar dos factores como característica de predilección por un servicio, estas son dos funciones: la de la demanda y la del desempeño.

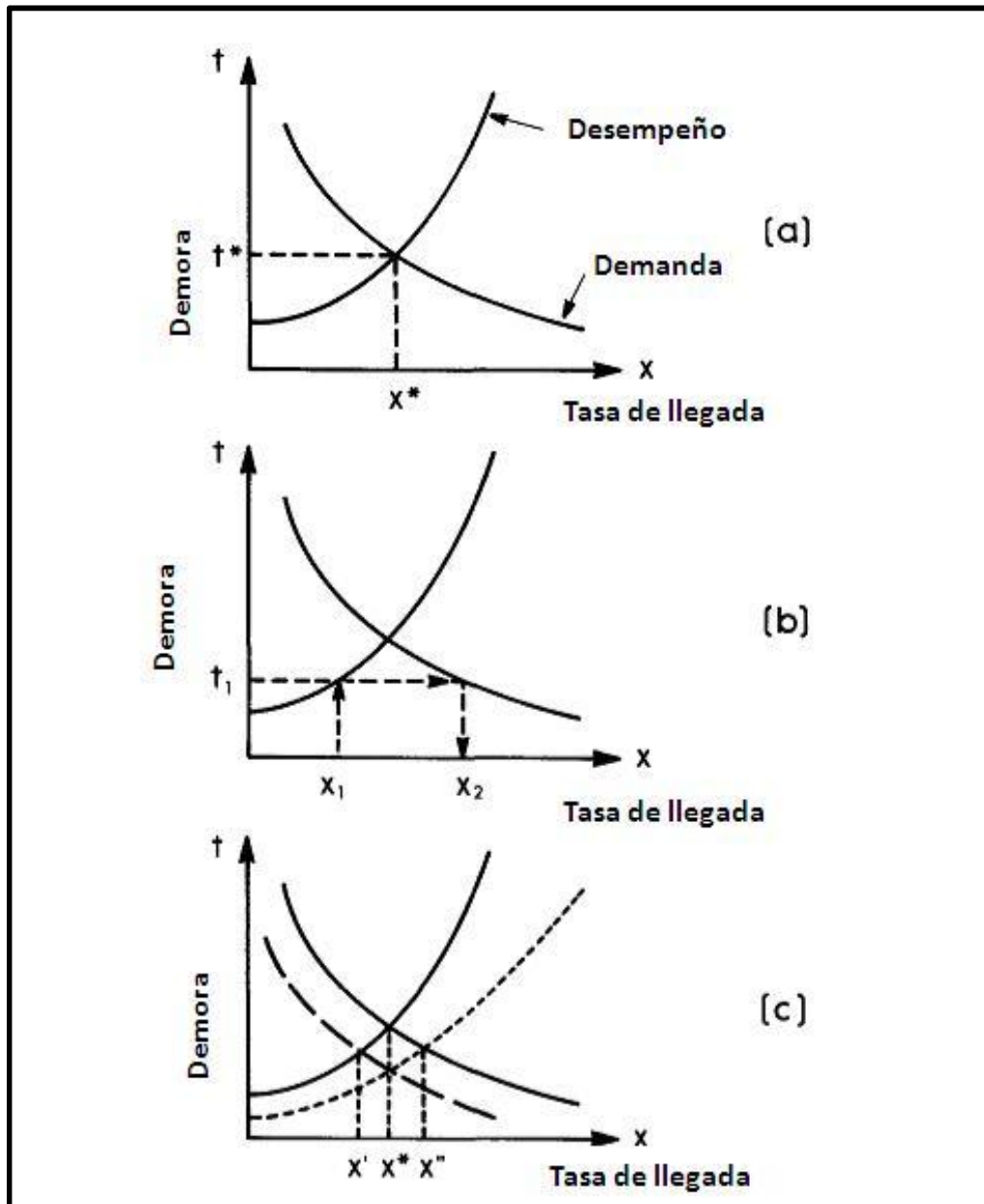
4.3.2.1 Función de la demanda

Es la razón de las llegadas de los clientes con respecto a la demora (esto es, relaciona el número de clientes que entran a la estación por unidad de tiempo como una función de tiempo de espera). Un tiempo de espera corto provoca que los usuarios prefieran dicho servicio, por ello aumenta la razón de llegadas y de usuarios atendidos.

4.3.2.2 Función del desempeño

Esta función relaciona el tiempo de espera con la razón de llegadas, no está claro el poder ejemplificar el comportamiento de ninguna empresa, si no que refleja un fenómeno físico: es la relación de la demora con la cola de espera. Para esta función, cuando la razón de llegadas es baja habrá una línea de espera corta y por ello la demora será baja (y el desempeño será mejor) y atraerá un mayor número de clientes. Cuando la tasa es alta también será alta la demora haciendo que no se sumen más clientes a la fila (debido a que el desempeño empeora).

De lo visto anteriormente, es posible concluir que el equilibrio como función del desempeño es a su vez una función del precio y la demora (lo cual es equivalente a una función de la oferta) y de la razón de llegadas (que es la demanda).



Gráfica 3. Equilibrio entre la Demanda y el Desempeño en un ejemplo de una estación de servicio: a) Equilibrio entre las tasas de llegadas y tiempo de espera; b) Tiempo de espera que es muy lento; c) Una curva de demanda cortada (precio más alto) y una curva de desempeño modificado (tasa de servicio alta), Sheffi (1985)

4.3.2.3 Equilibrio en Redes de Transporte Urbano

Los componentes del nivel de servicio del transporte dependen en gran medida del flujo y su valor depende de la utilización del sistema de transporte, es decir, de las preferencias de los usuarios. Para las Redes de Transporte Urbano el universo de elecciones de un grupo de automovilistas (usuarios de transporte privado) que requieren trasladarse desde un punto en específico

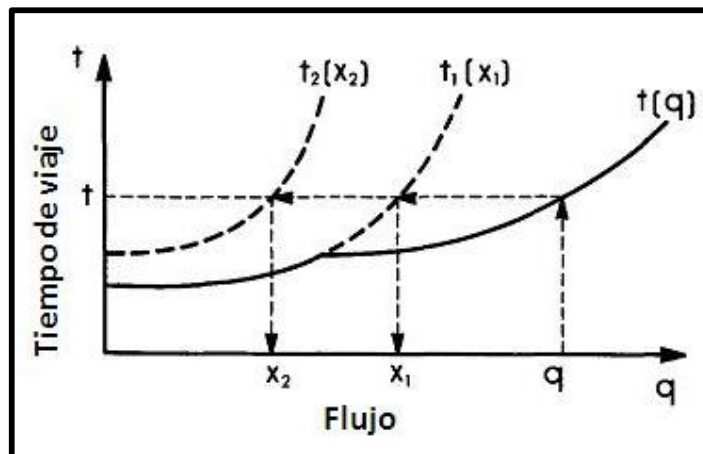
hacia un destino en particular puede ser tan variado como vías de transporte se puedan tener. Para el caso en que todos los individuos sean usuarios de transporte público que eligen en el mismo lapso de tiempo, una única vía y toman idénticas elecciones de transporte se crea un escenario de colapso del sistema ya que de esta manera se generan altos niveles de congestión, tiempos de espera largos, probabilidades casi nulas de obtener un asiento y conductores disgustados, la suma de tales condiciones provocarían que el nivel de servicio bajara con altos costos (sobre todo en tiempos de traslado), y en respuesta se tendría que las personas preferirían conducir, otros cambiarían sus horas de salida, pero la mayoría seguiría utilizando la misma ruta. Dichas condiciones harían que los usuarios de transporte emplearan dos funciones como herramienta de elección: la de *desempeño* que describe cómo el nivel de servicio se deteriora cuando se incrementa el volumen; y la de *demanda* que describe cómo el volumen de pasajeros incrementa con un nivel de servicio alto.

Entonces, la idea de que el flujo en cada vialidad involucra la solución de un problema de equilibrio del tipo demanda-desempeño implica que la *tasa de llegadas* es el número de usuarios que eligen una trayectoria de un origen a un destino, *la demora* está dada por el flujo en los arcos (vialidades) y *el precio* es el tiempo de viaje. Dadas dichas condiciones es de esperarse que cada usuario busque minimizar su tiempo de viaje (*precio*), pero ya que esta variable cambia con el flujo de la vialidad en cuestión ningún usuario puede mejorar su tiempo de viaje utilizando un cambio de ruta unipersonal, esto es la condición de *Equilibrio del Usuario*.

Las funciones de desempeño que se presentan en las ciudades dependen del tiempo de viaje aunque las vialidades tengan un buen flujo de tránsito. En el *equilibrio del usuario* el tiempo de viaje en todas las trayectorias es igual, además será mayor o igual el tiempo de viaje que experimentará un solo vehículo en alguna otra trayectoria no utilizada, de esta manera las trayectorias se pueden dividir en dos grupos: las que contienen flujos y tiempo de viaje iguales y las que no tienen flujos para la situación en las que se consideren orígenes y destinos, en las cuales el tiempo de viaje en cada

trayectoria será mayor o igual que el tiempo de viaje de las trayectorias del primero grupo de esta división.

Para explicar el desempeño de cada una de las trayectorias es necesario determinar una nueva función que mida esta característica que estará integrada por la suma horizontal de las funciones individuales de desempeño, de tal manera que dicho equilibrio puede ser solo determinado por el flujo que hay de origen a destino, o incluir las características del modelo que se verá en la sección 4.3.3.



Gráfica 4. Función de desempeño Origen-Destino, $t(q)$ es utilizado para encontrar el tiempo de viaje de Origen a Destino, t y el flujo del equilibrio, x_1 y x_2 . Sheffi (1985)

4.3.3 Función de Utilidad

De acuerdo con lo que se vio en la sección anterior, las funciones de desempeño pueden ser sustituidas por funciones de utilidad o de costo generalizado, de tal manera que será posible construir funciones de utilidad de la forma:

$$u = a_0 + a_1 t_v + a_2 t_a + a_3 t_e + a_4 h + a_5 T$$

Donde:

a_n : Coeficientes capaces de unificar las diferentes dimensiones de cada uno de los tiempos considerados en la función

t_v : tiempo de viaje

t_a : tiempo de acceso

t_e : tiempo de espera

h: confiabilidad y confort

T: tarifa

De la función de utilidad la variable dominante (debido a que se encuentra presente en cada una de los coeficientes) es el tiempo y más importante lo es el tiempo de viaje, por ello el análisis de costo (utilidad) se simplifica en términos del tiempo de traslado. Para el estudio no es posible obtener todas las variables, exceptuando el tiempo de viaje, por ello, las alternativas de movilidad se reducen solo a ese factor, esto a su vez, provoca que la única opción de transporte sea el STC Metro, para no generar favoritismos por un solo sistema de transporte es necesario considerar al menos otro de los componentes de la función con la finalidad de generar variedad en la elección y que las alternativas del modelo no se reduzcan sólo a una, de esta manera se elaboró la tabla 6 que sigue a continuación, en la que se determinó qué factores tenían mayor importancia de acuerdo a las decisiones que usualmente toman los usuarios de transporte.

Tabla 6. Variables y sus ponderaciones. Elaboración propia

Elemento urbano	Variable	Variable de movilidad	Ponderación
Vialidades	Obstrucciones	Tiempo de viaje	Como puede verse en la fila Elemento Urbano se tienen 10 factores a considerar, en la fila Variable se tienen 10 factores y en la fila Variable de Movilidad se encontraron 3 variables de mayor importancia. Por ello se considera el Tiempo de viaje como la variable más importante del análisis, posteriormente las Atenciones y finalmente los Accidentes
Comercios	Distancia	Tiempo de viaje	
Transporte Público	Tiempo de viaje	Tiempo de viaje	
Infraestructura para el peatón	Seguridad	Accidentes	
Escuelas	Distancia	Tiempo de viaje	
Hospitales	Nivel de servicio	Atenciones	
Esparcimiento	Costo	Atenciones	
Equipamiento	Distancia	Tiempo de viaje	
Empleos/ Industria	Distancia	Tiempo de viaje	
Servicios	Distancia	Tiempo de viaje	

Con base en tales valores, la función se transforma como sigue:

$$u = a_0 + a_1 t_v + a_2 t_a + a_3 t_e + a_4 h + a_5 T$$

Así, el costo generalizado o utilidad del viaje del presente estudio se transforma solo en el tiempo de viaje y en las atenciones consideradas a partir del criterio de cada usuario. Como la información que está disponible para este modelo es el tiempo de viaje en función de la distancia de cada servicio y su área de interacción con las comunidades delimitadas anteriormente, el modelo se transforma en lo que sigue a continuación:

$$u = t_v + h$$

Donde se han eliminado los factores que homologan los datos proporcionados por cada una de las variables y sólo resta el tiempo de viaje y las atenciones que los servicios pueden prestar como un *plus* para cada servicio dado. La accesibilidad en la zona entonces, puede ser considerada a partir de este nuevo parámetro, afectándose en cada uno de los servicios asociados como se verá en las pruebas y calibración del siguiente capítulo.

Con dicha función generalizada del costo se vuelve inevitable aproximar el modelo en lo posible a la realidad, la habitual es considerar únicamente el tiempo y los costos monetarios. Estudios de este tipo demuestran que simplificar de esta manera la expresión, refleja la valoración total del bien realizada por el consumidor, ya que tiene en cuenta tanto el dinero efectivamente pagado, como el valor del tiempo invertido en el consumo (De Rus, 2003), además se cuenta con que el usuario tome decisiones racionales, siempre preferirá la ruta que le suponga el menor costo percibido, además dicha percepción es anticipada al viaje, por lo que dichas suposiciones son posibles.

Partiendo de lo encontrado en la tabla y debido a que casi todas las variables que afectan a la accesibilidad se encuentran en función del tiempo de viaje, se considera esa afectación como la más significativa que puede alterar la movilidad de la zona de estudio, además de los lugares con difícil acceso debido a las condiciones del camino pero difíciles de modificar en las cartografías resultantes, debido a que no es posible integrar la condición física de las vialidades en la cartografía.

4.4 Modelo Base de Accesibilidad

Utilizando las definiciones anteriormente expuestas se procedió a la elaboración del Modelo de Accesibilidad aplicado al software que transforma al modelo en un algoritmo con el cual le es posible proyectar -para su visualización- a las isócronas de acuerdo al tiempo e impedancias que se le administren.

Impedancia es definida como la resistencia a desplazarse cuando aumenta la distancia, el tiempo o el costo de viaje (Ortúzar, 2008), para este caso se utilizó la afectación en el tiempo de viaje y se contabilizó como todos aquellos bloqueos y afectaciones que se tienen en las vialidades, los cruces entre ellas además de las características físicas de estas como calles peatonales, cerradas y callejones.

A partir del modelo de costo generalizado que se propuso anteriormente resultado de la carencia de la calidad de la información disponible, donde t_v = tiempo de viaje y h = las comodidades:

$$u = t_v + h$$

Se buscó obtener los tiempos de traslado entre los diversos puntos, esto se extrajo del dato de las longitudes de las vías que ya se tenía en la información cartográfica. De acuerdo a la mecánica clásica, la velocidad se obtiene del siguiente modelo, donde la velocidad (v) se encuentra dada en metros/min, la distancia (d) en metros y el tiempo (t) en minutos:

$$v = \frac{d}{t} \rightarrow t = \frac{d}{v}$$

Para poder extraer este dato de la información de las vialidades, fue necesario hacer que la base considerara las longitudes de las vialidades, esta información viene integrada a los Shapefiles porque éstos tienen representación vectorial geográfica, lo que supone exactitud en las coordenadas y escalas. La velocidad fue fijada a partir del supuesto de las condiciones idealizadas de las vialidades, de forma que se fijaron las velocidades máximas permitidas en función del tipo de vialidad, con dicho dato integrado en los atributos de las vialidades fue posible ingresar una nueva

columna en la base de datos de dicha Geodatabase donde se ingresó la ecuación para calcular el tiempo y se ejecutó el cálculo. Posteriormente, se dotó a la red vial de propiedades útiles para el Análisis de Redes, mediante esta útil herramienta del software ArcGIS puede realizar simulaciones propias de la especialidad de Modelos de Redes como encontrar la ruta más corta, calcular áreas de servicio, encontrar el servicio más cercano, obtener matrices de costos entre orígenes y destinos, resolver problemas de rutas en vehículos, calcular la asignación de nuevos servicios, pero para ello, se tiene dependencia directa de la información que le sea administrada a la red vial y al proyecto que se está trabajando.

Como se mencionó a lo largo del capítulo tres, con la descarga de los archivos en formato *shape* y su integración al proyecto, se elaboraron capas de servicios utilizando como fuente de datos el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas de INEGI. Para extraer la información acerca de los negocios en la zona, se seleccionaron los que cumplieran con las características que se especificaron anteriormente y con la información estadística que también está integrada en dicho software, se elaboró una base de datos, con la cual se pudieron obtener datos como el número de trabajadores y su domicilio. Para integrar las capas al proyecto, se fueron agregando uno a uno los negocios posicionándolos dentro de la manzana donde está su ubicación exacta, posteriormente se editaron con íconos alusivos a la función económica a la que pertenecía para su fácil distinción.

Al transformar una red vial en Geodatabase las conexiones entre las vialidades se pueden cortar o perfeccionar, dependiendo de la calidad que se requiera de la información, entre otras funciones se revisa la topología de estas para saber si se encuentra bien dibujada y no se tienen líneas encimadas o incompletas, por medio de este nuevo archivo se puede utilizar la herramienta *Network Analyst*, para poder utilizar la función Nueva Área de Servicio, las instalaciones deben alimentarse con las capas que se crearon, para el caso del primer escenario que se refiere a las vialidades libres será el único cambio que se debe realizar, para el caso de las obstrucciones, se debe tener una capa especialmente elaborada para tal fin y alimentarse con ella a las Barreras, para fijar las impedancias es necesario entrar en la sección de

opciones de la ventana *Network Analyst* que se despliega después de solicitar la Nueva Área de Servicio y se ajustan las condiciones, los tiempos, las unidades de la impedancia y la manera en que se elaboraran los polígonos; posteriormente se resuelve el área y dependiendo del número de polígonos o isócronas que se requieran se tomará tiempo para calcularlas.

Según el portal de recursos de ArcGIS, un área de servicio es "una región que abarca todas las calles accesibles (es decir, calles que están dentro de una impedancia especificada). Por ejemplo, el área de servicio de 5 minutos para un punto en una red incluye todas las calles a las que se puede llegar desde ese punto en un plazo de cinco minutos." El portal también menciona que el solucionador de Área de Servicio se basa en el algoritmo de Dijkstra para recorrer la red y que "su objetivo es devolver un subconjunto de entidades de borde conectadas tal que se encuentren dentro de la distancia de red o la tolerancia de costes (sic) especificada; además puede devolver las líneas clasificadas por un conjunto de valores de corte dentro de los que pueden caer los bordes. El solucionador de área de servicio puede generar líneas, polígonos que rodean estas líneas, o ambos." (ArcGIS Resource Center, 2012).

La modelación matemática del algoritmo de Dijkstra (la ruta más corta) con enfoque de minimización, se puede escribir de la siguiente manera:

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} - \sum_{k=1}^m x_{ki} = \begin{cases} 1, & \text{si } i = 1 \\ -1, & \text{si } i = m \\ 0 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$

Donde m corresponde a cada uno de los arcos pertenecientes a la red, las sumatorias y las restricciones binarias se toman sobre los arcos existentes en la red, j es el arco que se está evaluando y k el arco con el que se compara de acuerdo a la impedancia. Las restricciones $x_{ij}=0$ o 1 indican a cada arco si está

en la ruta más corta o no, esto se verá más claramente mediante el procedimiento del Algoritmo de Dijkstra que se muestra a continuación:

- Se comienza con el origen como nodo resuelto.
- *Objetivo de la n-ésima iteración:* encontrar el n-ésimo nodo más cercano al origen (este paso se repetirá para $n=1,2,\dots$, hasta que el n-ésimo nodo más cercano sea el nodo destino).
- *Datos para la n-ésima iteración:* $(n-1)$ nodos más cercanos al origen (encontrados en las iteraciones previas), y también su ruta más corta y la distancia desde el origen (estos nodos y el origen se llamarán *nodos resueltos*; el resto son nodos no resueltos).
- *Candidatos para el n-ésimo nodo más cercano:* cada nodo resuelto que está conectado directamente por un arco con uno o más nodos no resueltos proporciona un candidato, el nodo de interés es el no resuelto que tiene el arco más corto (los empates proporcionan candidatos adicionales).
- *Cálculo del n-ésimo nodo más cercano:* para cada nodo resuelto y sus candidatos, se suma la distancia entre ellos y la distancia de la ruta más corta desde el origen a este nodo resuelto. El candidato con la distancia total más pequeña es el n-ésimo nodo más cercano, (los empates proporcionan nodos resuelto adicionales) y su ruta más corta es la que genera esta distancia (Taha, 2007).

Capítulo 5. Pruebas y calibración del modelo

5.1 Explicación de los mapas de accesibilidad

Con el modelo generado e ingresado al software como se planteó en el capítulo anterior, se calcularon las áreas de servicio de cada uno de los elementos urbanos de la zona de estudio. Como se explicó en el Capítulo 3, se utilizaron las siguientes fuentes para las capas:

Educación:

- Preescolares
- Primarias
- Secundarias
- Preparatorias
- Universidades
- Bibliotecas

Salud

- Clínicas Familiares
- Hospitales

Servicios recreativos

- Deportivos y lugares de acondicionamiento físico
- Servicios de entretenimiento en instalaciones recreativas y otros servicios recreativos
- Parques
- Teatros y escuelas de arte

Servicios de equipamiento

- Mercados
- Manejo de residuos
- Cementerios
- Módulos de vigilancia
- Estacionamientos
- Gasolineras
- Servicio para automotores
- Servicio Postal Mexicano
- Bancos

Comercio

- Tiendas de conveniencia
- Abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco
- Farmacia, perfumería y línea blanca
- Materias primas, agropecuarias, forestales, industriales y de desecho

- Restaurantes

Servicios

- Hoteles
- Iglesias
- Administración pública

Industria

- Al encontrarse casi el mismo porcentaje de industria ligera que de la pesada, se combinaron ambas obteniéndose una única capa.

Para cada uno de estos servicios, se realizaron mapas dentro de los cuales se pueden obtener polígonos de isócronas según Albrieu y Pastor (2012), éstas son líneas de igual tiempo de viaje al polo y con ellos se calcula la movilidad con base en la velocidad registrada para cada segmento de la red vial, de esa manera se calcula el tiempo de acceso al servicio y se genera el polígono contenedor en transporte motorizado particular como se explicó en el subcapítulo 4.4.

Para el análisis se proponen isócronas de un minuto y como máximo de cinco, para ello también fue necesario considerar que para desplazarse en un área como la del polígono de estudio (equivalente a los casi 22 km²) y con vialidades totalmente libres se tienen tiempos de viaje bajos (de uno a cinco minutos), además se tienen muchos tramos de vialidades que se deben sumar para poder hacer las isócronas que consideran el área de servicio, así que resulta necesario observar qué tanta afectación tienen estos tiempos de desplazamiento en la movilidad del área de estudio, con estos tiempos sumados se podrá graficar un polígono de área más o menos uniforme (dependiendo de las impedancias) que determinarán la movilidad que está presente en la zona de estudio. Se fijaron velocidades máximas para cada una de las vialidades, distinguiéndose por el tipo de cada una de estas, pues la cartografía de INEGI distingue diversos tipos de vialidades desde Avenidas, Calles, Prolongaciones, Retornos, Circuitos, Cerradas y Privadas, se integraron tres grupos con la finalidad de englobar a todos los tipos, las más bajas están consideradas a los 20 km/h, o 333.3 m/min e incluyen Cerradas, Privadas y Callejones. El segundo grupo corresponde a las vialidades que tienen velocidades de 40 km/h o 666.6 m/min en el cual se incluyeron las Calles,

Prolongaciones y Andadores. El tercer grupo corresponde a aquellas vialidades con velocidades de 70 km/h o 1666.6 m/min, en este rubro se engloban a las Avenidas y los Circuitos, aunque no existen estos últimos en la red vial de la zona de estudio.

Se tuvieron en cuenta dos escenarios, en el primero no existen bloqueos por lo que los tiempos de desplazamiento no se ven afectados, es decir, se tienen las condiciones ideales, todas las vialidades tienen libre acceso y casi ninguna calle que sea peatonal restringe el paso de vehículos en la zona aunque sean locales. En el segundo escenario, se pueden ver los bloqueos ya sea por tianguis, calles cerradas, peatonales o bloqueos físicos como tambos, árboles y jardineras; con ambos se comparará la movilidad en cada uno de los mapas de manera cualitativa y se generará una conclusión al respecto.

5.2 Modelación de la accesibilidad con vialidades libres

5.2.1 Servicios de Salud

Clínicas Familiares

En el sector salud, las clínicas familiares son los servicios de salud que se encuentran más cercanos a las poblaciones. Generalmente cuentan con servicios de urgencias y medicina familiar. Para llevar a cabo sus actividades, tienen dos turnos de trabajo buscando atender a la mayor población posible, para el caso de la zona de análisis la mejor accesibilidad se encuentra en los alrededores de las vialidades más importantes, en este caso Avenida Tláhuac y el Anillo Periférico, la peor accesibilidad se encuentra en una de las zonas menos accesibles, es decir las áreas cercanas al Cerro Xaltepec, fuera de esa área se aprecian tiempos de desplazamiento menores a los 3 minutos.

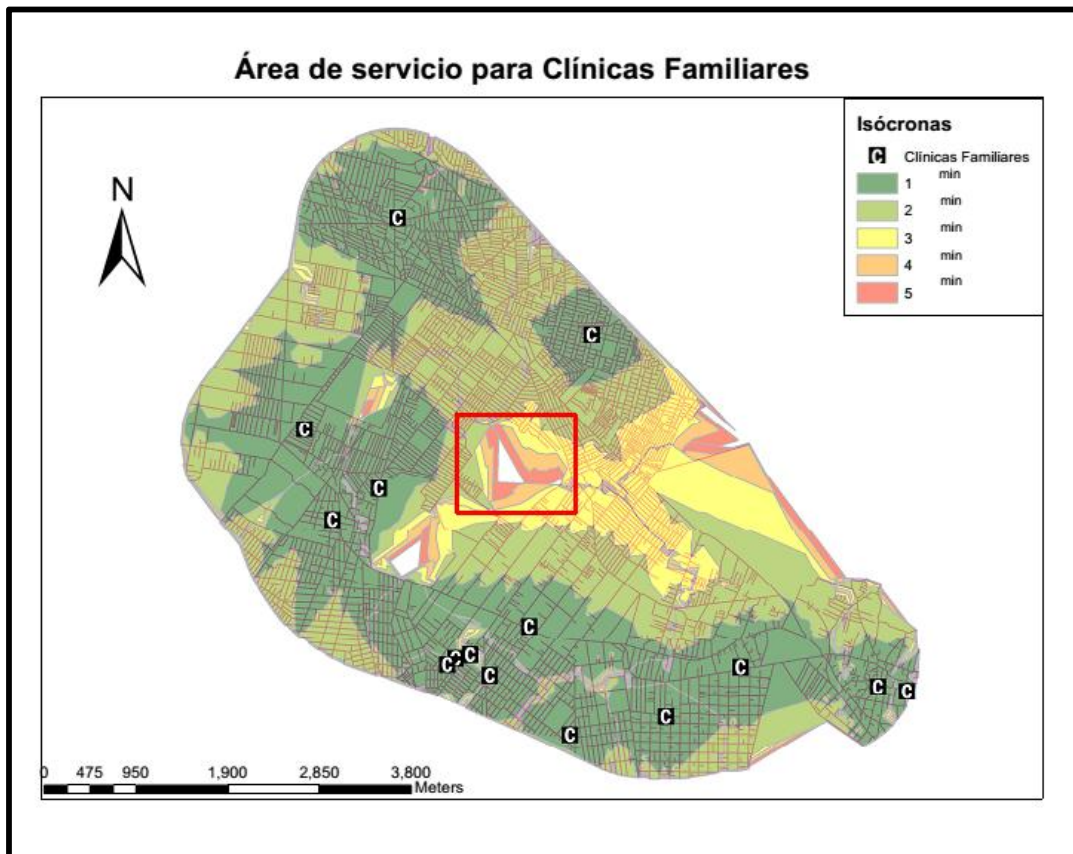


Figura 26. Área de Servicio para Clínicas Familiares sin bloqueos. Elaboración propia

Clínicas Regionales

Son clínicas con un mayor grado de especialización, estas pueden tener hasta un área dedicada a la cirugía general, en este caso la mayoría de ellas se encuentran ubicadas en la Delegación Iztapalapa, mientras que en Tláhuac son escasas. La accesibilidad en el área de la avenida más importante del polígono (Anillo Periférico) es la que mejor cobertura tiene, pues en sus alrededores se puede llegar a las clínicas regionales en menos de 2 minutos, mientras que para el área que abarca desde el Metro Tezonco sobre la avenida Tláhuac, hasta Metro Nopalera la accesibilidad se reduce hasta llegar a tiempos de 3 minutos. La peor accesibilidad (con tiempos de hasta 5 minutos) hacia las clínicas regionales se presenta en la colonia José López Portillo, que casualmente es la que se encuentra más distante y la parte cercana al Cerro Xaltepec.

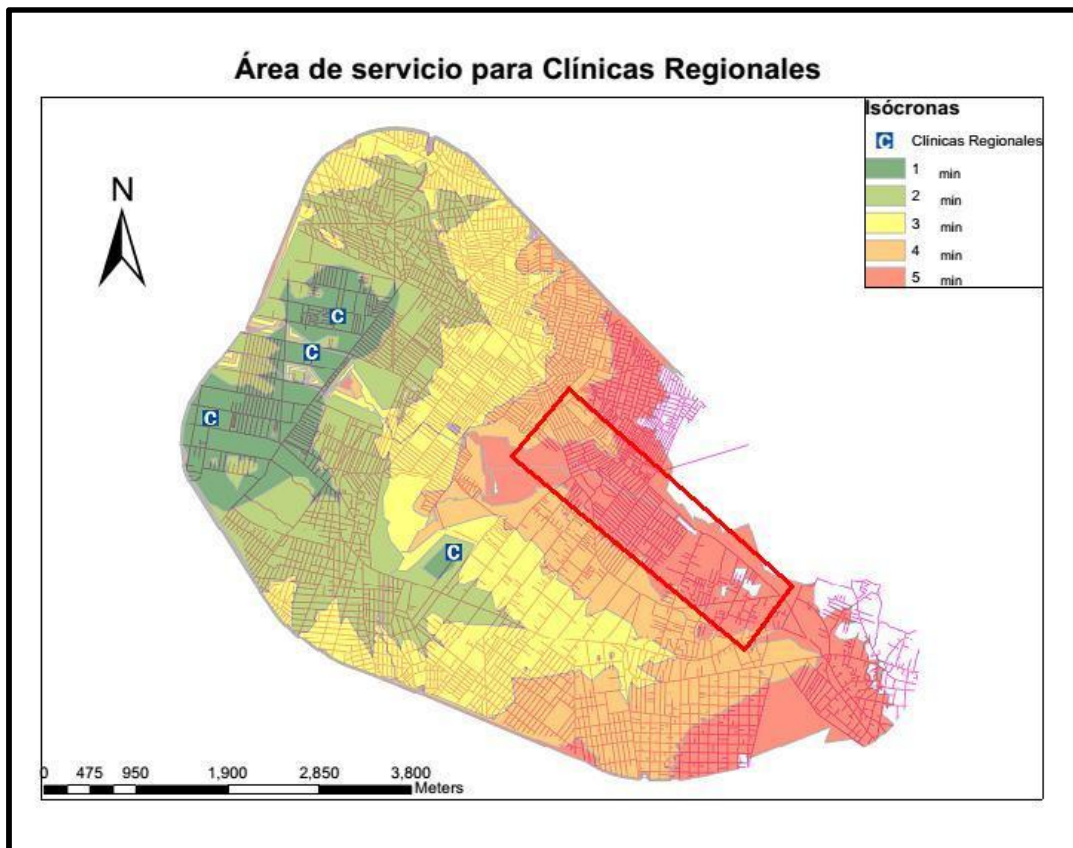


Figura 27. Área de Servicio para Clínicas Regionales sin bloqueos. Elaboración propia

Hospitales Generales

Los Hospitales Generales se encuentran bien distribuidos en la zona de estudio, prácticamente toda el área tiene buena accesibilidad a estos, dos de ellos tienen instalaciones privadas, que por la especialización de su mobiliario se concluye que en la realidad ofrecen servicios como si fuesen clínicas, no obstante se incluyeron en este estudio. La mayoría de la zona de estudio se encuentra cubierta por tiempos de accesibilidad medianos que van a más de los 3 minutos de recorrido. Las colonias con la peor accesibilidad son aquellas que tienen en su uso de suelo zonas habitacionales y paraderos de microbuses, presentan tiempos de accesibilidad de hasta cuatro minutos y son La Magueyera y Mixcóatl pertenecientes a la Delegación Iztapalapa.

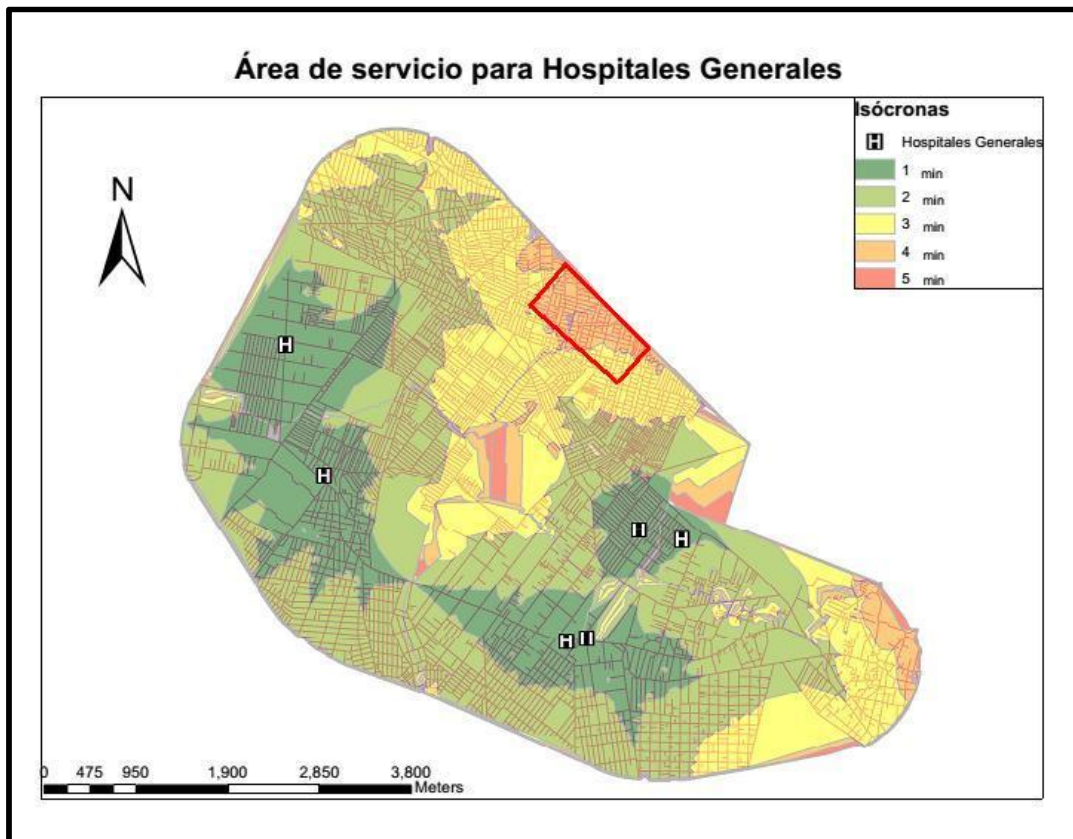


Figura 28. Área de Servicio para Hospitales Generales sin bloqueos. Elaboración propia

Hospitales de Especialidades

En toda el área de estudio sólo se encuentran dos hospitales de especialidades, por lo que la accesibilidad de los habitantes de la zona se ve mermada. Puede apreciarse que los polígonos de accesibilidad (representados por las isócronas de un minuto) siguen una estructura de cono conforme se avanza al oriente, de tal modo que las colonias que limitan el polígono de estudio hacia el oriente son las que peores tiempos de accesibilidad presentan llegando inclusive hasta los 5 minutos de desplazamiento y el mismo fenómeno se presenta en las colonias que rodean el Cerro Xaltepec, que por la poca disponibilidad de vías libres se reduce la accesibilidad a comparación de las áreas con terrenos llanos.

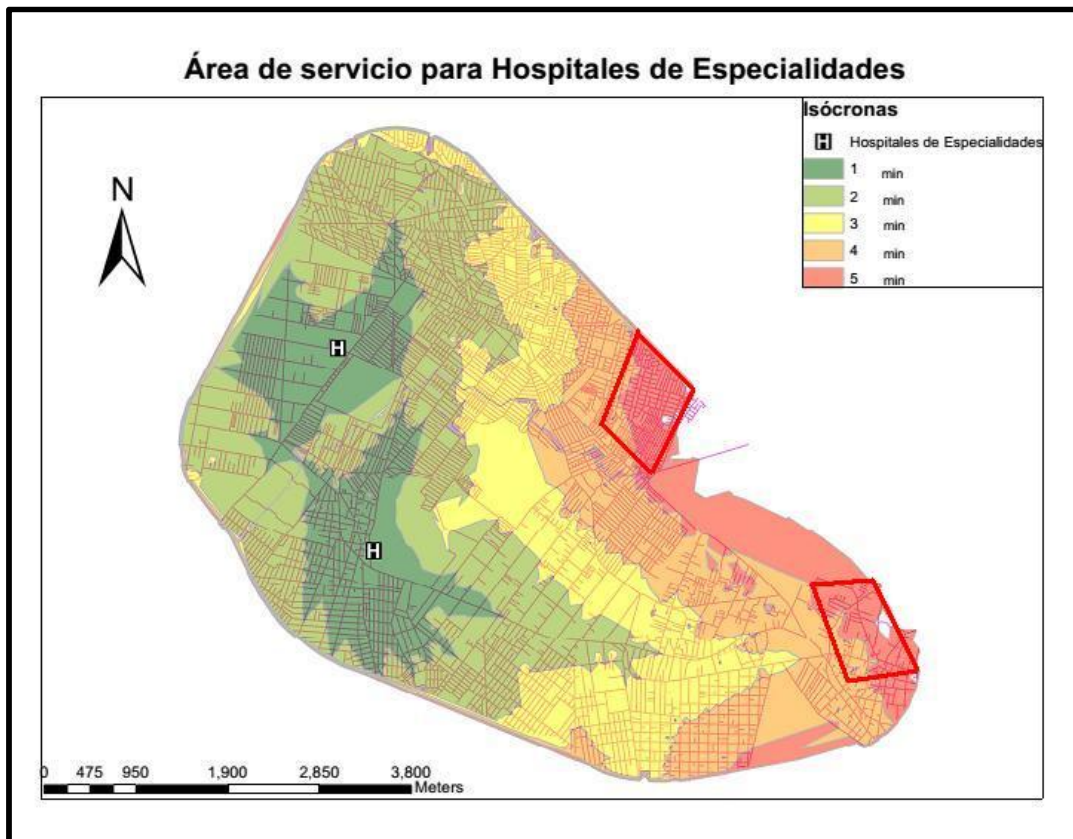


Figura 29. Área de servicio para Hospitales de Especialidades sin bloqueos. Elaboración propia

5.2.2 Servicios Educativos

Preescolares

La accesibilidad en la zona de estudio hacia las escuelas Preescolares se muestra cubierta en toda la zona, pues hacia todas las direcciones las escuelas preescolares se encuentran a menos de 1 minuto de desplazamiento. Se tienen sólo pequeños polígonos en los que el tiempo de recorrido es de 2 minutos, esto es en las áreas donde casi no existen zonas habitacionales, como es el caso de la colonia Ampliación Los Olivos perteneciente a la Delegación Tláhuac y de la colonia San Lorenzo Tezonco de la Delegación Iztapalapa, en los que solo se encuentra una sola escuela dedicada a este segmento de la educación y por lo tanto genera que en las calles donde se encuentran manzanas habitacionales muy grandes sean necesarios mayores recorridos para poder alcanzar una escuela de estas, lo que genera isócronas de varias coloraciones, pero en general toda la zona tiene óptima oferta de servicios de educación preescolar.

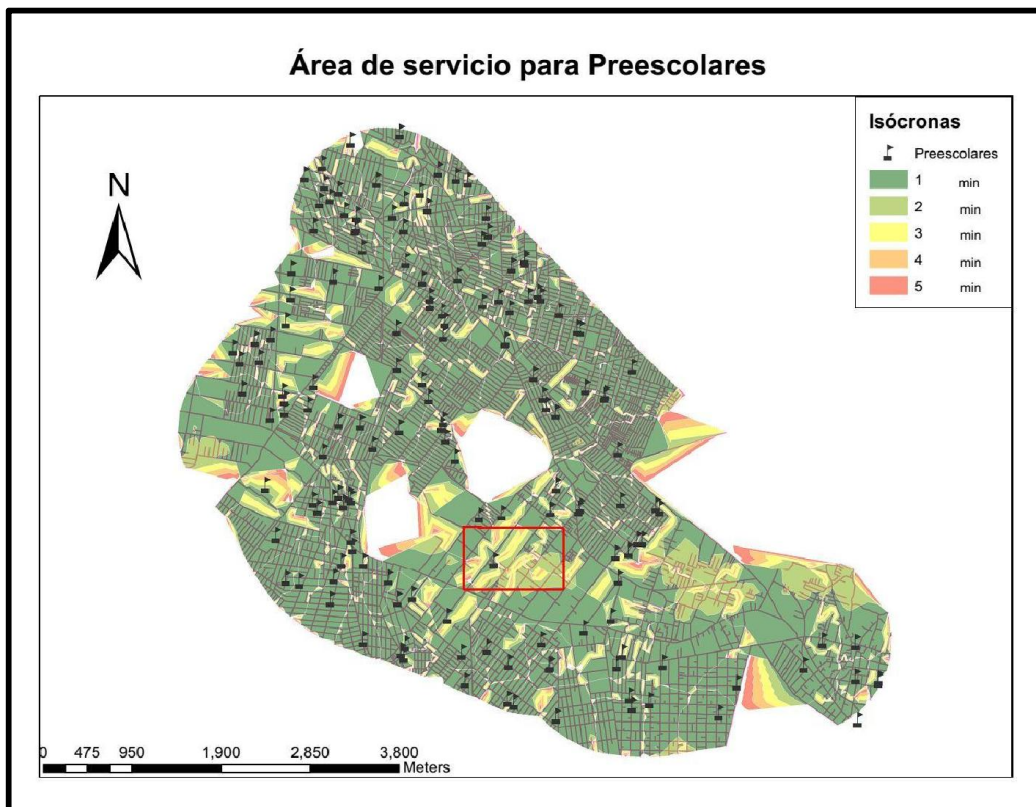


Figura 30. Área de Servicio para escuelas Preescolares sin bloqueos. Elaboración propia

Primarias

La accesibilidad para las primarias tiene tiempos reducidos de desplazamiento en toda la zona. Los polígonos centrales donde se encuentran ubicados el cerro Yuhualixqui y la Universidad Autónoma de la Ciudad de México tienen las peores afectaciones del polígono con hasta tres minutos de tiempo de trayecto en una primaria pública, en el resto del área no hay ninguna complicación para llegar en menos de un minuto desde cualquier zona habitacional hasta alguna de las primarias que se encuentren establecidas en la zona de estudio.

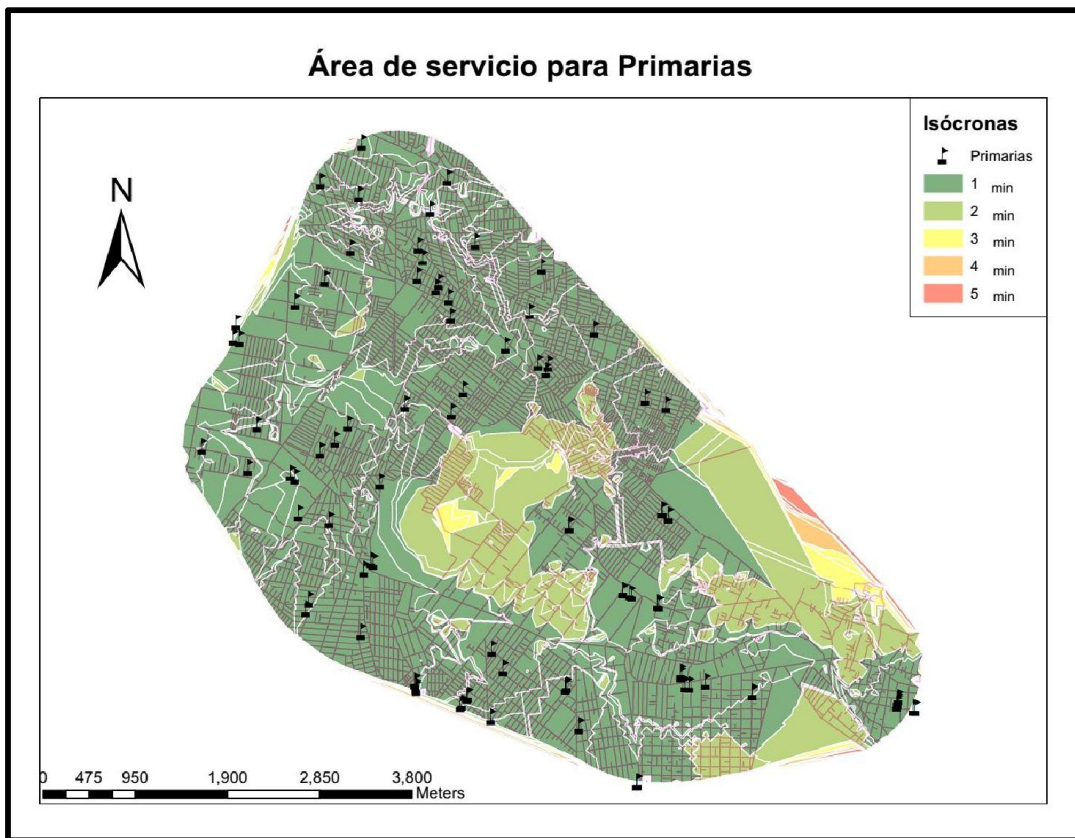


Figura 31. Área de Servicio para escuelas Primarias sin bloqueos. Elaboración propia

Secundarias

Las secundarias en la zona de estudio se encuentran bien distribuidas, pues la accesibilidad en todas las direcciones es buena, los peores tiempos se encuentran ubicados en el triángulo que forman el Volcán Yuhualixqui, la Universidad Autónoma de la Ciudad de México y el panteón San Lorenzo presentan hasta cinco minutos de trayecto para poder acceder a una escuela secundaria, de la misma manera el Reclusorio Oriente que se encuentra ubicado en el polígono, esto se debe posiblemente a que alrededor de tales predios no existen áreas habitacionales en los que sea necesario establecer una escuela secundaria cercana, pues en este nivel de escuelas los estudiantes inscritos son un menor número que los que ya se encontraban inscritos en las escuelas primarias.

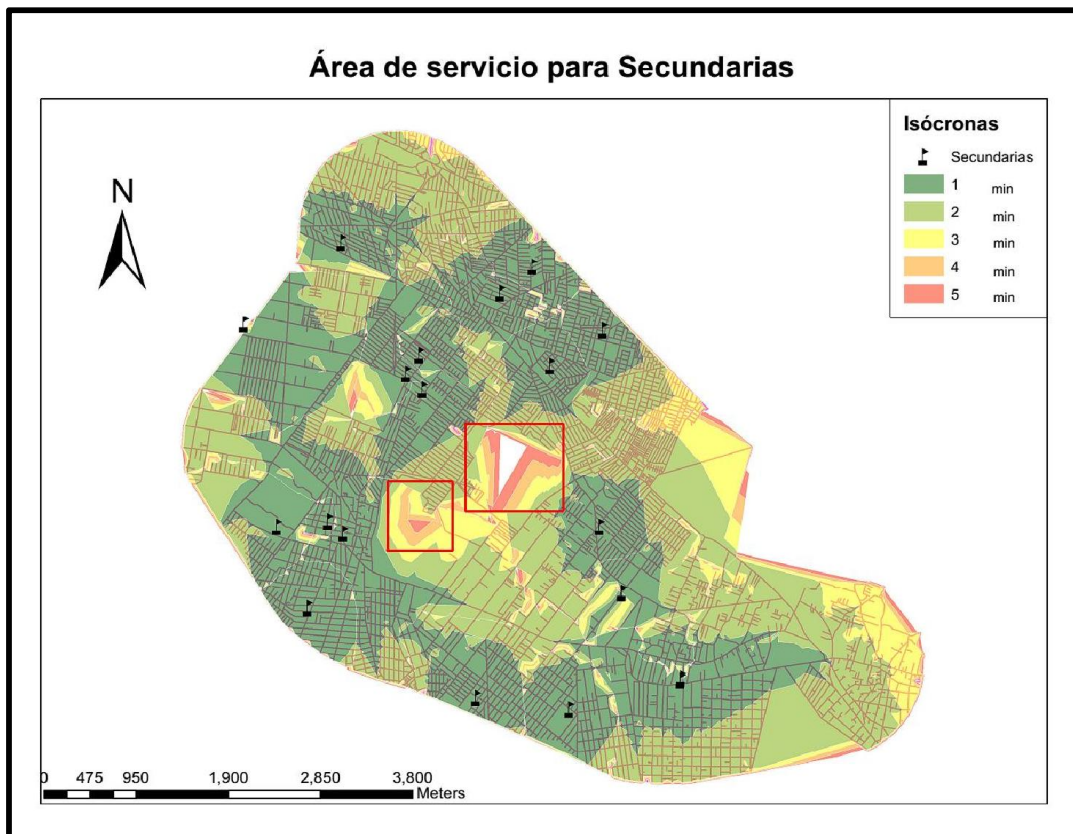


Figura 32. Área de Servicio para escuelas Secundarias sin bloqueos. Elaboración propia

Medio Superior

En la zona de estudio, la Delegación Tláhuac no tiene escuelas de Nivel Medio Superior públicas, por su parte la Delegación Iztapalapa reúne cuatro escuelas de este tipo, esta poca oferta da a la Delegación Tláhuac tiempos de desplazamiento mayores y polígonos de isócronas que llegan a los cinco minutos, además de una menor calidad de vida en los habitantes porque la accesibilidad se ve mermada y se invierte tiempo que puede ser utilizado en otras actividades. Las áreas con la peor accesibilidad para las escuelas de Nivel Medio Superior se encuentran rodeando el cerro Xaltepec por su disposición geográfica. Las colonias López Portillo y Ampliación López Portillo no tienen acceso a escuelas de nivel medio superior por la distancia que existe hacia estas.

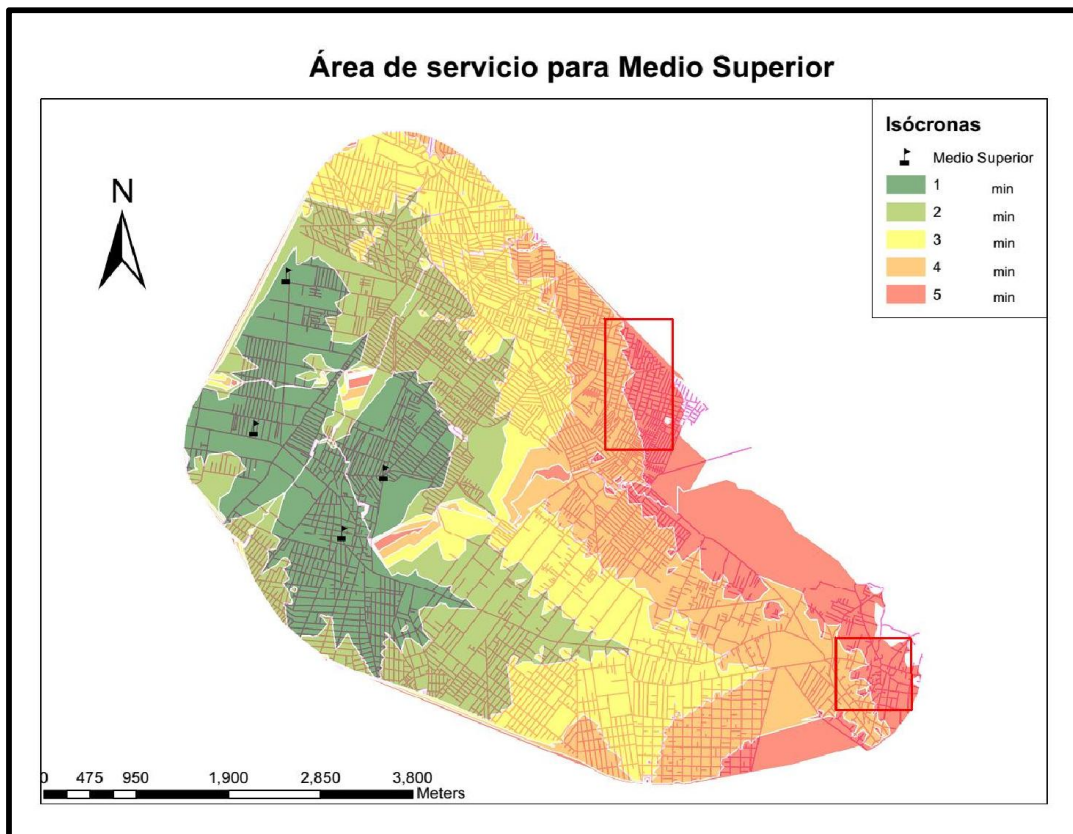


Figura 33. Área de Servicio para escuelas de nivel Medio Superior sin bloqueos. Elaboración propia

Superior

En el polígono de estudio de la delegación Tláhuac no se encuentran escuelas de nivel superior, por ello es que el mapa sólo muestra tres servicios y todos se encuentran en la delegación Iztapalapa, éstas muestran una mejor movilidad en el cruce entre Anillo Periférico y Avenida Tláhuac, porque ahí es donde se ubican dos de las universidades, y finalmente un polígono central que es la ubicación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México que se encuentra sobre la Avenida San Isidro.

Las colonias con la peor movilidad son las que se encuentran más alejadas de las zonas que se especificaron anteriormente, entre ellas se puede mencionar a la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl que se encuentra entre los polígonos de isócronas de los cinco minutos. Así como aquellas colonias que se encuentran en la punta oriente como son Pueblo San Francisco Tlaltenco, López Portillo y la Ampliación López Portillo (para tener una mejor referencia sobre la ubicación de las colonias puede consultarse la Figura 10).

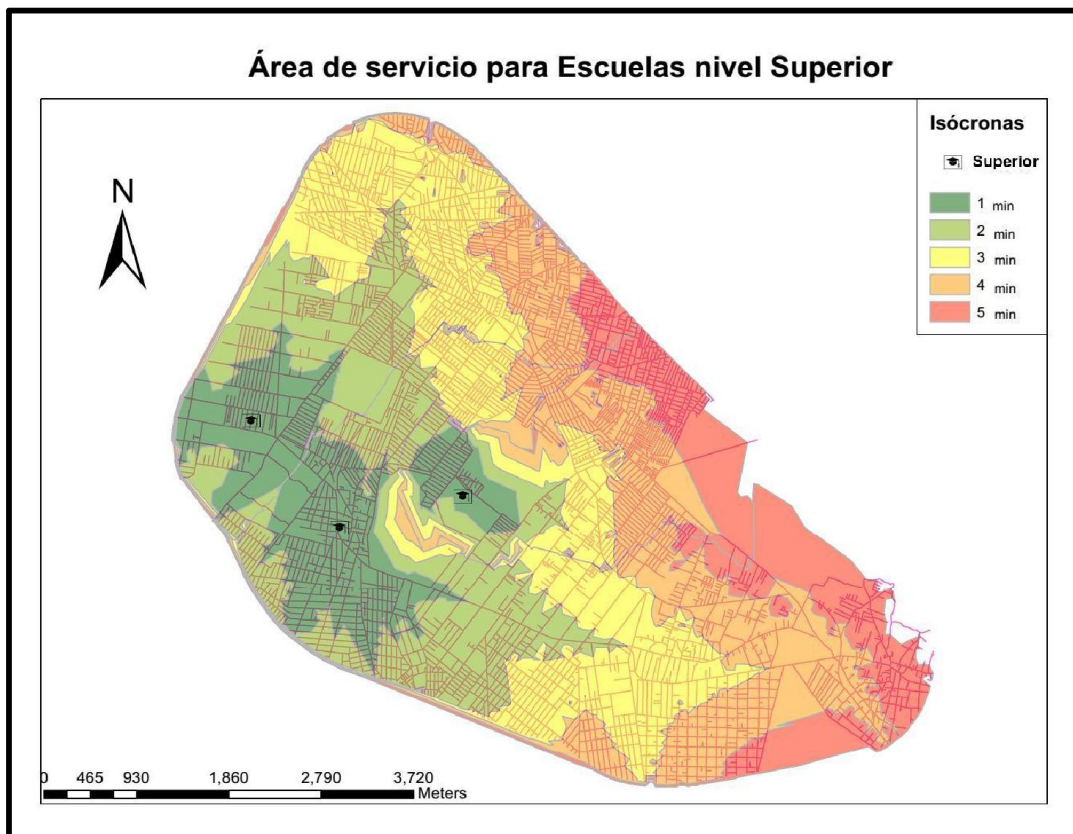


Figura 34. Área de Servicio para escuelas de nivel Superior sin bloqueos. Elaboración propia

Bibliotecas

Las bibliotecas en el polígono de estudio se encuentran distribuidas en zonas donde se encuentran los usos de suelo habitacionales combinados con la cercanía de escuelas y de las Casas de Cultura. Se tiene un mayor número de bibliotecas en la Delegación Tláhuac, mientras que la zona del polígono de estudio perteneciente a la Delegación Iztapalapa es principalmente de comercios, por lo que en el sentido de la cobertura de bibliotecas se encuentra poco atendida. Como las condiciones son ideales, los tiempos de desplazamiento son en lo general menores a los dos minutos, pero los polígonos de isócronas se encuentran bien diferenciados entre ambas delegaciones. Los peores tiempos de desplazamiento son de hasta cinco minutos y se presentan en la zona norte donde cruzan dos de las vialidades más importantes del área, el Anillo Periférico y el Eje 8 Sur Calzada Ermita Iztapalapa, la cual es una zona altamente industrial y de comercios que no requiere de servicios para la educación.

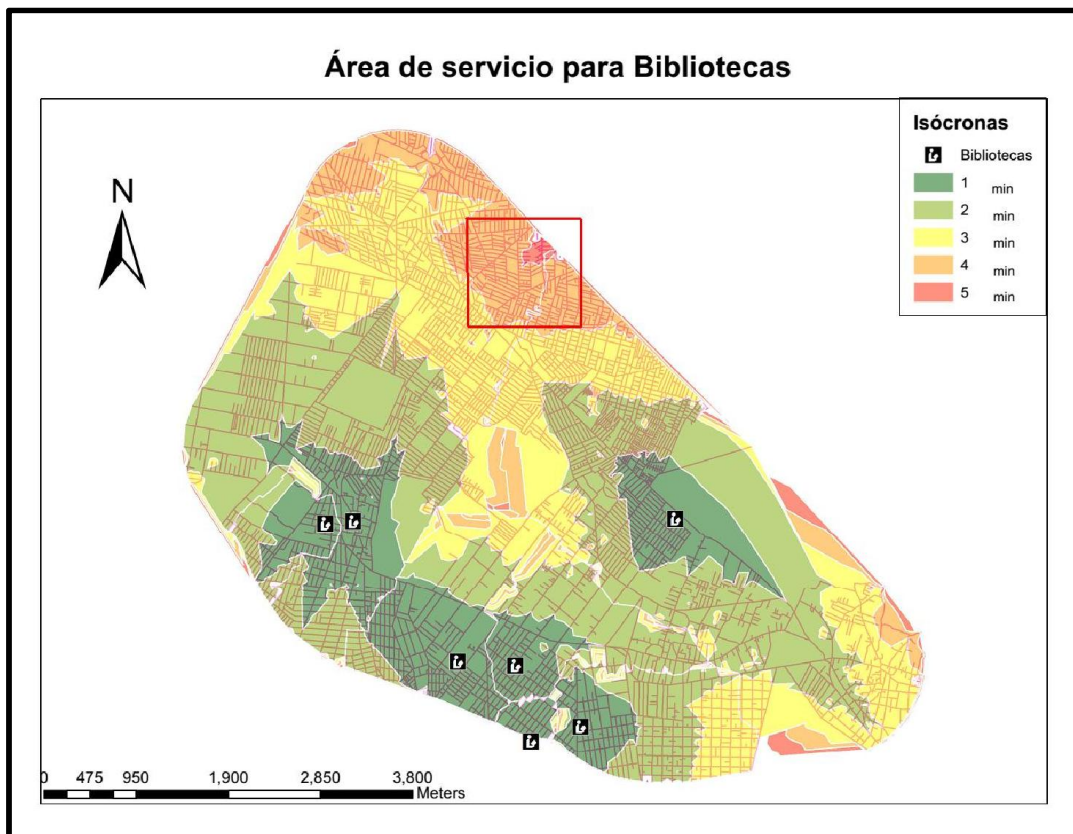


Figura 35. Área de Servicio para Bibliotecas sin bloqueos. Elaboración propia

5.2.3 Equipamiento

Mercados

Los Mercados están presentes en ambos lados de las delegaciones, pero en la delegación Tláhuac sólo están ubicadas en las zonas urbanizadas, de tal manera que en la mayor parte del área se presentan isócronas de un minuto en el cordón de las vialidades más importantes del área que se encuentran hacia el poniente. La peor accesibilidad con tiempos de desplazamiento de hasta 3 minutos se encuentra situada en el área entre la Universidad Autónoma de la Ciudad de México y el Cerro Yuhualixqui, fuera de ese polígono la accesibilidad en la mayor parte del área tiene tiempos de desplazamiento de dos minutos como máximo, y esta accesibilidad es más que aceptable. En día de tianguis, el acceso a los mercados se reduce debido a que los comercios ambulantes se establecen los alrededores de estos, tales escenarios se verán en el subcapítulo 5.3.3.

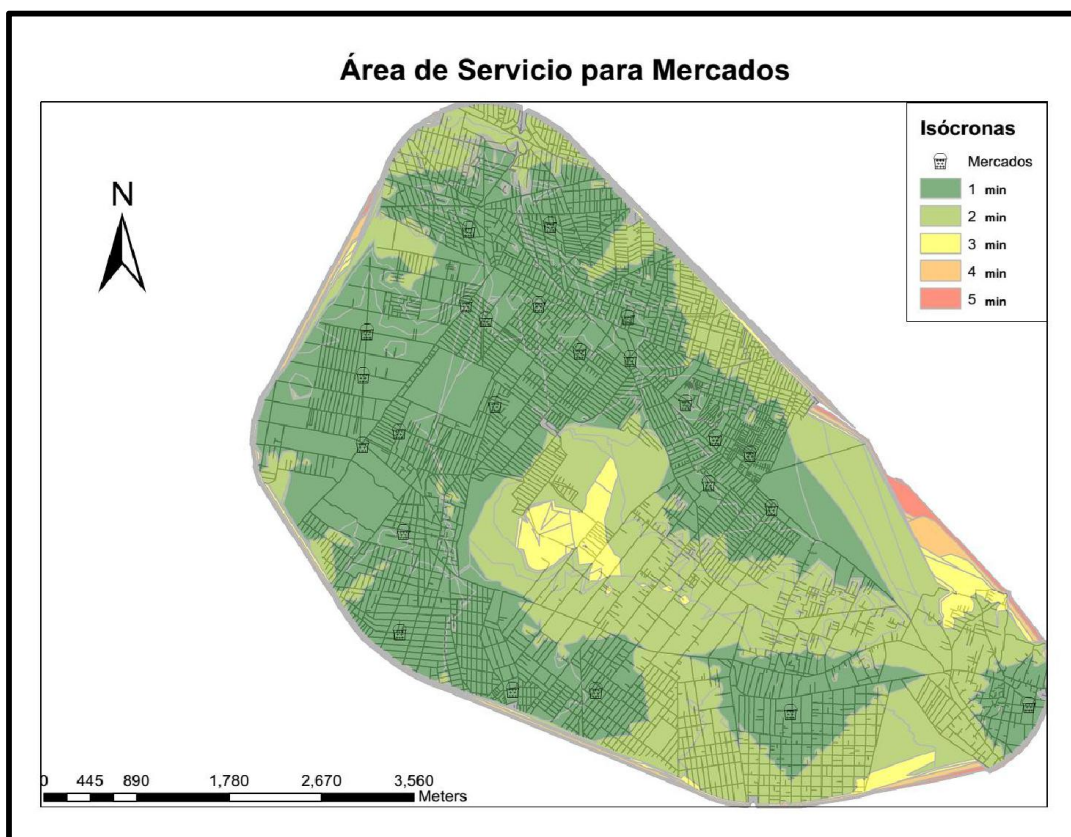


Figura 36. Área de Servicio para Mercados sin bloqueos. Elaboración propia

Manejo de Residuos

En todo el polígono de estudio se encuentran dos centros que realizan el Manejo de Residuos, uno se ubica en el Anillo Periférico a la altura del Reclusorio Oriente dentro de la Delegación Iztapalapa y el otro se encuentra en la parte sur centro del polígono en la Delegación Tláhuac, cercano a la Avenida La Turba, de manera que la accesibilidad en los alrededores a las vías mencionadas se puede apreciar claramente en isócronas aplanadas conforme utilizan vialidades con mayores velocidades y mejores conectividades. Los peores tiempos de desplazamiento y por lo tanto la peor accesibilidad se ubica hacia la parte noreste del polígono (la población que se encuentra más cercana al Cerro Xaltepec) y la punta sureste correspondiente a la colonia José López Portillo.

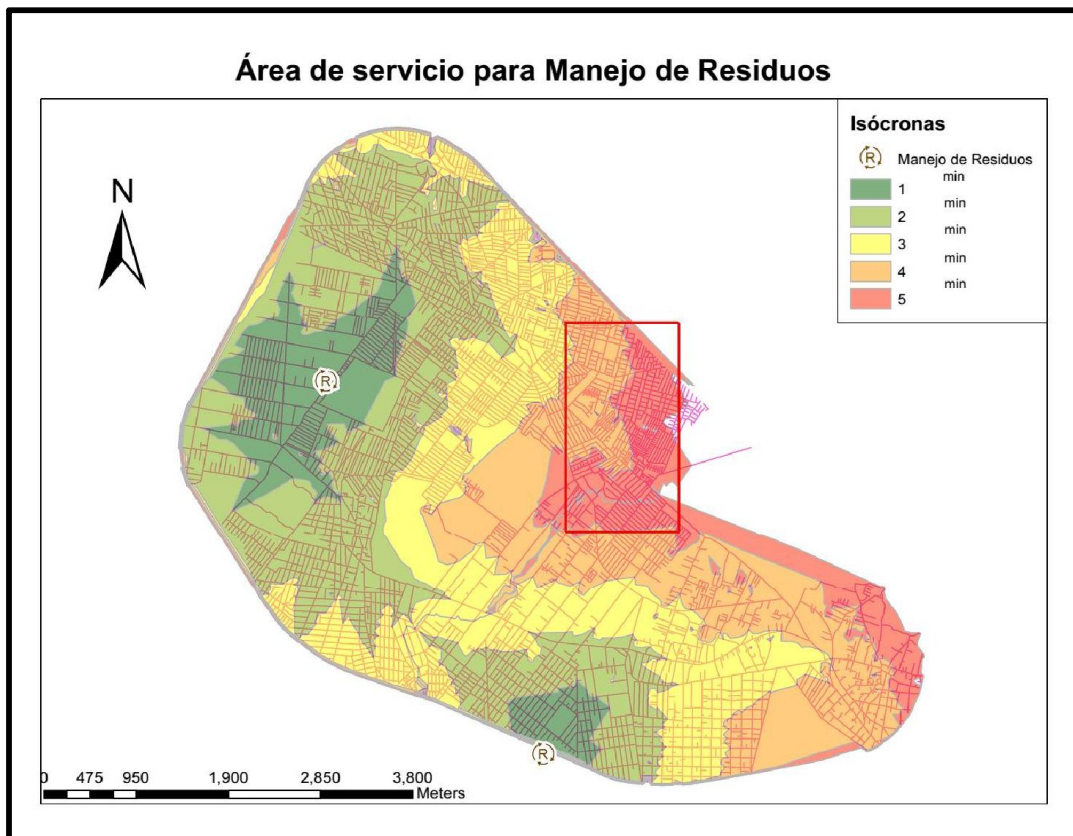


Figura 37. Área de Servicio para Manejo de Residuos sin bloqueos. Elaboración propia

Cementerios

Existen tres cementerios en el área de estudio, estos se ubican en las esquinas del polígono de estudio, uno al lado del cerro Yuhualixqui y los demás cercanos a la Colonia José López Portillo. Las periferias más cercanas a la parte norte del polígono presentan hasta 4 minutos de accesibilidad y junto con algunas áreas de 5 minutos de traslado forman las áreas con la menor accesibilidad.

Los cementerios son servicios proporcionados por el estado, el DENUE menciona que sólo hay un cementerio en la delegación Iztapalapa, pero en la realidad son dos, uno civil y uno vecinal, además se encuentra ubicado en una vialidad de fácil acceso, lo que provoca que las comunidades en su periferia tengan mayor cobertura, por ello es que aunque se junten muchos cementerios en Tláhuac igualan al menos la accesibilidad que proporciona un solo cementerio en Iztapalapa.

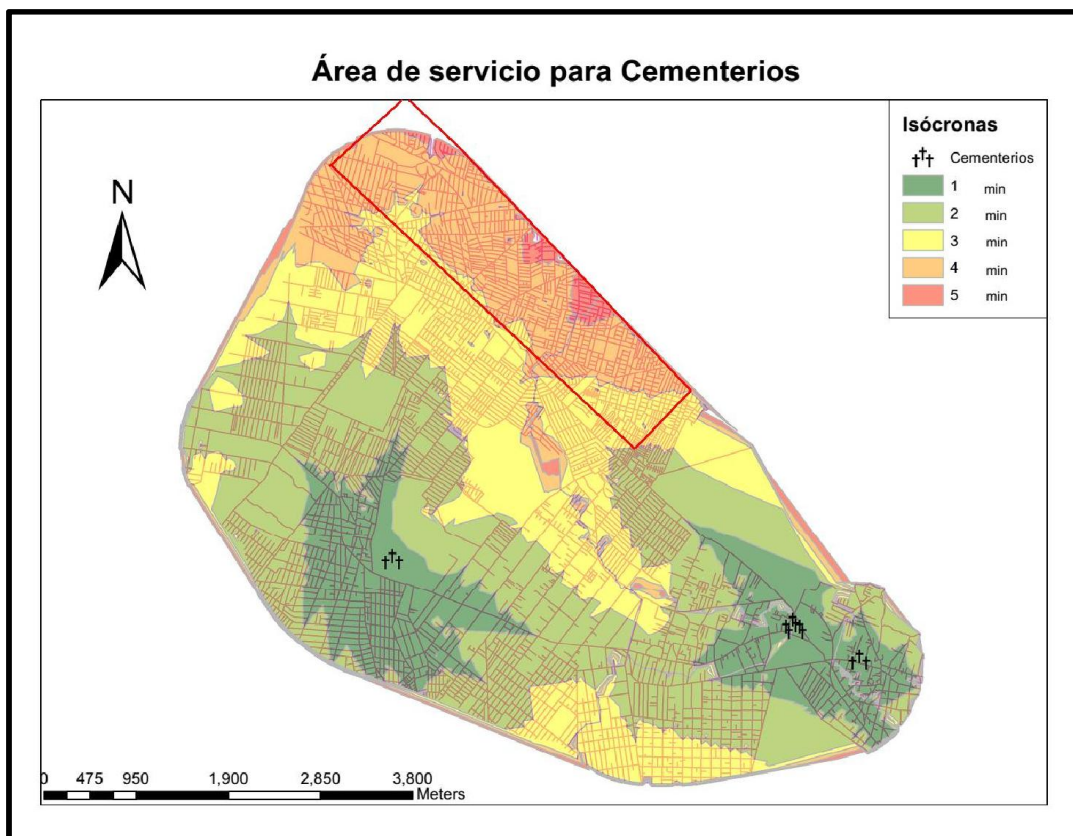


Figura 38. Área de Servicio para Cementerios sin bloqueos. Elaboración propia

Módulos de Vigilancia

La mayoría de los Módulos de Vigilancia se encuentran ubicados en los alrededores de la zona de estudio acordonándola y debido a esta característica el centro es el único lugar desprovisto de dicho servicio, pero esta área corresponde al Volcán Yuhualixqui, la Universidad Autónoma de la Ciudad de México y el Panteón San Lorenzo, todas las demás ubicaciones se interconectan con polígonos de isócronas de 2 minutos, el resto de conflictos de accesibilidad son aquellos que se encuentran en el norponiente del polígono con tiempos de hasta tres minutos de trayecto. Se aprecia en el mapa resultante, que la parte sur poniente no tiene ninguno de estos servicios, pero al haber uno situado entre dos vialidades primarias implica que en emergencias se tiene un buen tiempo de acceso hacia casi cualquier punto de la zona, por ello, se muestran isócronas de dos minutos, tiempos que se acortan en la medida en que se está más cerca de la vialidad primaria.

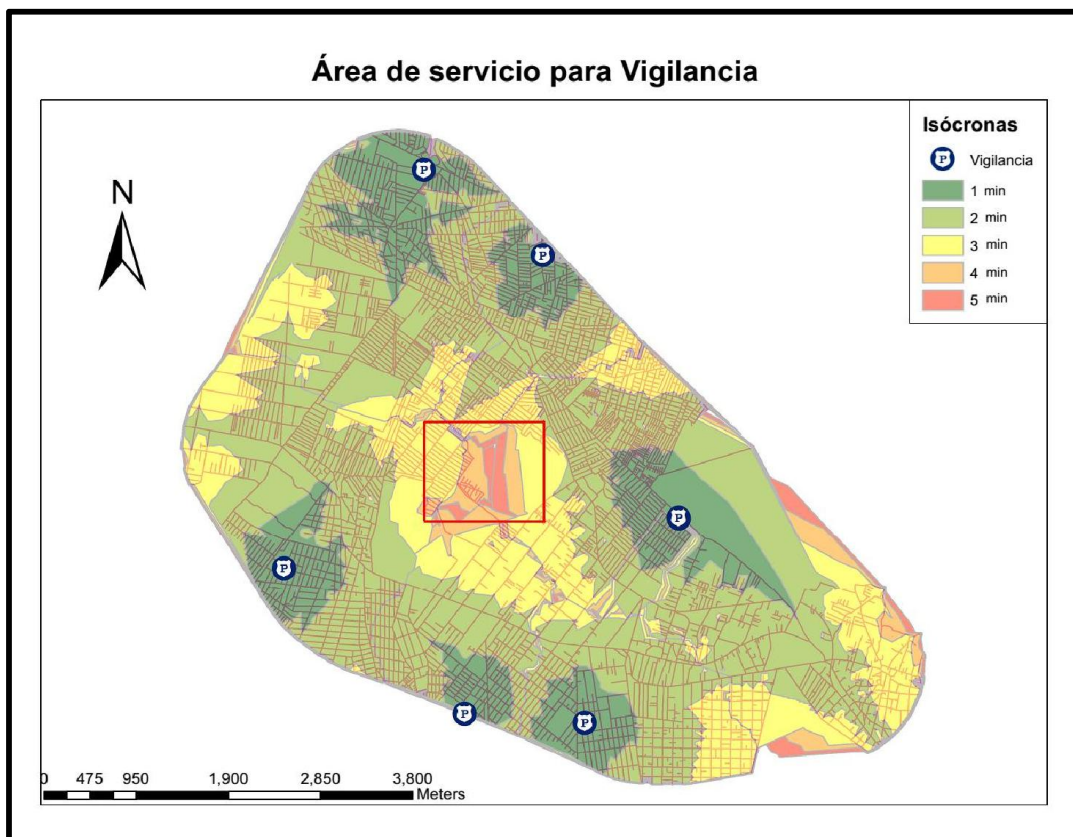


Figura 39. Área de Servicio para servicios de Vigilancia sin bloqueos. Elaboración propia

Gasolineras

Por razones de practicidad, las Gasolineras se encuentran ubicadas estratégicamente en las zonas cercanas a las avenidas más importantes del polígono, por lo que la accesibilidad en los vehículos en su búsqueda para conseguir combustible está bien cubierta y se encuentran separadas por aproximadamente un kilómetro entre sí, en este caso, se encuentran ubicadas sobre el Anillo Periférico y Avenida Tláhuac, la última del polígono se sitúa entre las estaciones de metro Olivos y La Nopalera. La accesibilidad es menor en la zona conocida como La Magueyera y el Desarrollo Urbano Quetzalcóatl que se encuentran en las faldas del cerro Xaltepec, perteneciente a la Delegación Iztapalapa, donde se ubican tiempos mayores a los 4 minutos y llegan inclusive a los cinco conforme se aleja del centro del polígono de estudio.

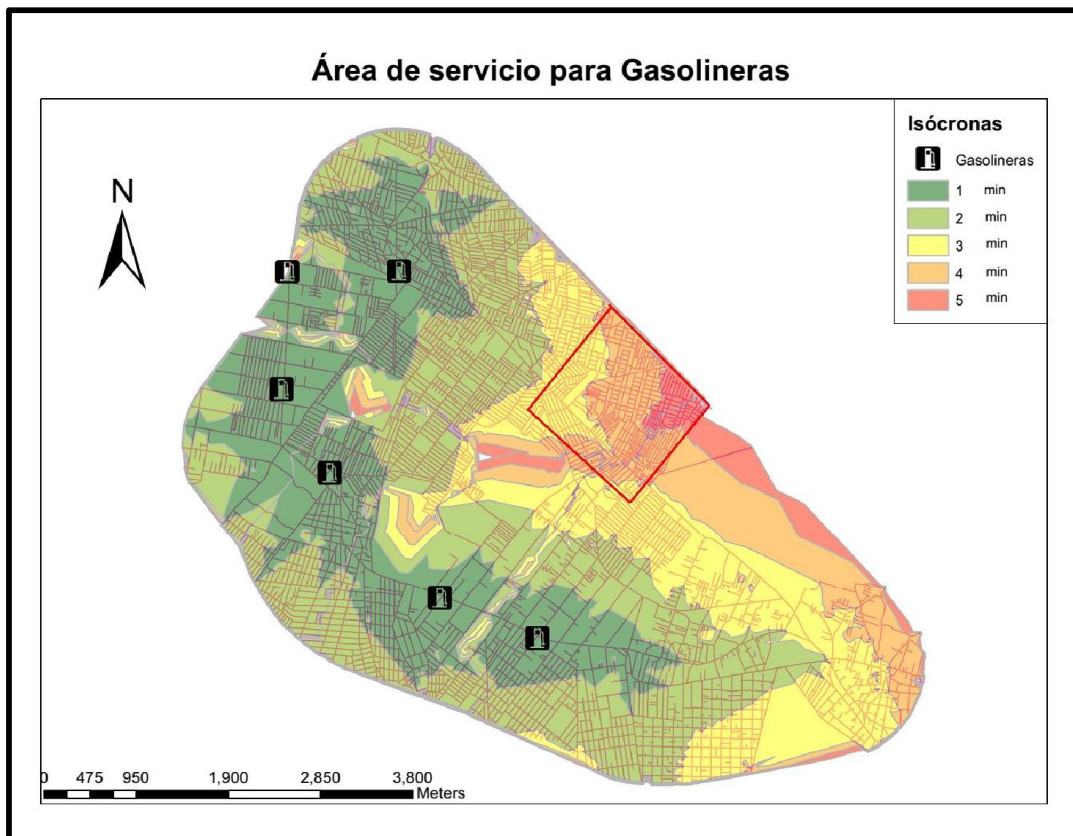


Figura 40. Área de Servicio para Gasolineras sin bloqueos. Elaboración propia

Servicios para Automotores

Los servicios para automotores tienen una actividad comercial con amplia demanda en el polígono de estudio, por ello se tienen 40 negocios con ese giro aunque el detalle del tipo de servicio que ofrece no se menciona en la base de datos del programa. En general, la zona está cubierta con isócronas verdes de un minuto. En lo restante, lo máximo que se presenta son locaciones con tiempos de desplazamiento de hasta 2 minutos, no existe ninguna zona con menor movilidad, excepto por el cerro Yuhualixqui, el Panteón San Lorenzo y el Reclusorio Oriente que tienen poca movilidad por la inexistencia de negocios dedicados a esta actividad.

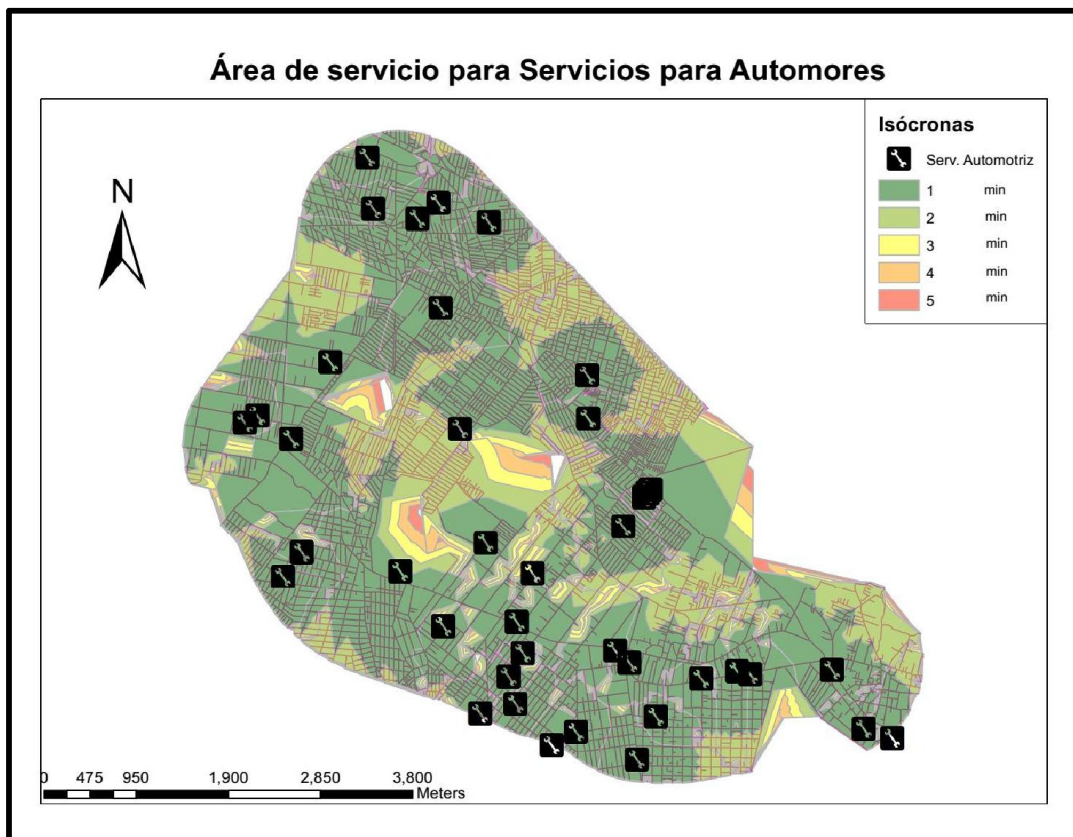


Figura 41. Área de Servicio para Servicios Automotrices sin bloqueos. Elaboración propia

Servicio Postal Mexicano

En la zona de estudio sólo hay una Oficina del Servicio Postal Mexicano, se encuentra ubicado en la Delegación Tláhuac, entre las calles Angélica Paulet y Falsta en la zona sureste, por ello la accesibilidad está afectada hacia la parte noreste del polígono arrojando tiempos de desplazamiento poco mayores a los cinco minutos, de hecho, una de las zonas más cercanas al Eje 8 Ermita Iztapalapa ni siquiera está considerado dentro de los polígonos de isócronas que se había planeado analizar, por ello, la zona rural de la Delegación Tláhuac (la colonia San Francisco Tlaltenco y José López Portillo) también presentan tiempos de desplazamiento mayores a los cinco minutos hasta una oficina postal.

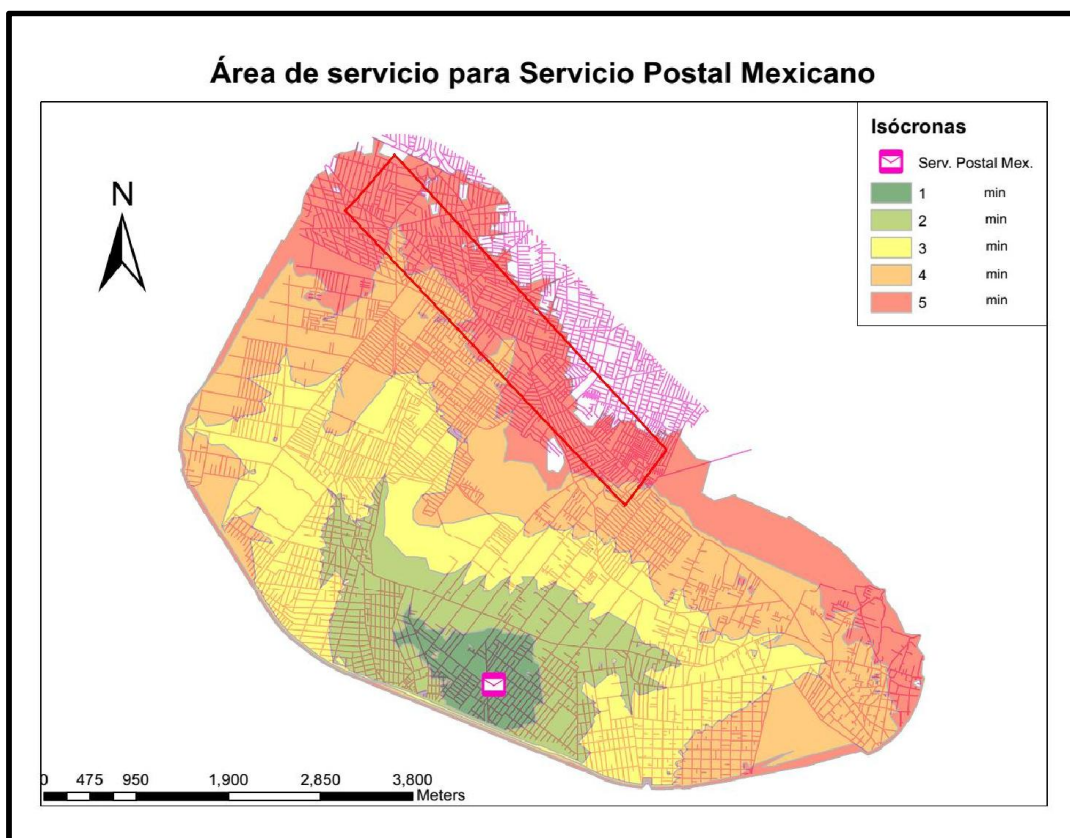


Figura 42. Área de Servicio para Servicio Postal Mexicano sin bloqueos. Elaboración propia

Bancos

La mayoría de los bancos de la zona de estudio se encuentran ubicados a lo largo de la Avenida Tláhuac, concentrándose en mayor número a la altura del Metro Tezonco y Metro Olivos. La peor accesibilidad se encuentra en la zona noreste sobre la Avenida Benito Juárez con tiempos de accesibilidad de hasta cinco minutos conforme se aleja del centro del polígono, aunque también se acerca a otra de las zonas comerciales de Iztapalapa y en esa área también se encuentran bancos que afectan la movilidad, pero que no se incluyeron en este escrito por la delimitación del polígono de estudio.

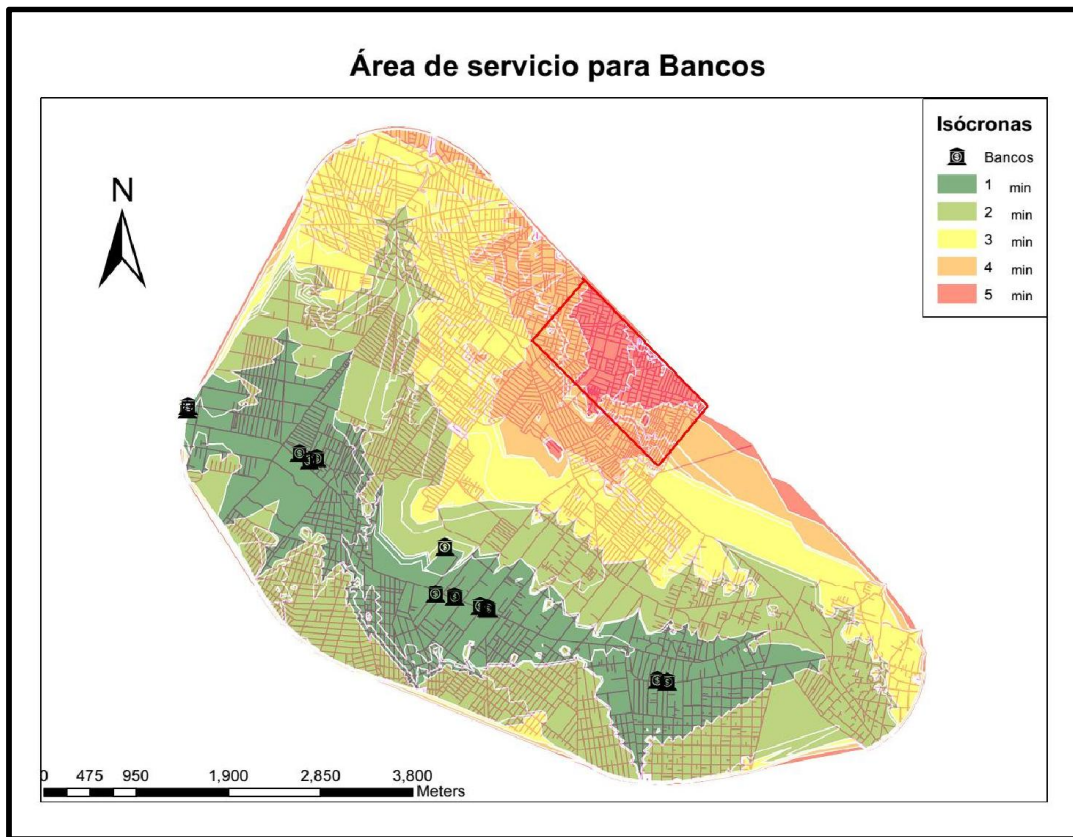


Figura 43. Área de Servicio para Bancos sin bloqueos. Elaboración propia

5.2.4 Comercio

Tiendas de conveniencia

Casi todo el polígono se encuentra cubierto por las tiendas de conveniencia, este tipo de tiendas se encuentran cercanas a las áreas habitacionales, porque ofrecen productos inmediatos como los de aseo hasta las botanas. En todo el polígono, los tiempos de accesibilidad se mantienen por debajo de los 4 minutos, nuevamente, las zonas menos atendidas son aquellas que tienen uso de suelo de equipamiento, en donde este tipo de negocios son innecesarios, esto se da por ejemplo en el predio ocupado por los Hospitales de Especialidades, el Panteón San Lorenzo, la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, el cerro Yuhualixqui y el cerro Xaltepec.

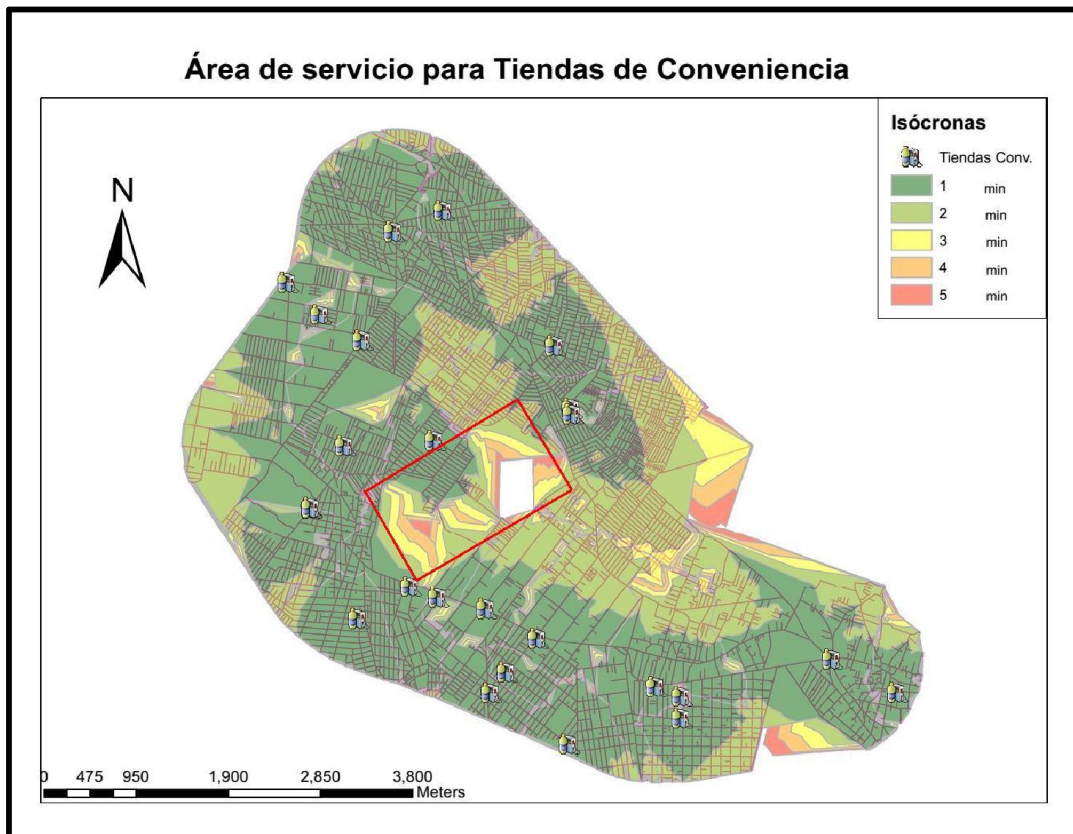


Figura 44. Área de Servicio para Tiendas de Conveniencia sin bloqueos. Elaboración propia

Abarrotes, bebidas y alimentos

Las tiendas dedicadas a los Abarrotes, bebidas y alimentos tienen un giro similar a los negocios que se analizaron anteriormente con la diferencia de que estas pueden o no tener precios para mayoristas, las que se visualizan en el mapa son tiendas mayoristas, pero los negocios de abarrotes comunes en la zona de estudio son de menores dimensiones, pero los que se muestran son aquellos que se registraron tras el censo económico de 2009 llevado a cabo por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía. En general, se encuentran distribuidos sobre avenidas de fácil acceso pues los clientes mayoristas emplean vehículos de grandes dimensiones que requieren estacionamientos para carga y descarga, además de vialidades amplias para realizar maniobras de manera libre. Los peores tiempos de desplazamiento se ubican en el noreste del polígono donde se registran hasta 5 minutos de desplazamiento.

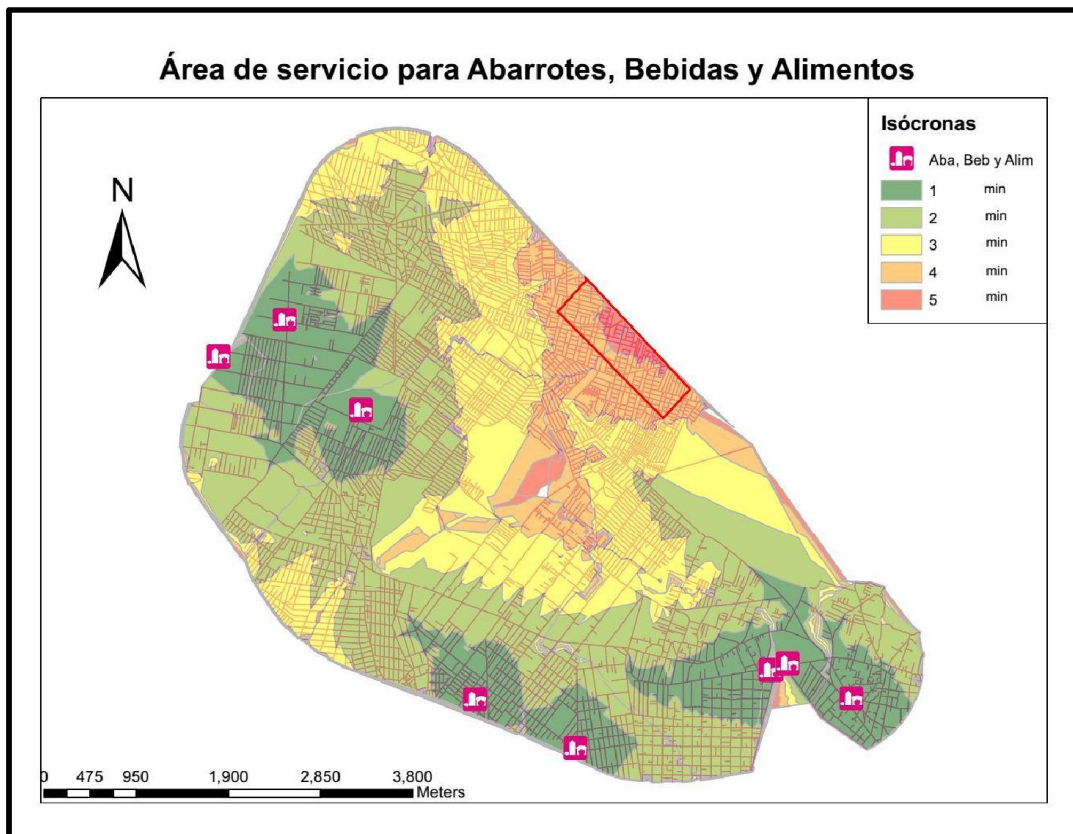


Figura 45. Área de Servicio para Abarrotes, Bebidas y Alimentos sin bloqueos. Elaboración propia

Farmacia, Perfumerías y Línea Blanca

Los negocios dedicados a las Farmacias, Perfumerías y Línea Blanca son pocas, de hecho sólo se encuentra una en la Delegación Iztapalapa y tres en la Delegación Tláhuac, una vez más la avenida Tláhuac y el Anillo Periférico son los que poseen mayor cobertura de accesibilidad. Como el mercado de este tipo de tiendas es en su mayoría sustituible por las tiendas de conveniencia y por las tiendas mayoristas de abarrotes que también distribuyen productos relacionados con las farmacias y la perfumería, hay poca demanda.

Las farmacias más representativas son las que se encuentran cercanas a las zonas de Hospitales como se mencionó anteriormente, en ellas se encuentran tiempos de accesibilidad menores al minuto, mientras que en las inmediaciones de la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl se aprecian tiempos de hasta 5 minutos de trayecto.

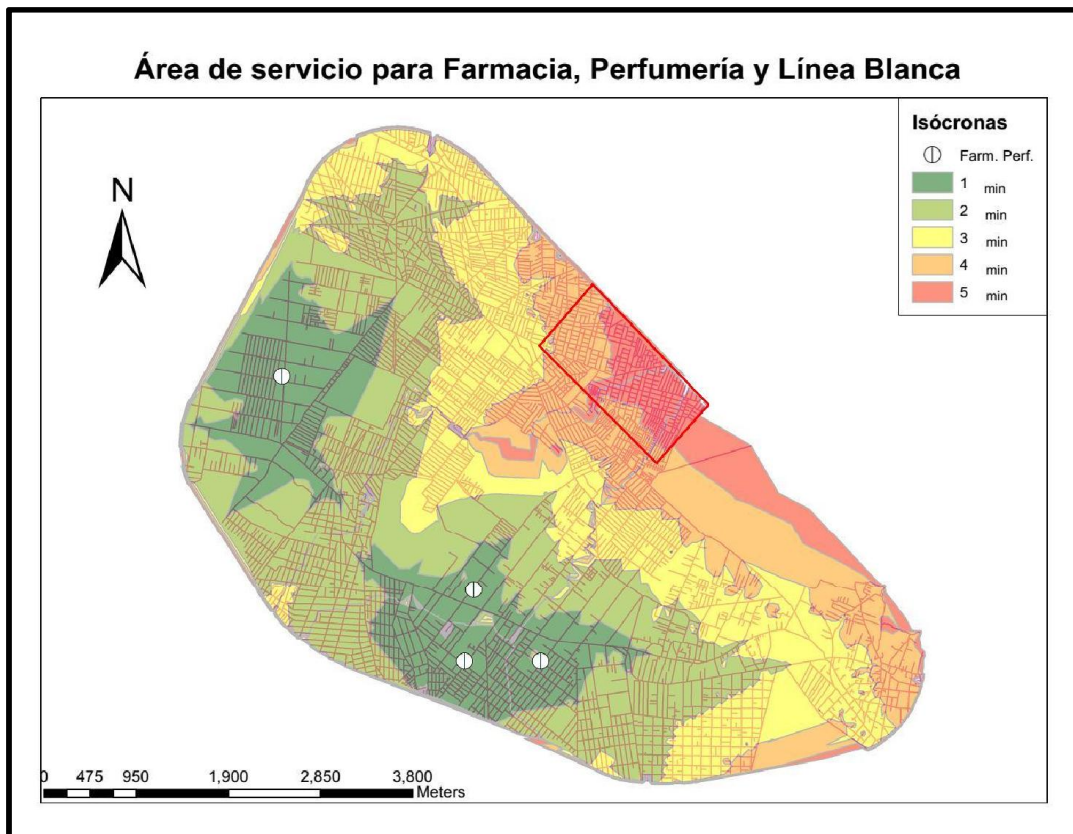


Figura 46. Área de Servicio para Farmacia, Perfumería y Línea Blanca sin bloqueos. Elaboración propia

Materias Primas

Los negocios dedicados a las Materias Primas tienen gran presencia cerca de las avenidas de mayor congestión, entre las actividades económicas de este giro se encuentran las que se dedican a la venta de madera, piedra natural, arenas, aceros para construcción, acero para muelles, cerámicos, ferreterías, cementos, plásticos y hasta la venta de productos agropecuarios. Para esta rama del comercio puede apreciarse de manera más clara en la cartografía, las áreas verdaderamente industriales y con participación en la producción de bienes de consumo primario para la zona. Visualmente es posible apreciar que todo el polígono de estudio se encuentra cubierto con isócronas con tonalidades verdes, es decir, con tiempos menores a los tres minutos de desplazamiento, exceptuando el área que rodea al volcán Yuhualixqui y al cerro Xaltepec, es decir las colonias Degollado, La Polvorilla, Desarrollo Urbano Quetzalcóatl y sobre la avenida Antiguo Camino a Tlaltenco, donde se contabilizaron tiempos de hasta tres minutos.

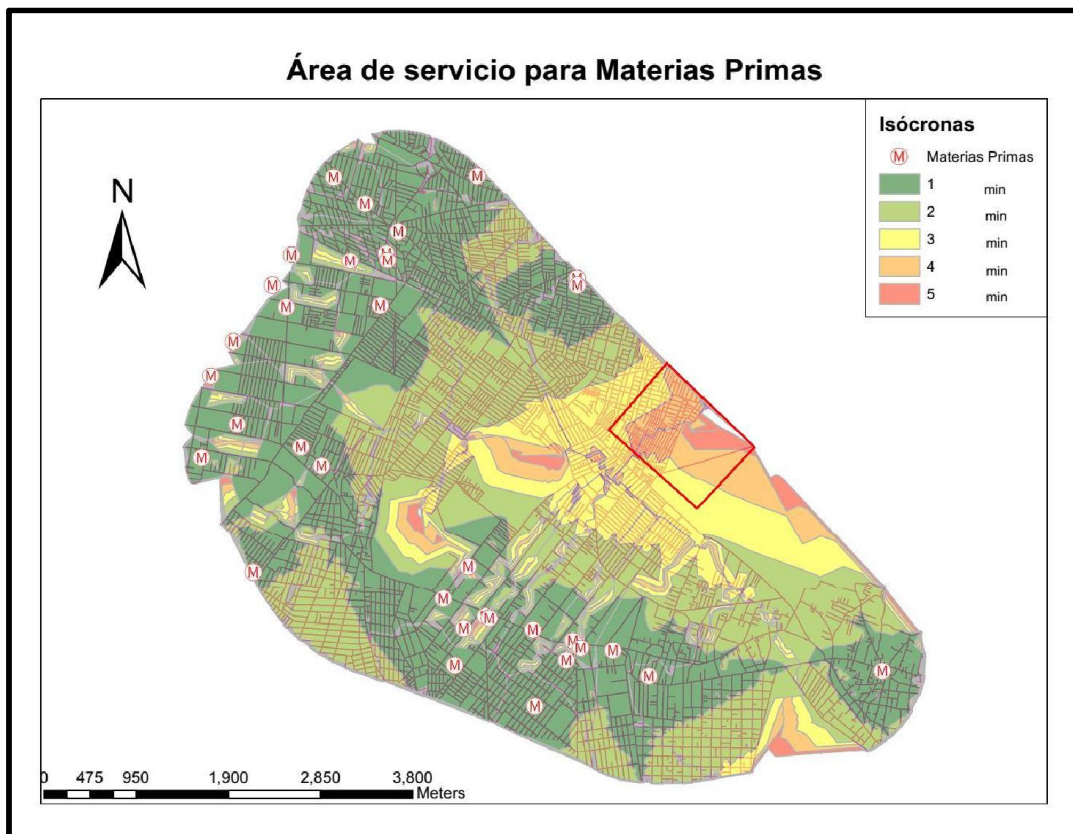


Figura 47. Área de Servicio para Materias Primas sin bloqueos. Elaboración propia

Restaurantes

Los restaurantes son una actividad económica de amplia demanda pues está compuesto por diversos giros, entre los que se pueden nombrar los bares, pizzerías, cafeterías y restaurantes, para ellos se estableció una plantilla laboral mínima (que se mencionó en el subcapítulo 3.2, inciso VIII sección de los Comercios), por lo que los pequeños negocios no se consideraron por no arrojar una cantidad relevante de viajes. La mayoría de este tipo de giros se ubican en la Avenida Tláhuac, por lo que la mejor accesibilidad forma una C en el polígono y deja sin cobertura zonas para comer en los alrededores del Reclusorio Preventivo Varonil Oriente, un fenómeno en el que es probable la presencia de ambulante en las vías públicas. La peor accesibilidad se encuentra en la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, donde se presentan hasta 4 minutos de desplazamiento hasta un lugar de comida debido a las pendientes de las vialidades de esa zona en particular.

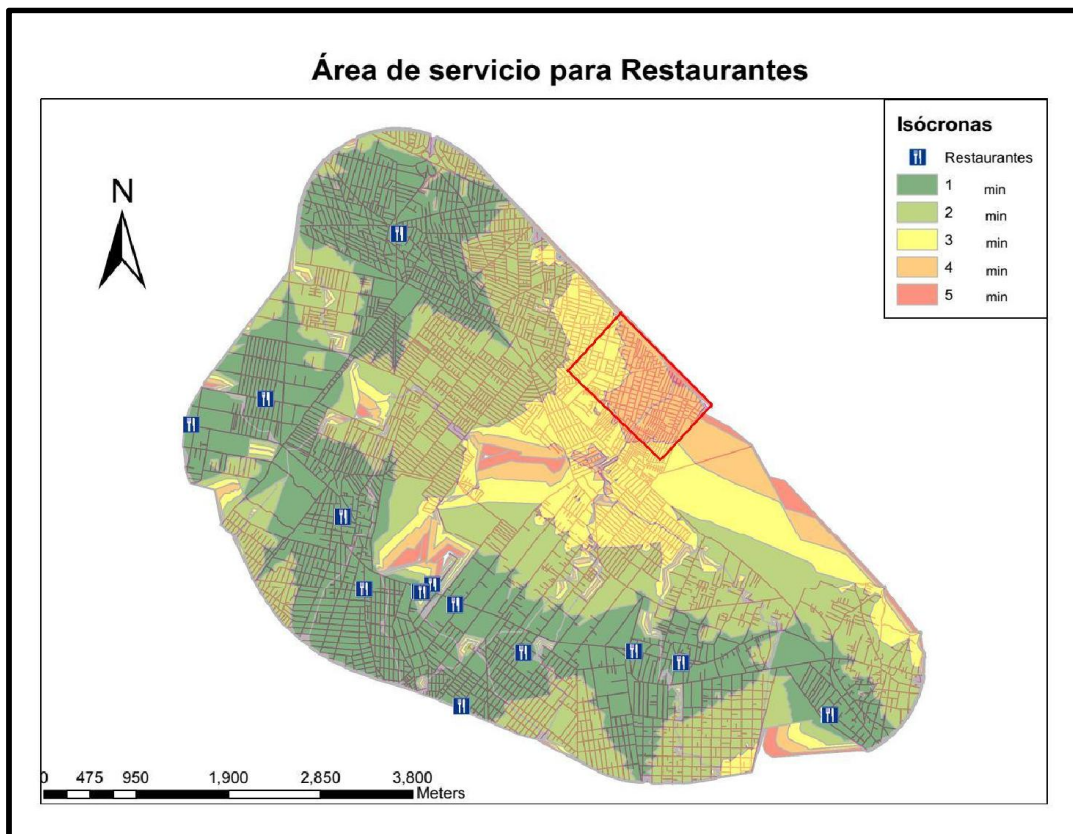


Figura 48. Área de Servicio para Restaurantes sin bloqueos. Elaboración propia

5.2.5 Servicios generales

Administración Pública

En el polígono de estudio se encontraron 47 puntos de importancia dedicados a la administración pública, entre ellos las oficinas de protección civil, coordinaciones territoriales, juzgados civiles, oficinas que se dedican a la administración de un sector escolar, centros de desarrollo comunitario, oficinas de limpia y transporte, oficinas de vivienda del Distrito Federal y oficinas dedicadas a las competencias electorales, de tal manera que el área se encuentra cubierta por este sector de los servicios generales, se aprecia que la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl presenta la peor accesibilidad, de hecho cercana a la zona no se encuentra ninguna oficina de ningún tipo y comienza la presencia de éstas a partir de que las pendientes en las vialidades disminuyen, en esta zona se presentan tiempos máximos de tres minutos pero la accesibilidad no se ve mermada en ninguna de las direcciones.

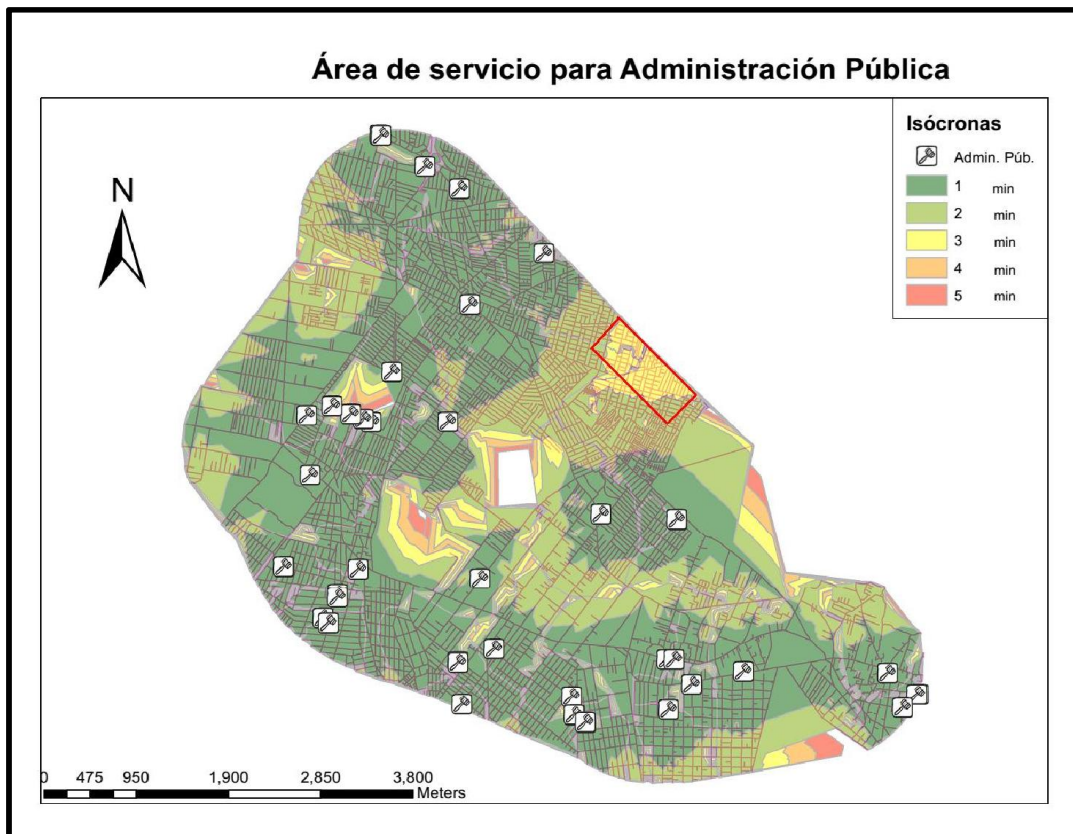


Figura 49. Área de Servicio para Administración Pública sin bloqueos. Elaboración propia

Hoteles

Los hoteles son una fuente de cobijo para las personas que no se encuentran cercanas a sus zonas de residencia, en ellos se pueden encontrar desde piscinas hasta restaurantes o pequeños servi-bares. La mayoría de ellos pueden incluir en sus servicios algún *snack* y sus cobros son por noche o por estancia. La cantidad de Hoteles de la Delegación Iztapalapa revela la función de negocios y comercios que cumple esta zona, mientras la Delegación Tláhuac es mucho más habitacional y no tiene necesidad de estos inmuebles en la zona pues tendrían poca demanda, sólo se ubicaron dos. La accesibilidad se ve afectada hacia el sureste del polígono, donde puede verse que los habitantes de esa zona hacen hasta 6 minutos para llegar al hotel más cercano, como la zona tiene uso de suelo habitacional con comercio en planta baja los habitantes no necesitan un hotel cercano a sus hogares con las excepciones habituales. La peor accesibilidad con hasta 4 minutos de trayecto se encuentra en la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl y la colonia López Portillo.

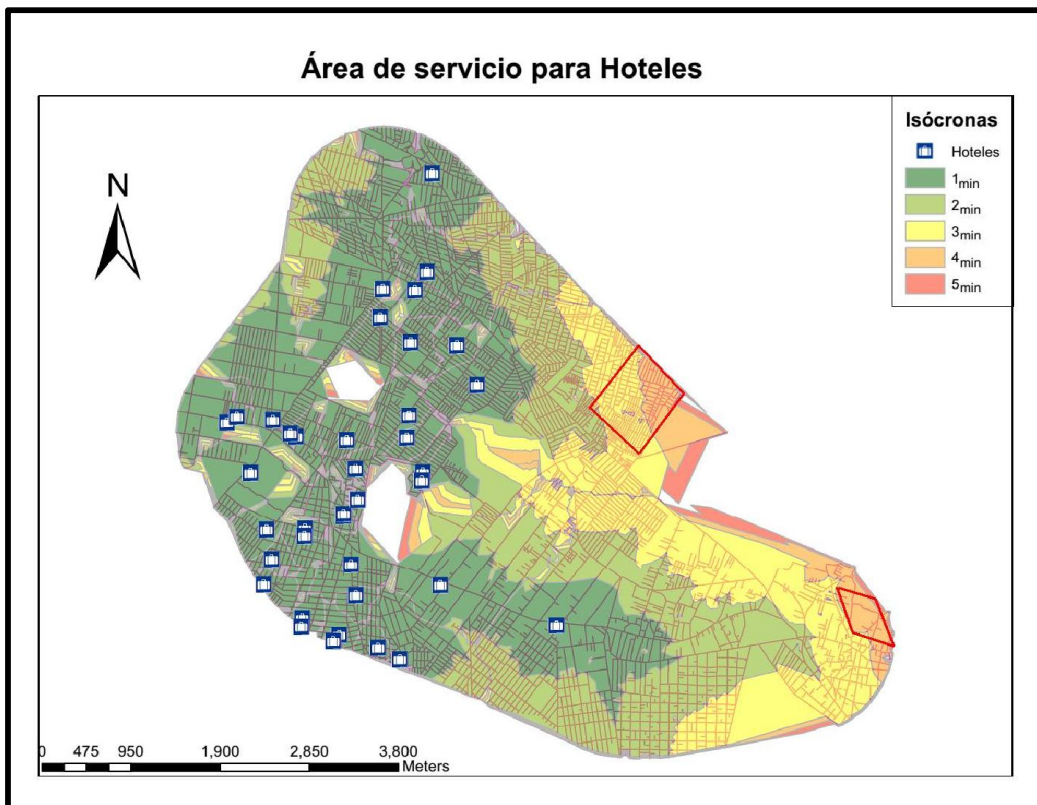


Figura 50. Área de Servicio para Hoteles sin bloqueos. Elaboración propia

Iglesias

El ramo de las Iglesias y lugares de culto religioso es amplio en la zona de estudio, pues se tienen hasta sesenta y cinco lugares dedicados a esa actividad, además de diversas religiones entre ellas la católica, cristiana, evangelista, y otras más.

En la figura 51, puede apreciarse que las iglesias se encuentran alejadas de servicios básicos como es el caso de las escuelas, además de encontrarse alejadas de las áreas industriales de la Delegación Iztapalapa y se acercan sólo a las zonas habitacionales, debido a esta característica, la Delegación Tláhuac tiene completa cobertura. Comparando ambas delegaciones la diferencia radica en que la zona interior del polígono en Iztapalapa tiene usos de suelo diversos, desde los de equipamiento hasta los de espacios abiertos y Tláhuac tiene usos de suelo de cultivo según se vio anteriormente.

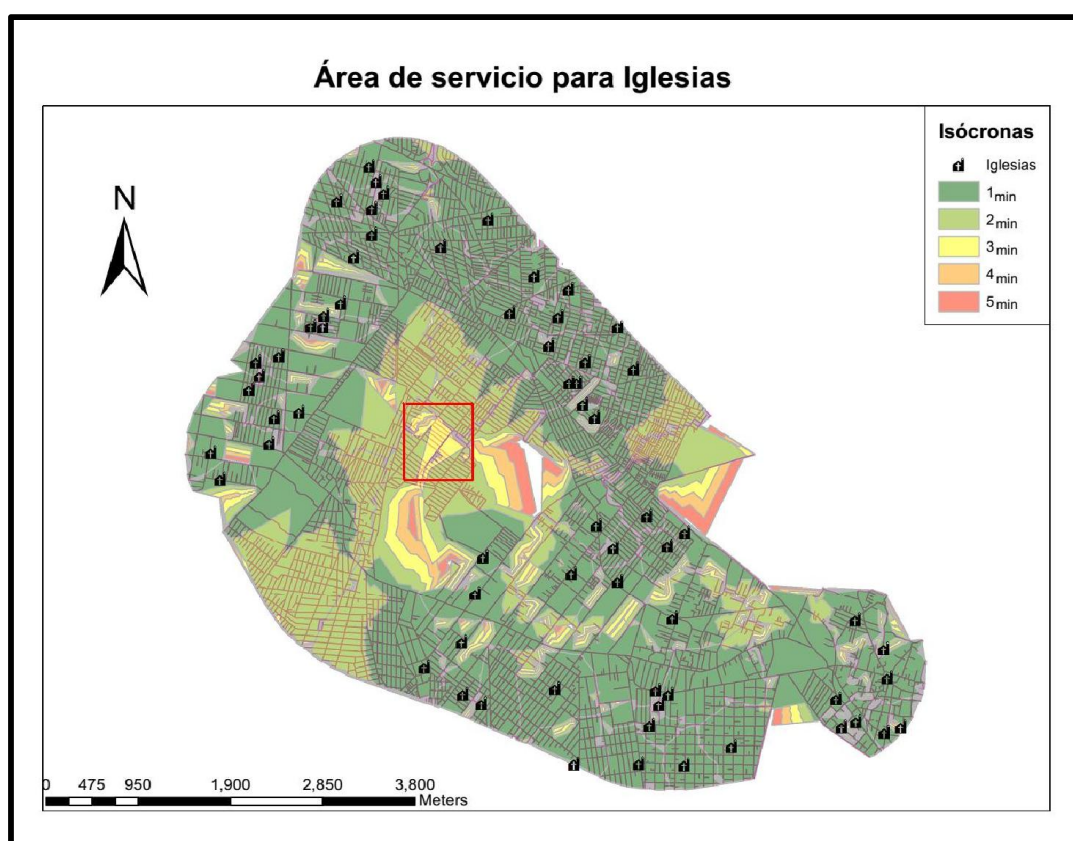


Figura 51. Área de Servicio para Iglesias sin bloqueos. Elaboración propia

5.2.6 Industrias

La Delegación con el mayor número de unidades dedicadas a la industria es Iztapalapa, con 229 empresas, mientras que Tláhuac presenta 87 puntos dedicados a tal sector. Si se compara con las primeras imágenes en las que se presentan las Áreas Geoestadísticas Básicas (Figura 17) en rangos de densidad de población, se puede desprender que en las áreas habitacionales hay pocas industrias, pero se aprecia la mayor cantidad de éstas en las cercanías de las vialidades con mejor acceso, con esto se infiere que la fuente de empleos está cercana a los hogares de la zona de estudio, esto contradice a los resultados de la EOD 2007 donde se asegura que la mayoría de los viajes provenientes de Iztapalapa tienen como destino otras delegaciones. Sólo es posible concluir que las zonas habitacionales tienen buena accesibilidad hacia las zonas industriales, pues se tienen valores menores a los 2 minutos de desplazamiento, por ello la accesibilidad es aceptable.

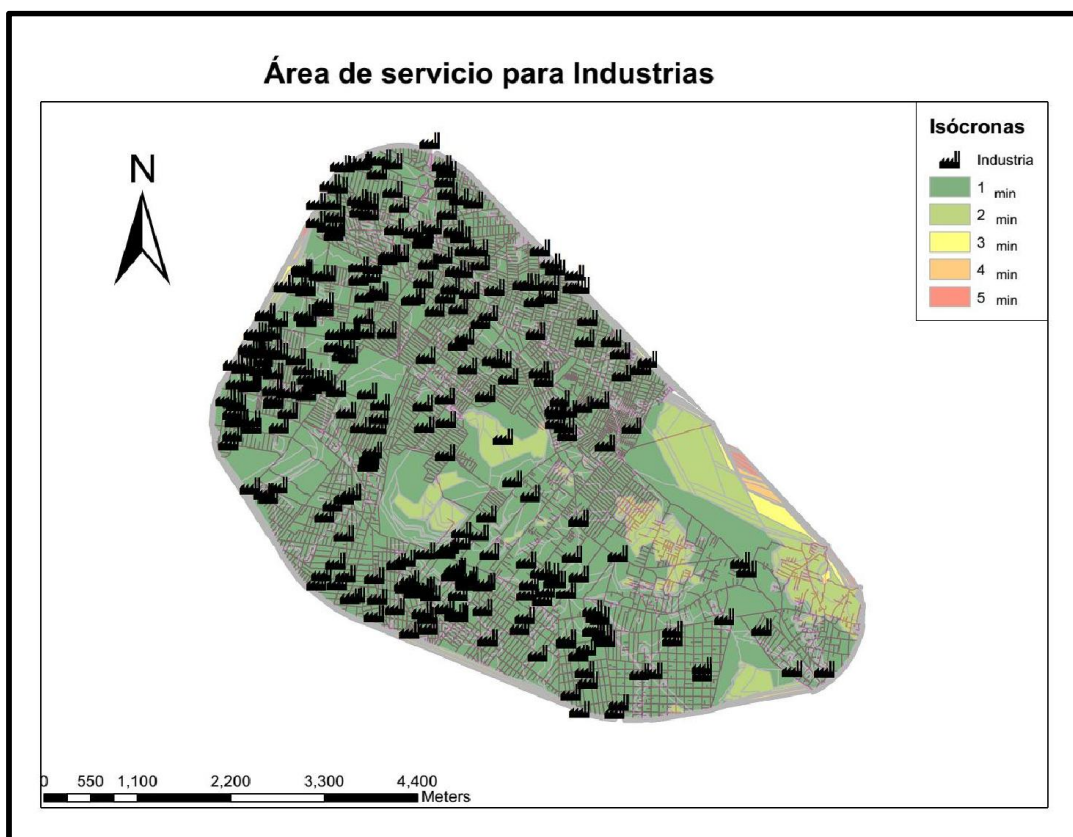


Figura 52. Área de Servicio para Industrias sin bloqueos. Elaboración propia

5.3 Modelación de la accesibilidad de vialidades con bloqueos

Para este tipo de estudio se utilizan los bloqueos físicos que existen en la realidad, tales como jardineras, tambos, cadenas, muertos (barreras de cemento que se colocan en las esquinas de algunas banquetas para proteger las viviendas expuestas) y otras barreras físicas (como tianguis o mercados itinerantes, mismos que no son permanentes pero que sí modifican los patrones de movilidad) que se utilizan para alcanzar un cierto nivel de control del tránsito y principalmente para impedir el paso de vehículos de tracción que hacen carga y descarga. La ubicación de los bloqueos para su posterior captura en el software fue realizada con ayuda de recorridos a pie en la zona de estudio, así como del empleo de la plataforma en línea Google Street que proporciona fotos a nivel de calle de las vialidades de la Ciudad de México.

Se encontraron bloqueos a lo largo de las vialidades en los Mercados Sobre Ruedas o Tianguis que se establecen en días itinerantes en las calles: José López Portillo (1), José Clemente Orozco (2) y las Torres (3), Santa Cruz (4), Plan de Ayala (5), Aldama (6), Benito Juárez (7), Reno (8), Candelabro (9) entre

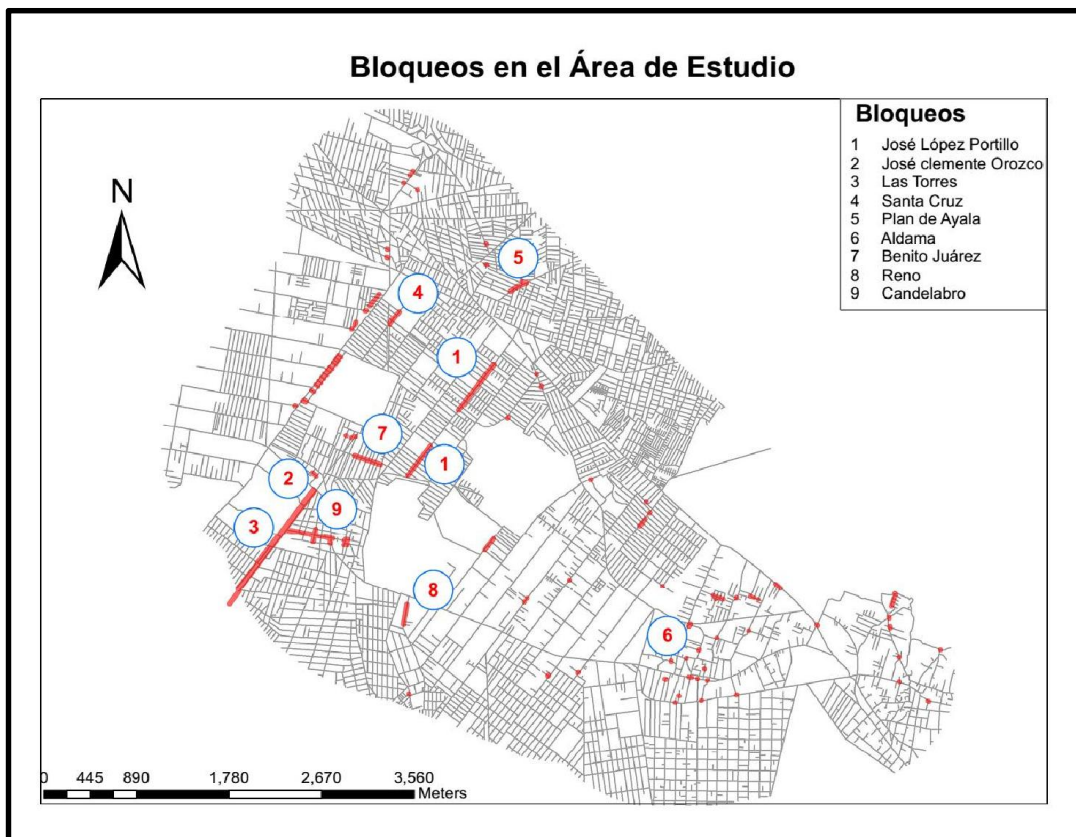
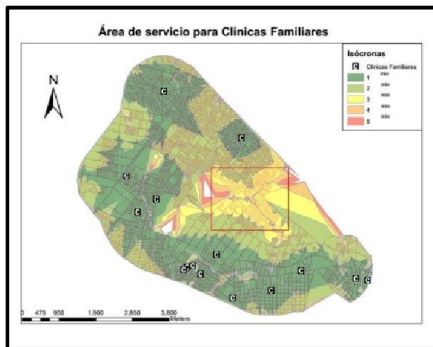


Figura 53. Bloqueos más representativos en la zona de estudio. Elaboración propia

otros menos representativos, como se muestra en la imagen (ver Figura 53). Los demás puntos que se encuentran esparcidos en la imagen son los bloqueos físicos o de geometría que se tienen en las vialidades. Estos bloqueos pueden ser para no permitir el ingreso a un área determinada (como es el caso de las Iglesias que cierran la entrada vehicular a sus plazas) o por cuestiones de geometría como las vialidades cerradas porque es imposible la entrada de vehículos debido a pequeños callejones que se vuelven enteramente peatonales. En la sección siguiente se hace el análisis de la accesibilidad para cada uno de los servicios, anteponiéndose una imagen en miniatura de los servicios sin bloqueos.

5.3.1 Servicios de Salud

Clínicas Familiares



Existen más de 100 ubicaciones con bloqueos en la zona de estudio; en la Delegación Iztapalapa, existen más que en la Delegación Tláhuac. Estos bloqueos son importantes pues pueden impedir el tránsito de avenidas completas, mientras que en la Delegación Tláhuac, los bloqueos son puntuales y no se cierran vialidades enteras. Es posible observar que además de las vialidades bloqueadas existen terrenos de cultivo donde no es necesario colocar una clínica de atención médica pues casi no se tiene población. Los más de 3 minutos que se observan en la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, Zapotitlán y Ampliación Zapotitlán responden a los bloqueos que existen en la zona y a la cercanía con el Cerro Xaltepec.

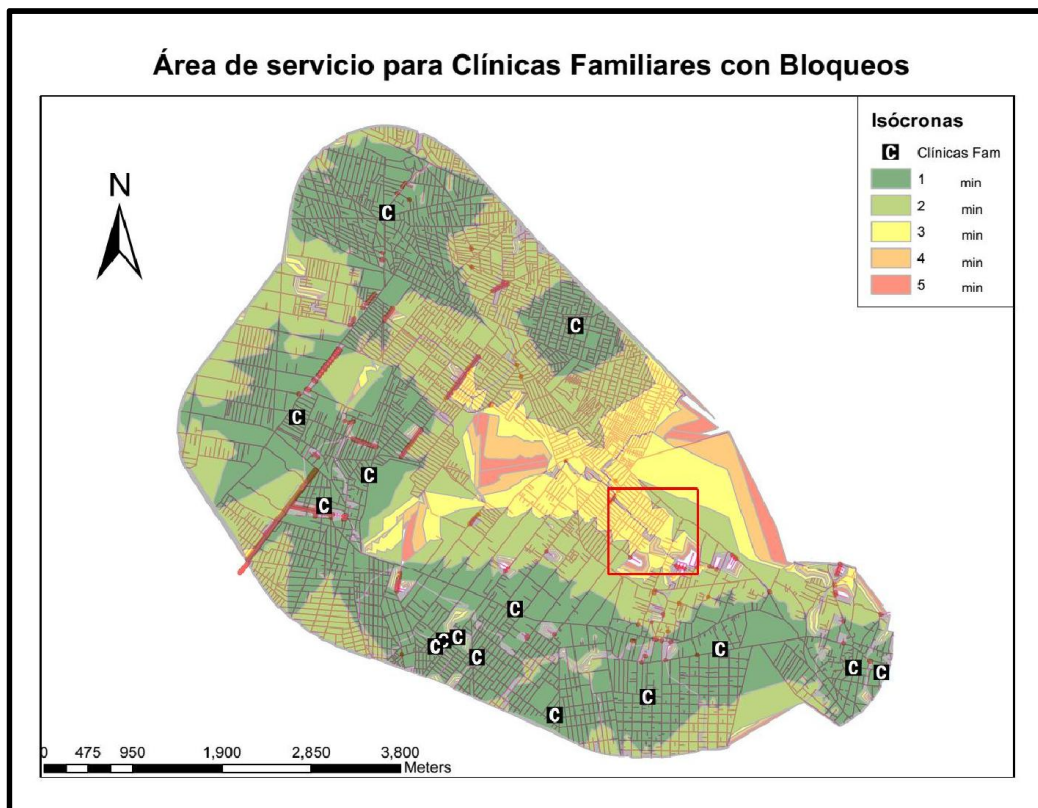


Figura 54. Área de Servicio para Clínicas Familiares con Bloqueos. Elaboración propia

Clínicas Regionales

Las clínicas regionales se encuentran ubicadas la mayoría en la Delegación Iztapalapa; con la influencia de los bloqueos, estos dan una menor movilidad a las zonas que ya presentaban conflictos. Se tienen hasta 5 minutos en las localidades que rodean al cerro Xaltepec. Aunque los bloqueos más conflictivos se encuentran en las vialidades más importantes de la Delegación Iztapalapa, no presentan alteraciones, pues las clínicas se encuentran a tan cortas distancias entre ellas que no generan conflictos de movilidad. La zona menos accesible se encuentra situada en el oriente del polígono, en Santiago Centro y Norte; en el norte Mixcóatl, La Polvorilla, Desarrollo Urbano Quetzalcóatl y Degollado, se presentan más de 5 minutos de trayecto, y en López Portillo tienen hasta 6 minutos, por ello es que se aprecian las vialidades sin color.

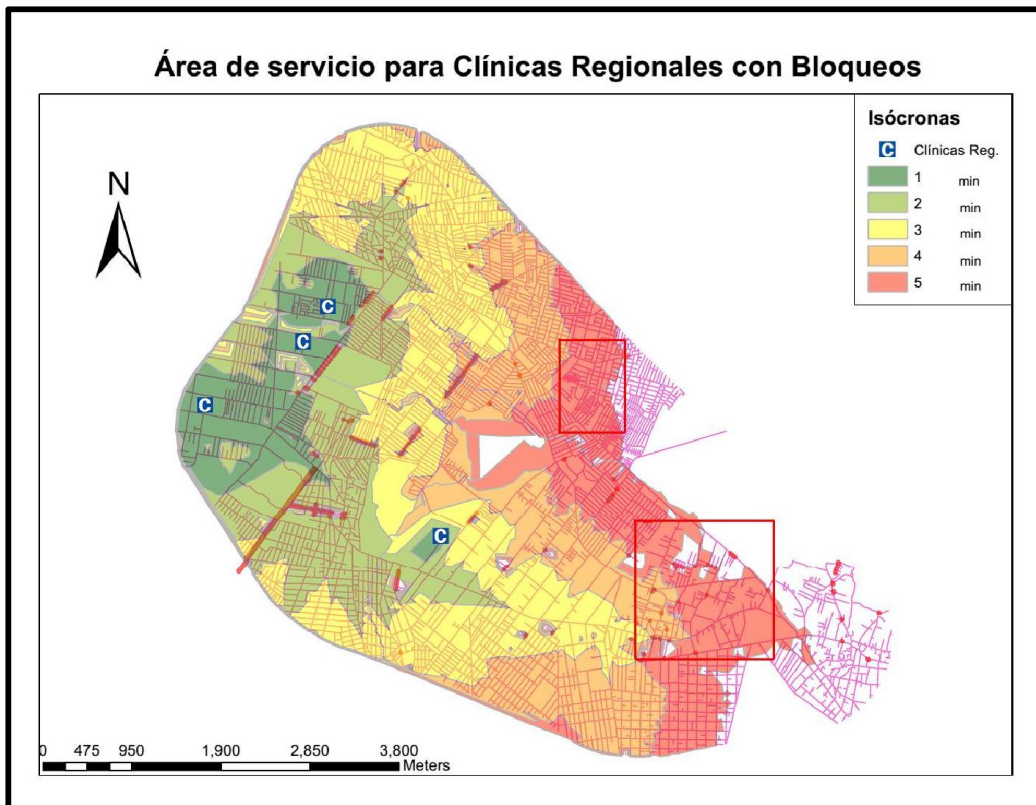
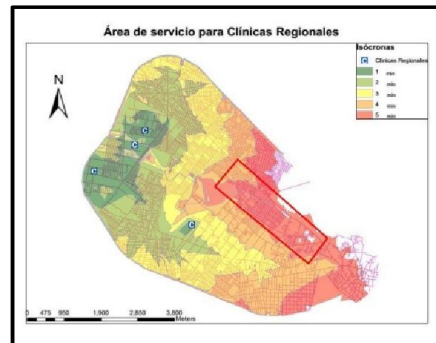


Figura 55. Área de Servicio para Clínicas Regionales con Bloqueos. Elaboración propia

Hospitales Generales

Los Hospitales Generales que se encuentran en la Delegación Iztapalapa, no tienen demasiadas afectaciones por las obstrucciones, aunque la calle José Clemente Orozco está ocupada por tianguis, la zona presenta isócronas de un minuto porque uno de los hospitales se encuentra cercano a la zona. La tendencia en la ubicación de los hospitales es generar edificaciones lo más accesibles posible, esto con la finalidad de propiciar el servicio de salud a todas las comunidades vecinas. Las colonias del norte que tienen poca movilidad son Mixcóatl, Carlos Hank y Consejo Agrarista Mexicano, mientras en el oriente López Portillo tiene isócronas mayores a los 4 minutos. Las colonias mejor atendidas están en las zonas comerciales del polígono de estudio entre ellas Cerro de la Estrella, Ampliación San Lorenzo, Miguel Hidalgo y Zapotitlán.

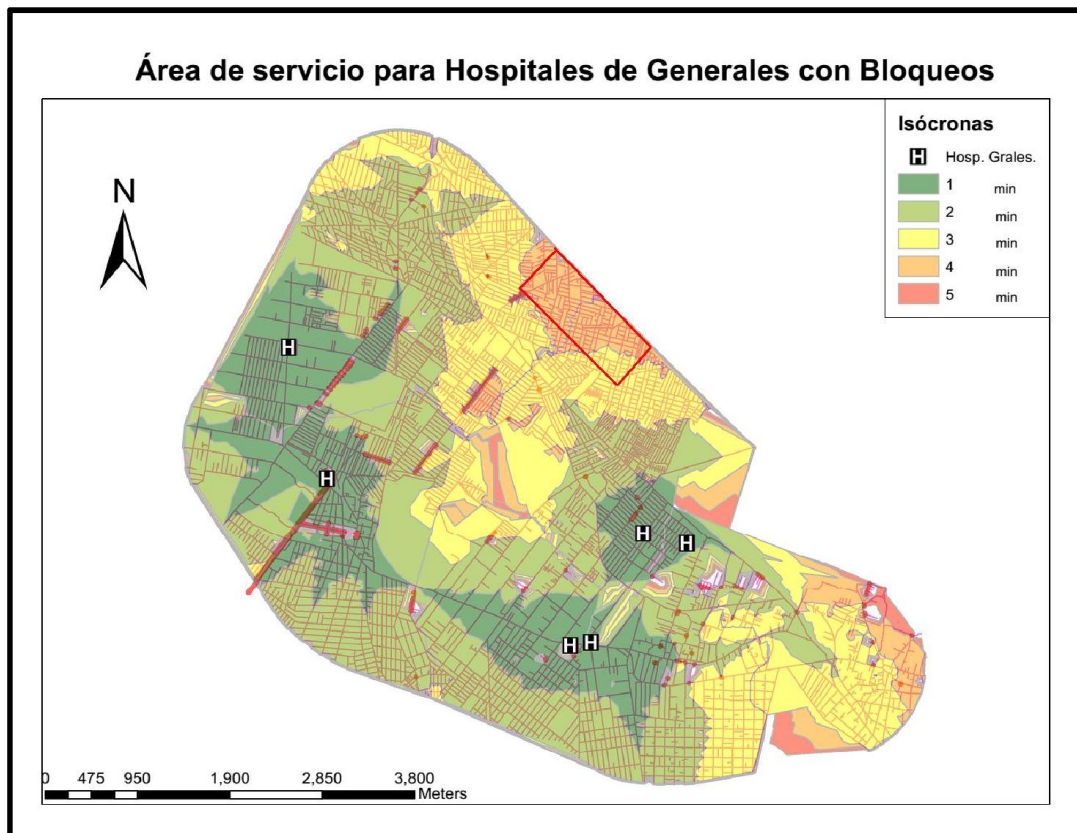
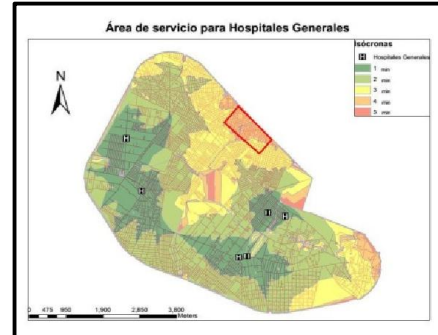
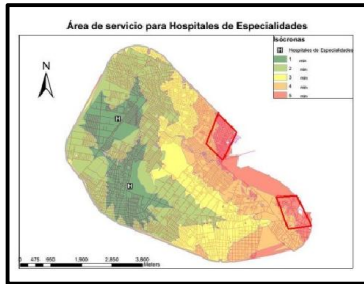


Figura 56. Área de servicio para Hospitales Generales con Bloqueos. Elaboración propia

Hospitales de Especialidades

Sólo se tienen dos servicios de este tipo en la zona de estudio y ninguno se encuentra en la Delegación Tláhuac, tal ausencia provoca que allí haya afectaciones por la poca accesibilidad hacia esos servicios, mientras que las comunidades mejor atendidas son las que se encuentran cercanas a las



vialidades importantes como Anillo Periférico y Tláhuac. Por la ubicación de los hospitales se tiene una franja en forma de "C" con el menor tiempo de accesibilidad y la afectación se ve reflejada de esa manera en las isócronas, por ello las colonias Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, Degollado y Mixcóatl, así como parte de La Polvorilla, el Triángulo y Consejo Agrarista Mexicano son las que tienen afectaciones con accesibilidad de hasta 4 minutos. Las zonas con el peor desempeño tienen vialidades cerradas que son inaccesibles, en el mapa se muestran blanquecinas, quiere decir que no es posible alcanzar la zona en los rangos de tiempo estipulados en automóvil.

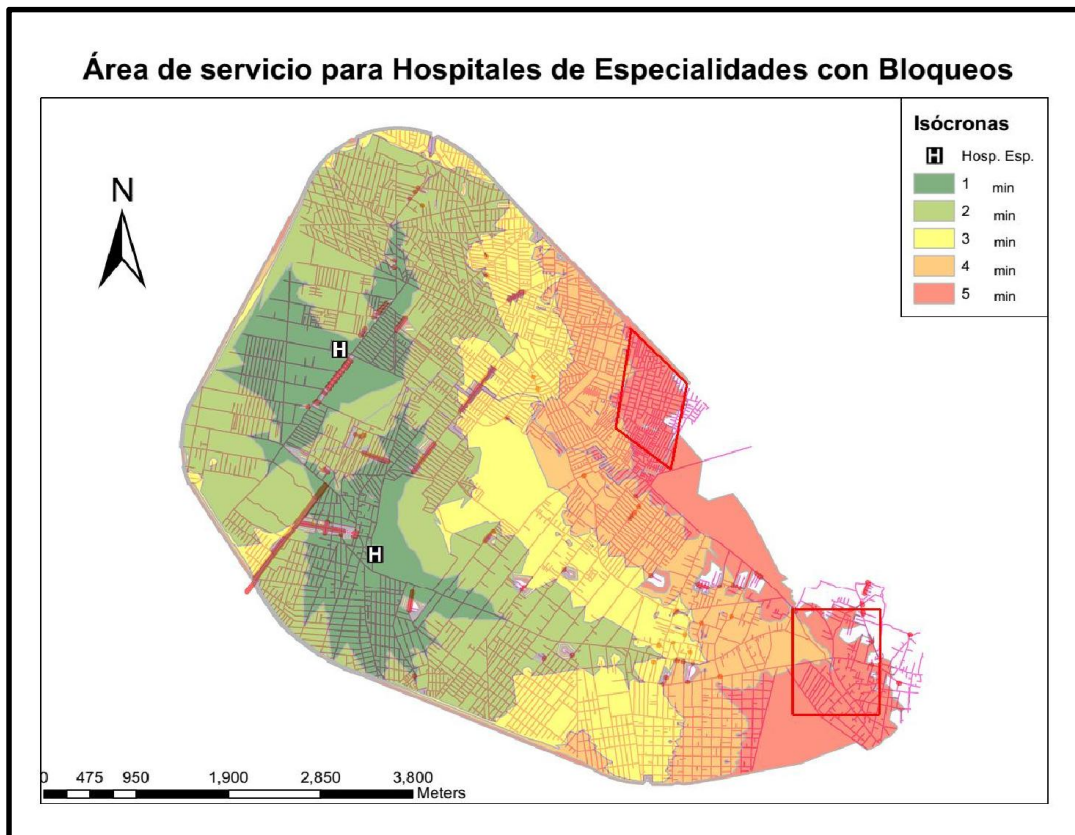
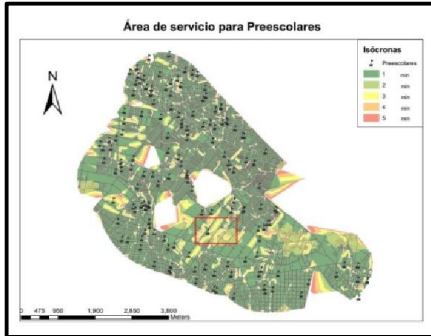


Figura 57. Área de servicio para Hospitales de Especialidades con Bloqueos. Elaboración propia

5.3.2 Servicios Educativos

Preescolares



Todo el polígono de estudio se encuentra cubierto por isócronas con tiempos de desplazamiento aceptables, pues se tienen como máximo 2 minutos, es decir, que toda la zona tiene acceso a los servicios de educación preescolar, pues hacia todas las direcciones se encuentran tiempos

aceptables, inclusive en los extremos del polígono que se encuentran más alejados de la zona central. La imagen que se muestra considera un error que encontró el software en una de las escuelas del estudio localizada justo en un bloqueo (tianguis) y no encontró una manera posible de llegar a ella con un vehículo.

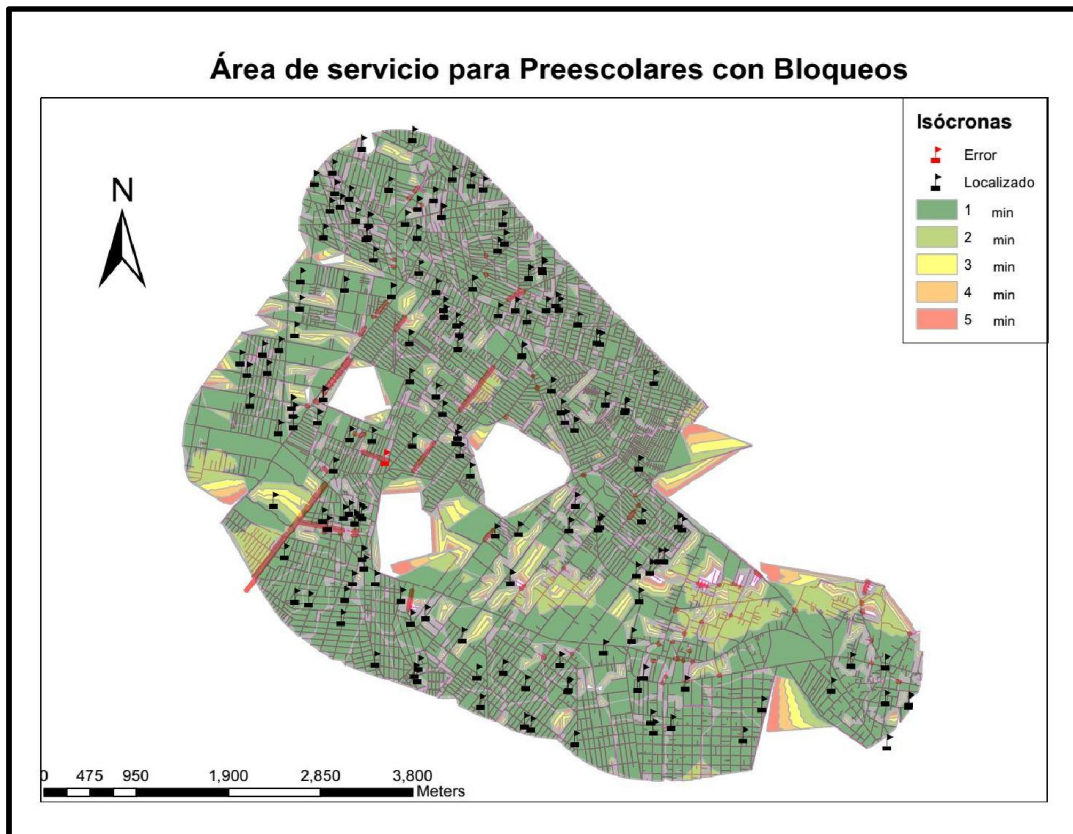
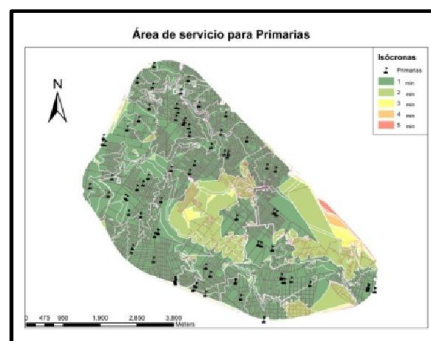


Figura 58. Área de Servicio para Preescolares con Bloqueos. Elaboración propia

Primarias

El servicio de primarias tiene alta presencia en la zona de estudio pues en general hay como máximo 2 minutos de desplazamiento. En la zona de la colonia San Miguel Zapotitla, los bloqueos pueden retrasar a los desplazamientos hasta con 2 minutos o dejarlos inaccesibles, sin embargo en la zona



mencionada no existen escuelas primarias porque este servicio no es requerido por su vocación agrícola. Cabe mencionar que para ubicar cada una de las escuelas en el software fue necesario verificar que cada una de ellas estuviese registrada en la Secretaría de Educación Pública aunque tuviese régimen privado o público, sólo debía estar oficialmente en el registro de escuelas primarias de la zona con el nombre y la dirección que menciona INEGI; finalmente la zona que podría representar la menor accesibilidad corresponde a las colonias Ampliación Los Olivos, Las Arboledas y Santa Ana Poniente.

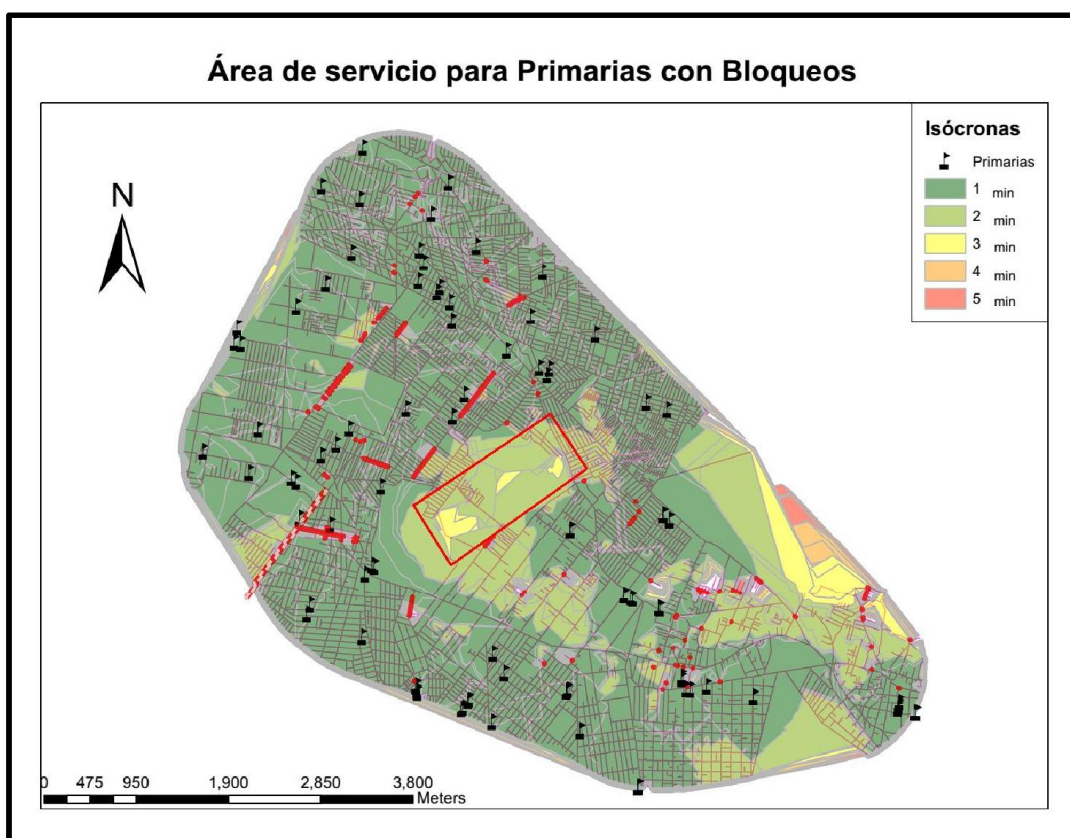
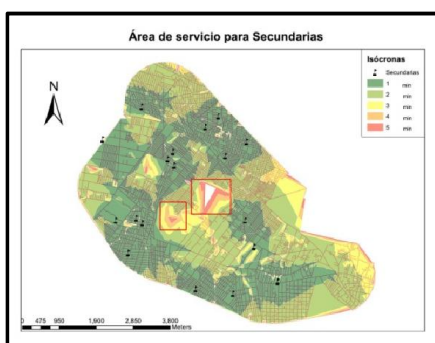


Figura 59. Área de Servicio para escuelas Primarias con bloqueos. Elaboración propia

Secundarias



Las secundarias son servicios que tienen una menor presencia en la zona de estudio, pues el número de estudiantes inscritos en este nivel escolar es menor que en las primarias. Esto es debido a que los grupos para cada generación aumentan, es decir, se tienen grupos desde la A hasta la G, y también se aprovechan mayormente las aulas pues algunas escuelas conforman grupos de hasta 50 alumnos, además sus instalaciones son de mayores dimensiones, todo ello fomenta las pocas secundarias. Además, la zona de estudio, posee terrenos que se utilizan como tierras de cultivo dando de esta manera una apariencia rural dentro de las zonas habitacionales, esto es sobre todo en los alrededores de los serranías de la zona de estudio, de esta manera, las secundarias se encuentran cercanas a las zonas habitacionales.

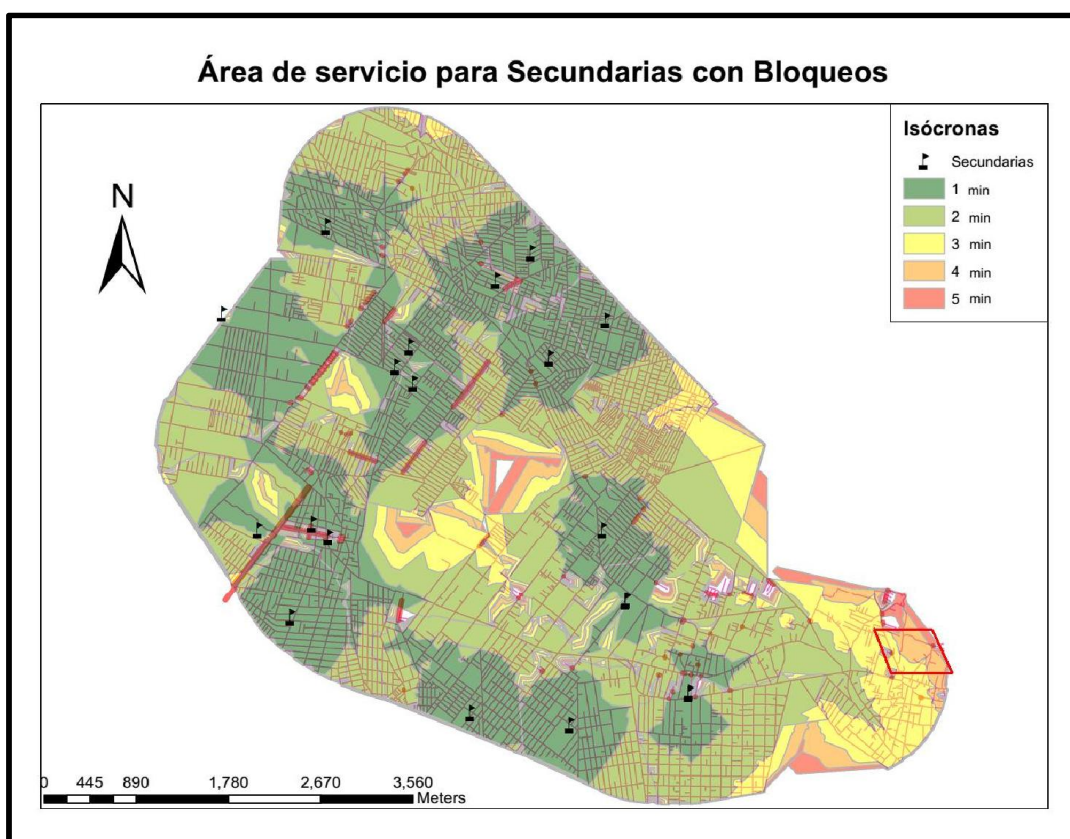
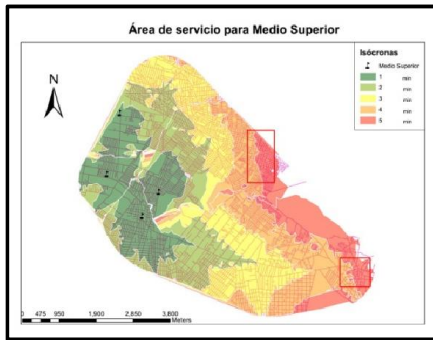


Figura 60. Área de servicio para escuelas Secundarias con bloqueos. Elaboración propia

Medio Superior



En la zona de estudio, las escuelas de nivel medio superior sólo se presentan en la Delegación Iztapalapa. Es preciso hacer notar que sí existen escuelas de nivel medio superior ubicadas en la Delegación Tláhuac, pero son escuelas sin registro en el padrón de la Secretaría de Educación Pública, por ello no se integran al estudio. Las colonias con la peor movilidad son Desarrollo Urbano Quetzalcóatl y un área que está ubicada en las colonias López Portillo, Ampliación López Portillo y el Pueblo San Francisco Tlaltenco porque tienen tiempos de desplazamiento mayores a 5 minutos y también existen puntos con accesibilidad superior a dicho tiempo establecido en la colonia San Miguel Zapotitla y Santa Ana Norte.

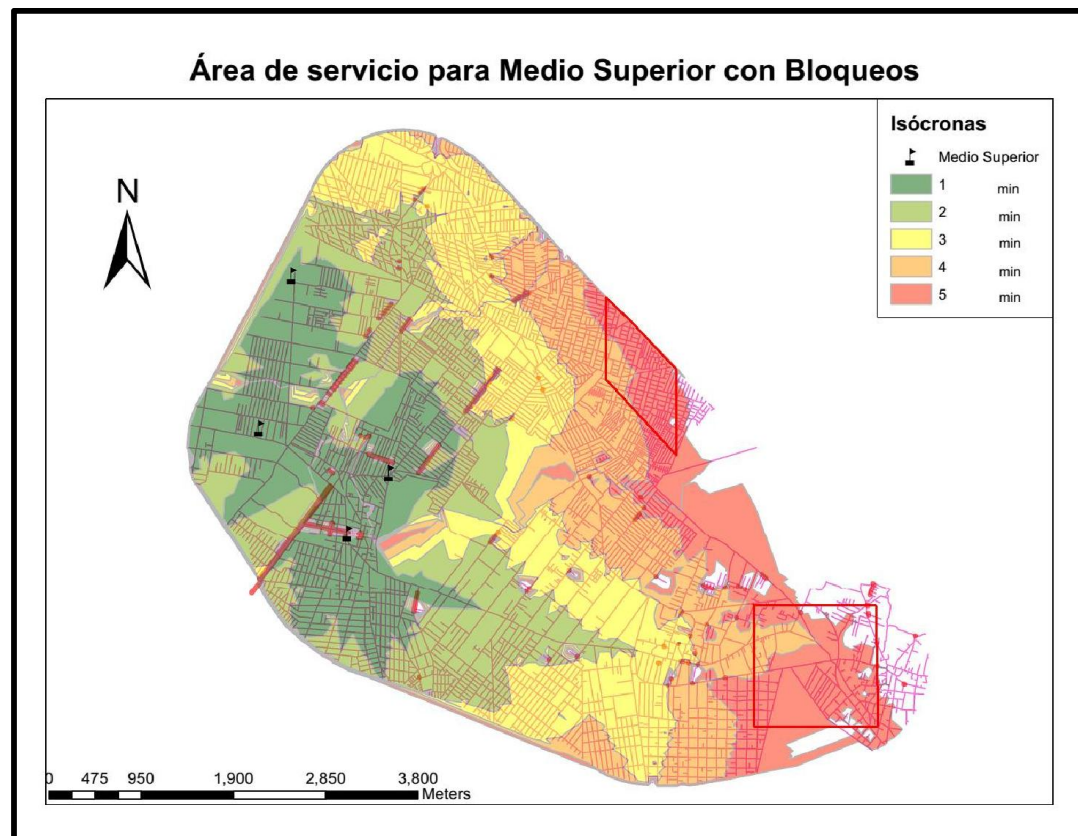
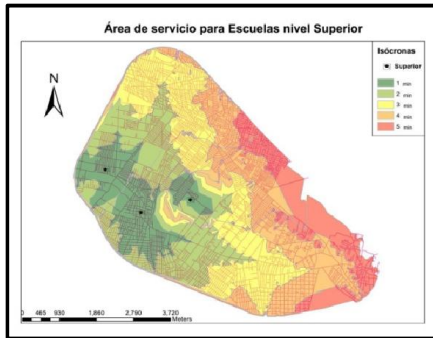


Figura 61. Área de Servicio para escuelas de Nivel Medio Superior con bloqueos. Elaboración propia

Superior



Los bloqueos afectan en gran medida a una de las escuelas de nivel superior que se encuentran en la zona provocando que sólo tenga una vía de accesibilidad y es la única en la que se muestran tiempos menores al minuto, de tal manera que en unión con las otras universidades se generan polígonos de accesibilidad de 2 minutos mucho más alargados que los polígonos que se presentaron en el primer escenario. La mejor movilidad se encuentra en el extremo poniente de la zona de estudio correspondiente a las colonias Cerro de la Estrella, Año de Juárez y Lomas de San Lorenzo. Las afectaciones se encuentran en las colonias que tienen tiempos mayores a los 5 minutos, se presentan en el Pueblo San Francisco Tlaltenco, Santiago Centro, Zacatenco, Santiago Sur y el Barrio La Conchita.

La mejor movilidad se encuentra en el extremo poniente de la zona de estudio correspondiente a las colonias Cerro de la Estrella, Año de Juárez y Lomas de San Lorenzo. Las afectaciones se encuentran en las colonias que tienen tiempos mayores a los 5 minutos, se presentan en el Pueblo San Francisco Tlaltenco, Santiago Centro, Zacatenco, Santiago Sur y el Barrio La Conchita.

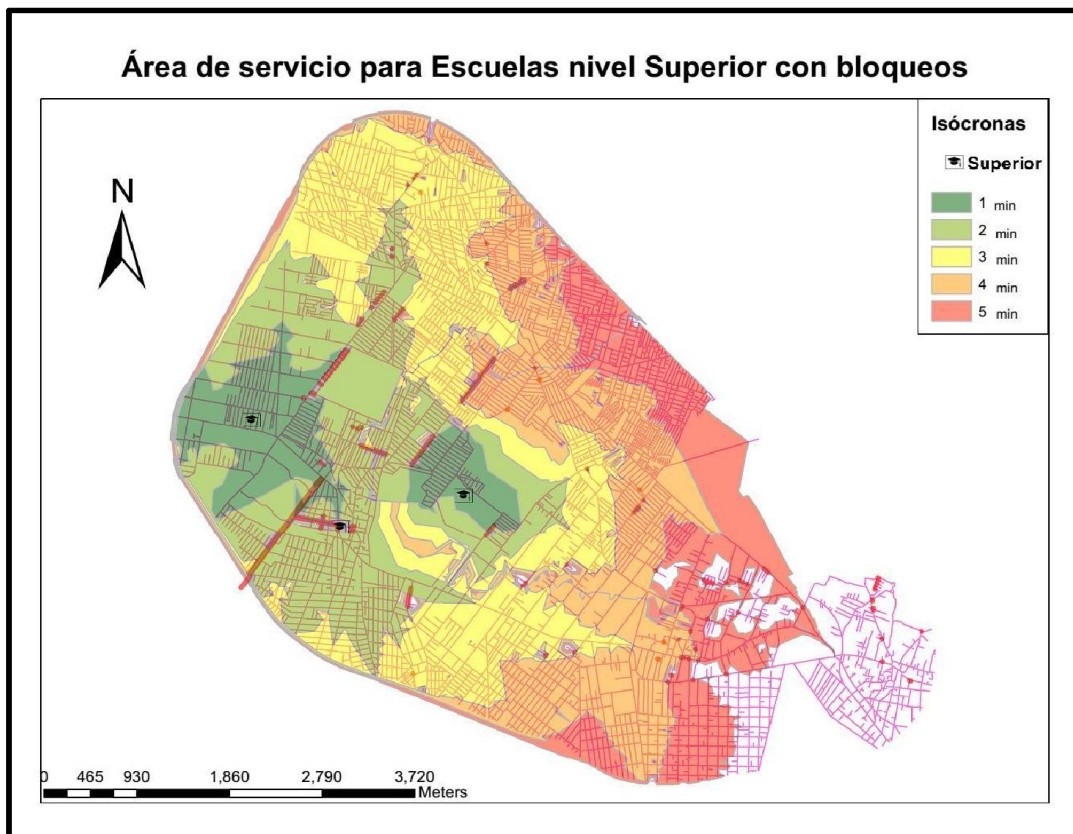
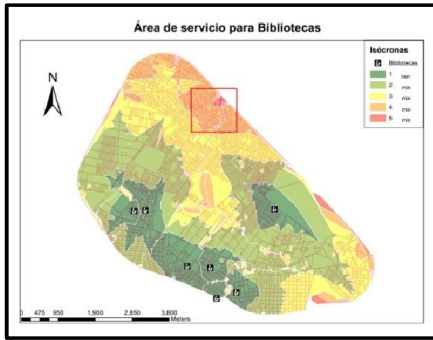


Figura 62. Área de Servicio para escuelas de Nivel Superior con bloqueos. Elaboración propia

Bibliotecas



Las Bibliotecas en la zona de estudio se encuentran ubicadas en las proximidades de las zonas más pobladas, cerca de las escuelas no hay ninguna. Esto se debe a que las escuelas de nivel profesional tienen en sus mismas instalaciones bibliotecas con el nivel indicado, mientras que las que se incluyeron

en el estudio son aquellas que entre su acervo tienen material para niños con edades que van desde los cuatro hasta los doce años. La cobertura de bibliotecas en la zona de estudio se encuentra atendida sobre la avenida Tláhuac y debido a la accesibilidad con las demás vías. El Anillo Periférico tampoco está desatendido porque presenta isócronas con tiempos menores a los 3 minutos, mientras que las zonas desatendidas son las que se encuentran ocupadas por las colonias Las Peñas e Insurgentes.

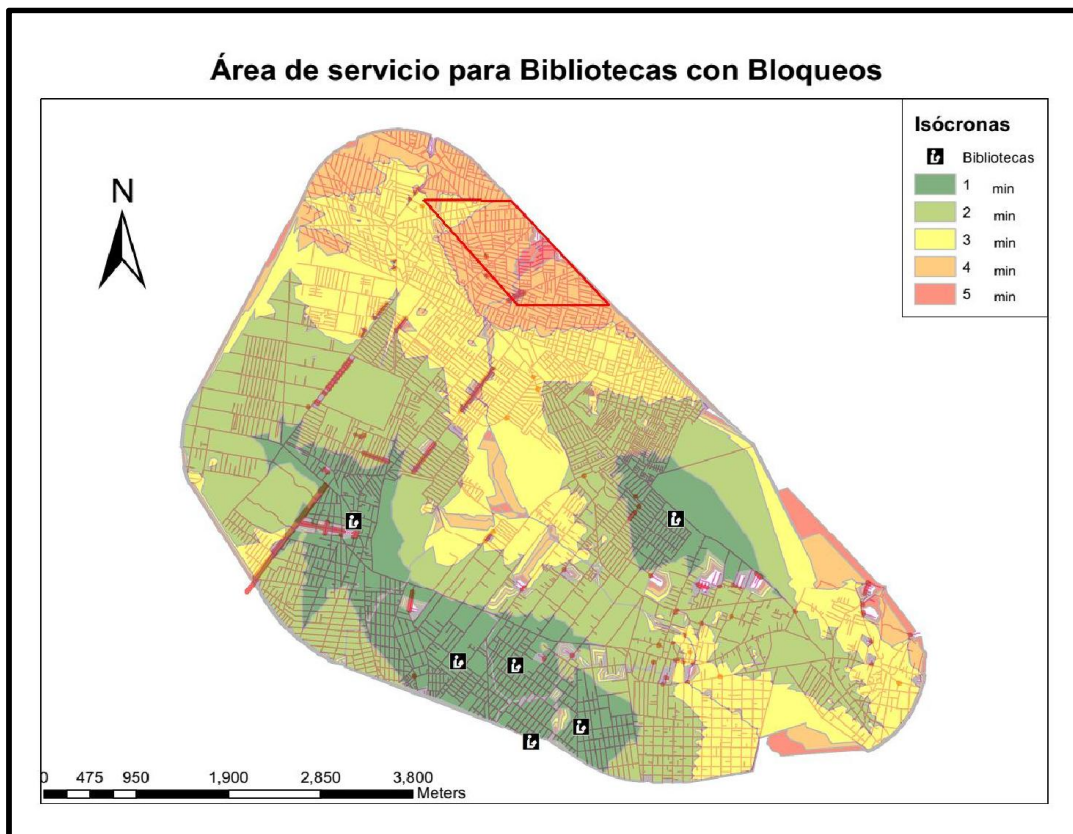
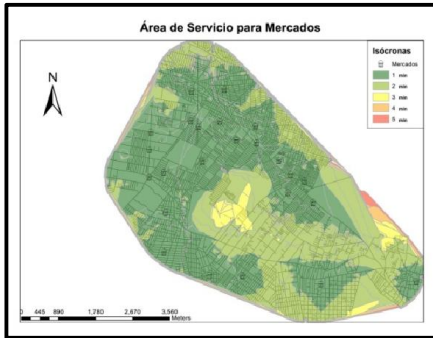


Figura 63. Área de Servicio para Bibliotecas con Bloqueos. Elaboración propia

5.3.3 Equipamiento

Mercados



La cantidad de mercados en la zona de estudio es baja en Tláhuac, pero debido a que se cubren las vialidades más importantes la única desatendida es la que se encuentra al costado del terreno perteneciente a la UACM, la cual se encuentra en el cerro Yuhualixqui. Existen mercados bloqueados, de hecho en algunos casos el software no

podía realizar la función de la búsqueda del área de servicio porque en los alrededores de estos se encuentran bloqueos como tianguis debido a que el comercio informal florece a las afueras. Los barrios de Santa Ana Sur y los demás se encuentran desatendidos pero tienen accesibilidades y tiempos de trayecto menores a los 3 minutos pues en esa zona sólo se encuentra un mercado y hay una serie de bloqueos debido a una iglesia próxima que bloquea las vialidades que dan a la plaza.

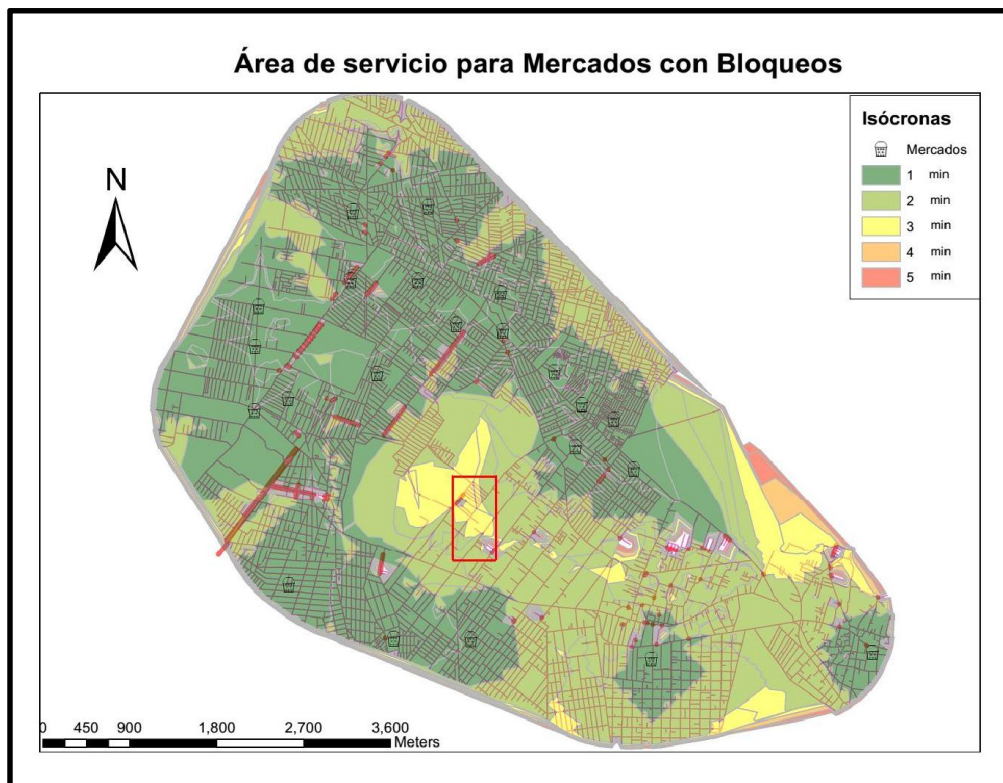
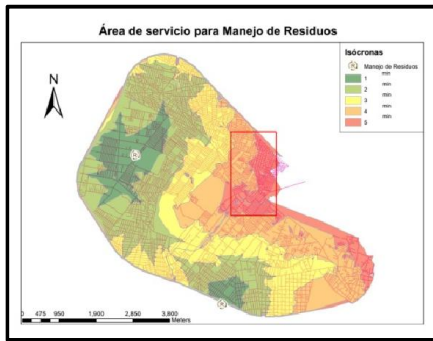


Figura 64. Área de Servicio para Mercados con Bloqueos. Elaboración propia

Manejo de Residuos



Los bloqueos no afectan de ninguna manera la movilidad del área, contrario a lo que se pensaría sobre la generación de residuos en vías públicas las veces que los tianguis se ponen en marcha, no se encuentra ninguno de estos centros cercano a uno de estos mercados sobre ruedas.

El área más desatendida se encuentra al norte del polígono y se extiende casi hasta llegar a la Avenida Tláhuac, en estas zonas se observan isócronas que van desde los 4 hasta los 5 minutos de traslado. Además hay una afectación en el extremo oriente del polígono, en las colonias López Portillo y San Francisco Tlaltenco. La mejor movilidad se encuentra situada en Anillo Periférico y avenida Tláhuac.

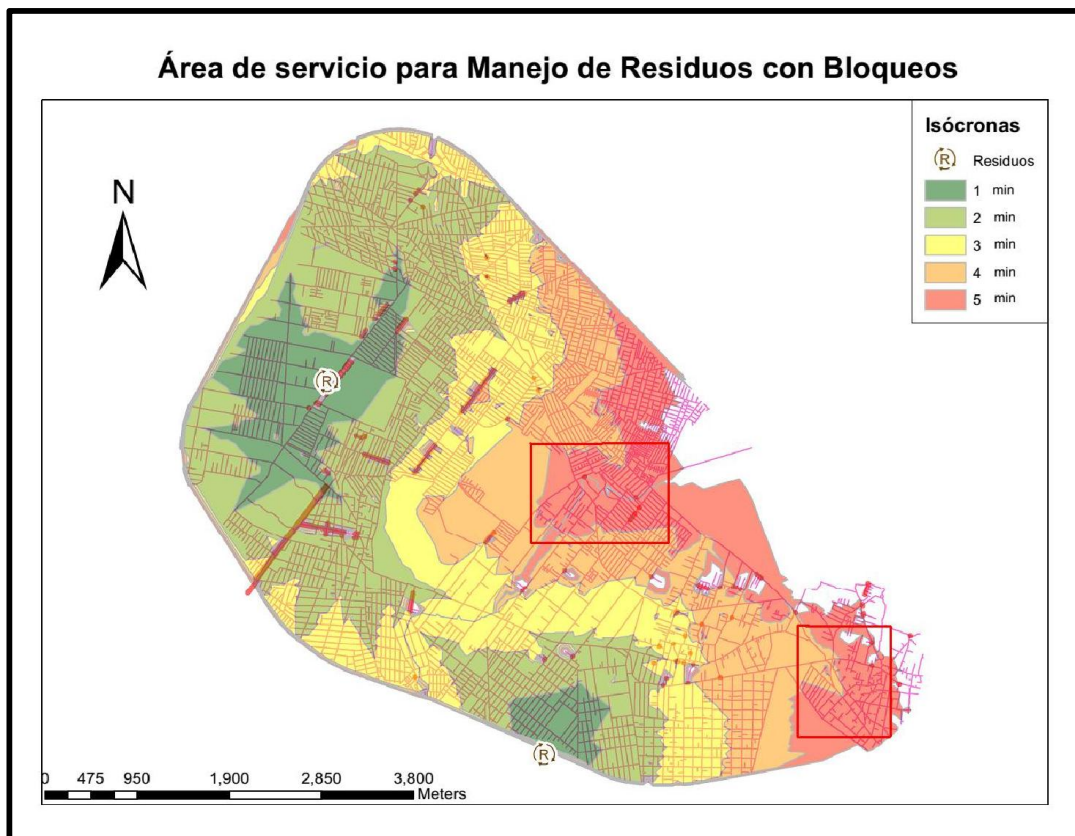
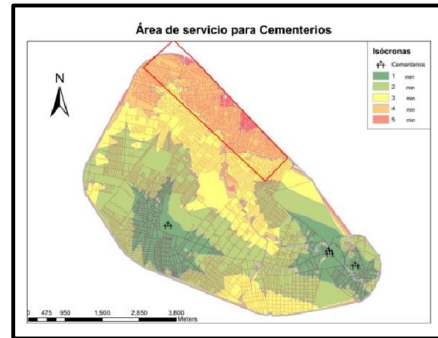


Figura 65. Área de Servicio para Manejo de Residuos con Bloqueos. Elaboración propia

Cementerios

Se tienen tres cementerios en la zona de estudio, el más céntrico e importante se encuentra situado en la Avenida Tláhuac, esta particularidad genera isócronas amplias, es decir, que dada la buena conectividad de dicha vía, los polígonos pueden aumentar la accesibilidad, pues no es necesario utilizar varias vías para poder llegar a tal servicio. No obstante, los bloqueos modifican en pequeña medida la accesibilidad en comparación con la que se presentó con las vialidades libres y que se muestra en miniatura.



Las zonas que tienen la peor accesibilidad se encuentran en las colonias Las Peñas, Francisco Villa, Carlos Hank e Insurgentes, en una de ellas hay tiempos de desplazamiento de 5 minutos en vehículos y empeora conforme se acerca a la zona comercial de la Delegación Iztapalapa.

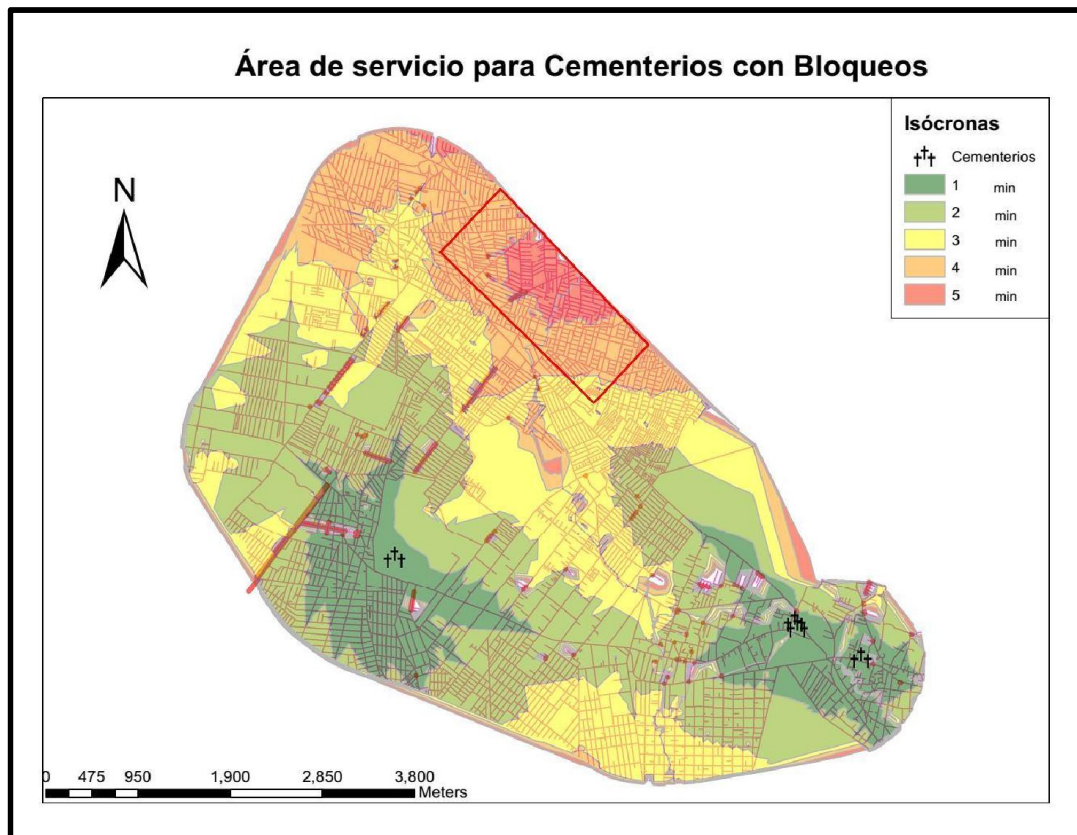


Figura 66. Área de Servicio para Cementerios con Bloqueos. Elaboración propia

Módulos de Vigilancia

Como se mencionó anteriormente, los módulos de vigilancia de la zona de estudio se encuentran en los límites de todo el polígono, de tal manera que forma un cordón que da apariencia de cercar la zona y permite que la accesibilidad se distribuya

en toda la demarcación, excepto por zonas que no cuentan con ningún módulo de vigilancia como lo es el área norponiente del polígono, donde las isócronas se extienden en área porque se encuentran cercanas a vialidades con buena conectividad y buenos tiempos de desplazamiento, de no ser por esto, colonias como Cerro de la Estrella y Lomas de San Lorenzo no tendrían acceso a protección o vigilancia.

El cerro Yuhualixqui y el predio de la UACM tienen la peor accesibilidad, aunque es preciso aclarar que ya que el cerro Yuhualixqui es usado como mina tiene sus propios vigilantes y la UACM es vigilada por la fuerza policiaca del Gobierno del Distrito Federal.

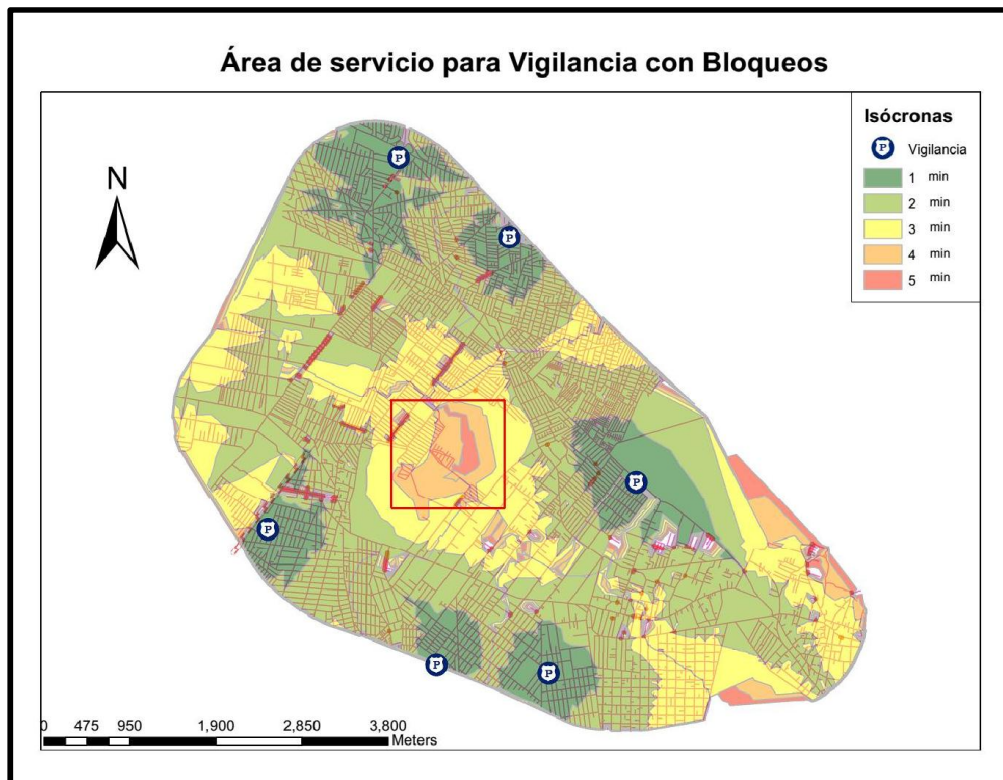
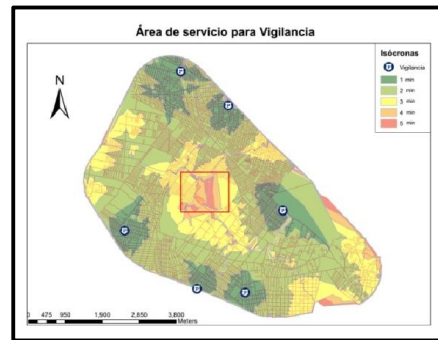


Figura 67. Área de Servicio para Vigilancia con Bloqueos. Elaboración propia

Gasolineras

Las gasolineras se encuentran distribuidas a manera de C en la zona de estudio, tomando como prioridad a las avenidas más importantes debido al constante flujo de vehículos en tales vialidades por lo que cada franquicia distribuidora tiene un mercado cautivo. Sobre la avenida Tláhuac, a partir de la estación Nopalera del STC Metro, no existen más gasolineras, por lo que el extremo poniente del polígono se encuentra desatendido, el problema más grave es el que se presenta en la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl y que provoca afectaciones que se propagan hasta el cerro Yuhualixqui y presentan tiempos de hasta 5 minutos de desplazamiento para conseguir combustible, por ello los habitantes que tienen vehículos en la zona especificada deben prever la compra de su combustible antes de regresar a casa o al salir hacia un viaje largo como la primer tarea del día. Otras zonas afectadas son el Pueblo San Francisco Tlaltenco y la Ampliación López Portillo.

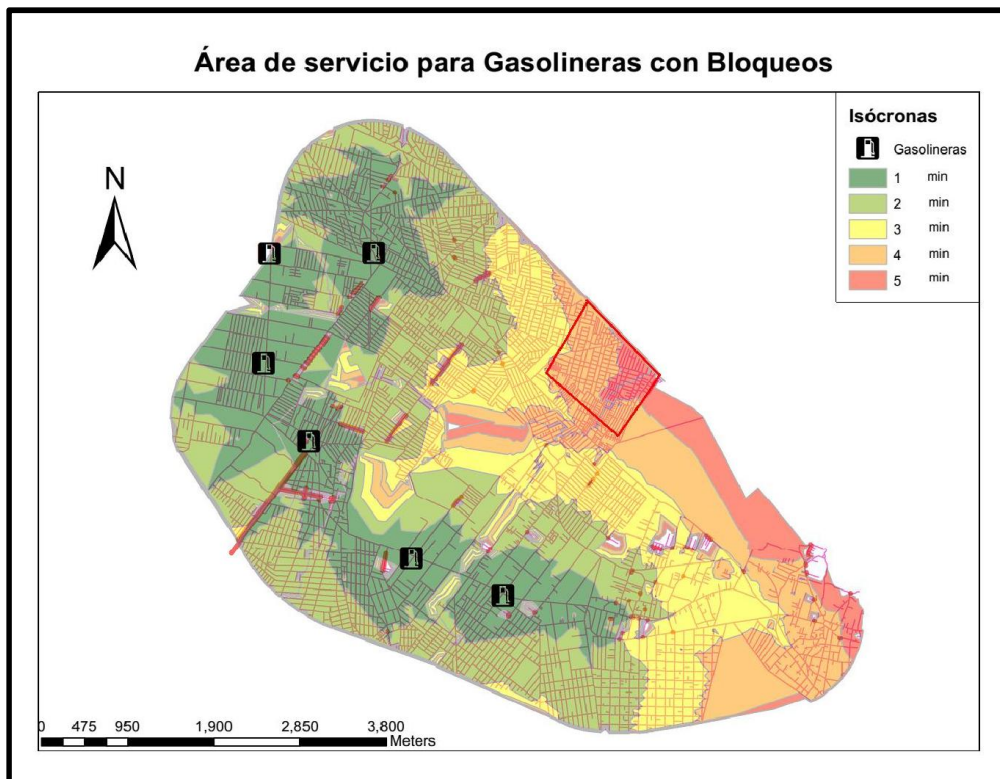
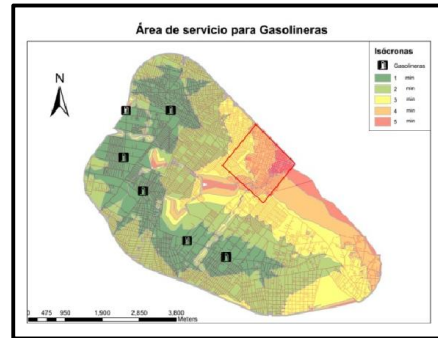
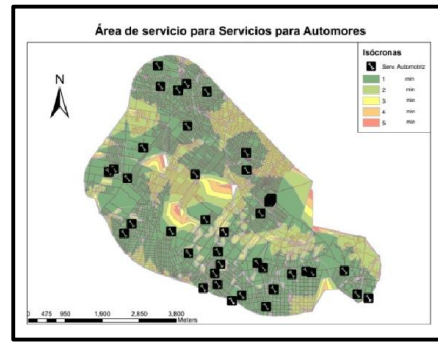


Figura 68. Área de Servicio para Gasolineras con bloqueos. Elaboración propia

Servicios para Automotores

En el año 2012, el número de vehículos registrados en Iztapalapa fue de 452,171 autos (INEGI, 2012, f), mientras que en la misma fecha en Tláhuac el número disminuyó a 70,321 unidades, por ello el polígono de estudio tiene bastante cobertura en casi todas las zonas, de la misma forma, las isócronas con la peor accesibilidad tienen tiempos máximos de 2 minutos, comprobando que casi todos los individuos de la zona de estudio tienen buena accesibilidad cuando requieran reparación vehicular.



Toda la zona tiene buena accesibilidad, los mayores tiempos se presentan en la parte oriente del polígono, donde se aprecian tiempos de 3 minutos de desplazamiento, otra zona con poca movilidad se encuentra en San Miguel Zapotitla, los bloqueos obstruyen las salidas de la población, pero con isócronas de 2 minutos la accesibilidad es aceptable.

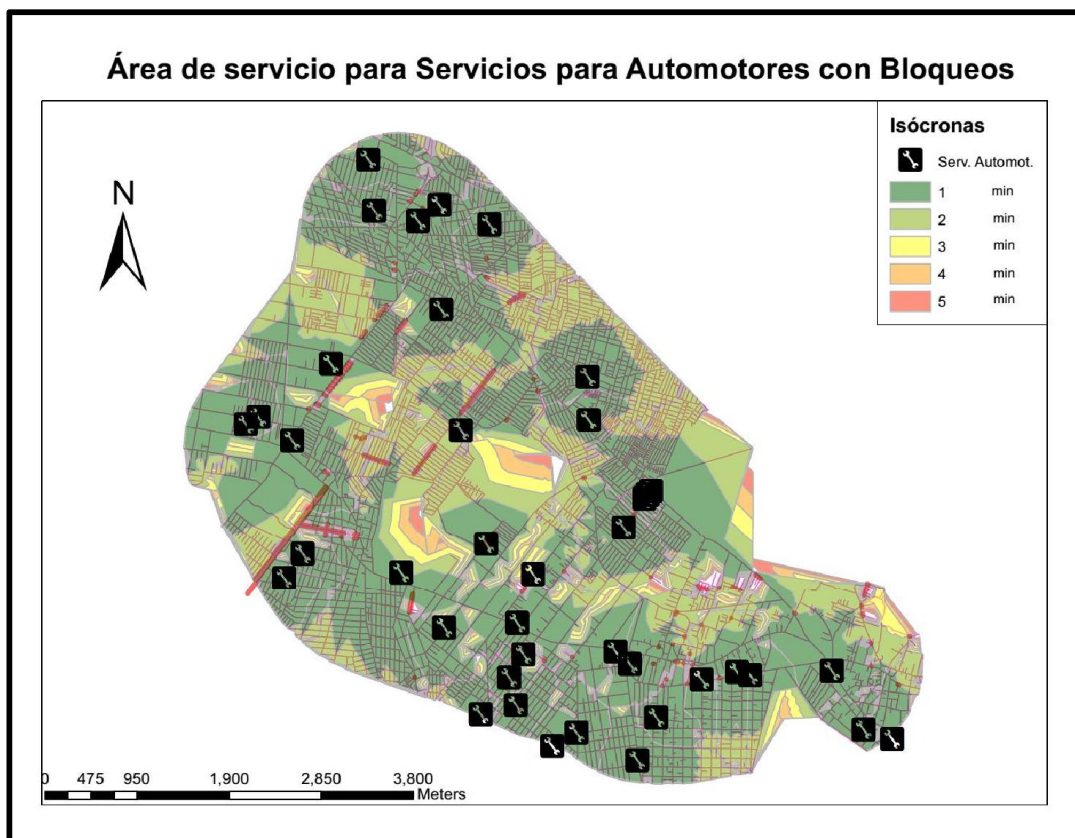


Figura 69. Área de Servicio para Servicios para Automotores con bloqueos. Elaboración propia

Servicio Postal Mexicano

Las nuevas tecnologías superan a los correos tradicionales, por ello es que las instalaciones físicas del correo postal sólo se encuentran en un punto de todo el polígono de estudio, con los bloqueos, la accesibilidad redujo de manera más evidente en el norte del área, afectando seriamente a las colonias que se encuentran en la periferia y al kilómetro de tolerancia que se determinó al principio del estudio. Es preciso enfatizar que la oficina postal también se encuentra situada en el kilómetro externo y que los bloqueos en cada uno de los puntos provocaron que las isócronas se ampliaran más, esto no quiere decir que creció el área de servicio, sino que es necesario tomar más vialidades para poder llegar al mismo destino. Todas las colonias que se encuentran situadas entre la Avenida Benito Juárez y el Eje 8 Sur Ermita Iztapalapa presentan la peor accesibilidad pues, en ellas se tienen hasta 5 minutos de desplazamiento para la llegada a una oficina de SEPOMEX.

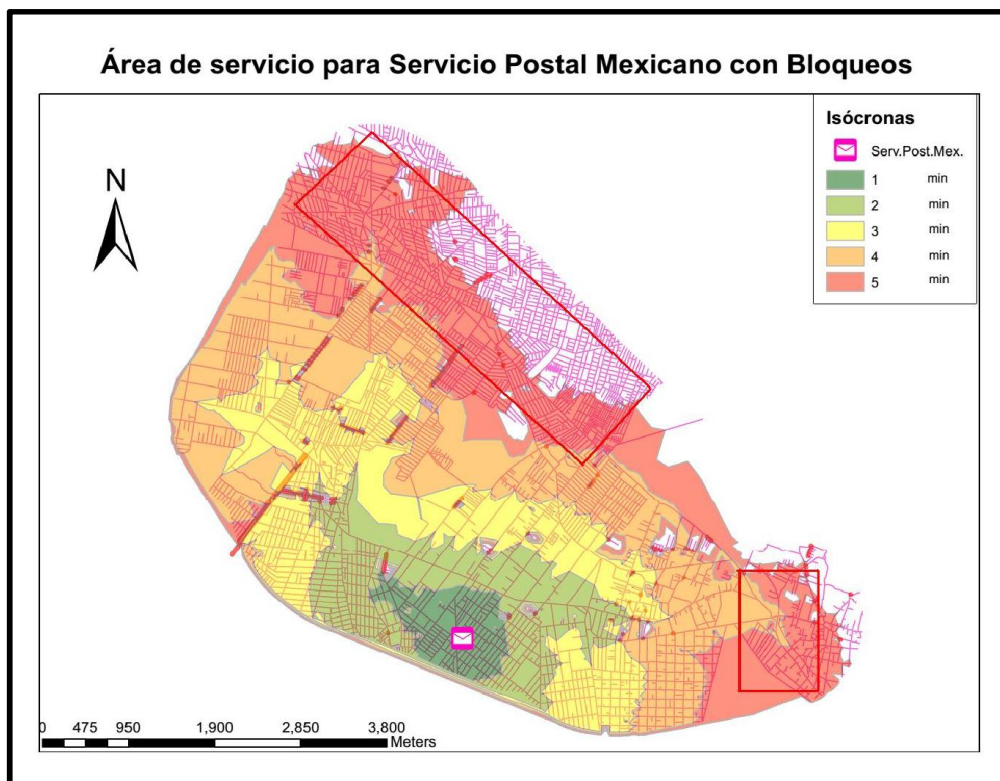
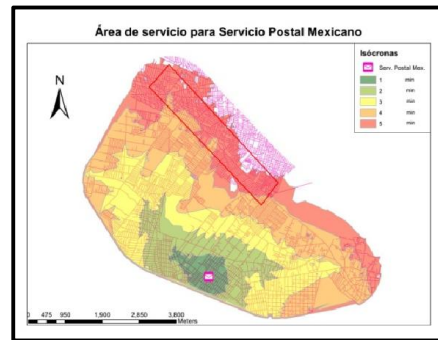


Figura 70. Área de Servicio para Servicio Postal Mexicano con Bloqueos. Elaboración propia

Bancos

A diferencia de las gasolineras, los bancos no se encuentran distribuidos en las vialidades principales, si no que están concentrados en los puntos comerciales de la zona de estudio, la mayoría de ellos se encuentran ubicados en el cruce que se da entre la avenida Anillo Periférico y Avenida Tláhuac y otro grupo importante se ubica en la misma Avenida Tláhuac a la altura de la estación Olivos de la Línea 12 del STC Metro, allí se encuentra una plaza comercial, el Hospital de Especialidades y la UACM. Sobre la misma avenida se encuentra en dirección oriente, un grupo de bancos que ve afectada su accesibilidad debido a los múltiples bloqueos que se encuentran por la ubicación de una iglesia y el cierre de vialidades que conducen a su plaza central. La cercanía de dicha iglesia provee a estos bancos de la mayoría de su clientela, pero merma su accesibilidad al mismo tiempo, debido a que es de difícil acceso si se requiere llegar a ellos en vehículo, no lo es tanto cuando se hace de manera peatonal.

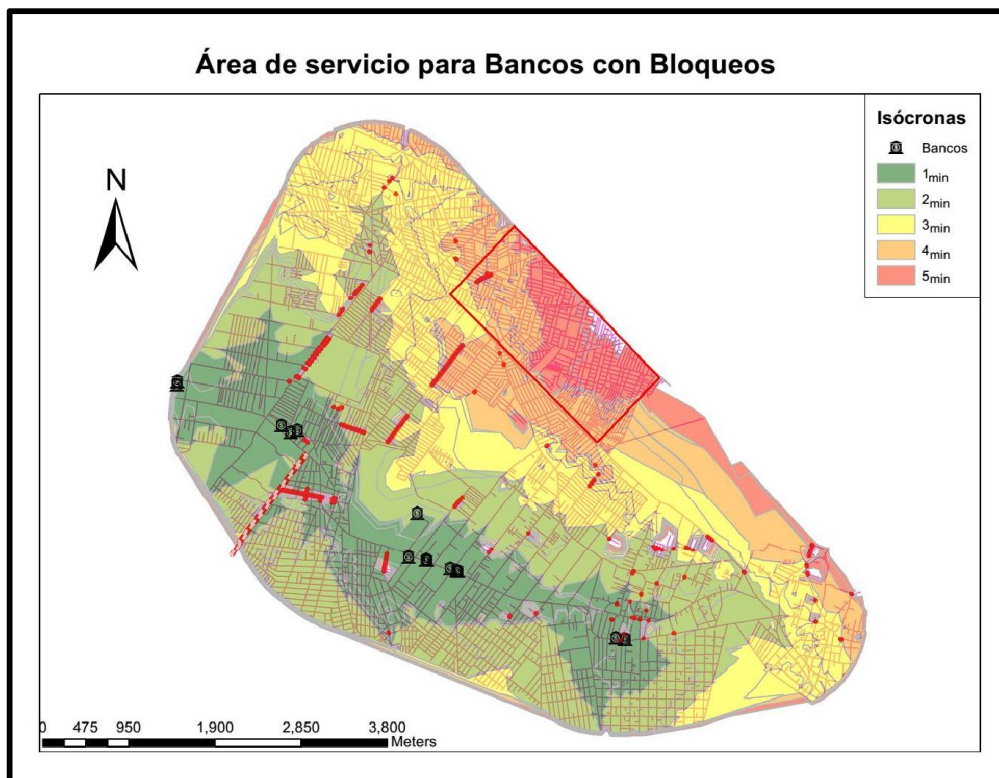
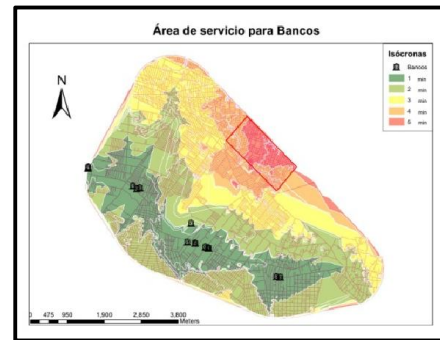


Figura 71. Área de Servicio para Bancos con bloqueos. Elaboración propia

5.3.4 Comercio

Tiendas de conveniencia

Las tiendas de conveniencia se caracterizan por ofrecer un horario comercial superior a las 18 horas. En ellas pueden encontrarse productos de primera necesidad, como bebidas, licores, botanas en muchas variedades y auto servicio de comida. En el área de estudio existen tiendas de conveniencia distribuidas sin dejar una zona desatendida. La colonia de menor accesibilidad es San Miguel Zapotitla, pues el software no es capaz de calcular isócronas en vehículo cuando dos extremos de una vialidad o el único acceso está obstruido, por ello genera espacios en blanco, esto se debe a que el área trazada sale del tiempo establecido por el usuario, sólo tienen acceso de manera peatonal.

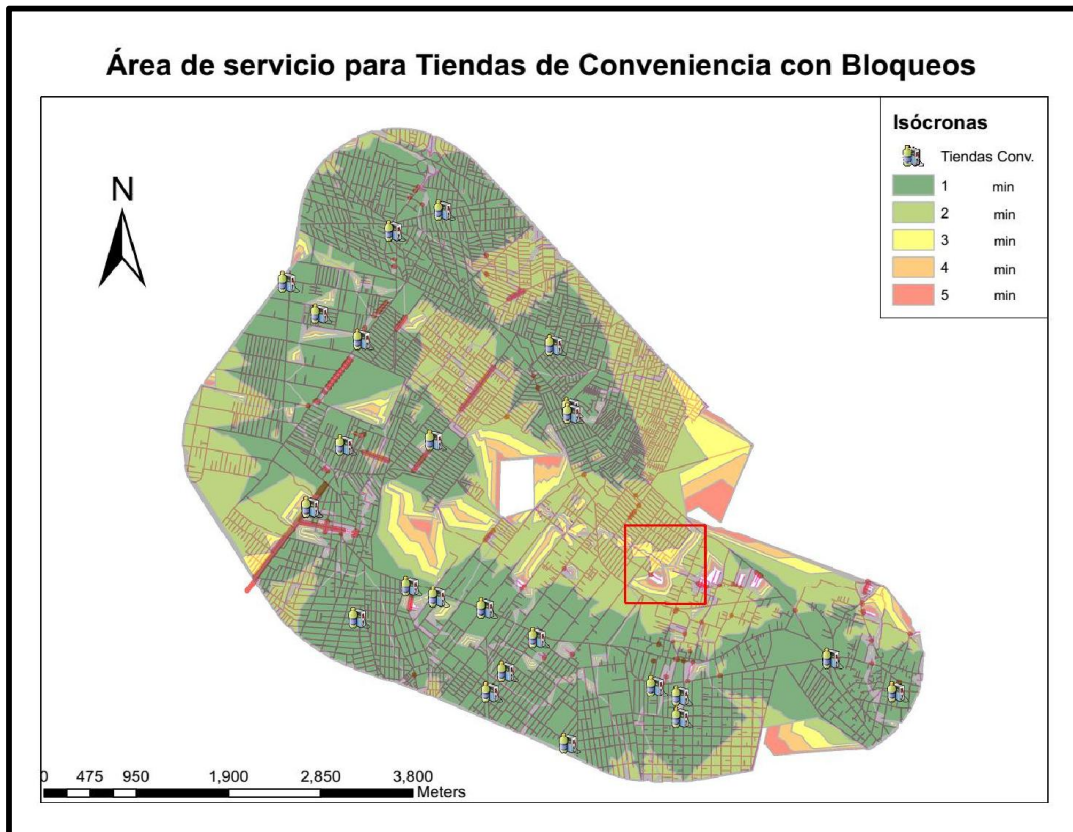
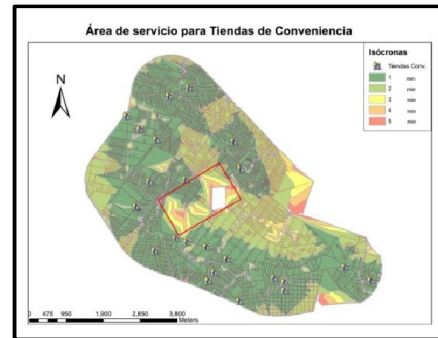


Figura 72. Área de Servicio para Tiendas de Conveniencia con Bloqueos. Elaboración propia

Abarrotes, bebidas y alimentos

Las tiendas dedicadas al comercio al por mayor se encuentran situados cercanos a las zonas habitacionales más representativas del área de estudio, de manera que el área central donde se ubican el panteón San Lorenzo, la Universidad Autónoma de la Ciudad de México y la zona de hospitales, se ve afectada con tiempos mayores de accesibilidad. Como estas tiendas comercian al mayoreo, no se encuentran cercanas a los bloqueos por tianguis, por ello no se ven afectadas. La zona que no posee accesibilidad es la que se encuentra situada en las colonias Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, La Polvorilla, el Triángulo, Degollado, Carlos Hank e Insurgentes, entre todas ellas forman un disco bien definido de 5 y 4 minutos de trayecto, pese a que en esta zona no se encuentran bloqueos aparentes.

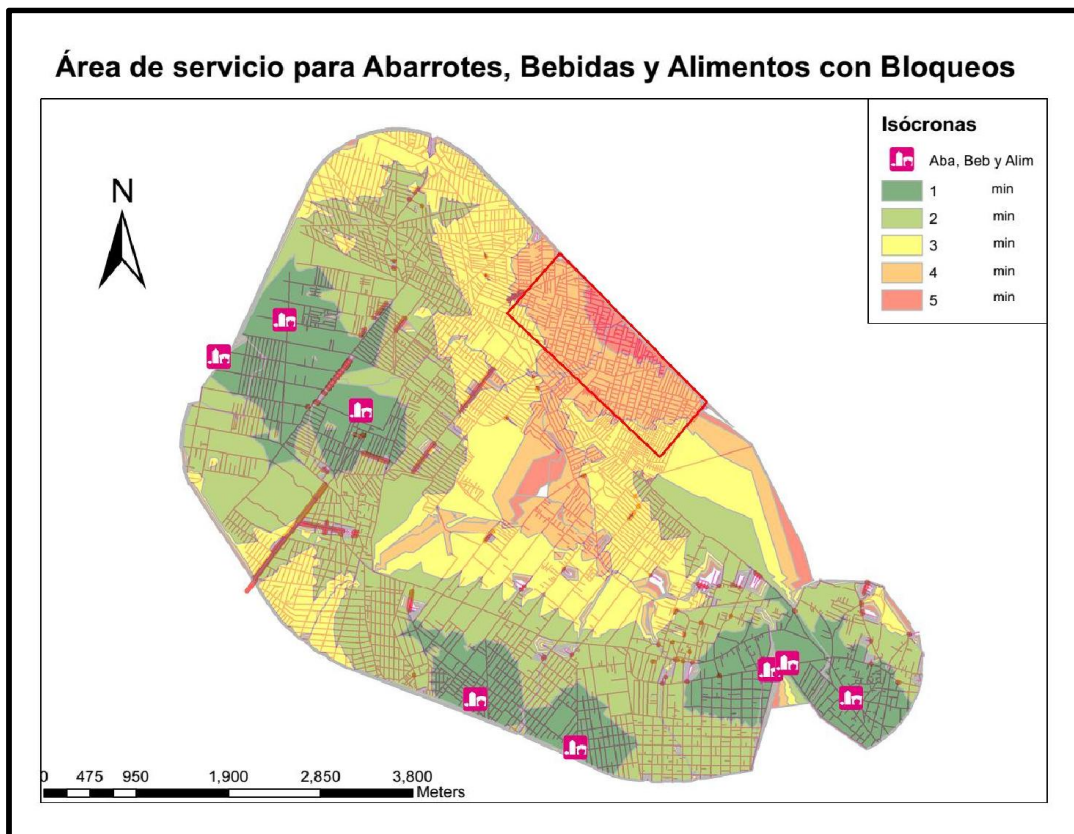
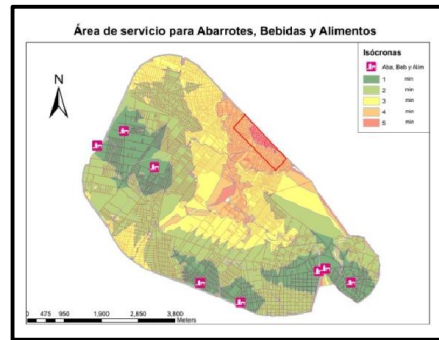
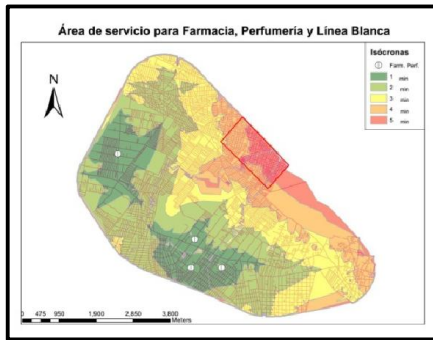


Figura 73. Área de Servicio para Abarrotes, Bebidas y Alimentos con Bloqueos. Elaboración propia

Farmacia, Perfumerías y Línea Blanca



Las tiendas que se dedican a los servicios de farmacia, perfumerías y línea blanca son reducidas por la competencia con los centros de autoservicio dedicados a la misma actividad. El polígono se ve afectado en vialidades secundarias que se encuentran en el área cercana al cerro Xaltepec, así como poblaciones que se encuentran en el límite oriente como López Portillo y San Francisco Tlaltenco. La mejor accesibilidad se presenta en la zona comercial que forman las colonias Las Granjas, Los Olivos y la Nopalera, no obstante la existencia de 3 servicios cercanos, se tiene casi la misma área beneficiada con un servicio aislado en la avenida San Lorenzo que mantiene una velocidad alta de operación y conecta con Anillo Periférico, por lo que tiene buena accesibilidad. Las vialidades bloqueadas afectan al servicio aislado, ya que sus isócronas se ven recortadas justo en los bloqueos.

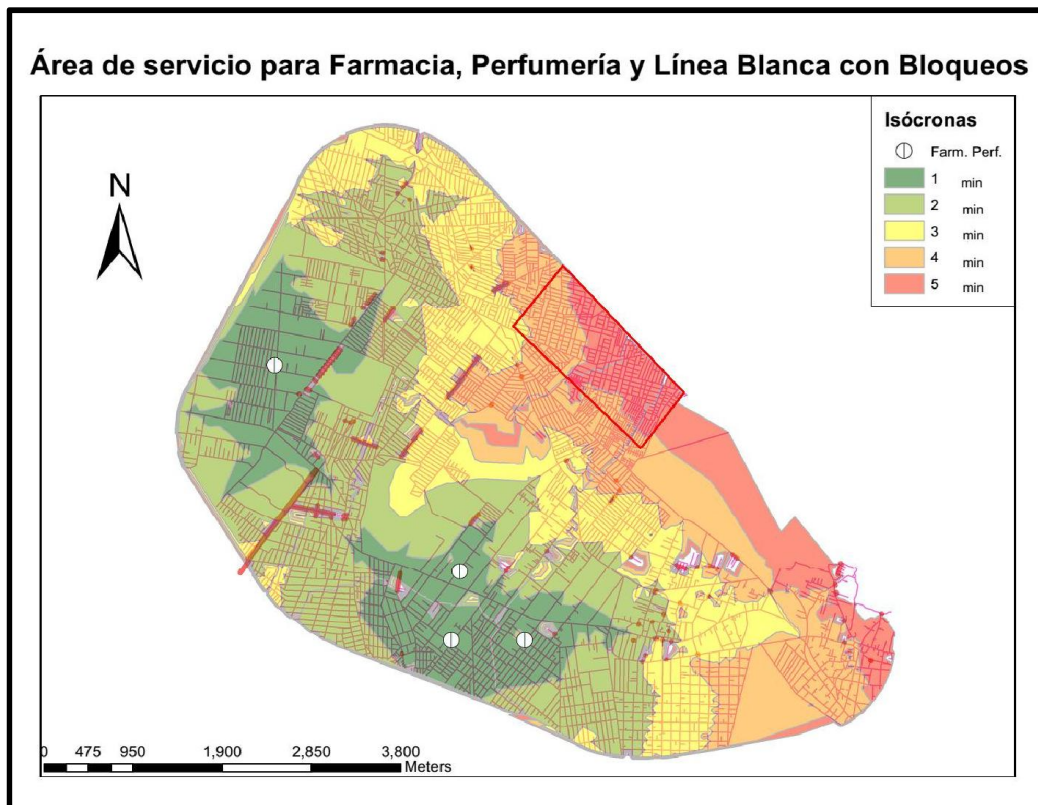


Figura 74. Área de Servicio para Farmacia, Perfumería y Línea Blanca con Bloqueos. Elaboración propia

Materias Primas

Las tiendas dedicadas a la venta de Materias Primas en un área de estudio semi rural tiene mercados cautivos como los habitantes de la misma zona, ya que las materias primas pueden ser todo aquello que no lleve mayor acabado que como se extrae de la naturaleza y se utilizan para elaborar bienes de consumo. De cualquier manera, estos servicios se encuentran distribuidos lo más cercanos posible a las vialidades de mejor acceso. Se había explicado en el anterior subtema que era para facilitar la logística de carga y descarga pues las materias primas pueden ser compradas en grandes cantidades y debido a que las vialidades que tienen bloqueos no se encuentran en las de mayor fluidez, no genera un impacto verdaderamente visible, en general puede apreciarse en el mapa resultante polígonos de desplazamiento con coloraciones verdes, es decir, tiempos menores a los 3 minutos. La peor accesibilidad de la zona se ubica en la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, otorgándole tiempos menores a los cuatro minutos de trayecto.

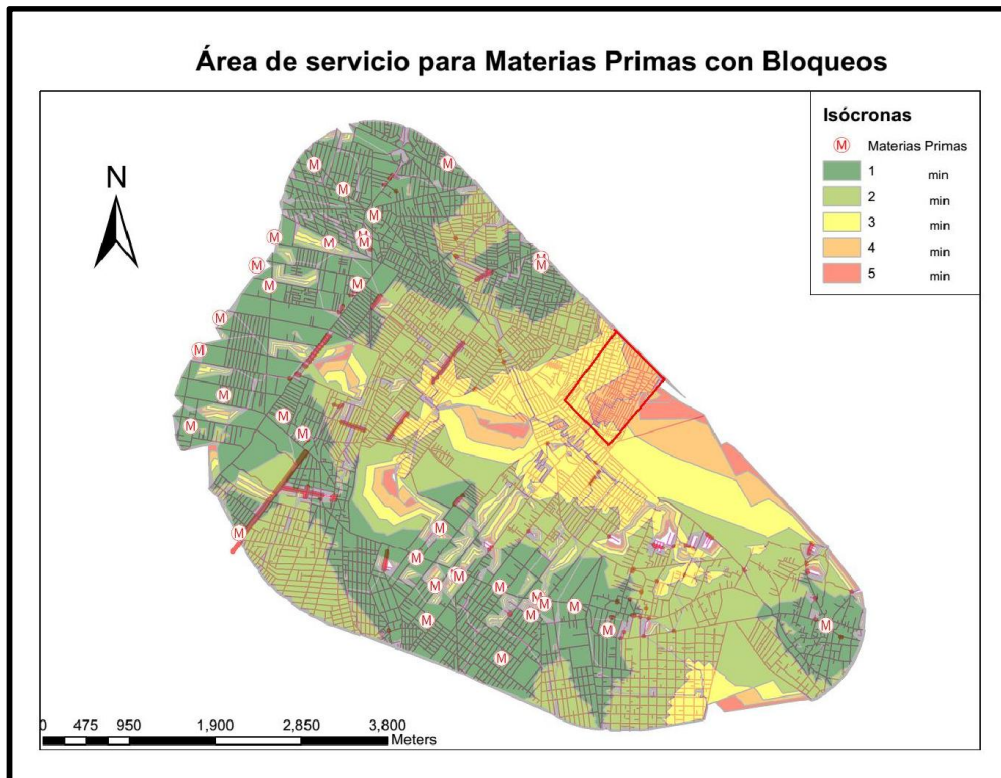
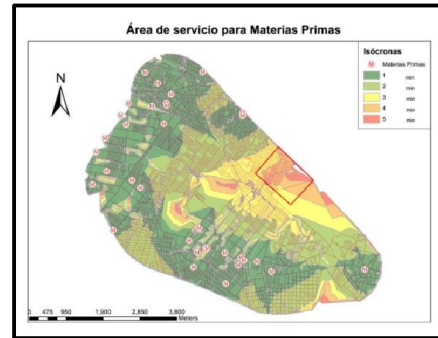


Figura 75. Área de Servicio para Materias Primas con Bloqueos. Elaboración propia

Restaurantes

Los restaurantes del estudio se caracterizan por tener más de 11 personas empleadas, de manera que se contabilizan establecimientos con instalaciones capaces de atraer una cantidad relevante de comensales y una plantilla laboral grande. Nuevamente, las vialidades más importantes se encuentran cubiertas de Restaurantes con tales requerimientos y los polígonos de desplazamiento resultantes son óptimos (color verde), a excepción de Benito Juárez y San Francisco Tlaltenco, que por encontrarse cercanas al cerro Xaltepec y a espaldas del cerro Yuhualixqui tienen poca accesibilidad. El área con la peor accesibilidad se encuentra en la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, pues presenta tiempos menores a 4 minutos de accesibilidad y no hay empresas o industrias próximas que produzcan trabajadores con necesidad de conseguir un lugar donde consumir alimentos, lo que induce la idea de que es utilizada como dormitorio. Bloqueos grandes como el del tianguis de la calle José Clemente Orozco y Las Torres es el que arroja mayor afectación.

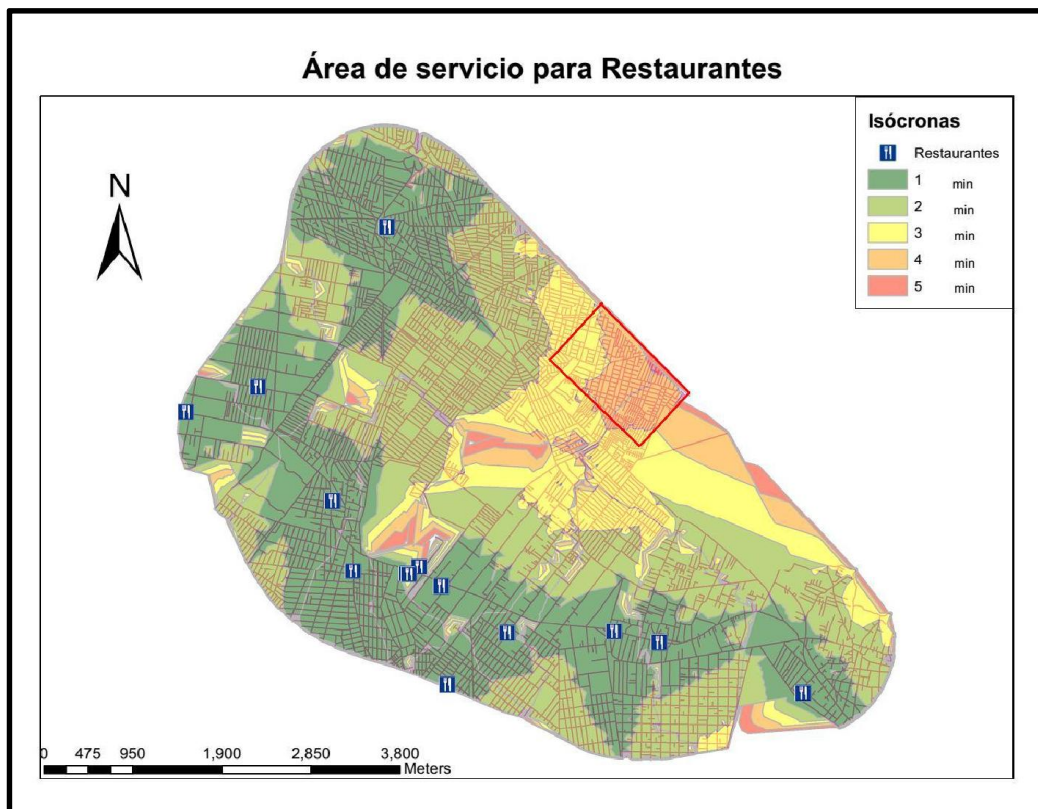
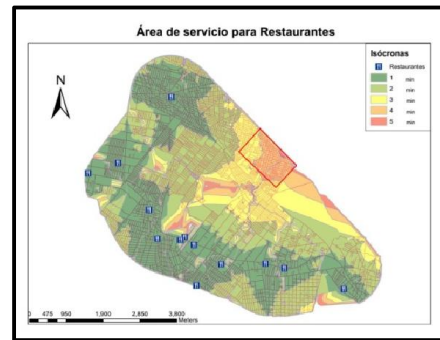


Figura 76. Área de Servicio para Restaurantes con Bloqueos. Elaboración propia

5.3.5 Servicios Generales

Administración Pública

Las oficinas de administración pública son imprescindibles porque son las que establecen las reglas y el orden urbano en una zona determinada. Entre los servicios de administración pública se pueden mencionar a los juzgados civiles, coordinaciones territoriales, sectores escolares, oficinas de limpia y transporte, módulos de vigilancia y todo aquello que permita llevar un adecuado control administrativo del sistema de leyes y obligaciones en general. En la zona de estudio, los bloqueos no arrojan grandes afectaciones, la mayoría de las colonias del estudio tienen tiempos de accesibilidad menores a los 2 minutos. La colonia con isócronas de 3 minutos es Desarrollo Urbano Quetzalcóatl y las de 4 y 5 minutos de desplazamiento pertenecen a servicios como el Panteón San Lorenzo, El Reclusorio Preventivo Oriente, al Cerro Yuhualixqui, así como a la UACM.

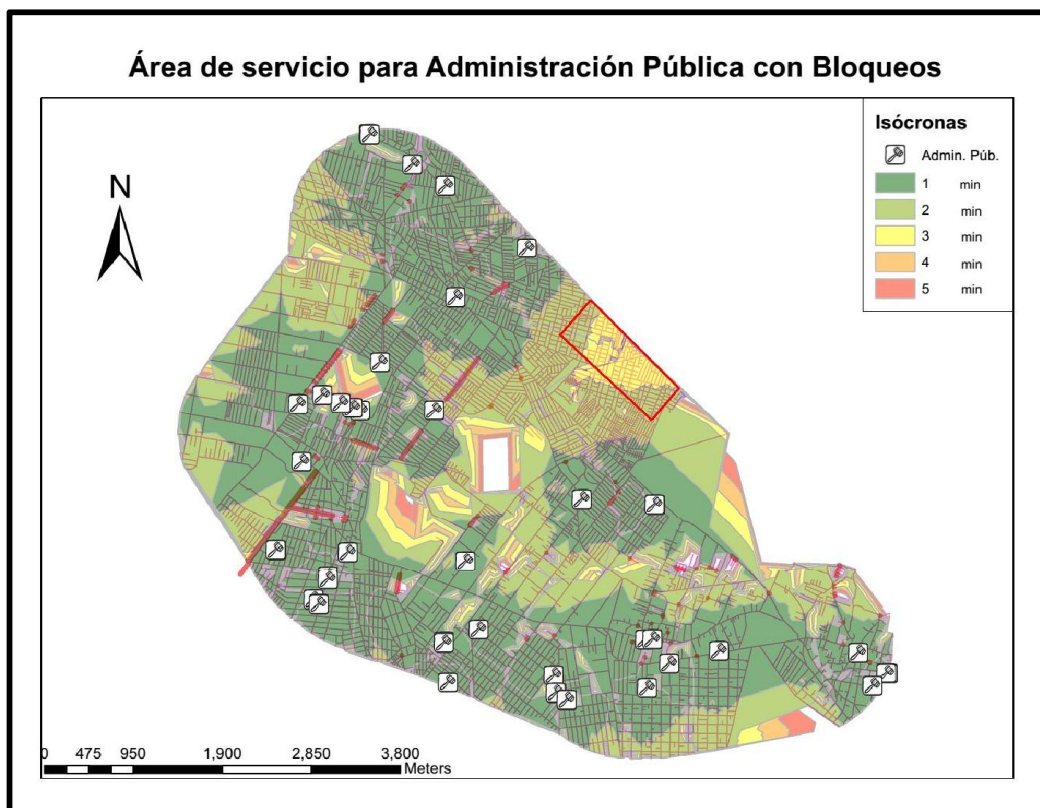
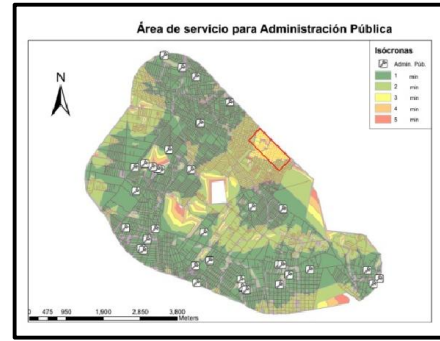


Figura 77. Área de Servicio para Administración Pública con Bloqueos. Elaboración propia

Hoteles

Los hoteles son servicios imprescindibles propios de zonas industriales y de comercio, su ubicación y costos son las características que más valoran los clientes en este tipo de establecimientos, en la zona de estudio se tienen varios hoteles en colonias donde existen empresas con giros propios de las industrias y en las colonias pertenecientes a Tláhuac se ubican 2 servicios de este tipo. Esto provoca que la accesibilidad de las familias que habitan en el sector oriente sea poca, no obstante, es poco usual que requieran el servicio. Los hoteles considerados tienen una plantilla laboral grande, de manera que los edificios tienen acceso a estacionamientos debido a las actividades económicas de su clientela, eso beneficia a la ubicación de sus instalaciones en un lugar donde pueda llegarse desde una vía rápida en el menor tiempo posible y además que se encuentre cercano a los centros de negocios.

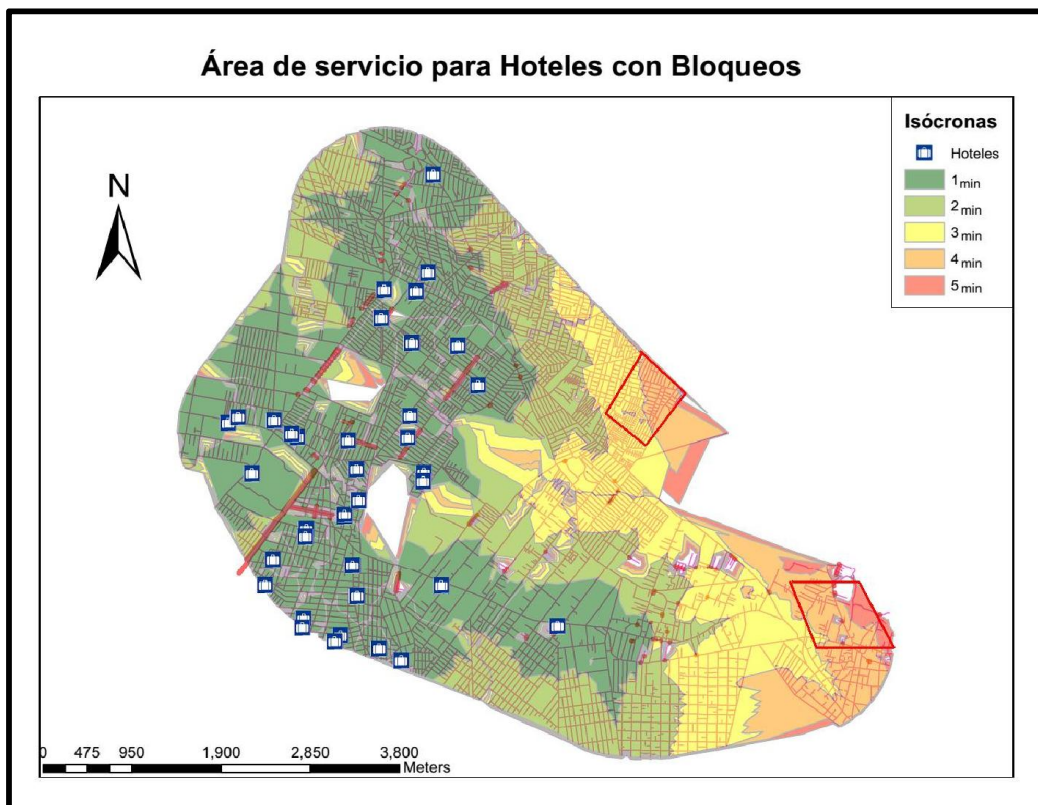
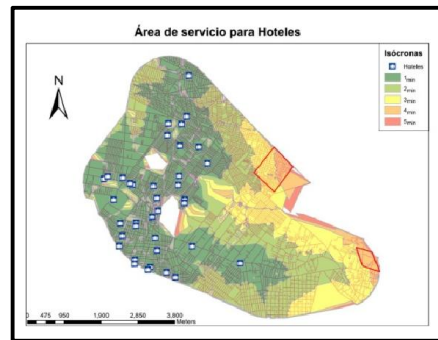


Figura 78. Área de Servicio para Hoteles con Bloqueos. Elaboración propia

Iglesias

Las iglesias se encuentran ubicadas cerca de las zonas habitacionales como puede apreciarse en la figura 79, estos servicios tienen buena accesibilidad a las vialidades que se encuentran en los alrededores de cada una, pero los accesos a éstas son peatonales, algunas se encuentran tan cercanas que en la misma cuadra se pueden encontrar hasta 3 iglesias. La peor accesibilidad se encuentra en la zona donde no existen edificios con este ramo como Barrio San Antonio, Barrio San Lorenzo y la parte central del polígono donde están las colonias Presidentes de México, Puente Blanco, Lomas de San Lorenzo, Consejo Agrarista y Año de Juárez, todas pertenecientes a la delegación Iztapalapa.

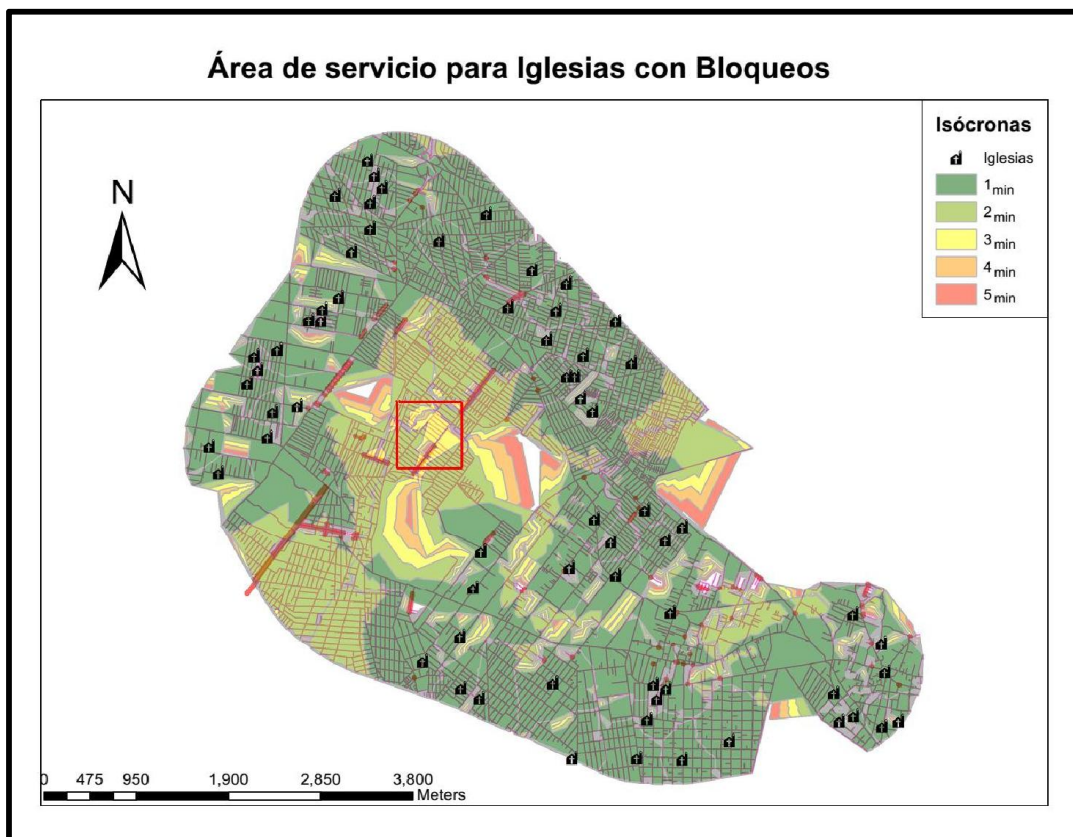
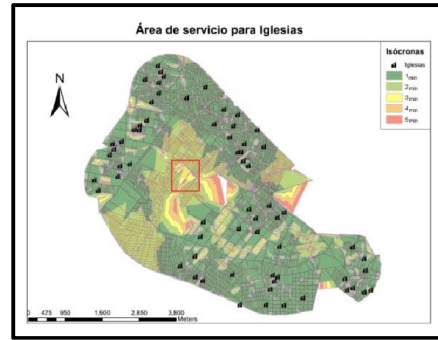
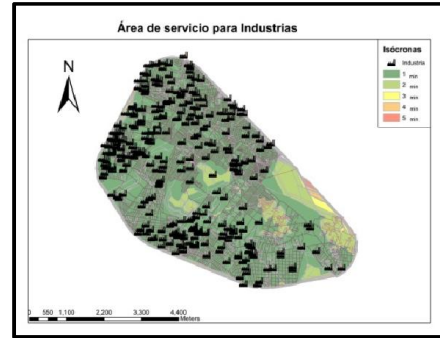


Figura 79. Área de Servicio para Iglesias con Bloqueos. Elaboración propia

5.3.6 Industrias

El elevado número de servicios pertenecientes a este ramo provocó que ArcGIS necesitara hacer procesos prolongados de cálculo y la densidad de servicios en la zona generó isócronas muy cercanas entre sí en prácticamente toda la zona de estudio (ya que se cuenta con más de 200 instalaciones).



Debido a la cantidad de servicios, toda la zona tiene buena accesibilidad y los bloqueos no generan afectación alguna, porque el software calcula las posibilidades que tienen cada una de las vialidades de llegar a una industria, pero al no encontrar una forma emplea otras vialidades, si en la búsqueda de las nuevas posibilidades llega a encontrar otra industria cercana, la accesibilidad aumenta y así en cada una de las empresas y poblaciones pertenecientes al polígono de estudio.

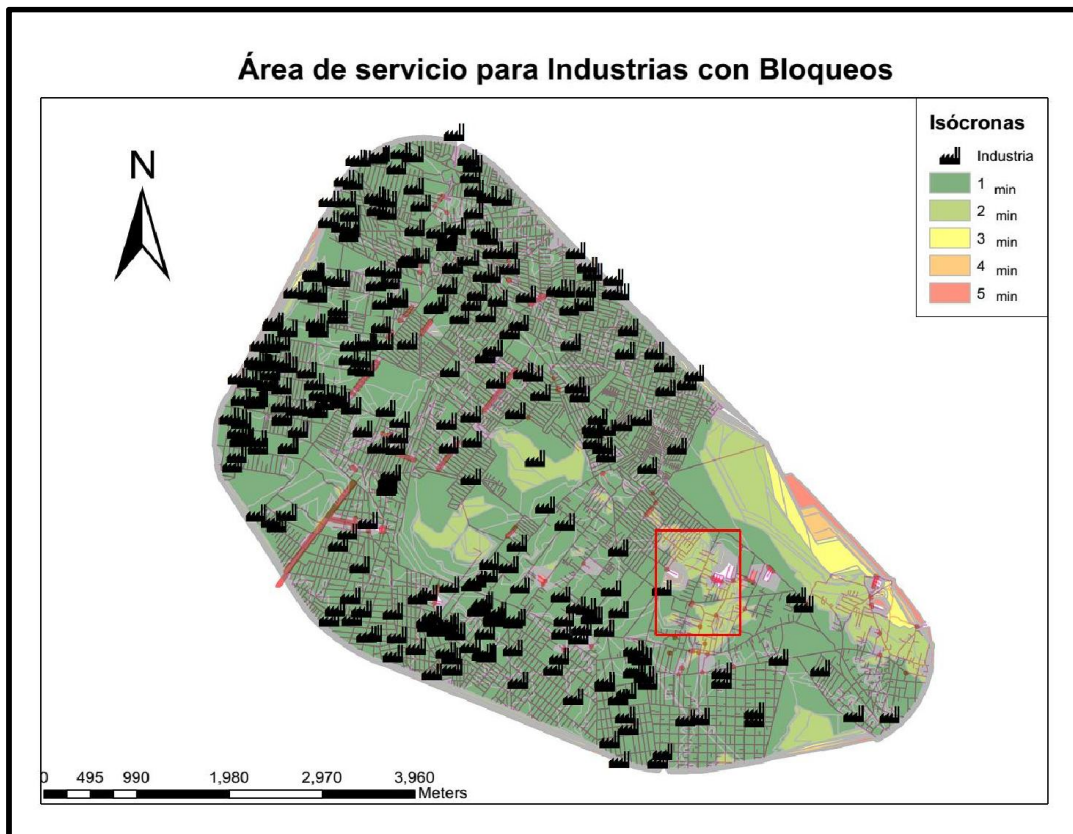


Figura 80. Área de Servicio para Industrias con bloqueos. Elaboración propia

5.4 Identificación del problema de accesibilidad por grupos de servicio

Las siguientes cartografías fueron preparadas específicamente para identificar de manera rápida el problema de movilidad en específico del área. Para este caso se realizó la superposición de los polígonos de cada grupo de servicios para obtener un mapa general, se eligió el nivel deseado de transparencias para cada uno de ellos y se eliminaron los puntos de ubicación de los servicios con la finalidad de obtener polígonos superpuestos y que las intensidades de las coloraciones coincidieran para poder saber dónde se encuentra la mejor y peor accesibilidad respectivamente, de tal manera que la intensidad del verde es la zona más accesible hacia el grupo de servicios, y conforme los tonos tienden a rojo o un ocre intenso la accesibilidad es menor.

5.4.1 Salud

El sector salud que se compone de Hospitales de Especialidades, Hospitales Generales, Clínicas Familiares y Clínicas Regionales se encuentra mayoritariamente en la zona poniente del polígono de estudio, justamente la mitad que le pertenece a la Delegación Iztapalapa, de hecho, la zona en color verde que se muestra más intensamente coloreada, se encuentra entre el cruce con la Avenida Anillo Periférico y Avenida Tláhuac.

Por simple apreciación de la cartografía para el caso con vialidades libres y el caso en el que las vialidades se encuentran bloqueadas, las isócronas verdes más intensas se perciben en el Anillo Periférico y otra de las partes más intensas se encuentra en la Avenida Tláhuac a la altura de la estación Olivos de la Línea 12 del STC Metro.

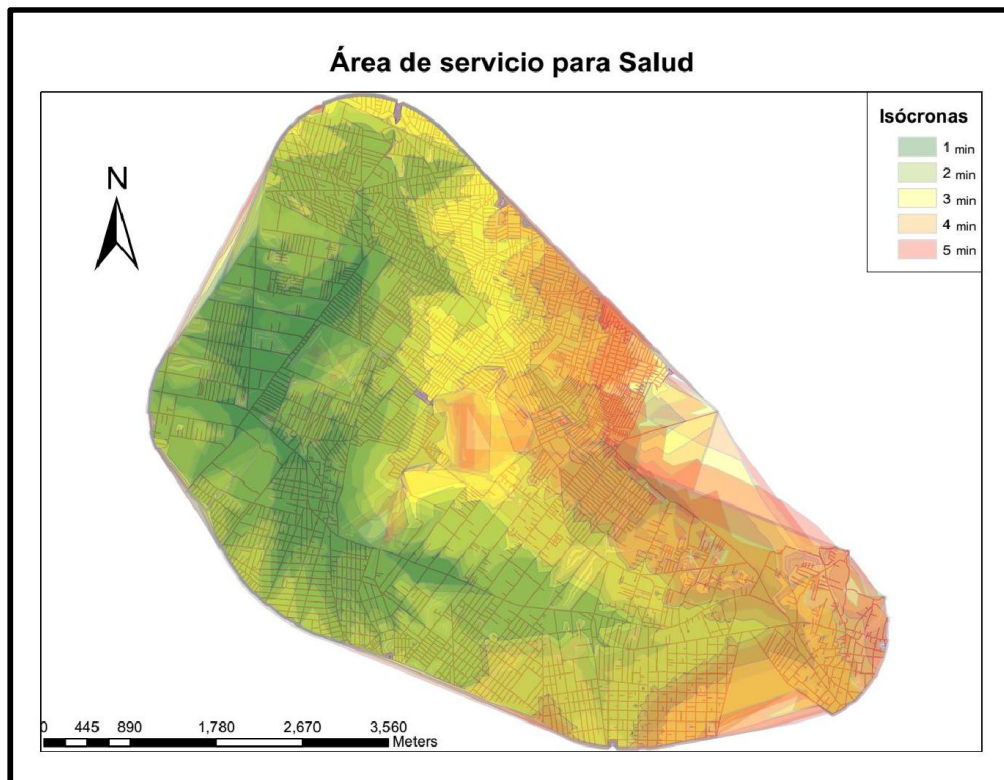


Figura 81. Área de Servicio para Salud sin bloqueos. Elaboración propia

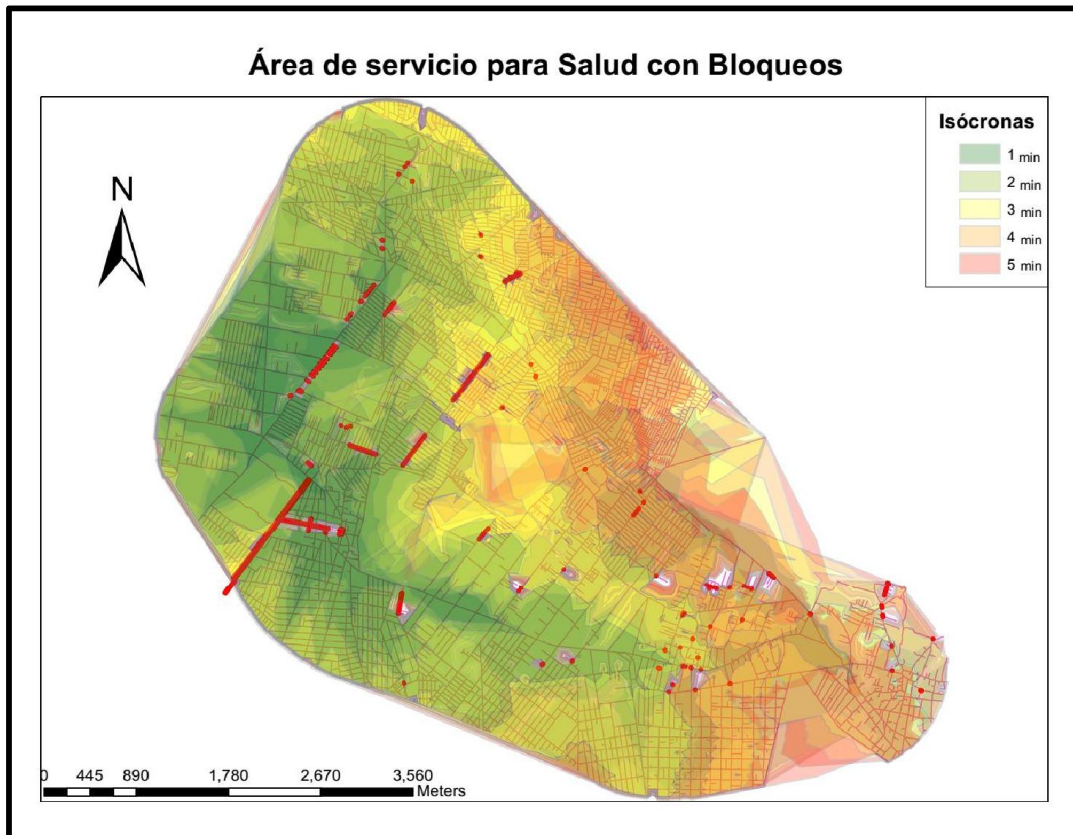


Figura 82. Área de Servicio para Salud con Bloqueos. Elaboración propia

Por otro lado, la peor accesibilidad es más apreciable en el caso en el que las vialidades se encuentran libres y se pierde cuando hay bloqueos, no obstante, la coloración ocre indica la zona donde las poblaciones tienen menos posibilidades de acceder a los servicios de salud, en este caso, todas las colonias que se encuentran al norte de la Avenida San Francisco Tlaltenco (Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, Mixcóatl, Insurgentes, Las Peñas, etc) y por debajo de la anterior vialidad, las colonias La Estación, La Polvorilla, El Triángulo estas últimas tres son pertenecientes a la delegación Tláhuac y es la zona que se encuentra desatendida pertenece en gran mayoría a dicha delegación.

La parte central del polígono, tiene tiempos aceptables de movilidad, pues se aprecian hasta tres minutos de accesibilidad, de forma que no hay conflictos en la mayoría del área de estudio.

5.4.2 Educación

La cartografía resultante de la superposición de los mapas ya creados en la sección de educación tuvo que llevar más tratamiento debido a que los servicios integrados en la misma imagen fueron 5 (nivel preescolar, primaria, secundaria, medio superior, nivel superior y finalmente bibliotecas) la transparencia fue más evidente, de tal manera que se fueron acomodando las capas dependiendo de la que tuviese el mayor número de servicios, como era de esperarse, la parte trasera fue para las escuelas preescolares, la segunda capa corresponde a las primarias, la tercera a las secundarias y así sucesivamente, hasta obtener los mapas que se muestran. Es difícil apreciar una tendencia clara, debido a que se tienen gran variedad de ubicación de servicios, la que menos servicios tiene es la capa que se encuentra en la parte superior que corresponde a las bibliotecas, en ella, los bloqueos hacen más evidente el problema de movilidad en la parte norte del polígono de estudio correspondiente a las colonias Las Peñas, Insurgentes y Carlos Hank.

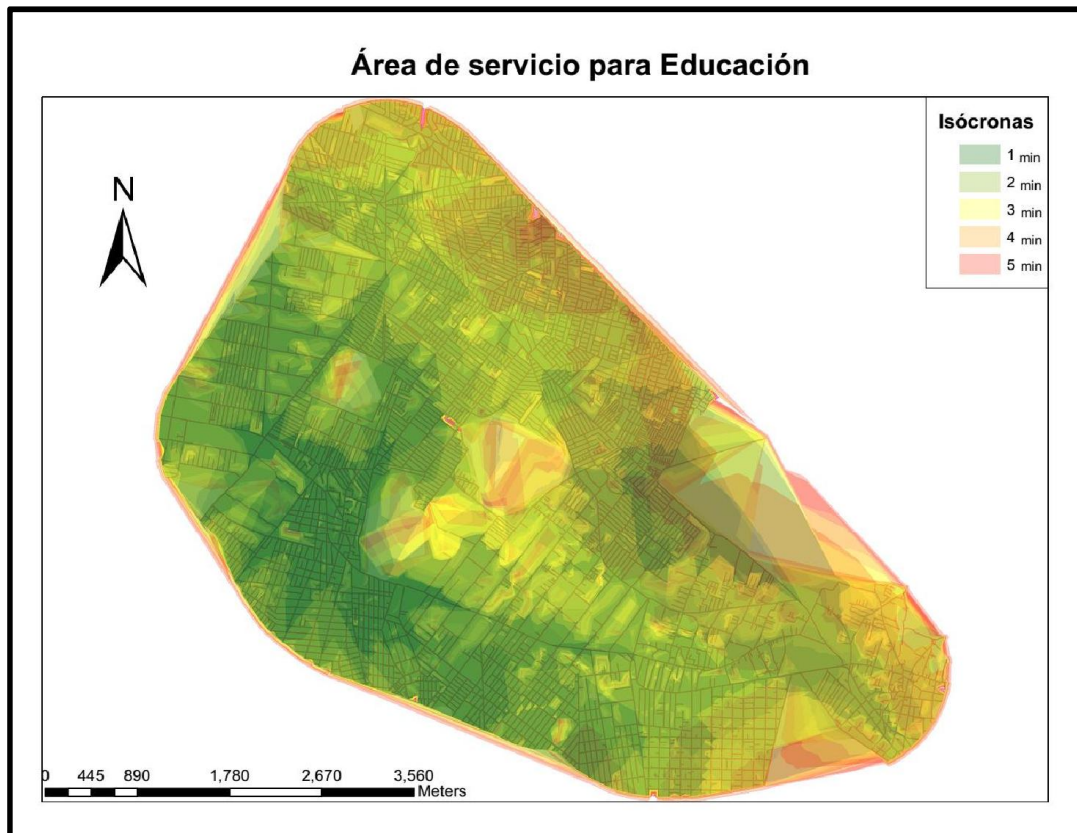


Figura 83. Área de Servicio para Educación sin bloqueos. Elaboración propia

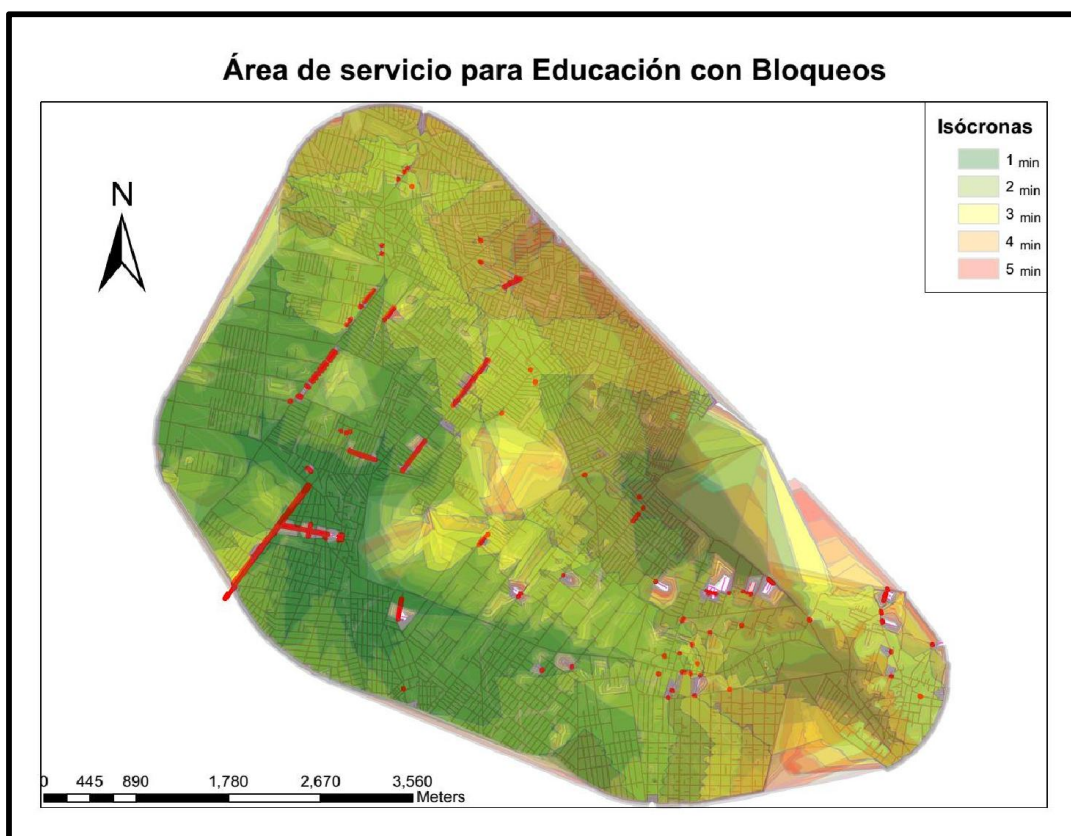


Figura 84. Área de Servicio para Educación con bloqueos. Elaboración propia

La buena accesibilidad indicada por la coloración verde intenso se presenta en las colonias Barrio Guadalupe, Barrio San Antonio y Barrio San Lorenzo, todas pertenecientes a la delegación Iztapalapa y llega a abarcar un área más extensa la isócrona de movilidad de un minuto, que alcanza a tocar a las colonias Granjas y Los Olivos de la delegación Tláhuac, lo que vuelve a generar la mejor accesibilidad en esa zona central porque estas colonias tienen la facilidad de encontrarse cercanas a una estación de la Línea 12 del STC Metro.

La zona más neutral del polígono de estudio se encuentra en los predios en los que se encuentran la UACM y el Panteón San Lorenzo, esto es reflejo de que, de haber considerado la capa para la educación superior, no habría una zona neutral en todo el polígono, provocando que todas las capas cubrieran el área de estudio con isócronas de color verde y los límites del norte con isócronas en tonos ocre y rojos intensos.

5.4.3 Equipamiento

Para realizar la cartografía con los polígonos de tiempo de los servicios de equipamiento en los que se encuentran incluidos los servicios de Manejo de Residuos, Cementerios, Vigilancia, Gasolineras, Servicios Automotrices, Servicio Postal, Bancos y Mercados de la zona de estudio, se superpusieron las capas de cada una de las áreas de servicio para cada grupo, se configuró el nivel de transparencia para visualizar las áreas de accesibilidad, de esta forma se obtuvo el mapa resultante, del cual es posible concluir que las zonas que tienen mejores tiempos de desplazamiento son dispersas debido a la variabilidad de la naturaleza de cada uno de los servicios incluidos en este apartado, ya que hay servicios que se requieren sobre la avenida y otros más en las inmediaciones de los usos de suelo habitacionales.

La colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl que se encuentra asentada en las faldas del cerro Xaltepec tiene la peor movilidad porque los comercios con plantillas laborales amplias no se ubican en las cercanías de esa zona.

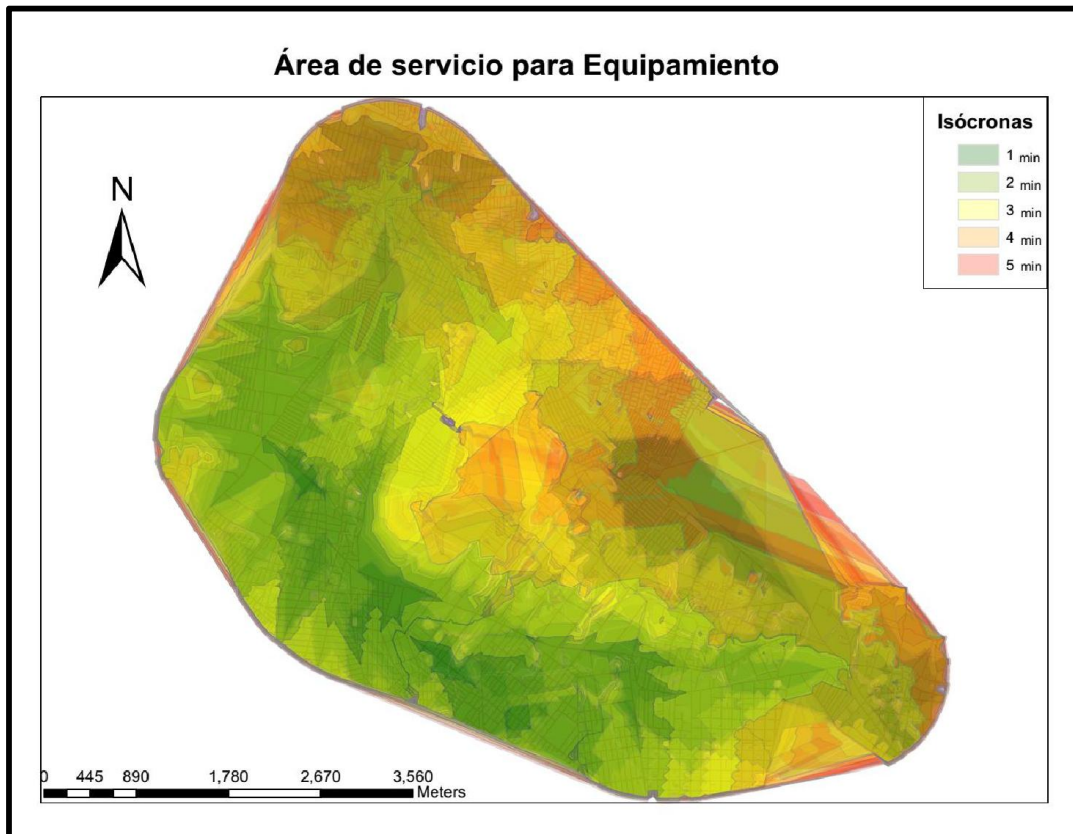


Figura 85. Área de Servicio para Equipamiento sin bloqueos. Elaboración propia

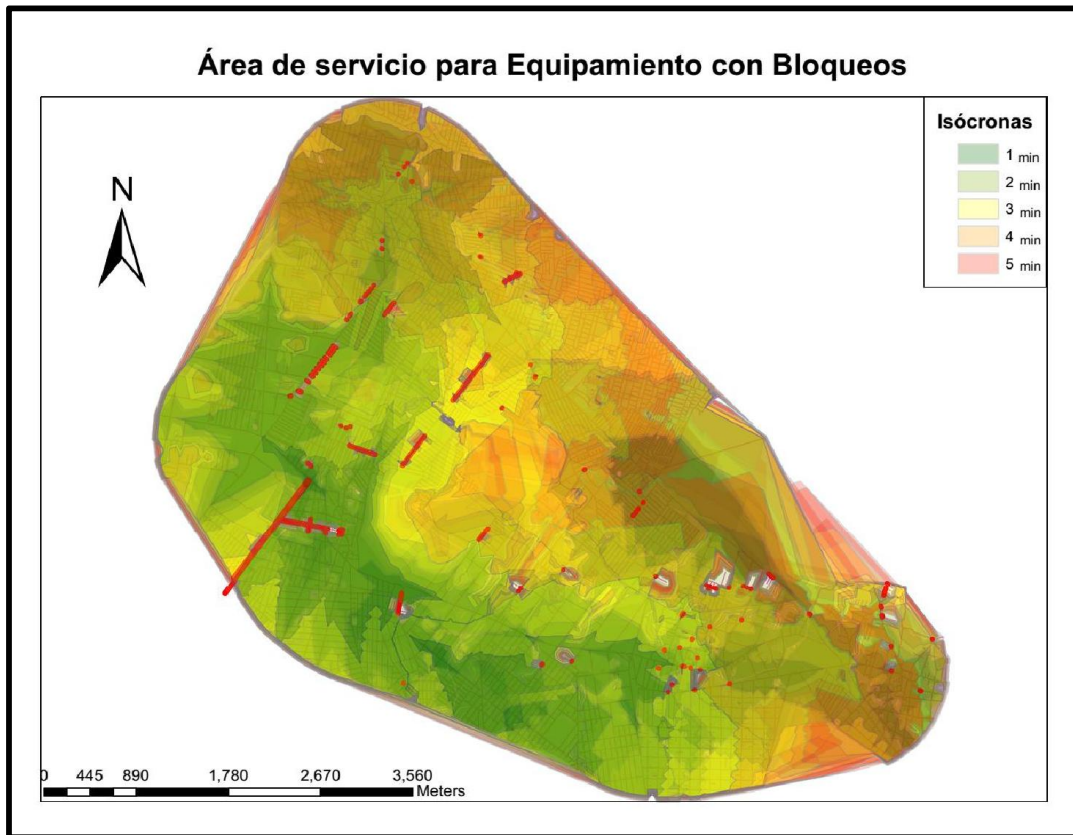


Figura 86. Área de Servicio para Equipamiento con bloqueos. Elaboración propia

Dentro de las colonias con la mejor accesibilidad están las colonias sobre la Avenida Tláhuac y el cruce con el Anillo Periférico. La coloración más intensa se encuentra en la estación Periférico Oriente de la Línea 12 del STC Metro, posteriormente en la zona de hospitales que se encuentra cerca de la estación Tezonco también de la Línea 12 y finalmente cerca de los Barrios Santa Ana Sur, Norte y Centro.

La peor accesibilidad se encuentra en la sección norte del polígono, justo en la parte superior del cruce entre el Eje 8 Sur Calzada Ermita Iztapalapa y el Anillo Periférico, esta zona pertenece a las colonias Francisco Villa, La Era, Los Ángeles Apanoaya, San Juan la Joya y Paraje San Juan. Las colonias que se encuentran sobre la avenida Benito Juárez presentan la peor accesibilidad de todo el polígono, pero su intensidad no tiende a ocre si no a naranja, por ello, esta zona tiene tiempos de accesibilidad de 4 minutos de desplazamiento. Otra zona con problemas de desplazamiento es el extremo oriente en las colonias San Francisco Tlaltenco y López Portillo, en ellas puede apreciarse que las coloraciones ocre se intensifican para este tipo de servicios.

5.4.4 Comercio

La cartografía perteneciente al grupo de servicios de comercio está constituida por las Tiendas de Conveniencia, tiendas de Abarrotes, Bebidas y Alimentos, Materias Primas, Farmacia, Perfumería y Línea Blanca y Restaurantes. La cartografía correspondiente a las vialidades libres es mucho más clara en la tendencia de la coloración de las isócronas dependiendo de las avenidas con las que se tienen cruces. Cuando se agregan los bloqueos, las isócronas se vuelven más robustas pero su intensidad de coloración se reduce, de manera que es menos evidente la coloración en la parte que se encuentra el fianguis de la calle José Clemente Orozco.

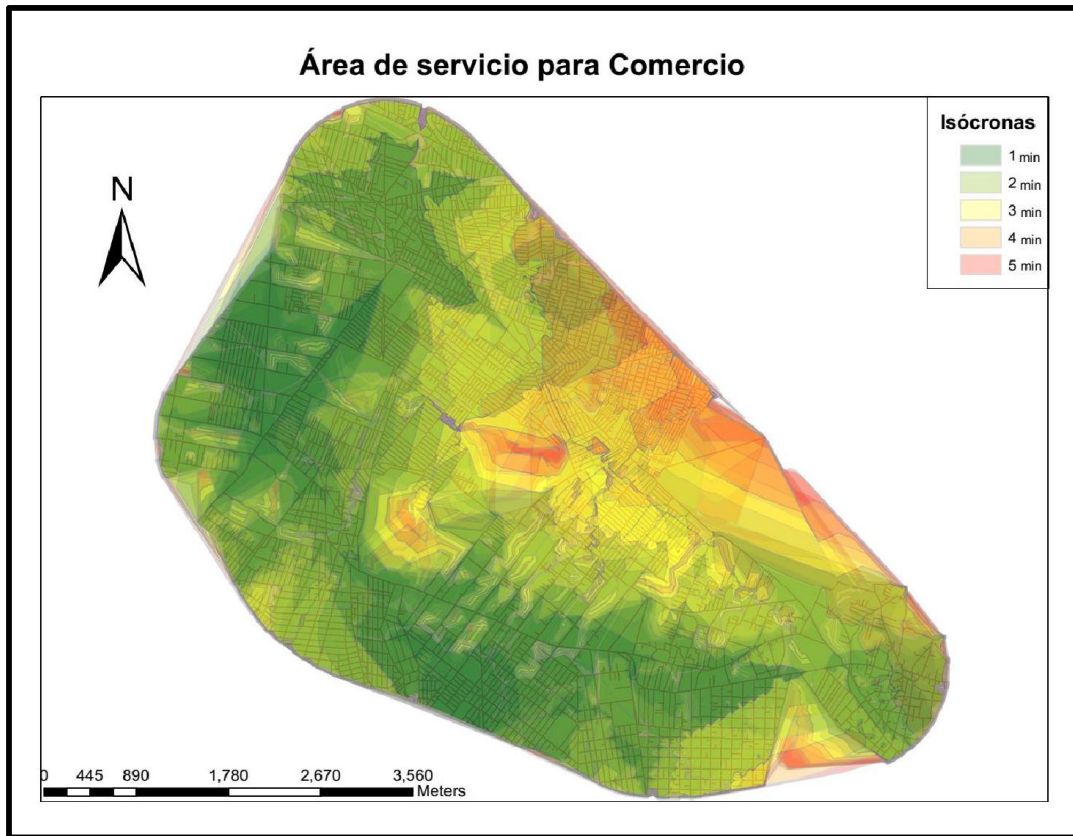


Figura 87. Área de Servicio para Comercio sin bloqueos. Elaboración propia

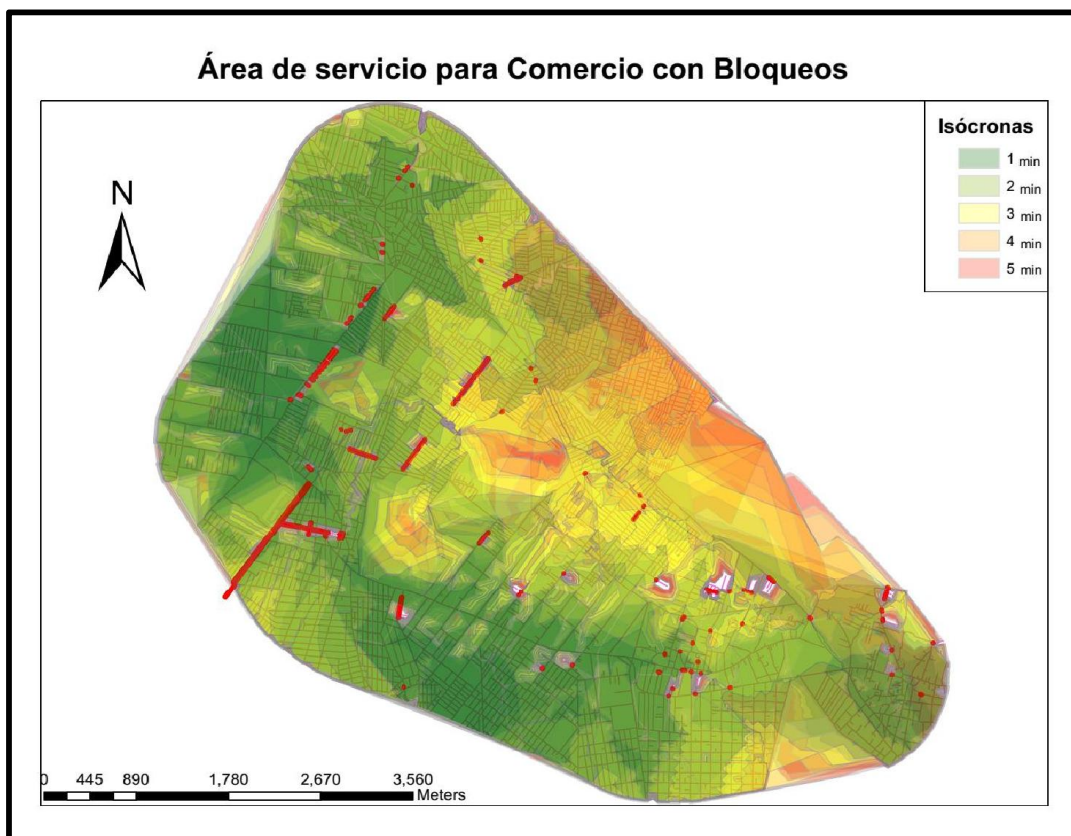


Figura 88. Área de Servicio para Comercio con bloqueos. Elaboración propia

Otra zona ocre es el extremo oriente de la zona de estudio, particularmente las colonias San Francisco Tlaltenco y López Portillo, aunque se tiene una tenue coloración, no hay isócronas en tono verde, por ello se considera con problemas de movilidad. Las mejores accesibilidades se encuentran en el cruce entre el Anillo Periférico, sobre toda la Avenida Tláhuac y de la misma manera sobre la intersección entre la avenida Benito Juárez y el Anillo Periférico.

Los bloqueos provocan afectaciones en las colonias que se encuentran en el centro de la zona de estudio como en las colonias La Estación, Zapotitlán, Ampliación Zapotitlán y La Polvorilla, es decir, provocan tiempos de desplazamiento hasta de 3 minutos. Las viviendas pertenecientes a la zona de los Barrios Santiago Norte, Centro y Sur se ven perjudicadas con los bloqueos que se encuentran cercanos a la iglesia situada en calle Aldama de la colonia Santa Ana Norte.

5.4.5 Servicios

La superposición de imágenes generó la cartografía que se puede apreciar en las figuras 89 y 90, está compuesta por las capas correspondientes a los servicios de Hoteles, Iglesias (o sitios de culto) y Administración Pública, la accesibilidad se interrumpe cuando se introducen los bloqueos, un factor que explica este comportamiento es el cierre de una plaza cercana a una iglesia lo que provoca afectaciones viales en toda la zona cercana Por simple apreciación es claro notar que la mayor accesibilidad se encuentra en el cruce entre el Anillo Periférico y el Eje 8 Sur Calzada Ermita Iztapalapa, los servicios generales de la zona de estudio se ubican en las zonas de mayor accesibilidad.

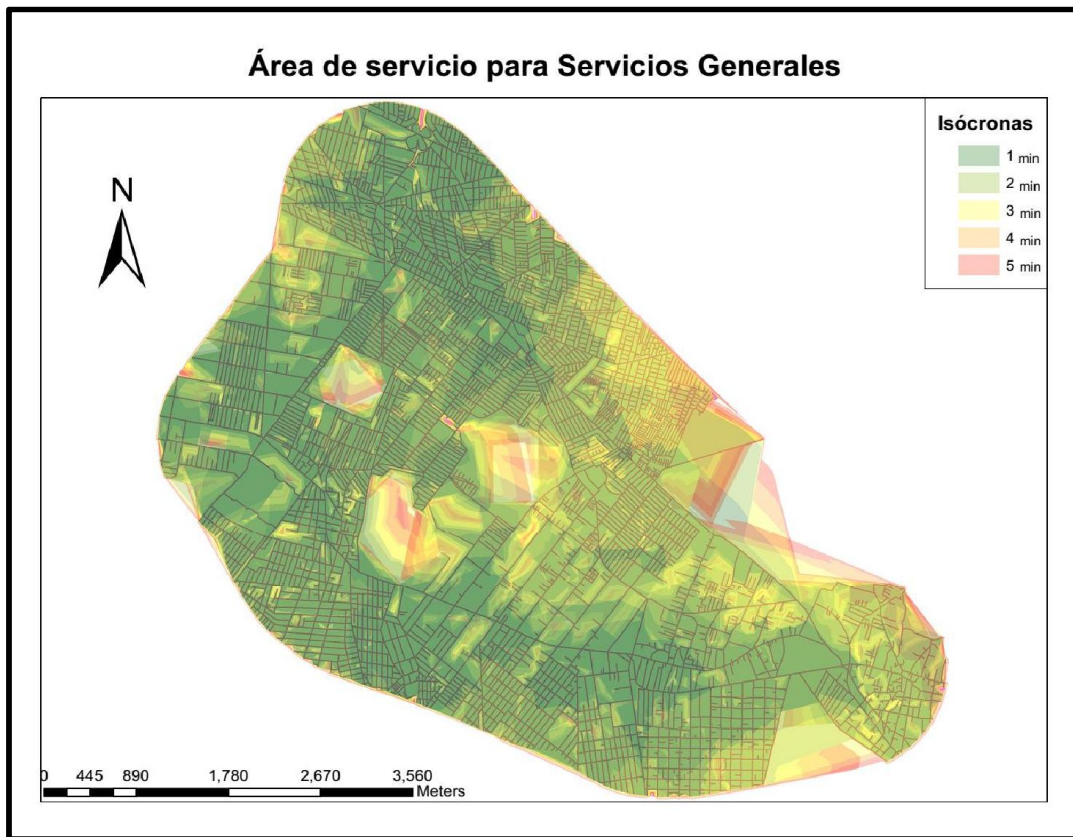


Figura 89. Área de Servicio para Servicios Generales sin bloqueos. Elaboración propia

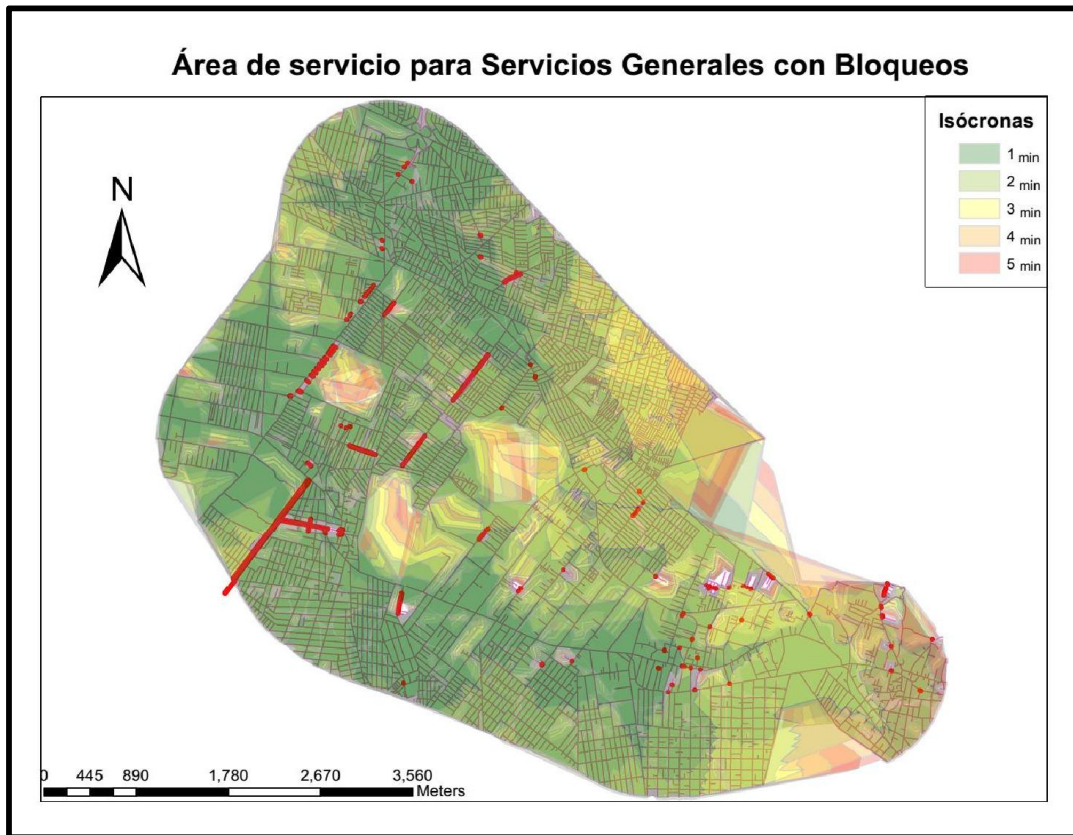


Figura 90. Área de Servicio para Servicios Generales con bloqueos. Elaboración propia

La mejor accesibilidad se presenta en toda la zona nor-poniente, consiste en el cordón que se forma en los alrededores de las avenidas importantes del polígono como son Anillo Periférico y Avenida Tláhuac, así como los cruces entre el Anillo Periférico y Avenida Benito Juárez, además del Eje 8 Sur Calzada Ermita Iztapalapa.

Los servicios generales de la zona de estudio se encuentran en la zona que se tiene como la más accesible, mientras que la punta oriente se encuentra desatendida como consecuencia de la centralización de los servicios, en menor medida se encuentra afectada la parte norte centro donde se encuentra Desarrollo Urbano Quetzalcóatl.

5.4.6 Industrias

La capa para las industrias, tomando en cuenta que se mezclaron aquellas que pertenecían a la industria ligera y a la industria pesada, se muestra en su totalidad con coloración verde intensa, pues debido a que no se realizó una superposición de imágenes ya que no se tenían muchas capas para hacer esta labor, se quedó con los mismos polígonos de isócronas en toda el área.

Prácticamente no existe una zona desatendida, pero se podría mencionar que la única que se encuentra con poca accesibilidad es aquella que se tiene con bloqueos en vialidades que tienen un solo acceso o que tienen cerrados todos sus accesos y sentidos.

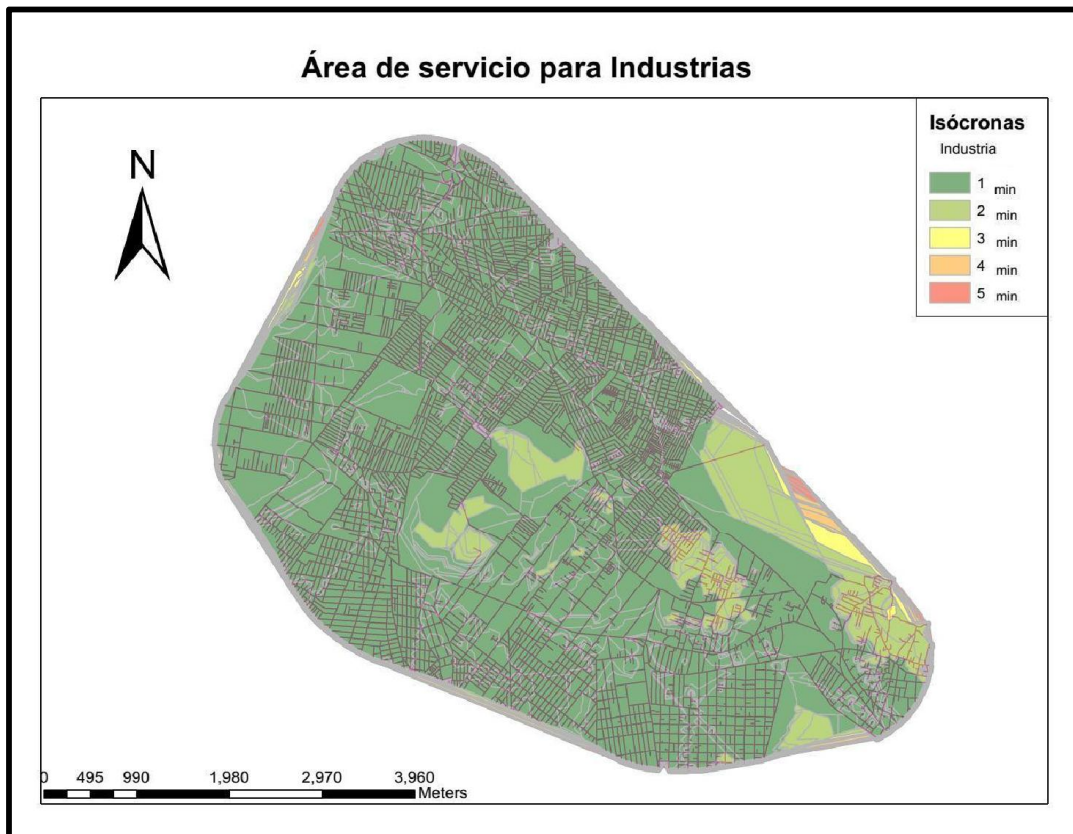


Figura 91. Área de servicio para industrias sin bloqueos. Elaboración propia

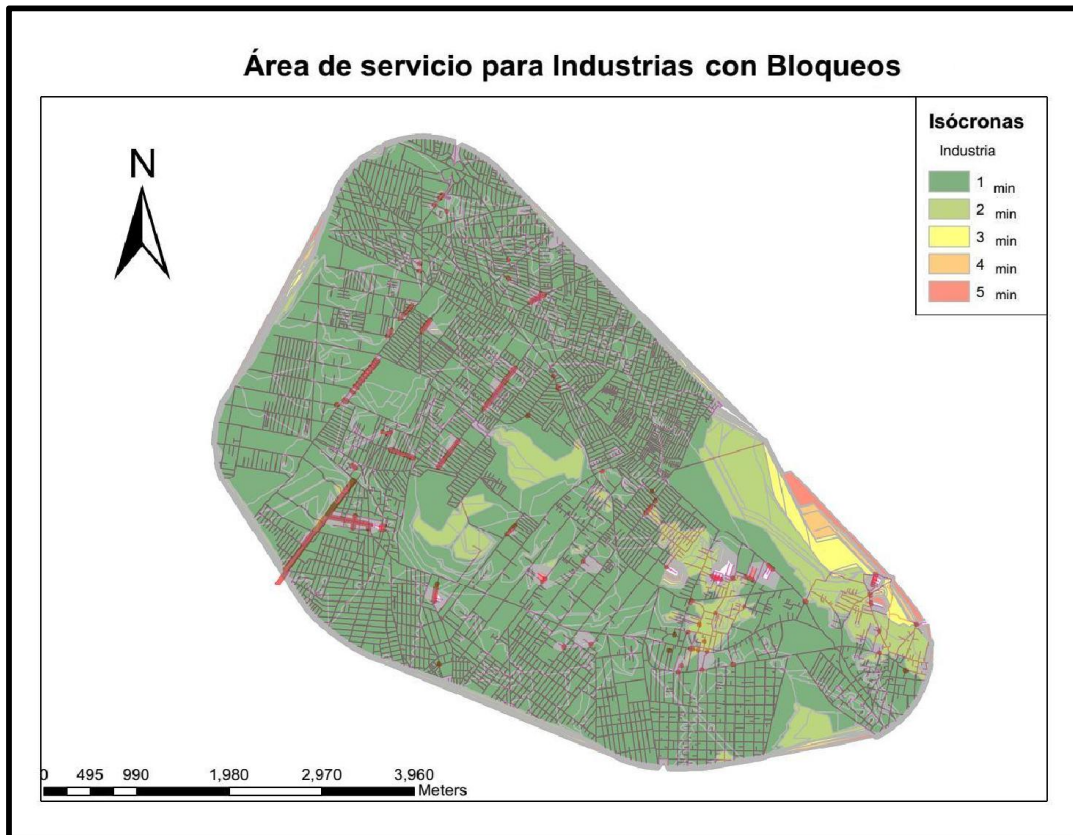


Figura 92. Área de servicio para industrias con bloqueos. Elaboración propia

III. Conclusiones

Se encontró que todas las colonias del área de estudio de la delegación Iztapalapa tienen la mejor conectividad porque poseen dos vías principales de alta velocidad, estas son Anillo Periférico y Avenida Tláhuac, mientras que las colonias más desatendidas se ubican en el extremo oriente del polígono, en la delegación Tláhuac, ya que sólo una vía de todas las que les dan acceso puede desempeñar velocidades altas, las restantes tienen velocidades medias y una cohesión pobre entre ellas, ya que existen muchas vías peatonales. Los usos de suelo acentúan esta característica en la delegación Tláhuac, ya que muchos de los terrenos con vías peatonales, tienen una función básicamente agrónoma además de una baja densidad poblacional que provoca que no exista una necesidad específica de servicios especializados en la zona de estudio. Iztapalapa por el contrario, tiene una alta densidad poblacional, que contribuye a la saturación de las vías en horas de máxima demanda, debido a tal población, se adecuaron los servicios a las necesidades de la población.

De la base de datos de las vialidades con bloqueos se ubicaron un total de 108 puntos conflictivos, de los cuales doce puntos correspondieron a obstrucciones por tianguis pertenecientes a la delegación Iztapalapa, los de mayor relevancia (por las afectaciones que producen) son:

1. Calle López Portillo, este tianguis afecta más diez cuerdas de la colonia Consejo Agrarista Mexicano y otras diez de Lomas de San Lorenzo, su impacto es mayoritariamente porque es de gran longitud, además se encuentra situada en una zona habitacional densamente poblada.
2. El tianguis de San Lorenzo se encuentra ubicado en las calles José Clemente Orozco y continúa en Las Torres, adquiere una afectación importante pues se ubica en la zona del kilómetro de tolerancia que se agregó al polígono, de la misma manera, altera la movilidad de la colonia La Esperanza pues su población ya no puede cruzar hacia el Barrio Guadalupe y Barrio San Antonio.
3. Calle Candelabro, este tianguis es la continuación del de San Lorenzo y representa una afectación de más de ocho cuerdas de la colonia La Esperanza.

4. Calle Benito Juárez, se encuentra cercano a las calles que rodean el Reclusorio Norte, de manera que genera un impacto a la movilidad de la zona, pues ocupa seis cuadras como mínimo en una zona densamente poblada.
5. Calle Reno se ubica en las cercanías de la Avenida Tláhuac, modifica las isócronas de servicios como equipamiento, donde debido al bloqueo de tres cuadras se generan espacios vacíos en los que se supera el tiempo de traslado máximo ingresado.
6. Calle Plan de Ayala, este tianguis genera un impacto regular porque se ubica en las colonias de la zona norte del polígono entre ellas Las Peñas e Insurgentes, además, modifica la movilidad del polígono porque aumentan en un minuto los polígonos de desplazamiento pasando de tres a cuatro minutos.
7. Calle Santa Cruz, presenta afectaciones menores en la zona de estudio porque son pocas las cuadras en las que se asienta este tianguis, modifica isócronas pero siguen estando con el mismo desempeño temporal de movilidad.
8. Calle Aldama, este es el de menor repercusión porque se encuentra en una zona con una densidad poblacional muy baja, además dicho bloqueo se vuelve puntual, ya que está en la delegación Tláhuac, pero dicho grupo genera grandes afectaciones como las zonas blancas con tiempos de desplazamiento mayores a los que se modelaron.

Se verificaron en el área de estudio, condiciones geográficas modificadas por dos accidentes orográficos que forman parte de la Sierra de Santa Catarina: el Volcán Yuhualixqui y el volcán Xaltepec, que también son llamados cerros debido a que cesaron sus exhalaciones. Una buena parte de ambos cerros es explotada como fuente de tezontle, material de construcción que se encuentra abundantemente en la zona por tratarse de volcanes. La parte oriente del polígono de estudio tiene amplias zonas de espacios abiertos utilizadas para siembra, mientras que la zona poniente se compone de varias colonias densamente pobladas.

Las vialidades con la mejor conectividad del área de estudio son las que tienen velocidades altas y tienen nodos de conexión entre otras vías de

velocidades altas, éstas se encuentran rodeando al polígono de estudio y como se ha venido mencionando el Anillo Periférico junto con la Avenida Tláhuac son las de mayor cobertura por discurrir entre poblados con viviendas altamente cohesionadas; así como Benito Juárez y Camino a San Francisco Tlaltenco vías por las que se llevan a cabo la mayoría de los viajes de los habitantes de la zona de estudio que desean trasladarse a las demás delegaciones del Distrito Federal.

Al analizar los rubros de cada jerarquía de servicios en ambos escenarios, se encontró que la zona más desatendida y con problemas de accesibilidad hacia los Servicios de Salud se encuentra sobre la calle Camino a San Francisco Tlaltenco, así como las colonias La Conchita, Santiago Sur y los poblados que rodean al cerro Xaltepec; la disposición geográfica de las zonas anteriormente mencionadas propicia la ausencia de servicios, ya que la proliferación de vías peatonales dificultan la circulación de los vehículos, además perjudican la accesibilidad de un servicio que debe favorecer a la mayor cantidad posible de habitantes en una zona.

Para el caso de los mapas resultantes para las instituciones de educación se encontró que durante el primer escenario toda el área tiene buena accesibilidad excepto por una zona que se encuentra cercana al Eje 8 Sur Ermita Iztapalapa, por lo que en general todas las áreas se encuentran definidas por un nivel alto de accesibilidad, de hecho los más elevados se encontraron en la esquina que forma la Avenida Tláhuac y el cruce con el Anillo Periférico. Para el segundo escenario, los bloqueos provocaron que en el extremo oriente —en el cruce entre Avenida Tláhuac y Camino a San Francisco Tlaltenco— se dificultara el acceso a los servicios educativos porque modifica las isócronas pasando de un minuto a más de cuatro, asimismo se tiene una afectación similar en el extremo norponiente de la zona de estudio influenciado por todos los bloqueos que se encuentran en las conexiones de Anillo Periférico con las calles que dan al Reclusorio Oriente.

Para los Servicios de Equipamiento se apreciaron mayor cantidad de isócronas de un minuto que de cinco. Hacia el oriente del polígono, sobre las colonias San Miguel Zapotitla y Santa Ana Norte se observaron áreas blancas en las que se infiere que el tiempo para poder alcanzar los servicios en esa

área es mayor que el tiempo que se estableció para la modelación, que es de cinco minutos. Hacia el sur de la Avenida Tláhuac, se ubicaron servicios con muy buena accesibilidad pues es posible apreciar isócronas de un minuto desde las colonias La Esperanza hasta La Conchita. En el norponiente del polígono en las colonias Los Ángeles Apanoaya, Francisco Villa y San Juan la Joya se tienen isócronas de cuatro a cinco minutos, indicando que allí existen pocos servicios de vigilancia, bancos o gasolineras, un análisis posterior en el que se incrementa el área de estudio podría verificar si la zona realmente se encuentra desprovista de equipamiento, de encontrar esto se deben proponer mejoras a la accesibilidad. En el escenario de los bloqueos, el mapa de Equipamiento mostró que las isócronas de cuatro a cinco minutos en el norponiente no cambiaron, si no que se expandieron hacia el oriente, dejando calles peatonales como Pino Suárez y Calputitla de la colonia San Miguel Zapotitla con dificultades de accesibilidad en vehículo motorizado. Una afectación de importancia es la que se encuentra en la colonia Consejo Agrarista Mexicano, donde se ubica el tianguis más importante del polígono en la calle José López Portillo, de tal manera que el tiempo incrementó y se trazaron polígonos de hasta cuatro minutos de accesibilidad.

En los mapas de Comercios (incluyen abarrotes, farmacias, materias primas y restaurantes) se encontró que los servicios estuvieron distribuidos sobre las vialidades importantes del polígono de estudio como son Anillo Periférico y Avenida Tláhuac. Los bloqueos que se encuentran en la colonia San Miguel Zapotitla provocaron que las isócronas se modificaran hasta llegar a los cuatro minutos de desplazamiento debido a que la accesibilidad ahí es sólo peatonal, además el uso de suelo en esa zona es de espacios abiertos, pero los habitantes que residen allí utilizan los terrenos para sembrar, por ello si bien existe una afectación ésta es menor. Otra colonia con afectación al introducir los bloqueos es Consejo Agrarista Mexicano, que se ve afectada por el tianguis de la calle José López Portillo, que da acceso a todas las calles colectoras pertenecientes a la colonia mencionada, por ello, los habitantes de esa zona que utilizan sus vehículos para llegar a sus casas incrementan sus tiempos cuando les bloquean el acceso más próximo.

Dentro de la gama de los Servicios Generales se incluyeron los hoteles, los servicios de administración pública y las iglesias, en el escenario sin bloqueos casi toda la zona se encuentra cubierta con polígonos de isócronas de un minuto de traslado, resaltando los que se encuentran sobre el Anillo Periférico, en el escenario en que las obstrucciones se agregaron a la zona de estudio, se encontró que las afectaciones se intensificaron en las colonias Ampliación López Portillo y el Pueblo San Francisco Tlaltenco que se encuentran ubicadas en el límite oriente del polígono de estudio tan solo debido a que el uso de suelo allí es habitacional pero está rodeado por amplias zonas de cultivo, de tal manera que los habitantes que pertenecen al corte que se tomó para el estudio es poca y por ese hecho la demanda de servicios es proporcional a su población.

Los mapas de industrias respondieron a la disposición geográfica de dichos servicios pues éstos se encuentran a lo largo de toda la zona de estudio, prácticamente no se encontró un área desatendida, al agregarse los bloqueos los mapas de accesibilidad dibujaron polígonos verdes en toda el área, las colonias con mayores problemas de movilidad en general para las industrias fueron San Miguel Zapotitla y La Estación y es debido a que en dichas colonias sólo existe una sola instalación de industrias y las vialidades cercanas a ella encontraron difícil su acceso.

Es importante enfatizar que el mayor problema de movilidad es el que se presenta en la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl que además de disponer de gran superficie ubicada en los alrededores del cerro Xaltepec, tiene también deficiencias de movilidad ya que casi ningún servicio de ningún tipo se ubica cerca de esa colonia, es importante mencionar que es de reciente creación (De Mauleón, 2015) por lo que algunas de sus calles no están pavimentadas y muchas más son vías peatonales que merman la accesibilidad, además de encontrarse a las faldas de uno de los dos volcanes de la zona provocando que sus vialidades tomen pendientes que no son atractivas para las potenciales empresas.

Para finalizar se debe hacer énfasis en que mientras más cercano se encuentre algún punto del estudio al cruce entre Avenida Tláhuac y Anillo Periférico mejor accesibilidad se tendrá; la otra zona del polígono de estudio

que se encuentra en el extremo contrario en las colonias San Francisco Tlaltenco y López Portillo se comporta de forma opuesta: mientras más cercano un punto se encuentre al oriente menor accesibilidad tendrá. De manera que se puede trazar una línea imaginaria respetando los límites delegacionales para establecer la accesibilidad de la zona de tal forma que:

- Iztapalapa posee la mejor accesibilidad porque allí se encuentran dos de las vías rápidas más importantes de la zona como lo son Anillo Periférico y Avenida Tláhuac. Tiene un solo accidente geográfico pues su jurisdicción comprende la mitad del volcán Yuhualixqui. Debido a su densidad poblacional, posee un número de calles colectoras elevado y esto se traduce en alternativas de rutas en caso de congestión, se tienen la mayoría de tianguis en sus vías, por lo tanto las obstrucciones son mayores dependiendo de la longitud de éstos pero como existen mayores oportunidades de rutas no afecta los desplazamientos en vehículo. La otra parte de uso de suelo para equipamiento y espacios abiertos disminuyeron la zona de estudio en esta delegación de manera considerable, ya que se encuentran servicios importantes en la zona como el Reclusorio Preventivo Varonil Oriente o los panteones de San Lorenzo, pero como se agregó un kilómetro de tolerancia alrededor, incrementó la población y las colonias con uso de suelo habitacional.
- Tláhuac tiene menos accesibilidad porque posee sólo una vialidad de relevancia, esto es la Avenida Tláhuac. Cuenta con dos accidentes geográficos: el volcán Xaltepec y el Volcán Yuhualixqui. Su uso de suelo primordialmente habitacional y de espacios abiertos provoca poca oferta de calles para la circulación de vehículos, lo que hace que la movilidad sea primordialmente peatonal, es decir que existan más obstáculos para el tránsito y que los viajes sean largos. Las colonias con uso de suelo agrícola (espacios abiertos) establecen las zonas que son de difícil acceso, pues al ser de cultivo la demanda de desplazamientos es menor ya que casi no existen viviendas en tales espacios, esto viene de la mano con el crecimiento de la mancha urbana, ya que sin vías no hay oferta de empresas y sin ellas no existe accesibilidad pues no hay empleos, ni servicios cercanos.

Recomendaciones

Debido al detalle de la información que se logró obtener, surgieron inconvenientes como el vacío de información disponible en cuanto a poblaciones y motivos de viaje, además de la inexistencia de estudios de congestionamientos en puntos de las zonas de estudio, es por ello que se elaboró este compendio que contiene recomendaciones sobre la información que se cree conveniente conseguir y los métodos con los que se debe hacer para llegar a detalles mayores en la investigación de la movilidad del polígono de estudio.

Encuesta origen destino

La información que proporcionan las encuestas de orígenes y destinos depende del enfoque que se le desee dar, desde conocer las preferencias declaradas, hasta saber lo que se necesita en una zona determinada. Estas encuestas producen información específica sobre las necesidades de transporte de los usuarios, las condiciones del sistema de transporte actual y la carencia de este en zonas determinadas. En la actualidad, los tomadores de decisiones de la Ciudad de México, planean y toman medidas con base en la información que se recopiló hace ocho años pues la más reciente fue publicada en 2007, ésta ha sido tan útil que debido a ella se decidió la construcción de la Línea 12 del STC Metro. De la fecha de aplicación al día de hoy ha cambiado el contexto desde aquel entonces ya que se tenía una ruta de Metrobús y actualmente existen cinco; se tiene la puesta en marcha del sistema Mexibús del tipo BRT en el Estado de México; los nuevos pisos y los pasos a desnivel que están por construirse, así como otros casos, son ejemplos para ilustrar que la ciudad ha cambiado y urge una nueva revisión del sistema de transporte en general para que los estudios que se realicen sobre la ciudad sean conducidos hacia un enfoque de movilidad y se tenga la información actual para los fines que a los planificadores, investigadores y tomadores de decisiones convengan.

Para el polígono que se estudió, la aplicación de una EOD con un nivel de detalle en el que se pudiesen de colonias (que sería un análisis para la zona de estudio) permitiría elaborar una matriz de orígenes y destinos entre colonias

y entre zonas representativas, de esa manera podría conseguirse toda la información que quedó sin aterrizar, como los lugares más usuales para trabajar, las escuelas de su preferencia y hasta el sistema de transporte preferido por los habitantes, de tal manera que el estudio podría llegar a modelar transporte público o la modificación de una ruta dependiendo de los datos que se obtuvieran de la aplicación de la encuesta y finalmente podrían obtenerse mapas de líneas de deseo.

Un análisis de la misma información llevada a un mediano plazo sería realizar una propuesta de mejora de la conectividad, se tendría la demanda potencial y se podría proponer el diseño y hasta la creación de nuevos sistemas de transporte en la zona que se estudió, al conocerse los servicios preferidos por los habitantes (y teniendo la información de los sentidos de todas las vialidades) del polígono podrían calcularse demoras para llegar a ellos en horas pico o en horas valle, es decir, la variedad de posibilidades y de soluciones dependería de lo que se desee conseguir.

Hacer un estudio con las condiciones de congestión de las vialidades de la zona de estudio

Al iniciar la recopilación de la información sobre las vialidades de la zona de estudio, el nivel de detalle que se deseaba conseguir resultaba inviable de conseguir, pues para ello se requería de hacer un estudio de tránsito en todos los cruces de la zona de estudio, una cantidad de trabajo enorme para una sola persona, por ello fue necesario utilizar las condiciones idealizadas consistentes en vialidades sin semáforos, con velocidades casi utópicas, bloqueos que vuelven a una vía peatonal y no se emplearon elementos de control de tránsito, esto provocó que se generaran modelos poco realistas y que se obtuvieran resultados que no reflejan el comportamiento de la zona, ya que —considerando la operación de Avenida Tláhuac y Anillo Periférico antes del cese de funciones de una parte de la Línea 12 no era posible encontrar esos tiempos de operación ni de desplazamiento—, esos resultados son difíciles de trasladar a la realidad, ya que en días recientes pasar en vehículo sobre Avenida Tláhuac desde el metro Periférico Oriente a metro Olivos tomará hasta quince minutos, lo que hace que el modelo propuesto tenga una apariencia improbable.

El congestionamiento que se genera en las horas de máxima demanda en conjunción con las líneas de deseo que se obtendrían con la recomendación anterior, complementarían el estudio realizado, proporcionando un modelo más cercano a la realidad con el que se podrían hacer propuestas de mejora.

Utilizar Indicadores basados en Medidas Topológicas

Una de las intenciones más ambiciosas que se generan con la propuesta de la presente investigación es perfeccionar la calidad de la información para mejorar los resultados y poder utilizar indicadores de accesibilidad basados en medidas topológicas.

Los indicadores basados en Medidas Topológicas, se basan en el análisis de la conectividad de los nodos de una red, ésta característica la provee la topología que es una de las ramas de la geometría que verifica la calidad de cada una de estas conexiones y a su vez utiliza conceptos básicos de la Teoría de Grafos, con la finalidad de simplificar la red de vialidades de la zona de estudio. Ésta se encuentra caracterizada por algún tipo de variable escalar: tiempo, distancia, costo, con la única característica de que sea medible.

El logro más importante de este tipo de indicadores es la representación de la red por medio de las matrices binarias que llegan a un detalle tan preciso que son capaces de señalar cada una de las conexiones entre los nodos, para ello utilizan ceros cuando no se tiene comunicación entre dos nodos y uno si ésta existe entre ellos.

Los indicadores de accesibilidad de tipo topológico no utilizan la consideración de variables de atracción, si no que centran su atención en la valoración de la distancia entre dos puntos de la red y las características que existan entre estos.

Este tipo de indicadores utiliza datos de accesibilidad como las distancias, *el número asociado a cada nodo* (para que de esa manera pueda conceptualizarse de manera fácil y entendible qué camino se debe utilizar para llegar al nodo más distante), *la Densidad de la Red Vial* que mide la longitud de las carreteras por unidad de superficie y *el Factor de Ruta o Índice*

de trazado (compara el trazado de la red verificando la tendencia que ésta red tiene a la línea recta porque cuanto más se acerque a esa forma, mayor valor se tendrá). Éste último factor da mayor énfasis a la teoría de grafos pues utiliza el concepto de *Camino Mínimo*, que consiste en minimizar el tiempo o la distancia.

Partiendo del Factor de Ruta, se establecen otros factores, como el *Índice de Velocidad* que compara las velocidades reales entre las ficticias de un cierto tramo. El *Índice de trazado-velocidad*, relaciona el tiempo que toma recorrer la red de un punto a otro con el que tarda en recorrer la distancia en línea recta con una velocidad media, éste índice es mejor cuando es menor. El *Índice Generalizado de Shimbél* considera todos los posibles caminos en vez de elegir sólo uno, a éste le sigue el *Índice de Ingram* que se basa en la idea de que el cálculo de la distancia debe reflejar la estructura de la malla urbana y sus accidentes geográficos, éste debe alcanzar el máximo para la distancia hasta que se haga cero y ser cero cuando la distancia se acerca al infinito.

- Aplicación del Factor de Ruta a la zona de estudio

Este factor genera una revisión sobre las condiciones de las vías con las que opera una determinada red vial.

Se calcula de la siguiente forma:

$$Fr_{i,j} = \frac{dr_{i,j}}{dlr_{i,j}}$$

Donde: $Fr_{i,j}$ = Factor de la ruta que va desde i a j, $dr_{i,j}$ = distancia real (utilizando la red) desde i a j, $dlr_{i,j}$ = distancia en línea recta desde i a j

Específicamente para utilizarse con nodos se utiliza el siguiente modelo matemático:

$$FRi = \frac{\sum_j dr_{i,j}}{\sum_j dlr_{i,j}}$$

En el que se consideran todos los caminos posibles para cada opción, esto es, la suma de todas las conexiones existentes entre nodos.

Este análisis requiere la distancia entre todos los nodos de la red para obtener un índice en cada vialidad, habría que adecuar las capas de las vialidades para que este dato pudiese utilizarse, ya que muchas vialidades tienen tramos, de modo que habría que establecer puntos de interés en la zona de estudio para poder realizar el cálculo.

- Aplicación del Índice de Velocidad a la zona de estudio

Este modelo utiliza la relación entre velocidad media real del tramo y la velocidad media de circulación en el conjunto de la red.

Se aplica el siguiente modelo matemático:

$$(rv)_{ij} = \frac{V_{real}}{V_{ficticia}}$$

Para este modelo no se tiene la velocidad real para cada una de las vialidades correspondientes a la zona de estudio, la única con la que se cuenta es una velocidad máxima permitida para todas las vialidades que se encuentran ubicadas en el polígono de estudio porque se obtuvo de la cartografía de las vías pero es idealizada, de modo que no teniendo los datos necesarios se desechó ese factor.

- Índice de Trazado Velocidad a la zona de estudio

Con este indicador, se tiene una relación del tiempo real que se tarda en recorrer el camino mínimo entre dos puntos con el tiempo que se tardaría en transitar la distancia en línea recta a la velocidad media de la red. El modelo se aplica como sigue a continuación:

$$(rtv)_{ij} = \frac{t_{ij}}{t0_{ij}}$$

Donde: $t0_{ij}$: es el tiempo ficticio entre i y j .

Este indicador da una idea conjunta de la calidad de trazado y de la velocidad, a veces se arrojan valores menores a uno, es mejor conforme sea más pequeño. Nuevamente se tienen datos que resultan lejanos de obtener como los tiempos de desplazamiento reales, ya que para este indicador no se tiene la velocidad media de la red, tampoco el tiempo real que se tarda un

sujeto en recorrer cada una de las vías, este factor es posible de encontrar, pero al no tener el valor anterior dificulta su obtención.

- Índice Generalizado de Shimbela a la zona de estudio

Este índice considera todos los destinos posibles, aunque no es apto para hacer comparaciones entre redes que tienen distinto número de nodos, por ello Vickerman (1974) propuso una mejora haciendo el índice más operativo.

$$A_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_{ij}$$

Este indicador genera resultados inversos a los que se habían estudiado anteriormente, pues la distancia se encuentra en el denominador. Para este indicador no se tenían los destinos para cada punto pues serían variados ya que es una red vial y no un sistema de carreteras.

- Índice de Ingram a la zona de estudio

Basado en el modelo de Shimbela, Ingram propuso mejorar las generalizaciones, con ello propone que el cálculo de la distancia debía representar la estructura de la malla urbana y sus accidentes geográficos, por ello desarrolló el siguiente modelo:

$$A = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij}$$

Siendo $a_{ij} = f(d_{ij})$ a_{ij} deberá estar modificado según la morfología de la red vial que se está estudiando y depende de la distancia. Además debe cumplir con alcanzar el máximo para la distancia $d=0$, y tender a cero cuando ésta tiende a infinito. Por medio de este factor tampoco resultaba sencillo establecer un valor para la generación de afectaciones a los accidentes geográficos de las vías, a menos que se generara un valor de ponderación, pero este arrojaría valores poco certeros y lejanos de la realidad.

IV. Bibliografía

Sussman, Joseph, como se citó en Sánchez Lara, Introducción a la Ingeniería en Sistemas de transporte Urbano. Treinta Puntos Clave para entender los Sistemas de Transporte, México, 2004, UACM, pp. 4

POZUETA, Julio. Modelos urbanos y demanda de movilidad. En su: Movilidad y planeamiento sostenible: Hacia una consideración inteligente del transporte y la movilidad en el planeamiento y en el diseño urbano. Madrid, Instituto Juan de Herrera, 2000, pp.30

Chias Becerril Luis y Reséndiz López Héctor Daniel. 2008. Análisis espacial de las redes de transporte, empleando sistemas de información geográfica. Análisis geográficos. Revista del instituto geográfico Agustín Codazzi. Número 39.176 páginas. Bogotá Colombia. Páginas 93-115. ISSN: 0120-8551

Cuevas Colunga, Ana Cecilia, Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Información de Accidentes, en la Red Carretera Federal del Estado de Nuevo León. México, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2001, pp.19

Backhoff Pohls, Miguel Angel, Transporte y Espacio Geográfico: una aproximación geoinformática, México, 2002, Universidad Nacional Autónoma de México

Figuroa, Oscar como se citó en el Informe Especial sobre el Derecho a la Movilidad en el Distrito Federal 2011-2012, México, 2013, Comisión de Derechos del Distrito Federal, pp. 19

Gaialde, como se citó en el Informe Especial sobre el Derecho a la Movilidad en el Distrito Federal 2011-2012, México, 2013, Comisión de Derechos del Distrito Federal, pp. 19

Monzón de Cáceres, Andrés, Los Indicadores de Accesibilidad y su Papel Decisor en las Inversiones en Infraestructuras de Transporte. Aplicaciones en la Comunidad de Madrid. España, 1988, Universidad Politécnica de Madrid, pp. 30-37.

Garrocho Carlos y Campos, Juan. 2006. Un indicador de accesibilidad a unidades de servicios clave para ciudades mexicanas: fundamentos, diseño y aplicación. Revista Economía sociedad y territorio. Número 22. 318 páginas. México. Páginas 75-78. ISSN: 1405-842.

INEGI, "Conociendo México", México, 2012, pp. 21

INEGI, Cuaderno estadístico delegacional, Iztapalapa, Distrito Federal, México, 1995, Cuadro 3.1.

Moliner Moliner, Ángel y Sánchez Arellano, Ignacio, "Transporte Público, planeación, diseño, operación y administración", México, 2002, pp.120

Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, Planes Integrales de Movilidad: Lineamientos para una Movilidad Urbana Sustentable. 2012, pp. 53

Cal y Mayor Reyes Spíndola, Rafael y Cárdenas Grisales, James, "Ingeniería de Tránsito", México, 2007, pp. 183-184

Sheffi, Yosef. Urban Transportation Networks: Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods. Prentice Hall. 1985, pp. 7-8

Sheffi, Yosef. Urban Transportation Networks: Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods. Prentice Hall. 1985, pp. 122

Taha, Hamdy A., Operations Research: An Introduction. Pearson Prentice Hall. 2007, pp. 248

De Rus, Ginés, Campos, Javier y Nombela, Gustavo, Economía del Transporte, Antoni Bosch. 2003, pp. 136

Ortuzar, Juan de Dios y Willumsen, Luis G. Modelos de Transporte, Publican, ediciones de la Universidad de Cantabria, 2008, pp. 260

REFERENCIAS DE INTERNET

ArcGIS Resource Center, "Algoritmos utilizados por Network Analyst", 2012, <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/./index.html#/na/004700000053000000/>, 31 de enero de 2015.

Velázquez Mejía Osvaldo, "La Zona Metropolitana de la Ciudad de México: una zona habitable, pero sin habitabilidad. Un acercamiento desde la subjetividad", 2010, <http://www.eumed.net/rev/flatemoani/03/ovm.htm>, 17 de mayo de 2013.

Páramo, Arturo, "Circuito Interior una arteria que cumple hoy 50 años", 2011, <<http://www.excelsior.com.mx/2011/06/03/comunidad/742136>>, Fecha de última consulta: 3 de julio de 2013.

a) INEGI, "México en cifras", 2013, <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=9>, 30 de junio de 2013.

b) Datos obtenidos con la Herramienta Consulta Interactiva de Datos de INEGI, Fecha de última consulta: 22 de junio de 2013, <http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/consulta.asp?p=14745&c=23717&s=est&cl=4#>

c) INEGI, Atlas de Censos Económicos 2009, <http://gaia.inegi.org.mx/ceconomicos2009/viewer.html>, Fecha de última consulta: 11 de mayo de 2013.

d) INEGI, México en Cifras 2010, <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=9>, Fecha de última consulta 20 de junio de 2014.

e) INEGI, Banco de Información INEGI 2011, <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biinegi/?ind=6300000011>, Fecha de última consulta 10 de julio de 2014.

f) INEGI, Banco de Información INEGI, 2012, <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biinegi/#A>, Fecha de última consulta 13 de junio de 2014.

Sistema de Transporte Colectivo Metro, "Cifras de Operación 2012", <http://www.metro.df.gob.mx/operacion/cifrasoperacion.html#1>, Fecha de última consulta: 31 de julio de 2013.

Ferrocarriles Suburbanos, "Estaciones", <http://www.fsuburbanos.com/secciones/operacion/recorrido.php>, Fecha de última consulta: 31 de julio de 2013.

Metrobús, "Mapa de Sistema Metrobús", <http://www.metrobus.df.gob.mx/mapa.html>, Fecha de última consulta: 31 de julio de 2013.

Servicio de Transportes Eléctricos, "Mapas de Servicio", <http://www.ste.df.gob.mx/index.html?page=1&content=2>, Fecha de última consulta: 31 de julio de 2013.

SETRAVI, "Estadísticas", <http://www.setravi.df.gob.mx/wb/stv/estadisticas>, Fecha de última consulta: 28 de octubre de 2013.

Nazario Cruz, Luis Fernando, "San Lorenzo Tezonco, Lugar del Tezontle", <http://sanlorenzotezonco.com.mx/>, Fecha de última consulta: 2 de agosto de 2013.

STC Metro, <http://www.metro.df.gob.mx/operacion2/afluencia13.html>, Fecha de última consulta: 17 de febrero de 2015.

Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, <http://www.seduvi.df.gob.mx/portal/index.php/programas-de-desarrollo/programas-delegacionales>, Fecha de última consulta: 13 de agosto de 2013.

Secretaría de Salud del Distrito Federal, "HE DR. Belisario Domínguez", http://www.salud.df.gob.mx/ssdf/index.php?option=com_content&task=view&id=131&Itemid=263, Fecha de última consulta: 28 de enero de 2014.

Instituto de Educación Media Superior, <http://www.iems.df.gob.mx/descargar-a5427117a0a403c49b034f82d1ab333a.pdf>, Fecha de última consulta: 30 de enero de 2014.

Universidad de Alcalá, "Práctica vectorial", http://www.geogra.uah.es/gisweb/practica-vectorial/Formato_Shapefile.htm, Fecha de última consulta: 15 de octubre de 2013.

Subsecretaría del Sistema Penitenciario,
http://www.reclusorios.df.gob.mx/reclusorios/visitas/dias_horario_visita.html,
fecha de última consulta: 24 de marzo de 2014

Sanatorio Psiquiátrico del Carmen,
<http://www.sanatoriopsiquiatricodelcarmen.com.mx/#!slideshow/c1t90>, fecha
de última consulta: 3 de junio de 2014.

La Jornada,
<http://www.jornada.unam.mx/2006/10/28/index.php?section=capital&article=036n1cap>, Cruz Flores, Alejandro, fecha de última consulta: 28 de junio de 2014.

Volcanes, sí, en plural, Revista Haz Ciudad,
<http://www.hazciudad.com/volcanes-si-en-plural/>, Caro Izábal, fecha de
última consulta: 28 de junio de 2014, No. 14

De Mauleón, Héctor, "La Colonia más peligrosa del DF", 2015,
<<http://www.eluniversalmas.com.mx/columnas/2015/01/110777.php>>, Fecha
de última consulta: 27 de febrero de 2015.

Albrieu, María Laura y Pastor, Graciela, "Área de influencia de hospitales en la
ciudad de Córdoba", 2012, <<http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/pt-BR/producao-da-rede/artigos-cientificos/2012-1/702-rea-de-influencia-de-hospitales-cordoba-panam-2012/file>>, fecha de última consulta: 1 de marzo de
2015.