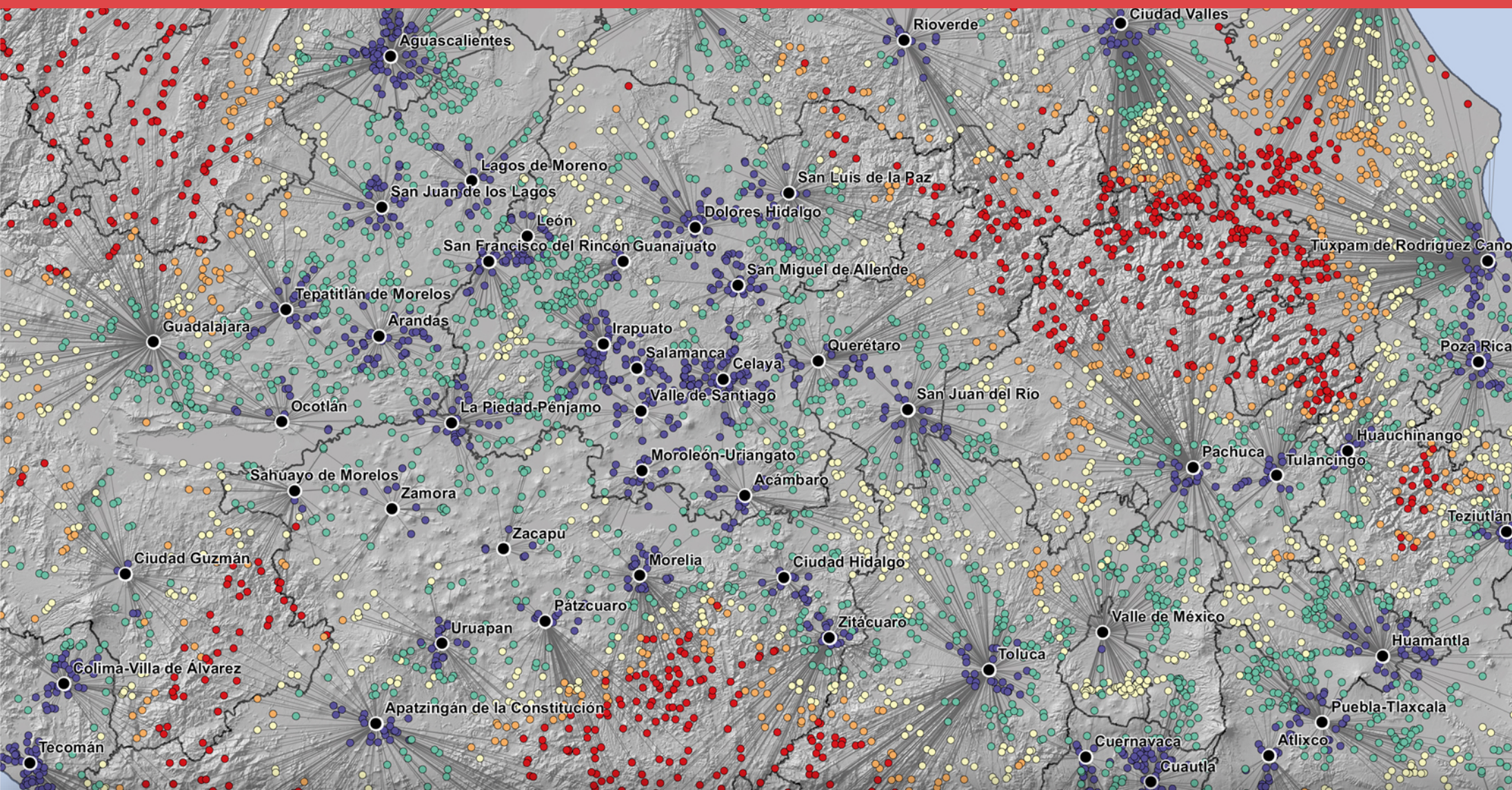


# Análisis geoespacial de la accesibilidad a centros urbanos de las localidades de México



**GOBERNACIÓN**  
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN



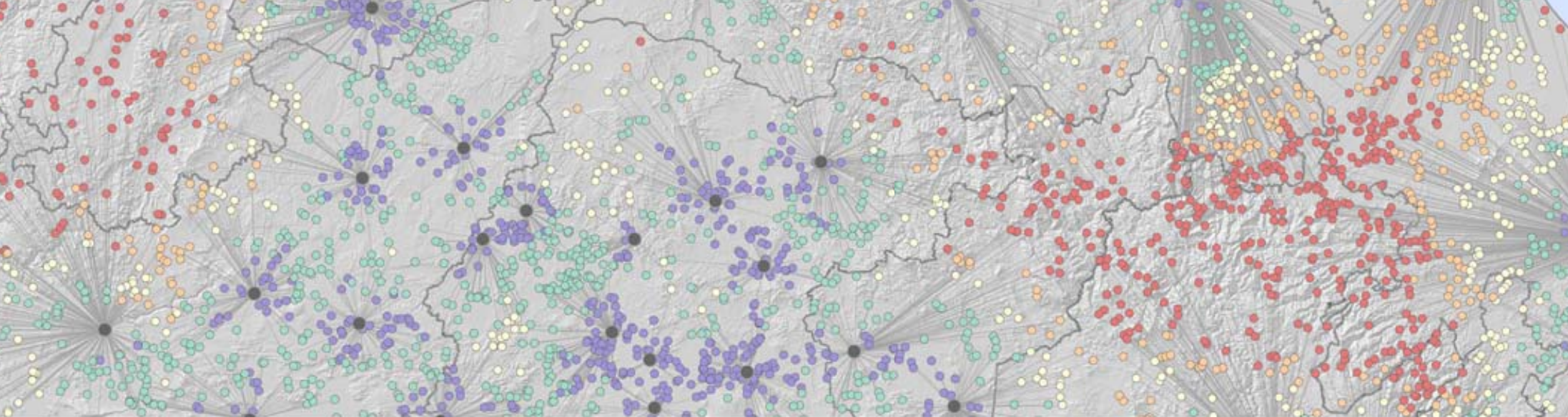
**CONAPO**  
CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN



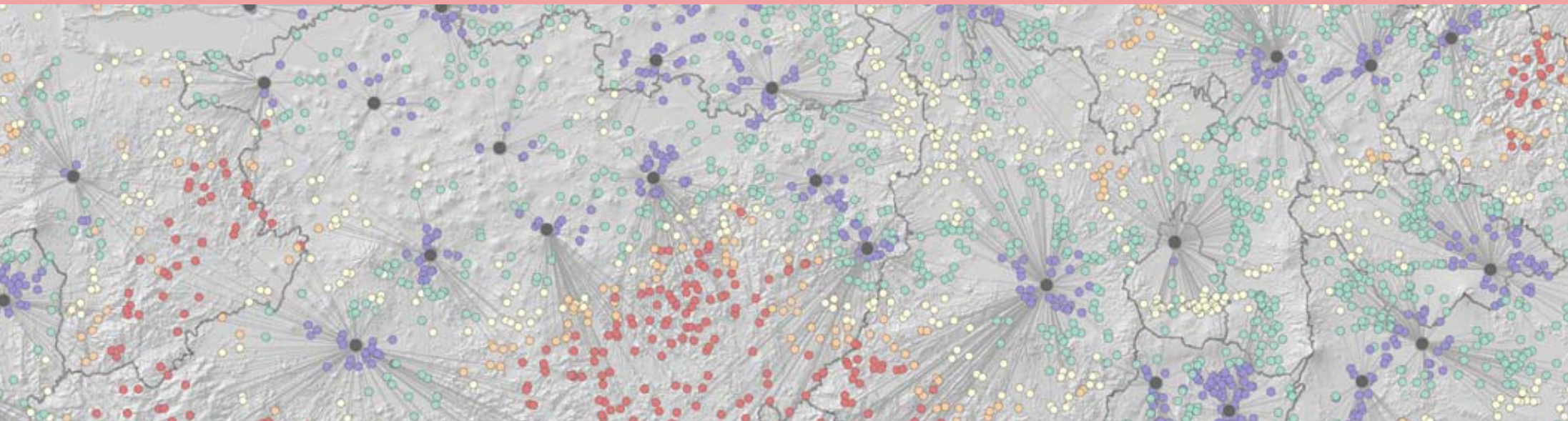
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE



**CentroGeo**  
19°17'30"N 99°13'17"O 2489m



# Análisis geoespacial de la accesibilidad a centros urbanos de las localidades de México



D.R. © SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN  
Abraham González 48, Col. Juárez,  
C. P. 06600 Ciudad de México  
<http://www.gob.mx/conapo>

**Análisis geoespacial de la accesibilidad  
a centros urbanos de las localidades de México**

**Arte, diseño y cuidado de la edición:**

Maricela Márquez Villeda  
Blanca Estela Melín Campos  
Sergio Mariano Jiménez Franco  
Pablo Leonardo Vega Rivas

**Portada:**

Carlos Anzaldo Gómez  
Angélica Verónica Segura Ramírez

**Corrección de estilo:**

Olivia Plata Garbutt

**Primera edición: junio de 2023**

**ISBN: 978-607-427-348-9**

**Se permite la reproducción total o parcial  
sin fines comerciales, citando la fuente.**

**Cita sugerida:**

CONAPO [Consejo Nacional de Población], IMT [Instituto Mexicano del Transporte] y CentroGeo [Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial]. (2022). Análisis geoespacial de la accesibilidad a centros urbanos de las localidades de México.

**Hecho en México.**

# Consejo Nacional de Población

**Adán Augusto López Hernández**  
Secretario de Gobernación  
y Presidente del Consejo Nacional de Población

**Marcelo Ebrard Casaubon**  
Secretario de Relaciones Exteriores

**Ariadna Montiel Reyes**  
Secretaria de Bienestar

**María Luisa Albores González**  
Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**Víctor Manuel Villalobos Arámbula**  
Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural

**Leticia Ramírez Amaya**  
Secretaria de Educación Pública

**Jorge Carlos Alcocer Varela**  
Secretario de Salud

**Luisa María Alcalde Luján**  
Secretaria del Trabajo y Previsión Social

**Román Guillermo Meyer Falcón**  
Secretario de Desarrollo Agrario,  
Territorial y Urbano

**Raquel Buenrostro Sánchez**  
Secretaria de Economía

**Rogelio Ramírez de la O**  
Secretario de Hacienda y Crédito Público

**Nuria Fernández Espresate**  
Titular del Sistema Nacional  
para el Desarrollo Integral de la Familia

**Graciela Márquez Colín**  
Presidenta del Instituto Nacional  
de Estadística y Geografía

**Nadine Gasman Zylbermann**  
Presidenta del Instituto  
Nacional de las Mujeres

**Zoé Alejandro Robledo Aburto**  
Director General del Instituto Mexicano  
del Seguro Social

**Luis Antonio Ramírez Pineda**  
Director General del Instituto de Seguridad  
y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado

**Adelfo Regino Montes**  
Director del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas

# Secretaría de Gobernación

---

**Adán Augusto López Hernández**  
Secretario de Gobernación

**Alejandro de Jesús Encinas Rodríguez**  
Subsecretario de Derechos Humanos, Población y Migración

**César Yáñez Centeno**  
Subsecretario de Desarrollo Democrático, Participación Social  
y Asuntos Religiosos

# Secretaría General del Consejo Nacional de Población

**Gabriela Rodríguez Ramírez**  
Secretaria General

**María de la Cruz Muradás Troitiño**  
Coordinadora de Estudios Sociodemográficos  
y Prospectiva

**Rodrigo Jiménez Uribe**  
Coordinador de Planeación en Población y Desarrollo

**Ileana Augusta Villalobos Estrada**  
Coordinadora de Programas de Población y Asuntos  
Internacionales

**Lilia Yazmín González Soriano**  
Coordinadora de Análisis Económico y Social

**Raúl Romo Viramontes**  
Director de Poblamiento y Desarrollo Regional Sustentable

**Gabriela Mejía Pailles**  
Directora de Estudios Sociodemográficos

**Luis Felipe Jiménez Chaves**  
Director de Análisis Estadístico e Informática

**Rafael López Vega**  
Director de Estudios Socioeconómicos  
y Migración Internacional

**Karla Bonilla Aranda**  
Directora de Coordinación Interinstitucional  
e Intergubernamental

**Karla Berenice Hernández Torres**  
Directora de Cultura Demográfica

**Leticia García Ruiz**  
Directora de Administración

# Instituto Mexicano del Transporte

---

**Jorge Nuño Lara**

Secretario de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

**Jesús Felipe Verdugo López**

Subsecretario de Infraestructura

**Rogelio Jiménez Pons Gómez**

Subsecretario de Transporte

**Alberto Mendoza Díaz**

Director General del Instituto Mexicano del Transporte

**Miguel Ángel Backhoff Pohls**

Jefe de la Unidad de Sistemas de Información Geoespacial

# Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, A.C.

---

José Ignacio Chapela Castañares  
Director General

Landis Córdova de la Cruz  
Secretaria General

Omar Francisco Gómez Martínez  
Director de Administración

Pablo López Ramírez  
Coordinador de Posgrado

Joaquín Solís Arias  
Titular del Órgano Interno de Control



## Integrantes del equipo técnico:



### **Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, A. C.**

Carlos Anzaldo Gómez

### **Consejo Nacional de Población**

Raúl Romo Viramontes

Eric Alan Barrón López

Angélica Verónica Segura Ramírez

Israel Benítez Villegas

José Antonio Brito Morales

### **Instituto Mexicano del Transporte**

Miguel Ángel Backhoff Pohls

Jonatan Omar González Moreno

# Índice

Presentación .....	11
Introducción .....	13
1. Antecedentes nacionales e internacionales .....	15
1.1. Antecedentes nacionales .....	15
1.2. Antecedentes internacionales .....	21
2. Marco de referencia .....	25
2.1. Naturaleza y componentes de la accesibilidad.....	25
2.2. Perspectivas fundamentales y medidas de accesibilidad.....	28
3. Metodología del grado de accesibilidad de las localidades a centros urbanos.....	30
3.1. Justificación .....	30
3.2. Fuentes de datos y métodos .....	31
4. Principales resultados .....	47
4.1. Análisis de localidades y población .....	47
4.2 Análisis por entidad federativa y municipio .....	53
4.3. Marginación .....	60
4.4. Presencia indígena .....	62
4.5. Población afrodescendiente .....	65
4.6. Fecundidad adolescente .....	67
Corolario .....	70
Referencias .....	71
Anexo A .....	74
Anexo B .....	140

# Presentación

**D**urante las últimas décadas se han conseguido progresos en diversos indicadores sociales como los relativos al acceso a la educación y los servicios básicos, derivados en gran parte de los avances de programas y acciones en la materia. No obstante, persisten desafíos en determinadas poblaciones y zonas del país, como consecuencia de su baja accesibilidad y marcado aislamiento geográfico.

En este sentido, el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 considera, por un lado, la intervención estatal que atenúe las enormes desigualdades sociales e impulse el desarrollo sostenible, y por otro, que detone el crecimiento, impulse la reactivación económica, la construcción de caminos rurales y la realización de proyectos regionales.

La presente publicación identifica las diferencias de accesibilidad geográfica entre las localidades con una metodología que supera la propuesta elaborada previamente por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) y el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) en 2016. Con base en ella se estimó una medida de accesibilidad-aislamiento geográfico que sintetiza el tiempo de traslado de las localidades del país hacia distintos tipos de centros urbanos, lo cual permitió construir cinco categorías que definen el grado de accesibilidad de cada una de las localidades.

Los resultados obtenidos identifican a 3.3 millones de personas que residen en casi 18 mil localidades con grado de accesibilidad bajo y a 3.4 millones que lo hacen en casi 31 mil localidades con grado muy bajo; la población representa 5.4 por ciento del nacional y las localidades 26 por ciento del total. Este segmento constituye en gran medida beneficiarios potenciales de diversos programas sociales. La publicación detalla dónde se localizan, y con la base de datos pública es posible conocer mayores especificaciones, así como realizar múltiples cruces de información con otros datos sociodemográficos relevantes.

Solo cinco estados concentran 65 por ciento de la población en los dos grados de menor accesibilidad: Oaxaca, Guerrero, Chiapas, Hidalgo y Chihuahua. Mientras que Chihuahua, Oaxaca, Chiapas, Guerrero y Durango reúnen a la mitad de las localidades en esta misma situación.

Asimismo, las localidades con bajo y muy bajo grado de accesibilidad presentan un estancamiento en su dinámica demográfica. Entre 2010 y 2020 apenas crecieron a una tasa anual de 0.35 por ciento, lo que significó un aumento de solo 217 mil habitantes, cuando en el mismo periodo la población nacional lo hizo a una tasa de 1.3.

Como parte del estudio se analiza la relación del grado de accesibilidad con el tamaño de las localidades, la presencia de población hablante de lengua indígena y afrodescendiente, la intensidad de la marginación y la incidencia de la fecundidad adolescente. Por citar algunos ejemplos, la gran mayoría de localidades con los dos grados de menor accesibilidad son muy pequeñas, 88 por ciento tienen entre uno y 249 habitantes. En el mismo sentido, la mitad de las localidades menos accesibles presentan grados de marginación alto y muy alto.

En otro tema de crucial interés, los resultados permitieron estimar tiempos promedio de traslado y el grado de accesibilidad a nivel municipal. Gracias a esto fue posible elaborar un análisis sobre el grado de accesibilidad a esta escala y sus tasas de fecundidad adolescente. En él se observó que conforme se reduce el grado de accesibilidad, se presenta una mayor variabilidad, pero con una tendencia hacia tasas altas de fecundidad adolescente, en los municipios que tienen este indicador por encima del promedio nacional y cuentan con accesibilidad baja y muy baja, donde viven casi 4.7 millones de personas.

Este esfuerzo es resultado de la estrecha colaboración entre el CONAPO, el IMT y el Centro Geo, motivada por el interés nacional de aportar conocimiento socialmente útil, relacionado con la distribución de la población, la infraestructura de transporte y la ordenación del territorio.

**Gabriela Rodríguez Ramírez**  
Secretaria General  
del Consejo Nacional de Población

**Alberto Mendoza Díaz**  
Director General del Instituto  
Mexicano del Transporte

**José Ignacio Chapela Castañares**  
Director General del Centro de Investigación  
en Ciencias de Información Geoespacial, A.C.

# Introducción

La accesibilidad es un concepto utilizado comúnmente en estudios regionales y urbanos, así como en la planeación física, estratégica y en el modelado espacial, para definir la impronta que los diferentes medios de transporte imprimen a los territorios (Geurs, Ponce-Dentinho y Patuelli, 2016; Geurs y van-Wee, 2004). Este atributo incide en diversos ámbitos de interés, como el crecimiento económico, el desarrollo social, las dinámicas urbana y demográfica, y la formulación y evaluación de políticas públicas (Brezzi *et al.*, 2011; Dijkstra y Ackermans, 2019; Rozenberg y Fay, 2019).

El estudio y la medición de la accesibilidad es un campo ampliamente diverso, tanto en lo metodológico como en lo teórico. Sus principales aportes refieren al desarrollo de herramientas para entender y analizar la equidad y la eficiencia de las políticas públicas y proyectos regionales, urbanos y de transporte (Geurs, Ponce-Dentinho y Patuelli, 2016) cuyos impactos se relacionan de múltiples formas con el bienestar de las personas.

En particular, el análisis de la accesibilidad de las localidades es un tema de gran relevancia para la investigación social, la planificación y el ordenamiento territorial, al ser un factor que impacta en múltiples dimensiones del desarrollo que definen el nivel y calidad de vida de la población. Algunos de sus efectos más importantes se relacionan con el acceso diferencial de las localidades a oportunidades económicas de empleo, compra-venta de productos, uso de infraestructura y servicios localizados en el espacio geográfico, como educación, salud, abasto, recreación y cultura, entre otros.

En el marco del desarrollo, por ejemplo, la accesibilidad ayuda a conocer el impacto de las inversiones destinadas a la

infraestructura de transporte, su desempeño, así como en los efectos sobre el crecimiento económico (Dijkstra y Ackermans, 2019; Rozenberg y Fay, 2019).

Es tal su importancia que forma parte de instrumentos internacionales, regionales y nacionales de desarrollo, como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ONU, 2015), el Consenso de Montevideo sobre Población y Desarrollo (CEPAL, 2013), así como el PND 2019-2024 (Gobierno de México, 2019), y de diversos instrumentos sectoriales como el Programa Sectorial de Bienestar 2020-2024 (BIENESTAR, 2020), el Programa Sectorial de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano 2020-2024 (SEDATU, 2020), el Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024 (SEDATU, 2021) y el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024 (SCT, 2020).

Estos instrumentos marcan directrices para mejorar las condiciones de vida de la población a través del acceso a una mayor diversidad de bienes y servicios. En ellos se establece, entre otros aspectos, el desarrollo de infraestructura vial para promover el crecimiento económico y la articulación territorial desde las visiones del desarrollo sostenible y el respeto a los derechos humanos.

Específicamente, el PND 2019-2024 en el eje “Política social” promueve la construcción de un país con bienestar, con una intervención estatal que modere las enormes desigualdades sociales y el impulso al desarrollo sostenible. Asimismo, el eje “Economía” considera detonar el crecimiento, impulsar la reactivación económica, la construcción de caminos rurales y la realización de proyectos regionales, entre otros (Gobierno de México, 2019).

Bajo este contexto, la Secretaría General del CONAPO promueve el desarrollo de estudios y modelos que apoyen la planeación de una adecuada distribución territorial de la población, acorde al desarrollo regional, aprovechando de forma sostenible los recursos naturales y económicos del país, para que las personas puedan acceder a bienes y servicios que impacten en su calidad de vida y al mismo tiempo, formen parte del proceso de desarrollo económico y social.

Este trabajo se desarrolló en colaboración con el IMT y el Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, A.C. (CentroGeo) con el objetivo de ofrecer una serie de herramientas para la planeación que aporten información a la toma de decisiones y al diseño de políticas, programas y acciones sociales de atención a la población, de acuerdo con sus necesidades derivadas del grado de accesibilidad a centros urbanos.

El presente estudio derivó en el diseño de un modelo de análisis geoespacial que permitió estimar los tiempos de traslado de la población asentada en las localidades de México hacia centros urbanos, como una forma de establecer parámetros de atención hacia los asentamientos humanos más vulnerables y con menos acceso a bienes y servicios. Entre sus principales aportes, está la construcción de un indicador resumen de los tiempos de traslado de la población hacia centros urbanos de diferente tamaño; así como la definición del grado de accesibilidad de las localidades en cinco categorías.

Con ambos indicadores es posible cuantificar el número de población y de localidades de acuerdo con su accesibilidad, en términos de un valor de tiempo —minutos u horas— o por un valor ordinal. A su vez, es posible realizar cruces de información con

múltiples variables socioeconómicas para valorar la incidencia de la accesibilidad y el aislamiento en diversos contextos socio-demográficos; inclusive, los resultados de los tiempos de traslado permiten transformar dicha información en diferentes niveles de agregación geográfica, como a nivel municipal o regional.

La publicación se organiza en cuatro apartados y un anexo cartográfico. En el primer capítulo se exponen trabajos previos realizados por la Secretaría General del CONAPO, el IMT y otras instituciones gubernamentales, además de experiencias internacionales en la materia, con el propósito de dimensionar las diferencias teóricas, técnicas y complementariedades de las herramientas elaboradas con el presente trabajo. En el segundo apartado se desarrolla el marco de referencia que sustenta este estudio, en donde se revisa el concepto de accesibilidad y sus diferentes perspectivas teóricas y metodológicas. El tercer acápite expone y describe el desarrollo del modelo de análisis geoespacial que permitió estimar los tiempos de traslado y el grado de accesibilidad de las localidades de México, y la distribución espacial de los tiempos de viaje de éstas hacia los cuatro tipos de destinos urbanos. En el capítulo cuatro se muestran los principales resultados derivados del estudio de accesibilidad, tanto en el ámbito estatal como municipal, así como una serie de análisis de distintos indicadores sociodemográficos de interés en cuanto a marginación, población indígena y afrodescendiente y embarazo adolescente. Posteriormente, se incluyen las referencias utilizadas. Por último, en el anexo cartográfico se presentan los mapas que muestran la distribución territorial del grado de accesibilidad de las localidades de cada una de las entidades federativas del país para cada uno de los cuatro tipos de destinos y el grado de accesibilidad promedio obtenido.

# 1 Antecedentes nacionales e internacionales

La distribución territorial de la población constituye uno de los principales retos en la planeación demográfica y del desarrollo social de cualquier país. Conocer las características propias o únicas de cada territorio posibilita la planeación de estrategias en política pública acorde a las necesidades específicas de cada uno de los asentamientos y de sus habitantes; al mismo tiempo, contribuye a impulsar la intervención pública de manera eficaz para revertir la situación de desventaja y vulnerabilidad social en la que se encuentran importantes sectores de la población.

Al respecto, existen diversos estudios tanto en México como en el ámbito internacional que, mediante la aplicación de diferentes metodologías, definiciones, perspectivas y componentes, intentan analizar la complejidad que representa la accesibilidad-aislamiento de diversos territorios. En este contexto, se exponen diversos trabajos donde se analiza la accesibilidad espacial y su utilidad para la investigación, la planificación y ordenamiento del territorio.

## 1.1. Antecedentes nacionales

México se ha caracterizado por tener un patrón de distribución territorial polarizado. Es decir, por un lado, una alta concentración de población en un número reducido de ciudades y, por otro, miles de localidades rurales dispersas y/o aisladas a lo largo del territorio nacional. Es por ello, que la identificación, cuantificación y determinación del nivel o grado de accesibilidad-aislamiento de las localidades es un tema de interés nacional. A continuación, se presentan trabajos institucionales relacionados con la accesibilidad,

desarrollados por el CONAPO,<sup>1</sup> el IMT, así como por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

### 1.1.1. Centros Proveedores de Servicios. Una estrategia para atender la dispersión de la población

Su objetivo fue proponer estrategias de optimización del gasto social para la atención de la población más rezagada (CONAPO, 2002). Focaliza aquellas localidades que, por su ubicación geográfica estratégica y el equipamiento del que ya disponían, pudieran, con incrementos pequeños de servicios básicos, atender las necesidades de las personas que residían en localidades pequeñas situadas dentro de su área de influencia, con la finalidad de integrar a más población al disfrute de bienes y servicios básicos. De esta forma, el aprovechamiento de las economías de aglomeración es factible en los asentamientos más próximos a las ciudades y centros regionales, mientras que será necesario generarlas en aquellas localidades pequeñas dispersas y aisladas.

Se utilizó un Sistema de Información Geográfica (SIG) para generar áreas de influencia mediante cuatro umbrales. Para elegir los potenciales centros de servicios, las localidades cumplieron con diversos criterios como tener entre 100 y 2 500 habitantes, ubicarse

<sup>1</sup> La Ley General de Población establece la responsabilidad de procurar la movilización de la población entre las distintas regiones, con el objeto de adecuar su distribución geográfica a las posibilidades de desarrollo regional; así como, promover la creación de poblados, con la finalidad de agrupar a los núcleos que viven geográficamente aislados (DOF, 1974).

a una distancia máxima de tres kilómetros de una carretera pavimentada y contar con infraestructura y equipamiento básico.

El modelo usado obtiene el valor mínimo de la suma total de las distancias recorridas desde todas las localidades atendidas al centro proveedor, conocido como *P mediana*,<sup>2</sup> el cual toma en cuenta la facilidad o dificultad con la que se llega al sitio proveedor como un peso que afecta la distancia entre el sitio que proporciona el satisfactor y el que lo requiere. Entre los principales resultados destacan que cada centro proveedor estaría en condiciones de atender a 3.1 localidades aledañas y a una población adicional de 37.8 por ciento.

### 1.1.2. La condición de ubicación geográfica de las localidades menores a 2 500 habitantes en México

Es un estudio realizado en conjunto por el CONAPO, el IMT y el SIAP (CONAPO *et al.*, 2016). Explora el ámbito rural y la accesibilidad geográfica como un factor fundamental para explicar la desigualdad territorial. Cuantifica a la población e identifica los asentamientos que por su ubicación padecen en mayor medida la exclusión y la escasez o inexistencia de equipamiento indispensable para el bienestar y desarrollo.

<sup>2</sup> Es un modelo que permite localizar un número finito de sitios, de tal manera que sea mínima la distancia total recorrida por los usuarios del bien o servicio al lugar donde lo satisfagan.

Para ello, se asume que la cercanía a las áreas urbanizadas facilita el acceso a los distintos bienes y servicios, que las carreteras son fundamentales para la comunicación y que las personas que residen en las áreas rurales se mueven, en mayor medida a las aglomeraciones más cercanas, las cuales conforme aumentan su tamaño ofrecen más diversidad y especialización de bienes y servicios;<sup>3</sup> siendo esta una expresión de la centralidad<sup>4</sup> de las ciudades.

Los elementos fundamentales para medir la accesibilidad son las áreas urbanizadas, clasificadas en primarias y secundarias, y las carreteras pavimentadas de al menos dos carriles. Con estos elementos y el uso de un SIG, se aplicó el algoritmo denominado *Cost Distance* para calcular áreas de influencia, considerando la configuración del terreno (pendiente). Finalmente, se contabilizaron y ubicaron las localidades en alguna de las categorías establecidas. La categoría aislada corresponde a aquellas localidades ubicadas a más de cinco kilómetros de una ciudad, a más de 2.5 kilómetros de una localidad mixta y a más de tres kilómetros de una carretera. El resultado más destacable es que siete millones de personas (6.3% del total) residían en 79 mil asentamientos aislados, equivalentes a 42 por ciento de las localidades rurales.

<sup>3</sup> La distribución territorial de los bienes, servicios y el equipamiento impulsa el establecimiento de relaciones y flujos entre los asentamientos, además de otorgar niveles de importancia diferenciada (jerarquía) relacionada con la disponibilidad, superficie y volumen poblacional atendido (CONAPO, 1991).

<sup>4</sup> En 1933 Walter Christaller planteó que la distribución de las ciudades se da a través de una jerarquía, que se explica mediante la Teoría del Lugar Central, que en esencia establece que las principales funciones de un centro urbano son las de proveer servicios a su área de influencia o región complementaria, pues concentran y centralizan la producción debido a que minimiza las distancias y costos de transporte (Asuad, 2014).



### 1.1.3. Grado de accesibilidad a carretera pavimentada (GACP)

Es un indicador elaborado por el CONEVAL (2021)<sup>5</sup> que agrupa elementos de naturaleza geográfica y relacional, alude a escalas de agregación superiores al hogar y al individuo. El GACP se integra por componentes físico-geográficos y sociales, es decir, integra los conceptos de accesibilidad física y accesibilidad útil (Iturbe *et al.*, 2001 citado en CONEVAL, 2021). Para ello, se generan tres componentes: distancia a carretera pavimentada, disponibilidad de transporte público y tiempo de traslado a la cabecera municipal, con lo cual se obtiene el tiempo de traslado a un centro de servicio. En el primer componente, la distancia utilizada considera los elementos de pendiente del terreno, uso de suelo y vegetación y cuerpos de agua, que generan un costo-fricción que se refleja en la distancia. En el segundo se clasifican las localidades de tal manera que se refleje la dificultad o no para hacer uso del transporte público. En el tercer y último componente, se calculan matrices de coste origen-destino. El tiempo hacia un centro de servicio se calcula tomando en consideración la velocidad promedio, el tipo de recubrimiento e inclinación del terreno. Posteriormente, este tiempo se interpola a través de la técnica “Distancia inversa ponderada”, dando como resultado áreas isócronas que reflejan el tiempo de recorrido hacia los centros de servicios.

Los resultados permiten catalogar a las localidades en grados de accesibilidad. Adicionalmente, con el propósito de establecer un orden al interior de cada categoría, se generó un índice con el Análisis de Componentes Principales para identificar las localidades que cuentan con peores condiciones.

<sup>5</sup> La metodología de la medición multidimensional de la pobreza considera tres aspectos: bienestar económico, derechos sociales y contexto territorial. En 2013 se incorporó un nuevo indicador a los ocho existentes, el GACP, calculado a nivel localidad para valorar la dimensión territorial en la medición de la pobreza (CONEVAL, 2019).

Con este procedimiento se identificó que 40.1 por ciento de las 189 432 localidades habitadas del país tuvieron bajo o muy bajo grado de accesibilidad. Generalmente, estas son localidades aisladas y pequeñas; nueve de cada diez localidades cuentan con menos de 250 personas, en ellas residen 6.2 millones de personas, lo que representa 4.9 por ciento del total nacional.

### 1.1.4. Modelo de demanda de la actividad aérea en México

En este estudio de caso, el IMT aplicó un método de accesibilidad espacial para establecer un modelo de demanda de la actividad aérea en México, con base en el grado de marginación de los habitantes a los que se ofrece el servicio (Herrera-García y González-Moreno, 2019). En la delimitación de la zona de influencia se considera que el espacio terrestre no es isotrópico, dado que existen diferencias de impedancia en el terreno, derivadas de la topografía y de las distintas vías de comunicación entre los aeropuertos y sus destinos. Por otro lado, este modelo supone que los aeropuertos de interés cumplen con las demandas de los usuarios, si no, los usuarios decidirían moverse hacia otro más cercano que los ofrezca.

La accesibilidad espacial se calculó a partir de una superficie de fricción, que consta de una cuadrícula bidimensional (formato ráster), donde cada celda de la cuadrícula representa la impedancia existente en el terreno para el óptimo desplazamiento en esa celda, como son la velocidad según el tipo de carretera, la pendiente del terreno y la modalidad de transporte utilizado (vehículo automotor y/o recorrido pedestre).

Con esto se logró estimar que dos de cada tres personas tienen acceso al servicio aéreo nacional en un rango de tiempo de una hora, mientras que para el servicio internacional fue de 56 por ciento (véase mapa 1.1). En ambos casos, cuando se considera hasta el rango de dos horas, el porcentaje sube a 90 y 82 por ciento, respectivamente. Finalmente, a través de modelos de regresión lineal múltiple se encontró que la demanda del servicio aéreo se

puede explicar en cierta medida por el grado de marginación que tiene la población en la zona de influencia de cada aeropuerto.

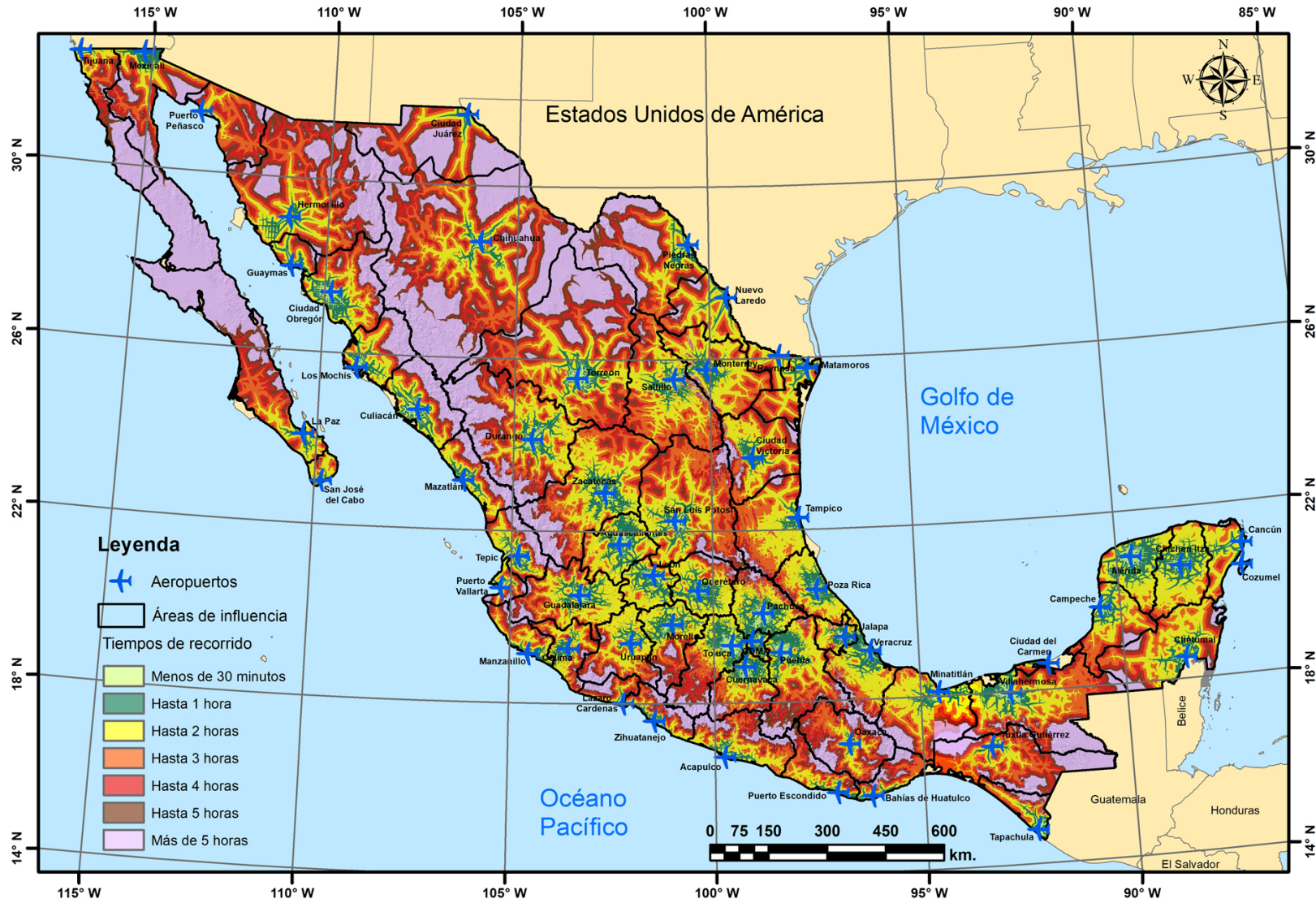
### 1.1.5. Cadena logística de las vacunas contra COVID-19 en México. Fase 1: las primeras cuatro etapas de vacunación

Con el fin de conocer las áreas de influencia de los aeropuertos utilizados para la distribución de vacunas contra la COVID-19 y proponer escenarios de mejora, en este estudio también se empleó el método de accesibilidad espacial y cálculo de tiempos de recorrido (IMT, 2021). Con el apoyo de un SIG se realizó el análisis del esquema logístico utilizado por la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), para la distribución de las vacunas y se estimaron los tiempos requeridos para alcanzar una cobertura total de la población del país. Posteriormente, se realizaron dos estimaciones más, la primera de ellas tomó en cuenta la accesibilidad espacial de todas las localidades del país, mientras que en la segunda el modelo consideró la ubicación de los aeropuertos como centros de distribución de las vacunas.

El primer modelo partió de estimar el cociente de la cantidad de habitantes por localidad entre el tiempo de accesibilidad a dicha localidad. Mientras mayor sea el valor, mejor es el resultado, dado que se estaría atendiendo a una mayor cantidad de personas por unidad de tiempo. En el segundo modelo se calculó el cociente de tiempo de accesibilidad a la localidad entre sus habitantes; mientras menor sea el valor, mejor es el resultado, puesto que se requiere de menos tiempo para ofrecer la vacuna a cada habitante. Cuando el alcance de la distribución está limitado por los límites políticos (escenario actual), la suma de los tiempos de distribución por habitante presenta el valor más alto. En cambio, cuando se consideran como límites de distribución las células de pertenencia de los mismos centros de distribución, la suma de los tiempos de distribución por habitante se reduce en poco más de 23 por ciento, en comparación con el caso actual. Si se incrementa el número de centros de distribución y se sigue considerando el alcance por célula de pertenencia, la reducción de la suma de los tiempos de distribución por habitante se reduce aún más, hasta en 27.5 por ciento; es decir, es un esquema más eficiente (véase mapa 1.2).

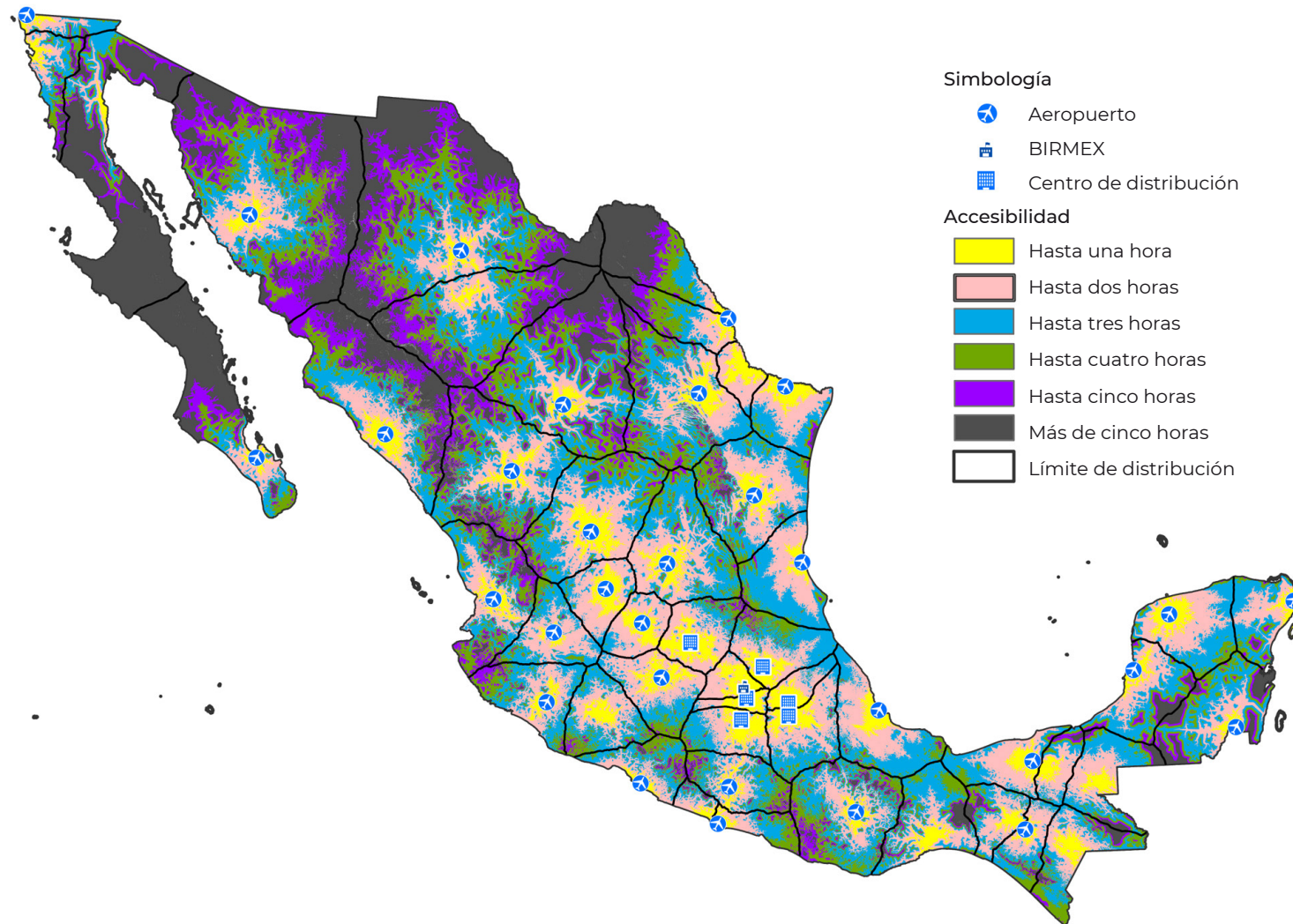
Mapa 1.1.

Isócronas de recorrido y áreas de influencia de los aeropuertos mexicanos en servicio nacional, 2020



■ Fuente: Herrera-García y González-Moreno (2019).

**Mapa 1.2.**  
Escenario tres. Escenario modificado (límites por células de pertenencia y más centros de distribución), 2021



■ Fuente: IMT (2022b).

## 1.2. Antecedentes internacionales

En esta sección se presenta la revisión de estudios realizados en Chile, Canadá, Nepal y el elaborado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), que considera una medición para México.

### 1.2.1. Asentamientos Humanos Rurales en Chile, clasificación comunal. Una aproximación desde el análisis espacial de la concentración y dispersión de la población

Desde 1999, con el fin de impulsar el desarrollo territorial y el proceso de descentralización, el Gobierno de Chile ha realizado un esfuerzo por reconocer y comprender la heterogeneidad del territorio. Prueba de ello, son los diversos estudios realizados bajo diferentes enfoques metodológicos, los cuales han ido evolucionando acorde a la información cartográfica y censal disponible y que han permitido constatar la existencia de regiones con diferentes grados de aislamiento, ya sea derivado de las condiciones geográficas, económicas o culturales y/o de las formas de ocupación del territorio.

En el último estudio, las comunas se clasifican según su sistema de asentamientos humanos rurales en torno a su municipio, con base en los niveles de accesibilidad, costos de traslado y la concentración o dispersión de la población (SUBDERE, 2020). En el análisis se toman en cuenta tres componentes. El primero, el índice de integración de la localidad donde se encuentra el municipio considera que el nivel de acceso que tenga un territorio a un conjunto de servicios mínimos es un factor determinante en la definición de su integración.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Mide un conjunto de variables de educación, salud y sucursales bancarias con relación a los centros políticos, urbanos y de bienes y servicios ofrecidos por el mercado en el país, midiendo la situación de cada una de las localidades en comparación a las otras con la finalidad de encontrar una medida de integración.

El segundo componente, el índice de localidades rurales en torno a donde se localiza el municipio, es una síntesis de los niveles de accesibilidad de las localidades hacia su sede comunal, donde se ejerce el gobierno local y donde se localizan preferentemente los servicios básicos. Su medición resulta del cociente entre la suma total de población ponderada de cada localidad rural, con el total de población en la comuna. En estos dos primeros componentes, el cálculo final se estima con base a los tiempos mínimos de desplazamiento de la localidad al municipio, a partir de un modelo econométrico de velocidades, que toma en cuenta el tipo de carpeta donde se mueve el vehículo, zonas geográficas, pendiente del tramo y su sinuosidad. La herramienta de cálculo de redes se basa en el algoritmo de rutas mínimas (Dijkstra y Ackermans, 2019), implementado en un SIG.

Finalmente, el tercer componente relativo al costo en combustible, es construido a partir del total de kilómetros (en vez de horas) que debe recorrer un vehículo a cada una de las localidades, es decir, es la suma de los kilómetros desde el municipio a todas las localidades.<sup>7</sup> Una vez establecidos los tres componentes se aplicó un método de clasificación de agrupamiento jerárquico. Se obtuvieron siete clases, siendo la categoría muy alta la que refleja la mayor dispersión de la población rural, bajos niveles de integración de servicios y costos altos de combustible.

Entre las principales aportaciones se destaca que es posible clasificar a las comunas utilizando patrones en los datos. Asimismo, al no ser un índice compuesto o multifactorial, permite analizar el comportamiento de las variables por separado en cada grupo. Por último, al agrupar las comunas, se pueden generar estrategias de intervención en el territorio.

<sup>7</sup> El rendimiento estándar es de 12 km/l.

### 1.2.2. Medición de la desigualdad de acceso. Modelado del aislamiento físico en Nepal

En Nepal, las mediciones tradicionales de distancia lineal o de análisis de redes simples no obtienen buenos resultados debido a la topografía tan accidentada del territorio, la diversidad ecológica, la cobertura y uso del suelo, el insuficiente mantenimiento de la infraestructura carretera, la poca o nula disponibilidad de transporte público y la escasez o inexistencia de datos que plantea un desafío adicional. Ante este contexto, se desarrolló una metodología que cuantifica de manera más precisa y generalizable la accesibilidad física (Banick y Kawasoe, 2019).

Para ello, se utiliza el método de análisis de Costo-Distancia y su corolario Costo-Tiempo, generando un modelo de costo de viaje a través de una superficie ráster que permite tener en cuenta la pendiente, así como varias modalidades de viaje y modificadores del tiempo. Con este procedimiento se calcula el tiempo mínimo de viaje a varias instalaciones (hospitales, instituciones financieras y sedes distritales) desde cualquier punto de Nepal.

Los modelos de distancia y tiempo fueron calculados en dos etapas. La primera corresponde al cálculo de la distancia, que considera la pendiente; las celdas ráster con pendientes de más de 30 grados adoptan rutas en zigzag y en consecuencia mayores longitudes. La segunda etapa corresponde al cálculo del tiempo de viaje, el modelo asigna velocidades de caminata, de acuerdo con el tipo de cobertura terrestre, a la red fluvial y velocidades de vehículos en carretera. El algoritmo prefiere las rutas de la red de carreteras cuando están disponibles.

Considerando que las lluvias fuertes durante la temporada de los monzones afectan drásticamente los tiempos en las carreteras convirtiendo a algunas áreas completamente inaccesibles, se realizó un modelo que calcula el tiempo en este periodo, modificando los tiempos de viaje de acuerdo con la superficie y el estado de la carretera.

Como paso final, se calcula el costo de cada celda ráster en unidades de tiempo, superponiendo las superficies de velocidad separadas fuera de la carretera y dentro de ella, seleccionando el valor más alto en cada celda. Esto aseguró que las velocidades basadas en vehículos se utilicen donde existen caminos y las velocidades para caminar se usen donde no existen caminos o el monzón degrada tanto los caminos que caminar es más rápido. Posteriormente, se calcula un tiempo genérico, dividiendo el costo de viaje de la celda por la velocidad de viaje de la celda, dando como resultado una superficie ráster, que con un algoritmo elige la ruta de menor tiempo de viaje.

La precisión y confiabilidad del resultado se probó y mejoró a través de consultas con profesionales y organizaciones familiarizadas con los patrones de viaje en diversos lugares. Sin embargo, para una validación adicional, se compararon los resultados del modelo con los tiempos de viaje informados en la encuesta de vulnerabilidad y riesgo de los hogares. Debido a su detalle, el modelo genera información útil en casi cualquier escala, así como un medio para generar estimaciones y compararlas entre áreas, además de que se pueden calcular y actualizar rápidamente a medida que se dispone de datos nuevos.

### 1.2.3. Medición del aislamiento y la accesibilidad. Un conjunto de índices para las comunidades canadienses

Su objetivo central fue construir un índice continuo de aislamiento aplicable a todas las comunidades y presentar un conjunto de medidas de accesibilidad a diferentes servicios (Alasia *et al.*, 2017). La metodología implementa un método basado en el principio de un modelo de gravedad, empleando medidas de distancia y aglomeración como entradas.

En este sentido, el índice de aislamiento está determinado por dos parámetros clave: la proximidad a todos los centros de

población<sup>8</sup> dentro de un radio determinado (accesibilidad diaria), y el tamaño de cada centro de población utilizado como *proxy* de aglomeración e indicador de la disponibilidad de servicios. El modelo da cuenta de todos los centros de población cercanos al punto de referencia, porque cada uno sería una ubicación potencial para los servicios (punto de suministro) que podrían ser utilizados por los residentes de las comunidades vecinas.

En cuanto al análisis de las medidas de accesibilidad a diferentes servicios, los ingresos brutos totales de establecimientos específicos (salud, servicios minoristas y servicios financieros y legales), representan la disponibilidad y el tamaño de la prestación de estos. En este caso, se utilizó la distancia de una subdivisión censal<sup>9</sup> a otra, debido a la mayor exactitud geográfica.

Para determinar la proximidad entre los puntos representativos de cada unidad territorial, se consideraron tres unidades de medida: distancia de la red, tiempo de viaje y costo de viaje. Sin embargo, dado que el índice de aislamiento pretendía reflejar las condiciones socioeconómicas de una comunidad, el costo del viaje se utilizó como medida común de proximidad para todas las subdivisiones censales. Los cálculos de los costos de viaje se basan en el costo de un individuo que se mueve entre dos lugares utilizando la opción más accesible y de menor costo. Para las comunidades conectadas por carreteras, el tiempo de viaje se generó con *Google Maps Distance Matrix* y se convirtió en costo de viaje utilizando coeficientes de conversión; para las que no estaban conectadas, el costo de viaje se generó en función de las opciones disponibles y de menor costo; donde no existe servicio regular (aéreo o barco), se utilizó un modelo lineal para convertir las distancias lineales en costos.

<sup>8</sup> Definidos como un área con al menos mil habitantes y una densidad de 400 o más personas por km<sup>2</sup>.

<sup>9</sup> Equivalente a municipio, siendo la unidad más utilizada en políticas o programas a nivel local.

En el índice de aislamiento, la matriz resultante contiene el costo de viaje entre los puntos representativos y los centros de población y un vector que contiene los recuentos totales de población de dichos centros. En las medidas de accesibilidad, una matriz contiene el tiempo de viaje entre puntos representativos y el vector incluye los ingresos brutos totales de las agrupaciones analizadas. Posteriormente, los resultados obtenidos se normalizan.

Entre los principales hallazgos del modelo se destaca la alta correlación entre el índice de aislamiento con las medidas de accesibilidad, lo que respalda la hipótesis de que el tamaño de la población puede usarse como un *proxy* confiable para la provisión de servicios. Por tanto, también podría utilizarse un índice de aislamiento para proporcionar una aproximación relativamente buena de la disponibilidad de servicios para la comunidad. Asimismo, este análisis ilustra los beneficios potenciales de combinar datos de fuentes estadísticas oficiales y no oficiales.

### 1.2.4. Tipología regional ampliada de la OCDE: El desempeño económico de las regiones rurales aisladas

La OCDE creó una tipología regional en función del porcentaje de población regional que vive en áreas rurales locales y en la existencia de centros urbanos importantes donde reside al menos 25 por ciento de dicha población (Brezzi *et al.*, 2011). Esta tipología resultó ser significativa para explicar las diferencias en el desempeño económico y del mercado laboral. No obstante, trabajos previos revelan que existe una gran heterogeneidad en el crecimiento económico entre las regiones rurales y consideran que la distancia a un centro de población podría ser un factor explicativo de estas diferencias. El estudio analiza el desempeño de regiones en Europa y América del Norte (Canadá, Estados Unidos y México), observando la dinámica demográfica, el empleo y el Producto Interno Bruto (PIB).

Las regiones rurales e intermedias son clasificadas como aisladas, cuando 50 por ciento de la población regional requiere al menos 60 minutos de tiempo de viaje en Norteamérica o 45 en Europa, para llegar a una ciudad con al menos 50 mil habitantes.<sup>10</sup> Si esta condición no se cumple, entonces estas regiones se clasifican como cercanas a una ciudad. La clasificación resultante consta de cinco categorías: predominantemente urbanas, intermedias cercanas a una ciudad, intermedia aislada, predominantemente rural cercana a una ciudad y predominantemente rural aislada.

Se realizó un mapa de densidad de población en formato ráster, donde cada celda corresponda a la población por kilómetro cuadrado. Para calcular los tiempos de viaje, es necesario contar con una red vial; se considera que, para los límites de velocidad asignados, la pendiente y el tráfico alrededor de las zonas urbanas son factores que pueden influir. Es por ello que se realiza un índice de pendiente como *proxy* de la influencia del terreno y la congestión (índice de densidad). La pendiente del terreno se calcula mediante un modelo digital de elevaciones.

En cuanto al índice de densidad, se asigna un valor a cada segmento de vía dependiendo el tipo al que pertenezca. Para ello, se considera que no hay tráfico fuera de las áreas urbanas, mientras que en ellas tiene un efecto mayor en vialidades secundarias que en principales. De esta manera, el cálculo de tiempo de viaje resulta de multiplicar la distancia de cada segmento de vía por el índice de pendiente y el índice de densidad dividido por la velocidad en ese segmento.

Finalmente se generan áreas de servicio que rodean a cada centro de población con al menos 50 mil habitantes, representadas por anillos concéntricos alrededor de las localidades. Así, una

región puede clasificarse como aislada o cercana a una ciudad calculando el porcentaje de personas que viven dentro del marco de tiempo específico.

Un 17 por ciento de la población en América del Norte vive en regiones rurales aisladas, con variaciones entre países, 57 en Canadá, 27 en México y 11 por ciento en Estados Unidos. En Europa es significativamente menor, con solo cinco.

Los ejemplos reseñados dan un panorama del amplio horizonte de estudios, aplicaciones y metodologías en torno a la accesibilidad y cómo se contribuye a entender el espacio geográfico y la gestión del territorio. En este contexto, la presente obra, crisol de aportes y experiencias de investigación en la temática de la accesibilidad-aislamiento geográfico, contribuye con los programas y acciones orientados al mejoramiento de las condiciones de vida y el bienestar de la población en México.

<sup>10</sup> Un panel de expertos estableció que estos centros de población podrían considerarse lo suficientemente “grandes” para proporcionar el conjunto de beneficios derivados de las economías de aglomeración aprovechables por las regiones intermedias y rurales.



## 2 Marco de referencia

### 2.1. Naturaleza y componentes de la accesibilidad

Históricamente, el concepto de accesibilidad ha ocupado un lugar central en los estudios de transporte y desarrollo urbano-regional, como factor locacional que contribuye de manera importante al crecimiento económico y al bienestar. Hoy día, la creciente extensión y complejidad de los sistemas de transportes y asentamientos humanos, y su impacto sobre la calidad de vida, ha llevado al análisis de la accesibilidad a trascender las consideraciones basadas exclusivamente en la movilidad de personas y mercancías, para abordar cada vez más sus implicaciones de tipo económico, social y ambiental.

La accesibilidad es un concepto ampliamente utilizado en varias áreas del quehacer científico y el desarrollo, sin embargo, no existe una definición de accesibilidad universalmente reconocida. Varios autores han propuesto distintas definiciones e indicadores desde diferentes perspectivas (Baradaran y Ramjerdi, 2001), entre las que destacan las que enfatizan el papel de esta como una potencialidad territorial, cuyos valores son resultado del complejo sistema de actividades humanas (Moya-Gómez y García-Palomares, 2015).

Algunas de las contribuciones más conocidas definen la accesibilidad como “el potencial de oportunidades de interacción” (Hansen, 1959), “la facilidad con la que se puede llegar a cualquier actividad de uso del suelo desde un lugar (determinado) utilizando un particular sistema de transporte” (Dalvi, 1978), y como “la oportunidad que tiene un individuo ubicado en un lugar determinado

de participar en una actividad particular o en un conjunto de actividades” (Takuriah, 2001).

De acuerdo con Geurs y van-Wee (2004), la accesibilidad debe relacionarse con el papel que desempeñan los sistemas de transporte y uso del suelo en la sociedad y que proporcionan a los individuos o grupos de individuos la oportunidad de participar en actividades situadas en diferentes localizaciones. Centrándose en el transporte de pasajeros, definen la accesibilidad como “la medida en que los sistemas de transporte y uso del suelo permiten a (grupos de) individuos alcanzar actividades o destinos mediante un(a) (combinación de) modo(s) de transporte”; estableciendo además, una diferencia entre los términos “acceso” y “accesibilidad”. El primero para referirse a la perspectiva de la persona y el segundo reservado a la perspectiva de la ubicación.

En este sentido, Harris (2001) sostiene que las medidas de accesibilidad más útiles y significativas son las que proporcionan una visión sinóptica de las cualidades de la ubicación que resultan de la influencia de factores no locales. Propone una aproximación a una visión normativa de cómo el término accesibilidad debe ser definido y usado, basada en la idea de esta como un promedio móvil ponderado de acceso a destinos u “oportunidades”. Para este autor, la accesibilidad no es un atributo o propiedad intrínseca de las personas ni de las actividades, sino una cualidad de los lugares que varía de un sitio a otro, independientemente de cualquier condición local, excepto de las conexiones con el resto de la región. En esencia, la accesibilidad es resultado de la combinación de la distribución espacial de las actividades propiamente especi-

ficadas de una región, de los costos de los medios de interacción, de la disposición supuesta o capacidad real de las personas para emplear dichos medios y de la separación o distancia de los lugares de origen con respecto a los lugares de la actividad objetivo a la cual se accede.

En una revisión amplia de la literatura sobre las medidas de accesibilidad, Geurs y Ritsema van Eck (2001) identifican cuatro componentes fundamentales de la accesibilidad: i) el sistema de uso del suelo, ii) el sistema de transporte, iii) el componente temporal y iv) el componente individual. El sistema de uso del suelo comprende la localización y características de las oportunidades ofrecidas en cada destino; la ubicación y características de la demanda situada en los lugares de origen; así como el encuentro y la eventual competencia entre la oferta y la demanda de oportunidades en el espacio.

El sistema de transporte abarca su oferta, esto es, la localización y características de la infraestructura; la demanda tanto de

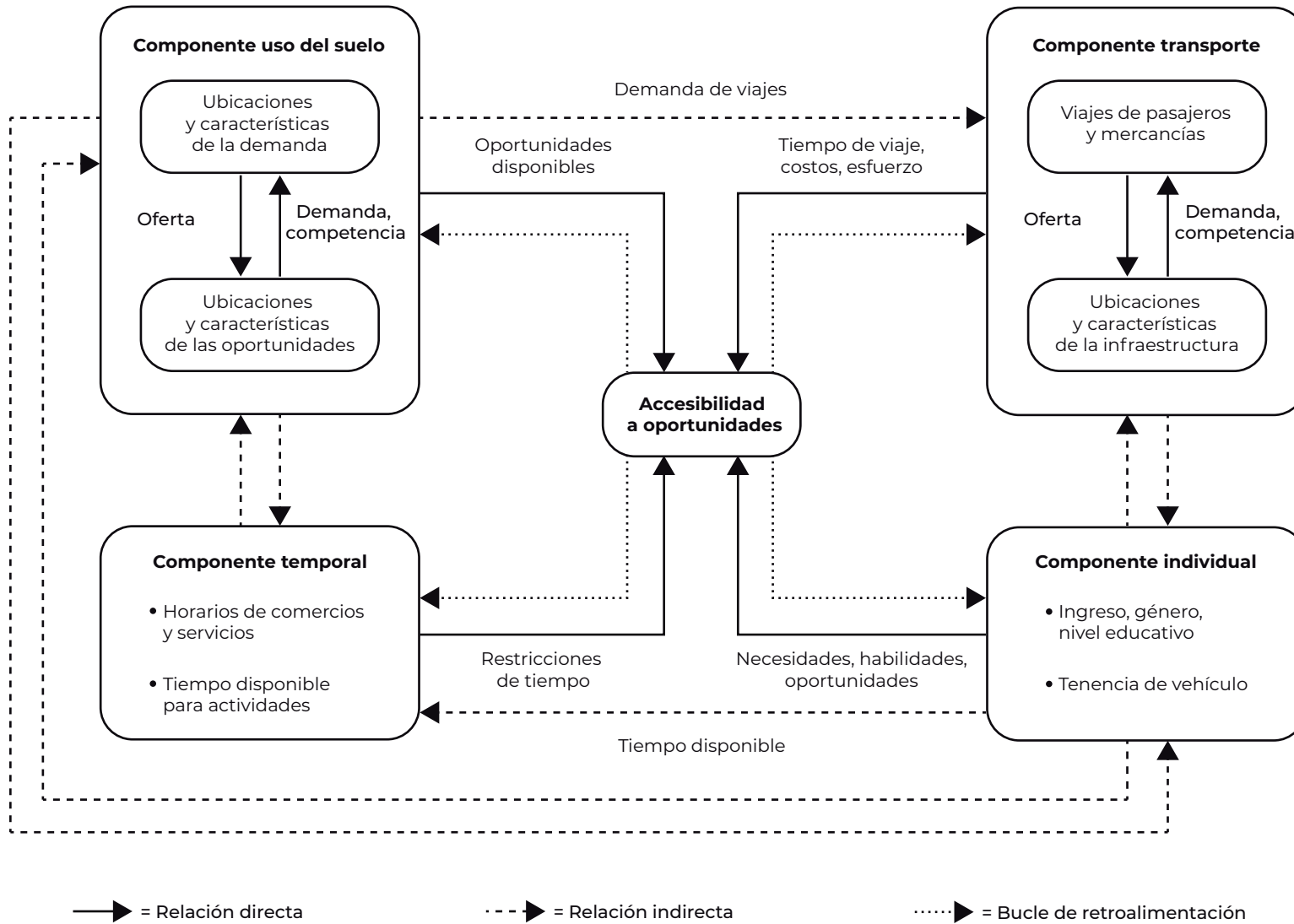
pasajeros como de mercancías; y el encuentro entre la oferta y la demanda reflejado en el tiempo de viaje, costo y esfuerzo invertido para viajar entre un origen y un destino determinados utilizando un particular modo de transporte.

El componente temporal refleja las limitaciones temporales, tales como la disponibilidad de oportunidades en diferentes momentos o lapsos del día, semana, estación o año; así como el tiempo disponible para que las personas participen en actividades de distinta naturaleza, es decir, obligatorias y opcionales.

El componente individual refleja las características de la persona (necesidades, habilidades y oportunidades) que influyen en su nivel de acceso a los modos de transporte y a las oportunidades espacialmente distribuidas, las cuales pueden influir fuertemente en el resultado agregado de la accesibilidad total de una región.

La figura 2.1 muestra las relaciones entre estos componentes y la accesibilidad, así como las relaciones entre los componentes mismos.

**Figura 2.1.**  
Relaciones entre los componentes de la accesibilidad



■ Fuente: Geurs y van-Wee (2004).

## 2.2. Perspectivas fundamentales y medidas de accesibilidad

Idealmente, una medida completa de accesibilidad debería ser sensible a los cambios en los sistemas de transporte y uso del suelo y a las restricciones temporales, además de considerar las características individuales de los usuarios. Sin embargo, el conjunto de estos requisitos conllevaría a un nivel de complejidad teórica e instrumental difícil de alcanzar en la práctica. En consecuencia, diferentes situaciones y propósitos requieren de distintas medidas de accesibilidad.

Retomando a Baradaran y Ramjerdi (2001), es posible emplear varios indicadores de accesibilidad para describir y sintetizar las características de la infraestructura física (p. ej., la accesibilidad de ciertos enlaces de la red, o de un modo o modos específicos de transporte). Estos indicadores convencionales, a menudo denominados como objetivos o de proceso, reflejan el nivel de servicio de la red de infraestructura desde la perspectiva de la oferta, independientemente de su utilización. Del otro lado, la importancia de reconocer la accesibilidad percibida por los individuos como el verdadero determinante del desempeño, es enfatizada por varios investigadores, bajo el argumento de que la prueba real del acceso radica en el uso de los servicios. Esta diferencia fundamental da lugar a una primera clasificación de indicadores de accesibilidad en dos grupos de medidas: las que abordan el lado de la oferta y las percibidas que representan el comportamiento.

Además de los fundamentos teóricos en que descansan, las medidas de accesibilidad difieren en la complejidad de su construcción y requerimientos de información. En general, las más simples son fáciles de entender y de calcular, son menos demandantes de información, pero presentan fuertes limitaciones para abordar adecuadamente el tema de la accesibilidad de una manera teóricamente sólida, esto es, que tomen en cuenta sus cuatro componentes. Por lo tanto, en las investigaciones empíricas la elección de una medida adecuada de accesibilidad depende del

objetivo del estudio, pero también de la complejidad de los modelos empleados y de la disponibilidad de información.

En función de los objetivos de los estudios, componentes y elementos de la accesibilidad que son tomados en cuenta, Geurs y van-Wee (2004) identifican cuatro perspectivas básicas: i) medidas basadas en la infraestructura, ii) medidas basadas en la ubicación, iii) medidas basadas en la persona y iv) medidas basadas en la utilidad.

Las medidas basadas en la ubicación, como “el número de empleos dentro de un tiempo determinado de viaje respecto de las ubicaciones de origen” analizan la accesibilidad de los lugares; esto es, describen, por lo general a un nivel macro, el nivel de accesibilidad de las actividades espacialmente distribuidas. Medidas más complejas de este tipo que incorporan explícitamente el efecto de la competencia, como las de accesibilidad potencial y las basadas en modelos gravitacionales, son consideradas más efectivas y son frecuentemente usadas en evaluaciones sociales, económicas, de planeación urbana y estudios geográficos. Estas también pueden ser calculadas con la información disponible y los modelos actuales de transporte y uso del suelo. Sin embargo, tienen fuertes limitaciones para tratar los componentes temporal e individual de la accesibilidad.

Las medidas basadas en la persona, como “las actividades en las que un individuo puede participar en un tiempo determinado” analizan la accesibilidad a este nivel, incorporando restricciones espaciales y temporales. Tienen su fundamento en la geografía del espacio-tiempo de Hägerstrand (1970), que mide las limitaciones en la libertad de acción del individuo en el ambiente constituido por la localización y duración de las actividades obligatorias, el tiempo destinado para actividades opcionales y la velocidad de viaje proporcionada por el sistema de transporte. Si bien tienen grandes ventajas teóricas, derivadas de su enfoque explícitamente desagregado, el cual incorpora los efectos contextuales asociados a las actividades y que no son tomados en cuenta por las medidas tradicionales de accesibilidad basadas en la ubicación, también

presentan limitaciones importantes para tratar los efectos de la competencia, además de fuertes dificultades para su operacionalización y comunicación derivadas, entre otros, de sus grandes requerimientos de información detallada sobre las actividades y los viajes a nivel individual, por lo que sus aplicaciones a menudo se restringen a áreas relativamente pequeñas o a subpoblaciones específicas y sus resultados difícilmente se pueden agregar para evaluar la accesibilidad de una población y/o de toda una región.

Las medidas fundamentadas en la utilidad, como la suma logarítmica basada en el modelo *logit* multinomial y las basadas en modelos de entropía doblemente restringidos (i.e., en los orígenes/demanda y en los destinos/oferta), se fundamentan en la teoría económica de la utilidad para modelar el comportamiento de los viajes y los beneficios de los diferentes usuarios del sistema de transporte. Estas consideran a la accesibilidad como el resultado de un conjunto de elecciones de transporte y analizan los beneficios que las personas obtienen derivados del acceso a las actividades espacialmente distribuidas. Si bien, su estado actual tiene una fuerte consistencia teórica, con excepción de su capacidad limitada para tratar las restricciones temporales, su principal desventaja radica en la difícil interpretación y comunicación para los planificadores

y tomadores de decisiones, sin necesidad de recurrir a explicaciones fundamentadas en teorías complejas. En contraparte, la ventaja más importante de estas medidas es su poder de aplicación en evaluaciones económicas y sociales, tanto de proyectos de transporte como de uso del suelo.

En resumen, existe una compensación o relación inversa entre la facilidad de operacionalización, interpretación y comunicación de las medidas de accesibilidad, por un lado, y la solidez teórico-metodológica de las mismas, por el otro. Las medidas basadas en la infraestructura son relativamente fáciles de calcular e interpretar, pero son menos útiles para evaluar los impactos en la accesibilidad derivados de los cambios en el transporte y el uso del suelo. Por su parte, las medidas basadas en la ubicación, la actividad y la utilidad cuentan con un mejor fundamento teórico y con mejoras metodológicas importantes, aún cuando en la práctica son menos fáciles de implementar e interpretar. De hecho, la revisión de la literatura muestra que no existe una mejor medida de accesibilidad como tal. Cada medida tiene sus ventajas y desventajas teóricas y prácticas y su elección por lo tanto depende de los objetivos de los estudios y de los modelos y la información disponible para su implementación.