



INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

Metodología para determinar la accesibilidad geográfica de las poblaciones de México

Jonatan Omar González Moreno
Miguel Ángel Backhoff Pohls
Elsa María Morales Bautista
Juan Carlos Vázquez Paulino

Publicación Técnica No. 698
Sanfandila, Qro.
2022

ISSN 0188-7297

Esta investigación fue realizada -en coautoría con el Consejo Nacional de Población (CONAPO) y el Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial (CentroGeo)- en la Unidad de Sistemas de Información Geoespacial (USIG) adscrita a la Coordinación de Estudios Económicos y Sociales del Transporte, por el M. en C. Jonatan Omar González Moreno y el M. en Geog. Miguel Ángel Backhoff Pohls, investigador titular y jefe de la USIG respectivamente; asimismo contó con la colaboración de los investigadores M. en S.I. Elsa María Morales Bautista, y Lic. Juan Carlos Vázquez Paulino.

Este trabajo es el producto final del proyecto de investigación interna OI-07/21: Análisis Geoespacial de las condiciones de ubicación y movilidad de la población como determinantes de la accesibilidad - aislamiento geográfico del sistema de localidades de México.

Se agradecen los comentarios, sugerencias y aportaciones al desarrollo del proyecto de la Dra. Gabriela Cruz González, encargada de la Coordinación de Estudios Económicos y Sociales del Transporte.

Contenido

Índice de figuras	v
Índice de tablas	vii
Sinopsis.....	ix
Abstract	xi
Resumen ejecutivo	xiii
Introducción.....	1
1. Marco de referencia. Estudios y proyectos.....	3
1.1 Antecedentes nacionales	3
1.1.1 Centros Proveedores de Servicios. Una estrategia para atender la dispersión de la población.....	4
1.1.2 La condición de ubicación geográfica de las localidades menores a 2 500 habitantes en México	5
1.1.3 El grado de accesibilidad a carretera pavimentada	6
1.1.4 Modelo de demanda de la actividad aérea en México	7
1.1.5 Cadena logística de las vacunas contra COVID-19 en México. Fase 1: las primeras cuatro etapas de vacunación	10
1.1.6 Diagnóstico del transporte aéreo comercial en el estado de Oaxaca.....	13
1.2 Antecedentes internacionales	15
1.2.1 Asentamientos Humanos Rurales en Chile, clasificación comunal. Una aproximación desde el análisis espacial de la concentración y dispersión de la población.....	15
1.2.2 Medición de la desigualdad de acceso. Modelado del aislamiento físico en Nepal.....	16
1.2.3 Medición del aislamiento y la accesibilidad. Un conjunto de índices para las comunidades canadienses	18
1.2.4 Tipología regional ampliada de la OCDE: El desempeño económico de las regiones rurales aisladas.....	20
2 Marco teórico-conceptual	23

2.1	Definición operativa y componentes de la accesibilidad	23
2.2	Fundamentos, elementos y medidas de accesibilidad	25
3	Modelo analítico geoespacial para la determinación del grado de accesibilidad	29
3.1	Justificación.....	29
3.2	Objetivo general	30
3.2.1	Objetivos específicos.....	30
3.3	Fuentes de datos y métodos	31
3.3.1	Universo de estudio	31
3.3.2	Especificación geocartográficas de los orígenes y los destinos	31
3.3.3	Red Nacional de Caminos 2020	34
3.3.3.1	Desarrollo y estructura de la RNC.....	36
3.3.3.2	Aportes y aplicaciones de la RNC	39
3.3.4	Determinación del tiempo de viaje.....	40
3.3.4.1	Factor de pendiente	41
3.3.4.2	Factor de tráfico o congestión	41
3.3.4.3	Tiempo ponderado de viaje	42
3.3.5	Análisis origen-destino.....	43
3.3.6	Tiempo combinado de viaje y grado de accesibilidad de las localidades a centros urbanos	48
4	Resultados por niveles de agregación	51
4.1	Análisis de localidades y población.....	51
4.2	Análisis por entidad federativa y municipio	56
	Conclusiones.....	63
	Bibliografía	65

Índice de figuras

Figura 1.1 Imagen que ilustra el libro: La condición de ubicación geográfica de las localidades menores a 2 500 habitantes en México.....	6
Figura 1.2 Mapa de Isócronas de recorrido y áreas de influencia de los aeropuertos mexicanos en servicio nacional.....	8
Figura 1.3 Mapa de Isócronas de recorrido y áreas de influencia de los aeropuertos mexicanos en servicio internacional.....	9
Figura 1.4 Escenario actual, donde el alcance de la distribución está limitado por los límites político territoriales.....	11
Figura 1.5 Escenario dos. Escenario modificado por los límites de células de pertenencia.....	12
Figura 1.6 Escenario tres. Escenario modificado por límites de células de pertenencia y mayor número de centros de distribución.....	12
Figura 1.7 Escenario uno. Isócronas de recorrido de los aeropuertos del estado de Oaxaca y circundantes (servicio nacional, sin Ixtepec).....	13
Figura 1.8 Escenario uno. Isócronas de recorrido de los aeropuertos del estado de Oaxaca y circundantes (servicio nacional, con Ixtepec).....	14
Figura 2.1. Relaciones entre los componentes de la accesibilidad.....	25
Figura 3.1. Esquema metodológico para el análisis de la accesibilidad de las localidades.....	34
Figura 3.2 Características y atributos de la RNC.....	37
Figura 3.3 Conectividad topológica y estructurada para ruteo.....	38
Figura 3.4 Cartografía de gran escala y multitemática.....	39
Figura 3.5 Publicación y descarga en Internet de productos derivados de la RNC40	
Figura 3.6 Mapa de la República Mexicana. Grado de accesibilidad hacia localidades destino de 100 mil habitantes y más (tipo A).....	46
Figura 3.7 Mapa de la República Mexicana. Grado de accesibilidad hacia localidades destino de 25 mil habitantes y más (tipo B).....	46

Figura 3.8 Mapa de la República Mexicana. Grado de accesibilidad hacia localidades destino de 10 mil habitantes y más (tipo C).....	47
Figura 3.9 Mapa de la República Mexicana. Grado de accesibilidad hacia localidades destino de 2 500 habitantes y más (tipo D)	47
Figura 3.10 Mapa de la República Mexicana. Grado de accesibilidad de las localidades a centros urbanos.....	49
Figura 4.1 Mapa de la República Mexicana. Porcentaje de población con muy bajo grado de accesibilidad por municipio, 2020	59
Figura 4.2 Mapa de la República Mexicana. Porcentaje de localidades con muy bajo grado de accesibilidad por municipio, 2020	60
Figura 4.3 Mapa de la República Mexicana. Grado de accesibilidad por municipio, 2020	61

Índice de tablas

Tabla 1.1 Resumen de los resultados obtenidos para cada uno de los tres escenarios considerados.....	10
Tabla 3.1 Coeficientes del factor pendiente	41
Tabla 3.2. Coeficientes del factor de tráfico o congestión	42
Tabla 3.3. República Mexicana. Número de localidades y población por entidad federativa según condición de localización en la RNC, 2020	45
Tabla 3.4 República Mexicana. Número de localidades y población según grado de accesibilidad, 2020	49
Tabla 4.1 República Mexicana. Localidades y población según cuatro tamaños de localidad, 1990, 2000, 2010 y 2020.....	51
Tabla 4.2 República Mexicana. Número de localidades y población por entidad federativa,.....	53
Tabla 4.3 República Mexicana. Número de localidades y población por tamaño de localidad y grado de accesibilidad 2020	55
Tabla 4.4 República Mexicana. Porcentaje de localidades por grado de accesibilidad por entidad federativa, 2020	57
Tabla 4.5 República Mexicana. Porcentaje de población por grado de accesibilidad por entidad federativa, 2020	58

Sinopsis

El propósito de este trabajo es 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 diferentes 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, cuya versatilidad permite la definición del grado de accesibilidad en cinco categorías.

Con este indicador es posible cuantificar el número de población y de localidades de acuerdo a su ubicación respecto a determinados centros urbanos definidos por su tamaño de población, 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 sociodemográficos; inclusive, los resultados de los tiempos de traslado permiten transformar dicha información en diferentes escalas geográficas de agregación, como por ejemplo a nivel municipal o regional.

Abstract

The purpose of this work is the design of a geospatial analysis model that allowed estimating the travel times of the population settled in the localities of Mexico to different urban centers, as a way to establish parameters of care towards the most vulnerable human settlements and with less access to goods and services. Among its main contributions is the construction of a summary indicator of the population's transfer times to urban centers, and whose versatility allows the definition of the degree of accessibility in five categories.

With this indicator, it is possible to quantify the number of population and localities according to their location regarding to certain urban centers defined by their population size, in terms of a time value —minutes or hours— or by an ordinal value. In turn, it is possible to cross-reference information with multiple socioeconomic variables to assess the incidence of accessibility and isolation in various sociodemographic contexts; even, the results of the transfer times allow transforming said information in different geographic scales of aggregation, such as at the municipal or regional level.

Resumen ejecutivo

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 está estructurado por tres ejes generales agrupados en tres temáticas: 1) Justicia y Estado de Derecho, 2) Bienestar y 3) Desarrollo económico. Asimismo, se detectaron tres temas comunes a los problemas públicos que fueron identificados y se definieron tres ejes transversales: 1) Igualdad de género, no discriminación e inclusión; 2) Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública; 3) Territorio y desarrollo sostenible. “Estos tres ejes se refieren a las características que agudizan los problemas a los que se enfrenta México y cuya atención deberá estar presente en todo el proceso que siguen las políticas públicas, es decir, desde su diseño hasta su implementación en el territorio por el Gobierno de México¹”.

Respecto al primer eje transversal: Igualdad de género, no discriminación e inclusión, el PND “parte de un diagnóstico general donde se reconocen las desigualdades que existen por motivos de sexo, género, origen étnico, edad, condición de discapacidad y condición social o económica, así como las desigualdades territoriales. La eliminación o reducción de las mismas, requiere de un proceso articulado en la planeación, el diseño, la implementación, el monitoreo y la evaluación de las políticas, programas y acciones de todos los sectores, ámbitos y territorios, con perspectiva de género, no discriminación, de ciclo de vida, de interculturalidad y de desarrollo territorial. Todo lo anterior, sin dejar a nadie atrás²”.

En cuanto a los ejes generales, el Objetivo 2.11 del *eje 2: Bienestar*, trata sobre “Promover y garantizar el acceso a un trabajo digno, con seguridad social y con accesibilidad, a través de la capacitación en el trabajo, el diálogo social, la política de recuperación de salarios y el cumplimiento de la normatividad laboral, con énfasis en la población en situación de vulnerabilidad³”.

¹ Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, p. 28

² *Ibidem.*, p. 34

³ *Ibidem.*, p. 125

El Objetivo 3.2 del *eje 3: Desarrollo económico*, trata sobre “Propiciar un ambiente que incentive la formalidad y la creación de empleos y que permita mejorar las condiciones laborales para las personas trabajadoras⁴”.

Por su parte, el Plan Sectorial de Comunicaciones y Transportes (PSCT) 2020-2024, acorde con el *Apartado III: Economía* del PND 2019-2024 dentro del rubro denominado “Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo”, señala que el sector público fomentará la creación de empleos, mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura. Es en este sentido, que va encaminada la presente investigación.

El trabajo se organiza en cuatro apartados y un anexo cartográfico. En el primer capítulo se aborda como marco de referencia las experiencias brindadas por estudios y trabajos previos realizados por el IMT y el CONAPO, así como otras instituciones gubernamentales, además de ejemplos internacionales en la materia en el tema de accesibilidad, lo cual sirve para dimensionar las diferencias teóricas, técnicas y complementariedades de las herramientas elaboradas con el presente trabajo. En el segundo apartado se desarrolla el marco teórico-conceptual que sustenta esta investigación, en donde se revisa el concepto de accesibilidad, así como sus diferentes perspectivas teóricas y metodológicas. El tercer acápite se expone y describe el desarrollo del modelo analítico de análisis geoespacial que permitió estimar los tiempos de traslado y el grado de accesibilidad para el sistema nacional de las localidades de México, así como la distribución espacial de los tiempos de viaje de las localidades hacia los cuatro tipos de destinos y hacia centros urbanos, mediante el grado de accesibilidad. En el capítulo cuatro se muestran los principales resultados derivados del estudio de accesibilidad, tanto a nivel nacional como estatal y municipal, así como una serie de análisis sobre accesibilidad de distintos indicadores sociodemográficos de interés, como marginación, población indígena y afrodescendiente y embarazo adolescente. Finalmente, en un 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.

⁴ *Ibidem.*, p. 144

Introducción

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.

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 espacios geográficos, así como en la planeación física, estratégica y en el modelado espacial (Geurs, K., Ponce-Dentinho, T.; y Patuelli, 2016; Geurs, K. y van-Wee, 2004). Este atributo incide en diversos ámbitos, como el crecimiento económico, el desarrollo social, las dinámicas urbanas y demográficas, hasta en la formulación y evaluación de políticas públicas (Brezzi et al., 2011; Dijkstra et al., 2019; Rozenberg y Fay, 2019). Sus principales aportes refieren al desarrollo de herramientas para entender y analizar la equidad y la eficiencia de las políticas y proyectos urbanos y de transporte (Geurs, K., Ponce-Dentinho, T.; y Patuelli, 2016), cuyos impactos se relacionan de múltiples formas con el bienestar de las personas.

El estudio y la medición de la accesibilidad es un campo ampliamente diverso, tanto en lo metodológico como en lo teórico, que incide tanto en la planificación y el ordenamiento territorial, como en los diversos ámbitos incluido el desarrollo, el crecimiento económico, las dinámicas urbanas, y demográficas, hasta en la evaluación de políticas públicas (Brezzi et al., 2011; Dijkstra et al., 2019; Rozenberg & Fay, 2019). Sus principales aportes refieren al desarrollo de herramientas para entender y analizar la equidad y la eficiencia de las políticas y proyectos regionales, urbanos y de transporte (Geurs, K., Ponce-Dentinho, T. y Patuelli, 2016), cuyos impactos se relacionan de múltiples formas con el bienestar de las personas.

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 et al., 2019; Rozenberg & Fay, 2019).

Es tal su importancia que la accesibilidad forma parte de instrumentos internacionales, regionales y nacionales de desarrollo, como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas ONU, 2015), el Consenso de Montevideo

sobre Población y Desarrollo (CEPAL, 2013), así como el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (Gobierno de México, 2019) y de diversos planes instrumentales 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 las directrices para mejorar las condiciones de vida de la población a través del acceso a una mayor diversidad de bienes y servicios. En ellos, básicamente se establece, entre otras cosas, 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.

En este contexto, el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 en dos de sus tres ejes, se establecen vínculos con la accesibilidad, como factor que determina inequidades sociales y económicas. En el eje “Política social” se promueve la construcción de un país con bienestar, con una intervención estatal que modere las enormes desigualdades sociales y el impulso al desarrollo sostenible. En tanto, en el eje de “Economía” se considera detonar el crecimiento, impulsar la reactivación económica, la construcción de caminos rurales, la realización de proyectos regionales, entre otros (Gobierno de México, 2019)⁵.

Bajo este marco, el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) promueve el desarrollo de estudios y modelos que apoyen a la planeación de una adecuada distribución territorial de la población y sus modos de transporte, 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 mediante la colaboración con el Consejo Nacional de Población (CONAPO) y el Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial (CentroGeo), con el objetivo de ofrecer una serie de herramientas para la planeación que aporten a la toma de decisiones y al diseño de políticas, programas y acciones sociales de atención a la población, de acuerdo a sus necesidades derivadas del grado de accesibilidad a centros urbanos.

⁵ Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, p. 28

1. Marco de referencia. Estudios y proyectos

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, a continuación, 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 IMT, el CONAPO⁶, así como por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

⁶ Por medio de su Secretaría General, el CONAPO tiene como objetivo contribuir a asegurar que las personas participen justa y equitativamente de los beneficios del desarrollo económico y social, mediante la regulación de los fenómenos que afectan a la población en cuanto a su volumen, estructura, dinámica y distribución territorial (CONAPO, 2022a). Asimismo, 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).

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 disponen, puedan, con incrementos pequeños de servicios básicos, atender las necesidades de las personas que residen 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 al menos entre 100 y 2 500 habitantes, ubicarse a una distancia máxima de tres kilómetros de una carretera pavimentada y contar con cierta 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*,⁷ 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.

⁷ 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.

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 Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en 2016 (CONAPO et al., 2016).⁸ Explora el ámbito rural y la accesibilidad geográfica como un factor fundamental para explicar la desigualdad territorial de la sociedad mexicana. Su objetivo principal fue determinar la condición de ubicación geográfica de las localidades menores de 2 500 habitantes, con la finalidad de cuantificar a la población e identificar 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.

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; siendo esta una expresión de la centralidad⁹ de las ciudades.

Los elementos fundamentales para medir la accesibilidad de las localidades son las áreas urbanizadas clasificadas en primarias y secundarias, en función del número de habitantes y de la cantidad y variedad de equipamiento del que disponen; y las carreteras pavimentadas de al menos de dos carriles, con la finalidad de asegurar su transitabilidad todo el año. Con estos elementos y el uso de una herramienta SIG, se aplicó el algoritmo denominado *Cost Distance* para calcular áreas de influencia, de tal manera que la distancia tomase en cuenta la configuración del terreno (pendiente) asignando a cada elemento diferentes umbrales. Finalmente, se contabilizaron y ubicaron las localidades en alguna de las categorías establecidas, siendo estas mutuamente excluyentes. Por lo tanto, la categoría aislada corresponde a aquellas localidades ubicadas a más de cinco kilómetros de una ciudad (área urbanizada primaria), a más de 2.5 kilómetros de una localidad mixta (área urbanizada secundaria) y a más de tres kilómetros de una carretera pavimentada.

⁸ Constituye una mejora en cuanto a la técnica utilizada para medir la distancia y por llevarse a cabo de manera interinstitucional.

⁹ 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).

El resultado destacable es que siete millones de personas (6.3 % del total) residía en 79 mil asentamientos aislados, equivalentes a 42 % de las localidades rurales mexicanas.



Figura 1.1 Imagen que ilustra el libro: La condición de ubicación geográfica de las localidades menores a 2,500 habitantes en México.

Fuente: <https://www.gob.mx/imt/documentos/la-condicion-de-ubicacion-geografica-de-la-localidades-menores-a-2500-habitantes-en-mexico> ISBN: 978-607-427-288-8

1.1.3 El grado de accesibilidad a carretera pavimentada

Es un indicador elaborado por el CONEVAL (2021)¹⁰ que agrupa elementos de naturaleza geográfica y relacional, alude a escalas de agregación superiores al hogar y al individuo y forma parte del espacio del contexto territorial en la medición multidimensional de la pobreza. Menciona como antecedentes tres indicadores

¹⁰ La Ley General de Desarrollo Social establece en su artículo 36 que el CONEVAL es el órgano responsable de determinar los lineamientos y criterios para la definición, identificación y medición de la pobreza (DOF, 2004.). La metodología de la medición multidimensional de la pobreza considera tres espacios: bienestar económico, derechos sociales y contexto territorial. En 2013, se incorporó un nuevo indicador a los ocho existentes, denominado “Grado de accesibilidad a carretera pavimentada”, calculado a nivel localidad (CONEVAL, 2021).

elaborados por instituciones gubernamentales: el grado de accesibilidad propuesto por la Secretaría de Desarrollo Social (hoy Secretaría de Bienestar), la condición de ubicación geográfica diseñada por IMT, CONAPO, y SIAP y la proporción de la población rural que vive a menos de dos kilómetros de una carretera transitable todo el año del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Bajo el esquema de la accesibilidad como un concepto multidimensional, el grado de accesibilidad a carretera pavimentada (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 para el desplazamiento que se refleja en la distancia. En el segundo componente, con base en la información “Infraestructura y Características Socioeconómicas de las localidades con menos de 2 500 habitantes”, se clasifican las localidades de tal manera que refleje la dificultad o no para hacer uso del medio de transporte público. En el tercer y último componente, para obtener los tiempos de desplazamiento, 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 de traslado calculado desde las localidades hacia los centros de servicios se interpola a través de la técnica “Distancia inversa ponderada”, dando como resultado áreas de servicio, también llamadas áreas isócronas que reflejan el tiempo de recorrido hacia los centros de servicios.

Los resultados de los tres componentes permiten catalogar a las localidades en grados de accesibilidad desde una perspectiva multidimensional. 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.

Se identificó que 40.1% 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, pero en términos demográficos, en ellas residen 6.2 millones de personas, lo que representa 4.9 % del total nacional.

1.1.4 Modelo de demanda de la actividad aérea en México

En este estudio de caso, la USIG aplicó un método de accesibilidad espacial para establecer un modelo de demanda de la actividad aérea en México, con base en el

En los mapas 1.2 y 1.3 se muestran las isócronas de recorrido resultantes, donde se tomaron como objetivo a cada uno de los aeropuertos mexicanos. En el primer mapa se muestra el caso de los servicios nacionales y en el segundo los internacionales. 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 %. En ambos casos, cuando se considera hasta el rango de dos horas, el porcentaje sube a 90 y 82 %, respectivamente.

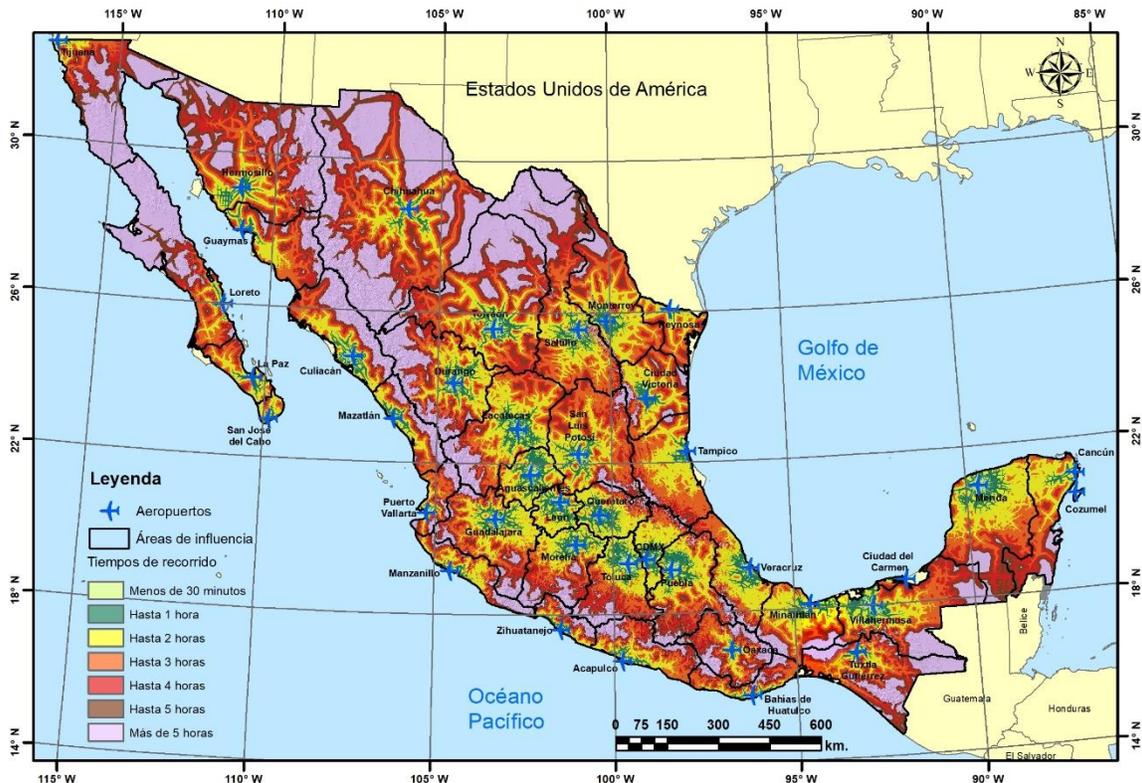


Figura 1.3 Mapa de Isócronas de recorrido y áreas de influencia de los aeropuertos mexicanos en servicio internacional

Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial

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.

Tabla 1.1 Resumen de los resultados obtenidos para cada uno de los tres escenarios considerados.

Escenario	Sumatoria de c_{wh} (horas/habitante)	Reducción del tiempo de distribución en comparación con el escenario actual (%)
Actual de la SEDENA (límites estatales)	102,710.64	0.00
Modificado (límites por célula de pertenencia)	78,617.09	23.45
Modificado (límites por célula de pertenencia y con más centros de distribución)	74,436.47	27.52

El primer modelo partió de estimar el cociente de la cantidad de habitantes por localidad entre el tiempo de accesibilidad a dicha localidad. En este caso, 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 los habitantes de la misma ($c\ t/h$); en esta situación 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 político territoriales (escenario actual), la suma de los tiempos de distribución por habitante presenta el valor más alto (ver figura 1.4). 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 %, en comparación con el caso actual (figura 1.5). 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 un 27.5 %, por lo que sería un esquema de distribución más eficiente. (ver figura 1.6).

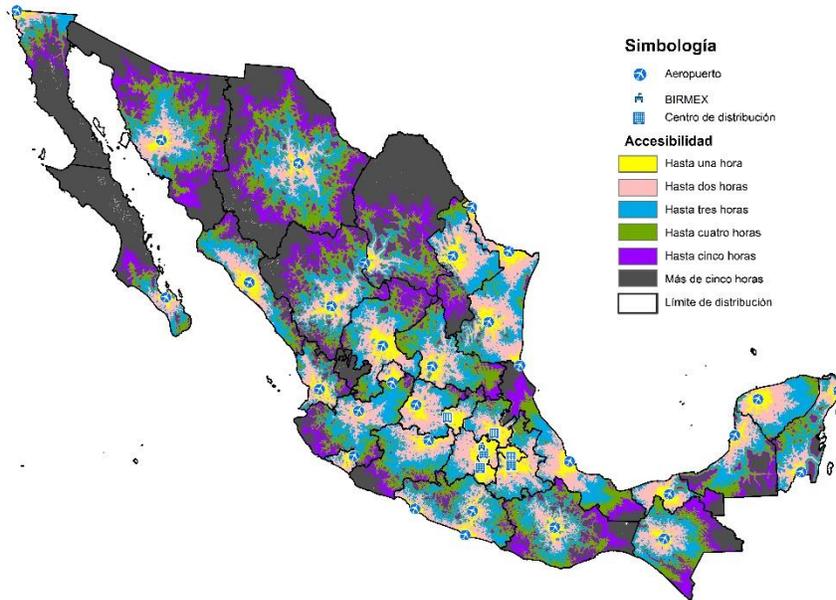


Figura 1.4 Escenario actual, donde el alcance de la distribución está limitado por los límites político territoriales

Fuente: IMT, 2021. o Instituto Mexicano del Transporte (2021). Cadena logística de las vacunas contra la COVID-19 en México. Fase 1: Las primeras cuatro etapas de vacunación [Publicación técnica 686]

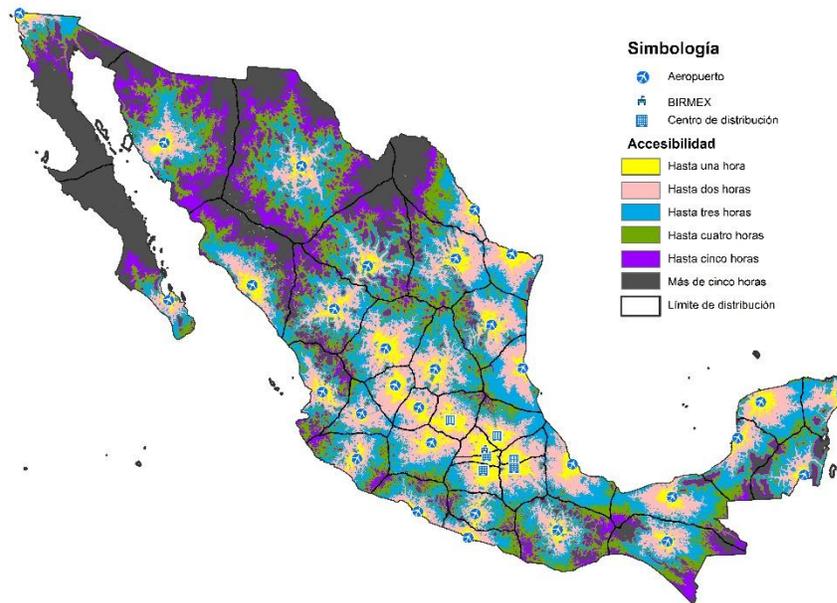


Figura 1.5 Escenario dos. Escenario modificado por los límites de células de pertenencia

Fuente: IMT, 2021. o Instituto Mexicano del Transporte (2021). Cadena logística de las vacunas contra la COVID-19 en México. Fase 1: Las primeras cuatro etapas de vacunación [Publicación técnica 686]

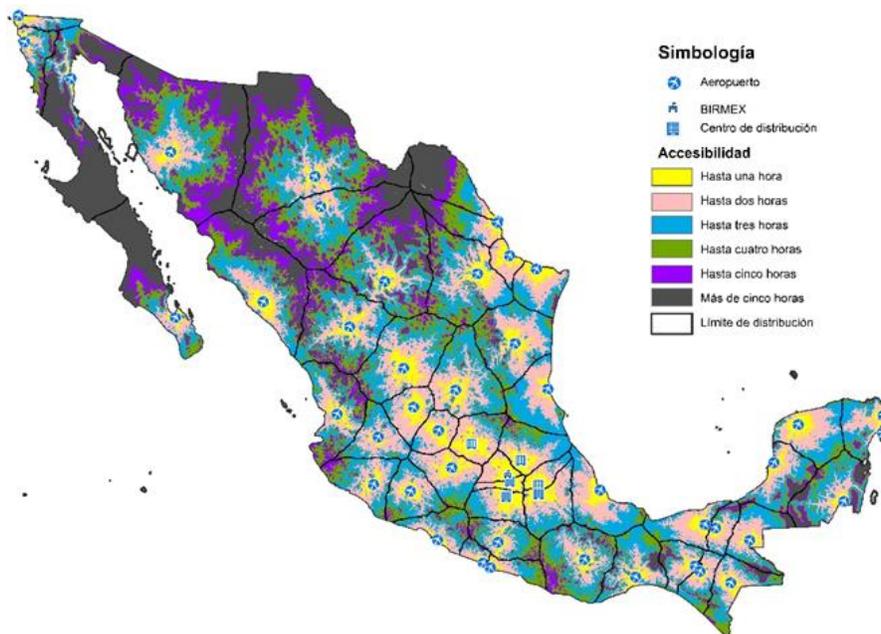


Figura 1.6 Escenario tres. Escenario modificado por límites de células de pertenencia y mayor número de centros de distribución

Fuente: IMT, 2021. o Instituto Mexicano del Transporte (2021). Cadena logística de las vacunas contra la COVID-19 en México. Fase 1: Las primeras cuatro etapas de vacunación [Publicación técnica 686]

1.1.6 Diagnóstico del transporte aéreo comercial en el estado de Oaxaca.

La presente aplicación, desarrollada en extenso en la Publicación técnica del IMT número 421, en donde se hace un análisis de la actividad aérea comercial en el estado de Oaxaca. Se presenta un panorama de su estado actual y de sus perspectivas a futuro. Para ello, se utilizan series históricas de información operativa de sus aeropuertos, se desarrollaron modelos matemáticos para elaborar los pronósticos y, además, mediante una plataforma Geo-informática se determinó la zona de influencia de cada aeropuerto y sus relaciones con la organización territorial.

Se exploró y determinó el potencial de la actividad aérea en esta entidad para contribuir a disminuir sus enormes contrastes de pobreza y marginación, en contraparte con su enorme riqueza histórica, cultural y ambiental, y de esta manera mejorar el bienestar de los oaxaqueños. Para los análisis requeridos y su presentación se utilizaron tablas y figuras. Dentro de los principales resultados se determinó que sus tres aeropuertos actuales (figura 1.7) Oaxaca, Puerto Escondido y Bahías de Huatulco, pueden contribuir a mejorar la actividad turística y comercial, y que el proyecto del nuevo aeropuerto comercial de Ixtepec, puede incrementar el área de influencia del conjunto de estos aeropuertos en 14.2 % y la cobertura de su población en aproximadamente 6 %, en los servicios nacionales.

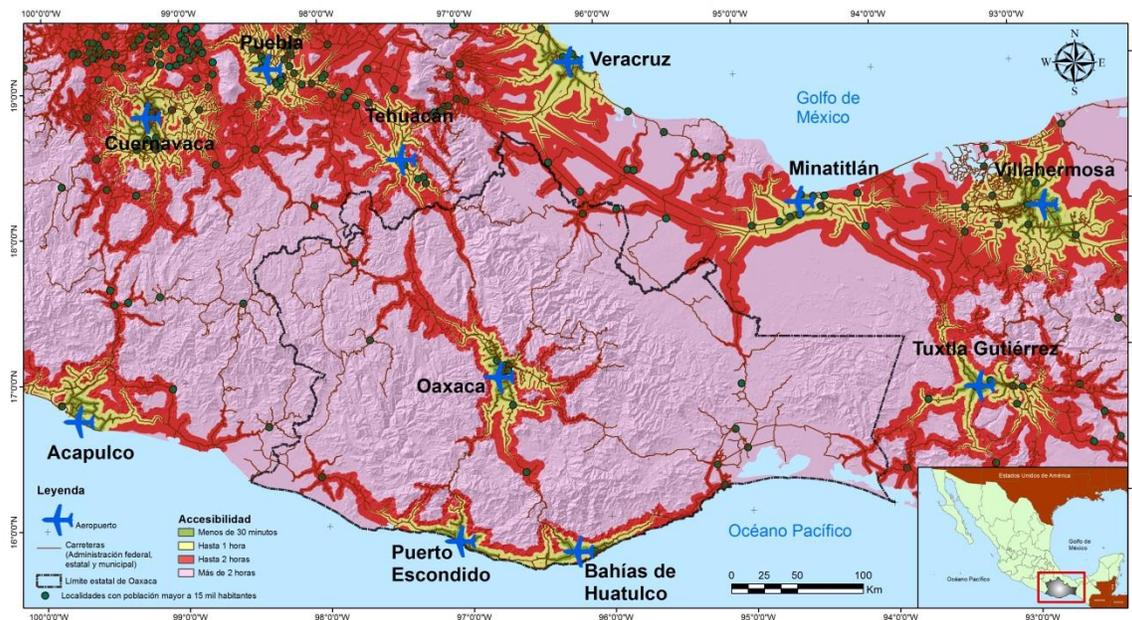


Figura 1.7 Escenario uno. Isócronas de recorrido de los aeropuertos del estado de Oaxaca y circundantes (servicio nacional, sin Ixtepec)

Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial e información del MGN del INEGI, de USIG/IMT (2014) y del GDEM V2.

En la situación actual (sin el aeropuerto de Ixtepec), se observó que un área importante al Este de Oaxaca, no es cubierta por los aeropuertos oaxaqueños, pero sí por los aeropuertos de Minatitlán y Tuxtla Gutiérrez. Sin embargo, cuando se consideró la operación del aeropuerto de Ixtepec, (figura 1.8) se advirtió que éste aeropuerto ofrecería servicio a una parte significativa del área señalada anteriormente e, incluso, podría atender a otras extensiones dentro de los estados de Veracruz y Chiapas, que antes no eran servidas por los aeropuertos de Oaxaca. También se observó que cuando se considera la operación del aeropuerto de Ixtepec, varios municipios cercanos al Istmo con grado de marginación media y todos los de marginación baja y muy baja de esta región en Oaxaca, son ahora atendidos en forma más expedita por Ixtepec, debido a que este aeropuerto está más cerca que el de Bahías de Huatulco.

Con base en la metodología de accesibilidad espacial se determinó que las áreas de influencia de los aeropuertos oaxaqueños contienen el 100 % de sus municipios con grado de marginación muy bajo. Además, con la entrada en servicio del aeropuerto de Ixtepec los usuarios de muy baja marginación, que eran atendidos antes por Bahías de Huatulco, reducirían a la mitad sus tiempos de desplazamiento para tener dichos servicios.

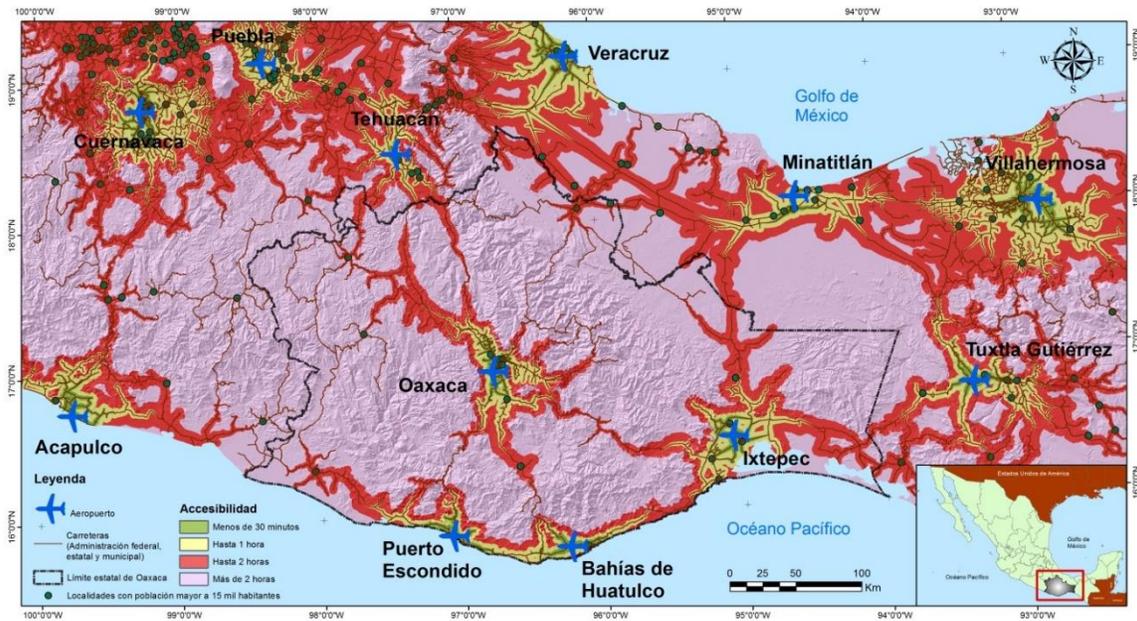


Figura 1.8 Escenario uno. Isócronas de recorrido de los aeropuertos del estado de Oaxaca y circundantes (servicio nacional, con Ixtepec)

Fuente: Elaboración propia con base en la metodología de accesibilidad espacial e información del MGN del INEGI, de USIG/IMT (2014) y del GDEM V2.

1.2 Antecedentes internacionales

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, la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE) del Gobierno de Chile, con el fin de impulsar el desarrollo territorial y el proceso de descentralización, ha realizado un gran esfuerzo en 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 a 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, índice de concentración / dispersión. 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 para desarrollar cualquier actividad, es un factor determinante en la definición de su integración.¹¹

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

¹¹ 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.

tramo y su sinuosidad. La herramienta de cálculo de redes se basa en el algoritmo de rutas mínimas (Dijkstra et al., 2019), el cual fue implementado en un SIG.

Finalmente, el tercer componente, el 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.

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 de comportamiento de datos. Asimismo, al no ser un índice compuesto o multifactorial, permite analizar el comportamiento de las variables por separado en cada grupo. Finalmente, al categorizar las comunas con similar comportamiento, se pueden generar distintas estrategias de intervención en el territorio.

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

En Nepal, las mediciones tradicionales de distancia lineal o los cálculos de análisis de redes simples no obtienen buenos resultados debido a la topografía accidentada del territorio, la diversidad ecológica, la cobertura terrestre, 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 basada en un SIG que cuantifique 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 correlato 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 calculan el tiempo mínimo de viaje a varias instalaciones (hospitales, instituciones financieras y sedes distritales) desde cada punto de Nepal, asumiendo que estas medidas son un equivalente de accesibilidad física a los servicios.

Los modelos de distancia y tiempo, fueron calculados en dos etapas. La primera corresponde al cálculo de la distancia, que debido a la topografía es necesario

considerar la pendiente para comprender las distancias reales de la superficie recorrida; las celdas ráster con pendientes de más de 30 grados adoptan rutas en zigzag y en consecuencia mayores longitudes de pendiente. La segunda etapa corresponde al cálculo del tiempo de viaje, en el cual se considera que los recorridos en carretera son más rápidos, por tanto, el modelo asigna velocidades de caminata a viajes fuera de la carretera, de acuerdo al tipo de cobertura terrestre, a la red fluvial y velocidades de vehículos en carretera. De esta manera, el algoritmo de enrutamiento 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 (en horas), dividiendo el costo de viaje de la celda (distancia) por la velocidad de viaje de la celda (en kilómetros/hora), dando como resultado una superficie ráster de tiempo de viaje, que mediante 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 del servicio informados en la encuesta de vulnerabilidad y riesgo de los hogares. Entre las principales aportaciones del modelo, se destaca que los tiempos de viaje a ubicaciones y servicios específicos se pueden calcular y actualizar rápidamente a medida que se dispone de datos nuevos. Debido a su detalle, el modelo genera información útil en casi cualquier escala, así como un medio para generar estimaciones y compararlas entre áreas.

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 como un subproducto del análisis primario del índice desarrollado que ilustra el potencial del enfoque metodológico (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. Esto da cuenta de la posibilidad de múltiples puntos de conectividad y disposiciones del servicio. La medida general del aislamiento/accesibilidad para un punto de referencia, puede expresarse como la suma de un tamaño de aglomeración en un punto de suministro, dividida por una medida de distancia o proximidad entre el punto de referencia y el punto de suministro, al cual se debe establecer un valor de umbral máximo y un valor de distancia mínima.

En este sentido, el índice de aislamiento está determinado por dos parámetros clave: la proximidad a todos los centros de población¹² 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. De esta forma, el modelo da cuenta de todos los centros de población cercanos al punto de referencia, porque cada uno podría ser una ubicación potencial para los servicios (punto de suministro) que podrían ser utilizados por los residentes de las comunidades vecinas. Se establece un umbral máximo en el tiempo de viaje (de 150 minutos, desde la comunidad; seguirá teniendo un punto de conexión si se encuentra por arriba de este umbral; asimismo, se determina un costo mínimo de \$3, cuando los dos puntos se superpongan o estén muy cerca.

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 los servicios. En este caso, se utilizó la distancia de una subdivisión censal¹³ a otra, debido a la mayor exactitud geográfica. Se estableció un umbral máximo de 150 minutos de tiempo de viaje; se utiliza la más cercana si no se encuentra ningún servicio en este valor, pero está conectada a la red principal de

¹² Definidos como un área con al menos mil habitantes y una densidad de 400 o más personas por kilómetro cuadrado.

¹³ Se considera equivalente a un municipio para informes estadísticos. Siendo esta la unidad territorial más utilizada para los indicadores que se utilizan en el análisis de políticas o la ejecución de programas a nivel local.

carreteras; la presencia de empresas se contabiliza en el índice utilizando un valor de proximidad imputado de 3.75 minutos (aproximadamente 5 km).

Para determinar la proximidad entre los puntos¹⁴ 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 a través de la red de carreteras, el tiempo de viaje se generó con Google Maps Distance Matrix y se convirtió en costo de viaje utilizando coeficientes de conversión, estableciendo un umbral de 200 kilómetros o 2.5 horas como límite para acceder a los servicios diariamente. Para las comunidades que no estaban conectadas a la red principal de carreteras, el costo de viaje se generó en función de las opciones disponibles y de menor costo. En comunidades que no tienen ningún servicio regular (aéreo o barco), se utilizó un modelo lineal para convertir las distancias lineales en costos.

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, en el índice de aislamiento el valor 0 corresponde al valor mínimo de aislamiento y el valor de 1 al máximo; en las medidas de accesibilidad el valor 0 indica el valor más bajo de accesibilidad y el valor 1 representa la condición más alta a un servicio determinado.

Entre los principales resultados 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.

¹⁴ Para medir la proximidad geográfica se requiere convertir una superficie geográfica continua y bidimensional en un conjunto de puntos discretos. Para ello, se empleó el método de *centroide geográfico*, donde cada punto de representación se ha situado en la zona más poblada y cercana de una vía principal.

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

La OCDE creó una tipología regional que clasifica a las regiones en tres categorías principales: predominantemente urbanas, intermedias y predominantemente rurales, 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 % de la población regional (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 estas regiones en Europa y América del Norte (Canadá, Estados Unidos y México), observando la dinámica demográfica, el empleo y las tendencias del producto interno bruto.

El criterio de accesibilidad es medido con base en el tiempo de viaje necesario para que 50 % de la población de una región llegue a un centro de población de al menos 50 mil habitantes.¹⁵ Se eligieron umbrales de tiempo de 45 minutos para Europa y 60 en Norteamérica. Por tanto, las regiones rurales e intermedias son clasificadas como aisladas cuando el 50 % de la población regional requiere al menos 60 (o 45) minutos de tiempo de viaje para llegar a un centro de población con al menos 50 mil habitantes. Si esta condición no se cumple, entonces estas regiones se clasifican como cercanas a un centro de población. La clasificación resultante consta de cinco categorías: predominantemente urbanas, intermedias cercana a una ciudad, intermedia aislada, predominantemente rural cercana a una ciudad y predominantemente rural aislada.

Para realizar el análisis es necesario crear 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 elevación, y los valores resultantes se les asigna un valor diferenciado (1, 1.2 y 1.5) en función de su porcentaje.

¹⁵ 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.

En cuanto al índice de densidad, se asigna un valor (entre 1 y 2) a cada segmento de vía dependiendo el tipo de esta 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 (metros) de cada segmento de vía por el índice de pendiente y el índice de densidad, dividido por la velocidad (metros/minutos) 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. Usando las áreas de servicio, una región puede clasificarse como aislada o cercana a una ciudad, calculando el porcentaje de personas que viven dentro del marco de tiempo específico.

En América del Norte, alrededor de 150 millones de personas viven en regiones rurales, 17 % en regiones rurales aisladas. Sin embargo, esto varía entre países, 57 % de la población reside en regiones rurales aisladas de Canadá, 27 en México y 11 en Estados Unidos. En comparación, el porcentaje de regiones rurales en Europa es significativamente menor. De hecho, solo 35 % de las regiones europeas se clasifican como predominantemente rurales y 14 % son regiones rurales aisladas, con una proporción de la población de cinco

Los ejemplos expuestos dan un pequeño panorama del amplio horizonte de estudios, aplicaciones y metodologías en torno a la accesibilidad, y cómo contribuyen a entender de mejor manera 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, aporta, sin duda, más elementos en la materia, contribuyendo así con los programas y acciones orientados al mejoramiento de las condiciones de vida y el bienestar de la población en México.

2. Marco teórico-conceptual

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.

2.1 Definición operativa y componentes de la accesibilidad

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 y Martin, 1976) 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, estos autores 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. Y propone una aproximación a una visión normativa de cómo el término accesibilidad debe ser definido y usado, basada en la idea de 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 especificadas de una región, de los costos de los medios de interacción entre lugares, 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 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 asociadas al tiempo, 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.

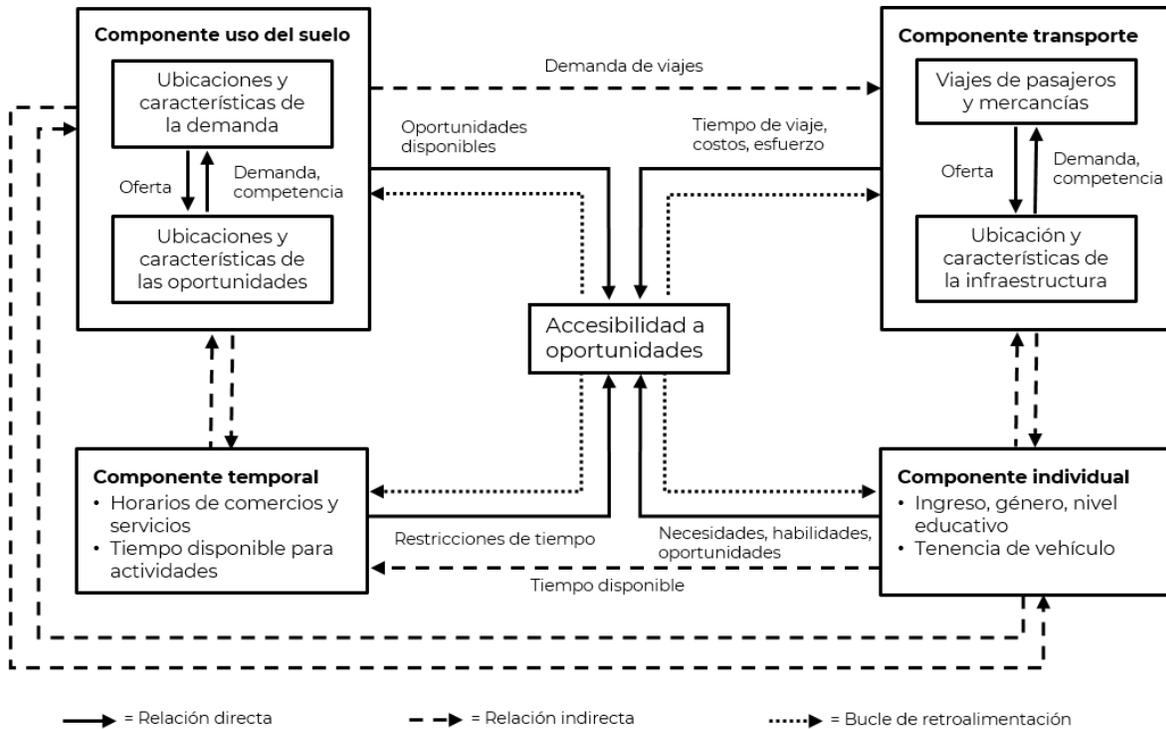


Figura 2.1. Relaciones entre los componentes de la accesibilidad

Fuente: Geurs y van-Wee, 2004.

2.2 Fundamentos, elementos 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 indicadores 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 se 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 tome 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.

Como se mencionó en el capítulo anterior, existen estudios, componentes y elementos de la accesibilidad que son tomados en cuenta, Geurs y van-Wee (2004), los cuales identifican cuatro perspectivas básicas en la medición de la accesibilidad: 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 infraestructura, como el "nivel de congestión" y la "velocidad promedio de viaje de la red de caminos", analizan el desempeño o nivel de servicio, observado o simulado, de la infraestructura de transporte y son el tipo de medidas más comúnmente utilizadas en la planeación de este sector.

Debido a su sencillez, estas medidas son fáciles de operar y comunicar. La información necesaria y los modelos de transporte para su cálculo a menudo están disponibles y sus resultados por lo general son fáciles de interpretar para investigadores y tomadores de decisiones. Sin embargo, al no incorporar el componente del uso del suelo, tienen limitaciones importantes para las evaluaciones sociales y económicas de los cambios en el transporte y en el uso del suelo. Además de que tienen poca capacidad para tratar las restricciones temporales y las características individuales de las personas.

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 medidas efectivas y son frecuentemente usadas en evaluaciones sociales, económicas, 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, también tienen fuertes limitaciones para tratar los componentes temporal e individual de la accesibilidad.

Las medidas sobre 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. Este tipo de medidas tiene 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 estas medidas 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 operación 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 relativas a la utilidad, como la suma logarítmica basada en el modelo logit multinomial y las basadas en modelos de entropía doblemente restringidos (por ejemplo: 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, el estado actual de estas medidas 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 operación, 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. Mientras que las medidas basadas en la ubicación, la actividad y la utilidad son medidas con un mejor fundamento teórico y con mejoras metodológicas importantes, pero 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 tanto depende de los objetivos de los estudios y de los modelos y la información disponibles para su implementación.

3. Modelo analítico geoespacial para la determinación del grado de accesibilidad

3.1 Justificación

El presente trabajo, con su aporte metodológico, es resultado de la estrecha colaboración entre el IMT, el CONAPO, y el Centro Geo, sostenida durante varios años por el interés común de estudiar los procesos espaciales relacionados con el transporte, la distribución de la población y la configuración del territorio.

El análisis de accesibilidad de las localidades es un tema de gran relevancia para la investigación social, la planificación y el ordenamiento territorial. Algunos de sus efectos más importantes se relacionan con el acceso diferencial de las localidades a oportunidades 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. Mientras que su bajo nivel incide en la agudización de las carencias, como la falta de alternativas productivas, bienes y servicios básicos, incrementando con ello la vulnerabilidad sociodemográfica de la población, tanto a fenómenos sociales como naturales.

En este contexto, el diseño e implementación de políticas públicas y programas sociales dirigidos a mejorar y ampliar la infraestructura y elevar el acceso a bienes y servicios básicos, requiere de una base territorial que permita establecer prioridades de atención fundamentadas en las diferencias de accesibilidad de las localidades.

En términos de la estructura funcional del territorio, el presente estudio asume que el sistema de asentamientos humanos se organiza de manera jerárquica en función del tamaño de las localidades y de su papel como centros proveedores de empleo, bienes y servicios. En este sistema, la población de las localidades de menor tamaño satisface parte importante de sus necesidades sociales acudiendo en primera instancia a las localidades de tamaño intermedio más próximas, mientras que se traslada a las más grandes para acceder a satisfactores de bienes y servicios especializados, como pudieran ser: educación superior, servicios médicos de tercer nivel, trabajos calificados, recursos culturales, etcétera.

Específicamente, la ubicación espacial de las localidades, el tamaño de su población y su posición particular como nodos principales de la Red Nacional de Caminos (RNC: INEGI y SCT/IMT, 2020) son atributos esenciales para determinar el grado de accesibilidad de las localidades a centros urbanos, y con base en ello,

analizar las diferencias que prevalecen al interior del país, las cuales, a su vez, tienen implicaciones importantes en las oportunidades de desarrollo económico y humano de sus habitantes.

3.2 Objetivo general

Determinar una medida de accesibilidad-aislamiento geográfico que sintetice el tiempo de traslado de las localidades del país a distintos órdenes de centros urbanos.

3.2.1 Objetivos específicos

1. Diseñar un modelo de análisis geoespacial que permita determinar la distancia física (longitud) y el tiempo de traslado entre orígenes y destinos del sistema de localidades de México.
2. Calcular el tiempo de traslado de las localidades a distintos destinos urbanos, con base en la ubicación espacial, el tamaño de la población y la conexión y articulación de las localidades entre ellas y la RNC.
3. Cuantificar el número de localidades y la población por grado de accesibilidad-aislamiento geográfico a centros urbanos, para diferentes ámbitos territoriales de interés.
4. Analizar las condiciones de accesibilidad-aislamiento geográfico de las localidades y su población en diferentes contextos sociodemográficos.
5. Proporcionar los conjuntos de datos geoespaciales y estadísticos derivados de este proyecto, a diferentes niveles de desagregación geográfica.

3.3 Fuentes de datos y métodos

El desarrollo de estudios de alta complejidad, con alcances a nivel nacional donde se considere toda la población y localidades del país, requiere de un arduo trabajo de compilación y gestión de grandes bases de datos y fuentes de información, así como metodologías robustas y establecidas; son necesarias para la ejecución de esta investigación, a través de la reunión, compilación, depuración y generación de información, como son las descritas en los numerales siguientes:

3.3.1 Universo de estudio

La población objetivo de este proyecto es el conjunto completo de localidades habitadas en 2020, especificadas en el producto estadístico del INEGI titulado: “*Principales resultados por localidad*” (ITER: INEGI, 2021d) del censo nacional de población y vivienda del mismo año, cuyo número asciende a 189 432 (localidades) donde residen 126 014 024 personas.

Este archivo de datos, está conformado por un registro por localidad con nueve datos de identificación geográfica, así como 276 indicadores con las características de la población, los hogares censales y las viviendas. Sin embargo, debido al principio de confidencialidad, estipulado en la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, que entre otras regulaciones limita la publicación de información para unidades geográficas con menos de tres viviendas, las únicas variables que tienen información completa para todas las localidades habitadas del país, además de los datos de identificación geográfica, son: Población total (POBTOT), Total de viviendas (VIVTOT), Total de viviendas habitadas (TVIVHAB) y Tamaño de localidad (TAMLOC).

Además, se creó un campo de identificación única (CGLOC) compuesto por la concatenación de las claves de entidad federativa, municipio y localidad (de longitud nueve); que funciona como llave primaria para la incorporación y procesamiento de información geoespacial.

3.3.2 Especificación geocartográficas de los orígenes y los destinos

La medida de accesibilidad-aislamiento geográfico propuesta en este proyecto es una medida que busca sintetizar el tiempo de traslado a centros urbanos de distinto

tamaño, para cada una de las localidades del país. En este sentido, se trata de una medida de accesibilidad basada en la ubicación que considera dos de los cuatro componentes fundamentales de la accesibilidad, vistas en el capítulo 2, a saber:

- i) el sistema de uso del suelo,
- ii) el sistema de transporte.

El primero comprende la localización y características tanto de los lugares de origen como de destino; es decir, donde se encuentra asentada la demanda y donde se accede a oportunidades económicas y sociales de distinto tipo, respectivamente. En el caso de los orígenes, corresponden al universo de localidades habitadas y la población total de cada localidad, es considerada como la demanda potencial asociada a cada origen.

En términos de su localización espacial, si bien el archivo de datos del ITER contiene las coordenadas geográficas —longitud y latitud— de cada localidad, susceptibles de representarse como puntos en un mapa, se integró toda la información geoespacial en un mismo sistema de referencia de coordenadas planas, el que utiliza el Marco Geoestadístico del INEGI (2021c) para referir geográficamente los datos estadísticos de censos y encuestas, con proyección cartográfica Cónica Conforme de Lambert (CCL) y Datum de referencia ITRF-2008, con los siguientes parámetros:

- Elipsoide: GRS80.
- Meridiano origen: 102° 00' 00" W.
- Latitud origen: 12° 00' 00" N.
- Primer paralelo estándar: 17° 30' N.
- Segundo paralelo estándar: 29° 30' N.
- Falso Este: 2 500 000.
- Falso Norte: 0

Esta proyección también se aplicó a los archivos vectoriales de la RNC y al modelo digital de elevación, el Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) 3.0 (INEGI, 2013), que originalmente se encuentran en coordenadas geográficas.

Es relevante tener en cuenta que, en el archivo vectorial del Marco Geoestadístico, los puntos de localidad se localizan sobre edificaciones o en la parte central de manzanas, zócalos o plazas cívicas. Mientras que, en el archivo vectorial de la RNC, los puntos de localidad se encuentran casi en su totalidad, conectados con uno o más elementos de la red vial, con el fin de ubicar los orígenes y destinos de interés en la determinación de rutas. Por esta razón se decidió primero unir la información del ITER al archivo vectorial de localidades de la RNC, y solo para aquellas localidades del ITER que no empataron con las de la RNC, se utilizó el archivo

vectorial de localidades rurales puntuales del Marco Geoestadístico Nacional (ver figura 3.1).

De esta forma, de las 189 432 localidades habitadas, 185 950 (98.2 %) corresponden a puntos de localidad de la RNC y únicamente 3 482 localidades (1.8 %) a puntos de localidad del Marco Geoestadístico Nacional (MGN). Esta información se unió en un solo archivo vectorial de localidades origen de cobertura nacional, en el que se especifica de donde se obtuvo: RNC o MGN.

Posteriormente, este archivo se fraccionó en 32, uno por cada entidad federativa, con el fin de facilitar su uso y no comprometer los recursos de cómputo empleados en su procesamiento y análisis.

En el caso de los destinos, y ante la escasez de información económica sobre las características de la ocupación y el empleo a nivel localidad, que data desde el censo de 2010 y que se mantiene en 2020, se optó por analizar la relación entre el tamaño de las localidades y las oportunidades económicas que estas ofrecen, en términos de las tasas de participación económica de los hombres y las mujeres en edad laboral, con el fin de determinar umbrales de tamaño de la población estadísticamente significativos.

En el ámbito nacional, la tasa de participación de los hombres asciende a 76.2 % y la de las mujeres a 49.1 %, con una brecha entre ambos grupos de 27 puntos porcentuales. Esta brecha se amplía a 43 puntos porcentuales en las localidades de menos de 250 habitantes y se reduce a 22 puntos en las localidades 100 mil y más.

El análisis de la varianza de este indicador, que resulta de clasificar los 17 tamaños de localidad de partida, en seis estratos homogéneos a su interior, permite identificar cuatro grupos con las menores brechas de participación económica entre hombres y mujeres, a saber: localidades de 2 500 a 9 999 habitantes (31 puntos porcentuales), localidades de 10 mil a 24 999 (27 puntos), localidades de 25 mil a 99 999 (25 puntos) y localidades de 100 mil habitantes y más (22 puntos porcentuales). Por lo que se considera que estos cuatro umbrales son representativos de las diferencias en las oportunidades económicas y sociales que ofrecen las localidades destino.

Así, a partir del archivo de localidades origen nacional se obtuvieron cuatro archivos de localidades destino (ver figura 3.1):

1. Localidades destino de 100 mil habitantes y más (tipo A).
2. Localidades destino de 25 mil habitantes y más (tipo B).
3. Localidades destino de 10 mil habitantes y más (tipo C).
4. Localidades destino de 2 500 habitantes y más (tipo D).

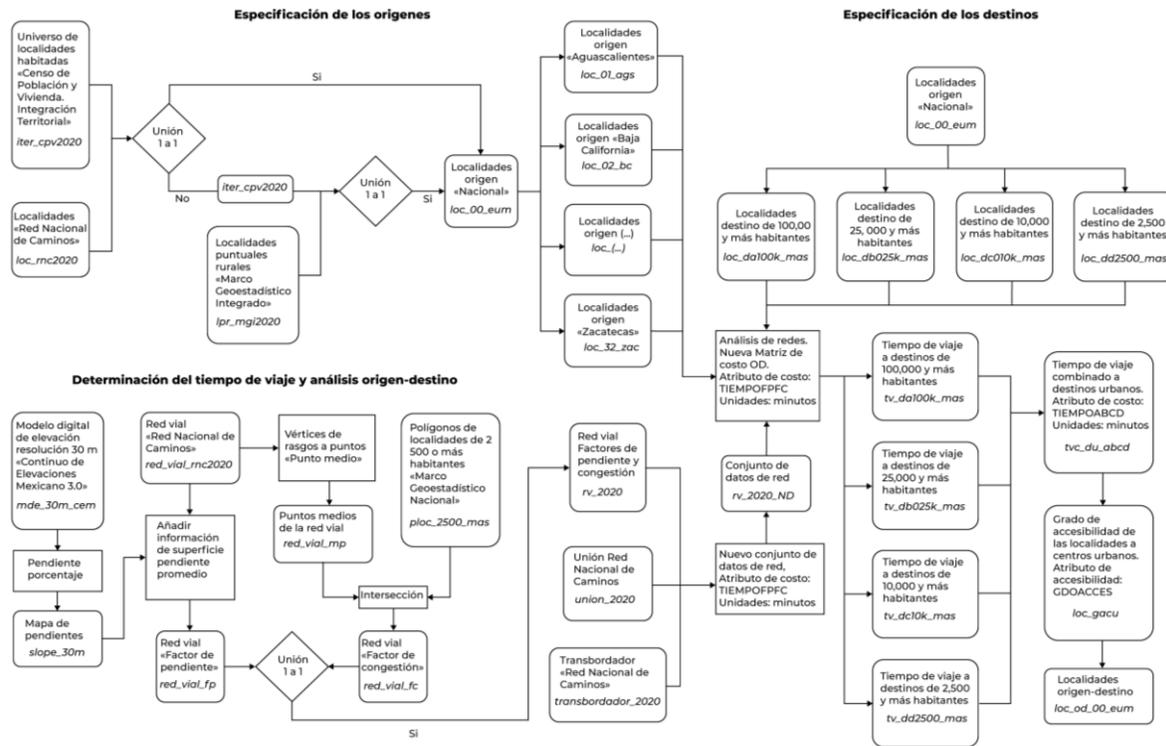


Figura 3.1. Esquema metodológico para el análisis de la accesibilidad de las localidades

Fuente: Elaboración del CONAPO, IMT y CentroGeo con base en INEGI, censo 2020 e INEGI y SCT/IMT, RNC 2020.

3.3.3 Red Nacional de Caminos 2020

Las vialidades como espacios dispuestos para el transporte y la movilidad, son el segundo componente de la medida de accesibilidad propuesta en el presente estudio, comprende la localización y características de la infraestructura, la cual se encuentra contenida en la información de la RNC.

La Red Nacional de Caminos (RNC), es la representación cartográfica digital y georreferenciada de la infraestructura vial del país con alta precisión y escala de gran detalle; modelada y estructurada con el fin de facilitar el cálculo de rutas, está conformada bajo estándares internacionales y el riguroso marco normativo aplicable del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG) mismo que le permite trascender a niveles superiores de interoperabilidad con alcances multitemático y plurisectorial. La red carretera nacional es la infraestructura más utilizada para el traslado de bienes y personas, dada su extensión y la gran flexibilidad de acceso que proporciona a los usuarios. Las carreteras permiten poner en contacto a consumidores y productores e impulsan el acceso de una gran variedad de productos y servicios de distintas regiones del país y de naciones vecinas al mercado. Las carreteras permiten contar con una plataforma logística de

gran alcance; socialmente, facilita las relaciones y permite acceder a destinos con fines recreativos y culturales, entre otros.

El movimiento por carretera sigue siendo clave en la distribución de mercancías a las diversas regiones del país, dada la gran flexibilidad del servicio de autotransporte para adaptarse a las necesidades de los clientes y la extensa cobertura alcanzada por la red carretera. La construcción, la conservación y el mantenimiento de estos activos son indispensables para el desarrollo económico y el bienestar social del país. Su relevancia queda manifiesta, ya que el transporte tanto de carga como de pasajeros por vía terrestre, desplaza el 55.6 % de la carga y al 95.7 % de los pasajeros dentro de la distribución modal de viajes. El autotransporte, en particular, es el principal modo de transporte del país; participa con 5.6 % del PIB nacional, contribuye con más de 83 % del PIB del sector transportes (SCT, 2020).

Las redes camineras articulan al territorio y estratifican los espacios a partir de las posibilidades de enlace y comunicación de la población. La RNC 2020 se erige como la malla fundamental en el modelo para determinar la accesibilidad/aislamiento del sistema de localidades de México. La inclusión de la variable de los caminos rurales de bajas especificaciones (terracerías, revestidos y brechas) al análisis geoespacial, sin duda revela elementos que permitirían afinar las políticas públicas dirigidas a combatir la pobreza, atenuar las desigualdades sociales y, sobre todo, focalizar con mayor tino las acciones para atender los desequilibrios con perspectiva territorial.

La RNC integra el total de la red pavimentada y la mayor parte de los caminos no pavimentados de México, las vialidades de las localidades urbanas y rurales con las que se conectan, vías fluviales y marítimas donde se transbordan vehículos y, adicionalmente, servicios de interconexión de transporte como aeropuertos, puertos, estaciones de ferrocarril, aduanas, puentes y túneles, sitios de esparcimiento y recreativos, sitios de interés para el turismo, entre otros. Estructurada con un enfoque para ruteo, considera, además, los elementos físicos restrictivos y funcionales para la circulación vehicular en las principales vialidades urbanas (pasos a desnivel, distribuidores, camellones, sentidos, maniobras prohibidas, etc.)

Las Normas que rigen y fundamentan la calidad, confiabilidad e integridad de la información geoespacial de la RNC son:

- La Norma ISO para bases de datos geoespaciales de los sistemas inteligentes de transporte: ISO 14825:2011 *Intelligent transport systems -- Geographic Data Files (GDF)- GDF5.0*, International Organization for Standardization

Las Normas generadas por el INEGI:

- Norma técnica para el Sistema Geodésico Nacional
- Norma técnica de Estándares de Exactitud Posicional
- Norma técnica para elaboración de Metadatos Geográficos.
- Además, la Norma específica para la SCT publicada por el IMTN•OPR•CAR•3•01/12 "*Obtención y Presentación de Datos Geoespaciales*"

De manera particular, la RNC sigue el “Modelo del Proceso Estadístico y Geográfico” (MPEG) normado a través de la Norma Técnica del Proceso de Producción de Información Estadística y Geográfica para el INEGI. El MPEG es un marco de referencia para la producción de información oficial basado en ocho fases sobre las cuales se sitúan las actividades de cada programa de información recopilando las evidencias necesarias en cada una para facilitar la medición estandarizada de la calidad de los productos de información.

Finalmente, en términos metodológicos se sigue lo establecido en el Documento Técnico Descriptivo (INEGI/IMT, 2019) emitido de manera conjunta por la SCT, IMT e INEGI; dicho documento establece las consideraciones técnicas para la elaboración y actualización de la información contenida en la RNC, como son: especificaciones para el modelo espacial, el modelo conceptual en lo referente a modelo de datos, catálogo de rasgos, tablas de atributos, entre otros. Asimismo, incluye aspectos técnicos para la representación geométrica, especificaciones y precisiones, marco de referencia, sistema geodésico, sistema de coordenadas, exactitud posicional, resolución de la digitalización, escala de visualización, condición de la superficie de rodamiento, maniobras prohibidas, puentes y marcas de kilometraje, localidades, entre otros.

3.3.3.1 Desarrollo y estructura de la RNC

Con estricto apego a la Ley del SNIEG y por cumplir con los criterios de resultar necesaria para el diseño y evaluación de políticas públicas de alcance nacional, el 6 de octubre de 2014 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la declaratoria que determina como Información de Interés Nacional a la RNC, estableciendo que será oficial y de uso obligatorio para los tres niveles de gobierno en el país y de igual forma se señala que corresponderá a la SCT-IMT y al INEGI, en el marco de sus respectivas competencias, generar en forma regular y periódica las actualizaciones de la base única de dicha Red. Conforme al mandato anterior, la RNC se inscribe

como “Actividad específica” del Programa Anual de Estadística y Geografía (PAEG) dentro del Subsistema de Información Económica, teniendo como órgano colegiado al Comité Técnico Especializado de Información de la Infraestructura del Sector Transportes (CTEIST) presidido por el director general del IMT.

Con ese marco, durante el transcurso de 2020 se realizaron acciones a fin de mantenerla vigente, actualizada y ampliar su alcance hacia la integración multimodal; para esto, se establecieron los mecanismos de seguimiento y participación interinstitucional, acceso, difusión y uso, así como el esquema de gestión y aseguramiento de la calidad y confiabilidad de la información.

El proceso general de revisión, corrección, edición y validación de la información geoespacial culminó con la integración a nivel nacional, asegurando la continuidad geométrica, de atributos (jurisdicciones, jerarquías, circulación, etc.) y de las relaciones topológicas de los elementos de infraestructura considerados, para garantizar así sus funciones para ruteo aleatorio (ver figura 3.2).

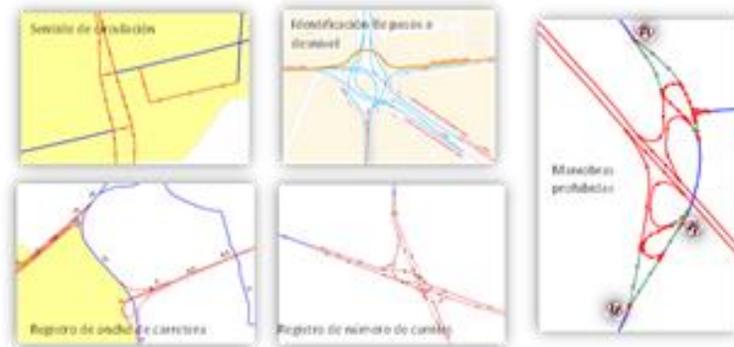


Figura 3.2 Características y atributos de la RNC

El resultado final se sintetiza en las cifras de las figuras 3.3 y 3.4:

- 174 779 km de Carreteras pavimentadas
- 50 685 km de Carreteras federales
- 102 719 km de Carreteras estatales
- 21 375 km de Otros (municipales, particulares)
- 10 767 km de Carreteras de cuota
- 78 385 km de Vialidades urbanas e infraestructura de enlace
- 527 345 km de Caminos NO pavimentados
- 21 989 km de Veredas

Longitud total de la RNC 2020: 780 511 km

La mayor longitud de carreteras y caminos, por entidad federativa, corresponde en orden decreciente a: Chihuahua, Sonora, Veracruz, Jalisco, Chiapas y Oaxaca.



Figura 3.3 Conectividad topológica y estructurada para ruteo

Fuente: IMT, 2022 o Instituto Mexicano del Transporte (2022). Visualizador Geocartográfico de la Red Nacional de Caminos. Sistema intranet del IMT. Recuperado de: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt686.pdf>

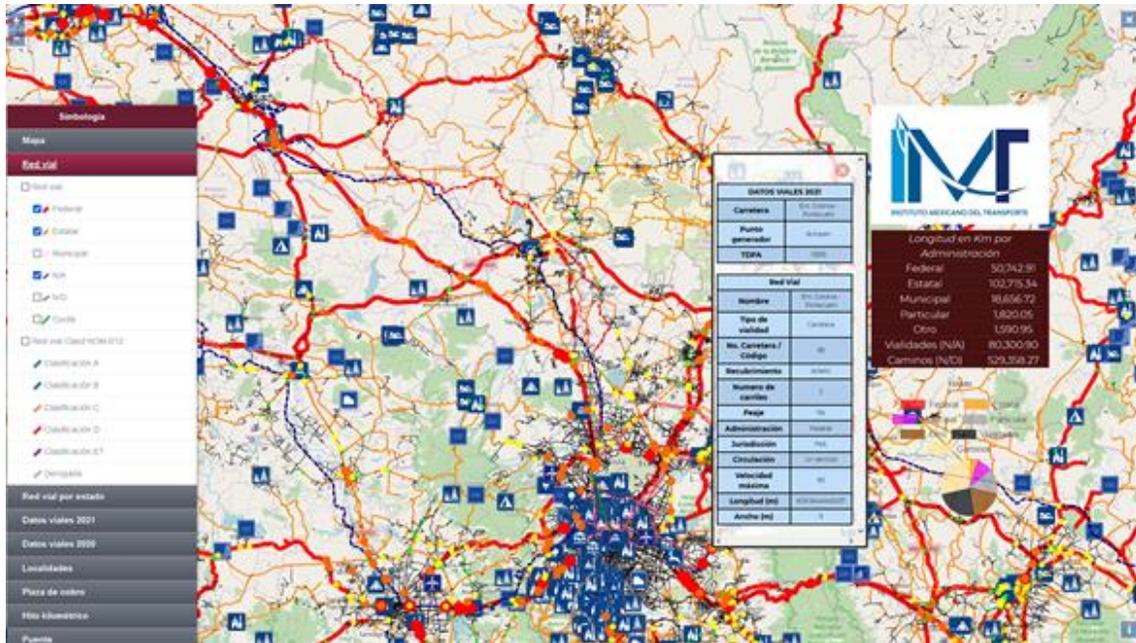


Figura 3.4 Cartografía de gran escala y multitemática

Fuente: IMT, 2022 o Instituto Mexicano del Transporte (2022). Visualizador Geocartográfico de la Red Nacional de Caminos. Sistema intranet del IMT. Recuperado de: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt686.pdf>

3.3.3.2 Aportes y aplicaciones de la RNC

La RNC es ya el insumo cartográfico fundamental para aplicaciones de ruteo y visualizadores de mapas vía internet v.gr. el Visualizador geocartográfico-IMT; Mapa Digital de México y el SIATL (Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas) en el INEGI; asimismo, los datos se integran a diversas publicaciones como los mapas de las zonas metropolitanas, “Conociendo México”, Mapa hipsográfico y batimétrico de la República Mexicana en diversas escalas, en el libro “La condición de ubicación de las localidades menores de 2 500 habitantes” y a productos que son utilizados para los Censos, cálculos de proximidad, búsqueda de rutas de evacuación, entre otros; amén de que se apega a la Norma Técnica para el acceso y publicación de Datos Abiertos de la información estadística y geográfica de interés nacional (ver figura 3.5).



Figura 3.5 Publicación y descarga en Internet de productos derivados de la RNC

La RNC se ha constituido en la plataforma para múltiples usos, tales como:

- ❖ Plataforma para la planeación y gestión territorial del transporte.
- ❖ Identificación de rutas óptimas y modelación logística de las empresas.
- ❖ Insumo determinante en la atención de emergencias y desastres.
- ❖ Aportar elementos precisos para la construcción de indicadores de desempeño.
- ❖ Actualización de cartografía topográfica y Atlas de carreteras.

Será la base para incorporar información de otras dependencias (SEDESOL, SEMARNAT, PEMEX, SEDATU, CONAPO, etc.) consolidándose como plataforma para la planeación y gestión del transporte en México y como información oficial para las entidades gubernamentales.

3.3.4 Determinación del tiempo de viaje

El archivo vectorial de la red vial contenida en el conjunto de datos de la RNC está compuesto por elementos lineales que representan las vías de transporte terrestre destinadas para el tránsito vehicular y/o peatonal (INEGI y SCT/IMT, 2020). Cuenta con atributos asociados que permiten distinguir las características de los elementos que la conforman, como: tipo de vialidad, nombre oficial, número de carriles, sentido de circulación vehicular, etc.

Específicamente, los atributos de tipo de vialidad, velocidad y longitud fueron utilizados para calcular el tiempo de viaje asociado a cada elemento de la red vial, en el cual también se incluyeron dos factores de fricción, uno asociado a la pendiente del terreno y otro al tráfico o congestión en áreas urbanas, pues como Brezzi et al. (2011b) señalan los tiempos de traslado entre un origen y un destino están influenciados por diversos factores, entre ellos los mencionados.

3.3.4.1 Factor de pendiente

El factor de pendiente se construyó a partir del modelo digital de elevación de cobertura nacional, con resolución espacial de 30 metros, obtenido directamente del Continuo de Elevación Mexicano (CEM 3.0), disponible en el portal de internet del INEGI.

El CEM es un producto que representa las elevaciones del territorio continental mexicano en formato ráster, mediante valores que indican puntos sobre la superficie del terreno, cuya ubicación geográfica se encuentra definida por coordenadas (x, y) a las que se le integran valores que representan las elevaciones (z) en metros sobre el nivel medio del mar.

Tabla 3.1 Coeficientes del factor pendiente

Rango de pendiente	Coeficiente
Menos de 5 por ciento	1.0
Entre 5 y menos de 10 por ciento	1.2
10 por ciento y más	1.5

Fuente: Elaboración propia con base en la SCT (2013).

El procedimiento consistió en obtener el mapa de pendientes en porcentaje, a partir del modelo digital de elevación, y añadir esta información, de forma específica la pendiente promedio correspondiente a cada segmento, como atributo de la red vial. Y con ello, asignar un coeficiente o ponderador (ver tabla 3.1), que busca representar el efecto de la pendiente sobre el tiempo de viaje a lo largo de la red vial, de acuerdo con lo establecido en los manuales de proyecto geométrico de carreteras de la SCT (1984 y 2013).

3.3.4.2 Factor de tráfico o congestión

Este factor busca dar cuenta del efecto que tiene el tráfico vehicular en los desplazamientos que atraviesan por áreas urbanas. El procedimiento consistió en identificar los elementos de la red vial que están totalmente o en su mayor parte contenidos en los polígonos de localidades de 2 500 y más habitantes. Para ello, se

obtuvo una capa de puntos que corresponde al punto medio de cada segmento de la red y esta capa se intersectó con la capa de polígonos de localidades de 2 500 habitantes y más, obtenida del archivo vectorial de localidades (polígonos) del Marco Geoestadístico del Censo de Población y Vivienda 2020.

A todos los elementos de la red vial cuyo punto medio no se intersecta con ninguna localidad de 2 500 y más habitantes se les asignó un coeficiente de 1.0; mientras que a aquellos segmentos cuyo punto medio sí se intersecta se les asignó un coeficiente que va de 1.5 a 2.0, en función del tipo de vialidad (ver tabla 3.2).

Tabla 3.2. Coeficientes del factor de tráfico o congestión

Tipo de vialidad	Coeficiente
Carretera, corredor, periférico y viaducto	1.5
Avenida, boulevard, calzada, circuito, eje vial y prolongación	1.6
Ampliación, calle, camino, circunvalación, continuación y diagonal	1.7
Enlace y glorieta	1.8
Andador, callejón, cerrada, peatonal, privada, retorno, vereda y otro	2.0

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI y SCT/IMT (2020).

3.3.4.3 Tiempo ponderado de viaje

Finalmente, el tiempo ponderado de viaje en minutos para cada elemento de la red vial se obtuvo mediante la siguiente expresión:

$$TPV = \frac{LONGITUD \times FP \times FC}{VELOCIDAD \times \frac{1000}{60}}$$

Donde:

TPV es el tiempo ponderado de viaje

LONGITUD	es la longitud en metros del elemento, cuyo valor forma parte de los atributos originales de la red vial, ¹⁶
FP	es el factor de pendiente,
FC	es el factor de congestión, y
VELOCIDAD	es la velocidad en kilómetros por hora, cuyo valor también forma parte de los atributos originales de la red vial. ¹⁷

3.3.5 Análisis origen-destino

Este apartado es en gran medida una contribución realizada por el Centro Geo, (como parte del proyecto inter- institucional en desarrollo) a través del Dr. Carlos Anzaldo, investigador titular de dicha institución, la cual es reconocida a nivel nacional, por sus altos estándares en el uso y aplicación de las ciencias de información geoespacial. Se reconoce y agradece su apoyo y colaboración

Para el cálculo de los tiempos de viaje de cada localidad origen a los cuatro tipos de localidades destino, se utilizó la extensión “Análisis de redes” (Network Analyst) del software ArcGIS 10.4, de manera particular el tipo de análisis denominado “Matriz de coste OD”, el cual determina las rutas de menor coste (p. ej. longitud, tiempo, costo, etc.) entre un conjunto de orígenes y destinos determinados, a través de un conjunto de datos de red (Network Dataset)¹⁸.

El conjunto de datos de red para este proyecto se construyó con tres archivos vectoriales (capas) de la RNC 2020 como fuente: red vial, transbordador y unión. Asimismo, se estableció como parámetro de coste para la determinación de las rutas más cortas entre orígenes y destinos, el tiempo ponderado de viaje descrito en el punto anterior.

¹⁶ La longitud es calculada de forma planimétrica con la proyección Cónica Conforme de Lambert (INEGI y SCT/IMT, 2020:53).

¹⁷ El dato de velocidad se registra por la necesidad de estimar tiempos de traslado en los sistemas de ruteo y su valor es aproximado en función de diversos factores como el tipo de vialidad, el número de carriles, la sinuosidad, la urbanización, etc., a criterio del analista (INEGI y SCT/IMT, 2020:52).

¹⁸ Una red es un sistema de elementos interconectados, como enlaces (líneas) y nodos de conexión (puntos), que representa las posibles rutas desde una ubicación a otra. Un conjunto de datos de red permite modelar una red de transporte de un modo de transporte único, como carreteras, o una red multimodal compuesta por diversos modos de transporte como carreteras, vías de ferrocarril y vías fluviales. Fuente: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/extensions/network-analyst/what-is-network-analyst-.htm>

Una vez construido el conjunto de datos de red, se procedió al cálculo de las matrices origen-destino entre las localidades origen de las 32 entidades federativas y los cuatro tipos de localidades destino de todo el país, es decir, se generaron 128 matrices.

Para generar una matriz entre las localidades origen de una determinada entidad federativa y las localidades destino de un determinado tipo (A, B, C, D), primero se cargaron los orígenes y después los destinos, a partir de su geometría y posición espacial como puntos, estableciendo una tolerancia de 30 metros en ambos casos para quedar conectados a la red. Esto dio como resultado un estatus de las localidades como orígenes y destinos que se encuentran localizados en el conjunto de datos de red (ver tabla 3.3).

Como se puede observar, únicamente 5 257 localidades, con una población de menos de 148 mil habitantes, no se localizaron en la red, correspondiendo las mayores cantidades a los estados de Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Chihuahua y San Luis Potosí.

Asimismo, se estableció como medida de impedancia el tiempo ponderado de viaje en minutos; mientras que se determinó encontrar un sólo destino, el más cercano, para cada localidad.

Tabla 3.3. República Mexicana. Número de localidades y población por entidad federativa según condición de localización en la RNC, 2020

Entidad federativa	Número de localidades			Población		
	Total	Localizada	No localizada	Total	Localizada	No localizada
Nacional	189 432	184 175	5 257	126 014 024	125 866 069	147 955
01 Aguascalientes	2 022	2 019	3	1 425 607	1 425 591	16
02 Baja California	5 545	5 292	253	3 769 020	3 765 044	3 976
03 Baja California Sur	2 543	2 441	102	798 447	796 997	1 450
04 Campeche	2 762	2 521	241	928 363	925 767	2 596
05 Coahuila	4 034	4 004	30	3 146 771	3 146 419	352
06 Colima	1 226	1 220	6	731 391	731 368	23
07 Chiapas	21 157	19 901	1 256	5 543 828	5 498 887	44 941
08 Chihuahua	12 186	11 922	264	3 741 869	3 739 534	2 335
09 Ciudad de México	634	614	20	9 209 944	9 209 310	634
10 Durango	5 890	5 654	236	1 832 650	1 828 318	4 332
11 Guanajuato	8 809	8 762	47	6 166 934	6 166 448	486
12 Guerrero	6 769	6 657	112	3 540 685	3 538 270	2 415
13 Hidalgo	4 690	4 609	81	3 082 841	3 079 932	2 909
14 Jalisco	10 348	10 226	122	8 348 151	8 339 039	9 112
15 México	4 894	4 890	4	16 992 418	16 991 374	1 044
16 Michoacán	8 644	8 590	54	4 748 846	4 743 100	5 746
17 Morelos	1 578	1 574	4	1 971 520	1 971 458	62
18 Nayarit	2 850	2 635	215	1 235 456	1 229 633	5 823
19 Nuevo León	4 822	4 743	79	5 784 442	5 783 635	807
20 Oaxaca	10 723	10 143	580	4 132 148	4 107 344	24 804
21 Puebla	6 568	6 543	25	6 583 278	6 582 942	336
22 Querétaro	2 192	2 153	39	2 368 467	2 367 430	1 037
23 Quintana Roo	2 207	2 065	142	1 857 985	1 856 674	1 311
24 San Luis Potosí	6 554	6 296	258	2 822 255	2 816 969	5 286
25 Sinaloa	5 495	5 366	129	3 026 943	3 025 977	966
26 Sonora	7 300	7 085	215	2 944 840	2 944 196	644
27 Tabasco	2 472	2 294	178	2 402 598	2 388 110	14 488
28 Tamaulipas	6 566	6 438	128	3 527 735	3 525 777	1 958
29 Tlaxcala	1 175	1 162	13	1 342 977	1 342 908	69
30 Veracruz	19 845	19 516	329	8 062 579	8 055 062	7 517
31 Yucatán	2 434	2 377	57	2 320 898	2 320 672	226
32 Zacatecas	4 498	4 463	35	1 622 138	1 621 884	254

Fuente: Estimaciones del CONAPO, IMT y CentroGeo con base en INEGI, censo 2020 e INEGI y SCT/IMT, RNC 2020.

La definición de los destinos A, B, C y D a partir de tamaños mínimos de población en orden descendente, asegura que para cada origen el tiempo ponderado de viaje a un destino determinado de orden superior, siempre será mayor o al menos igual, al de un destino de orden inferior, pero nunca mayor.

Es decir, para un determinado origen i los tiempos de viaje quedan ordenados de manera coherente, de tal forma que:

$$TPV_{i,A} \geq TPV_{i,B} \geq TPV_{i,C} \geq TPV_{i,D}$$

La representación espacial de los tiempos de viaje a los cuatro tipos de destino se muestra en los mapas 3.6 al 3.10.

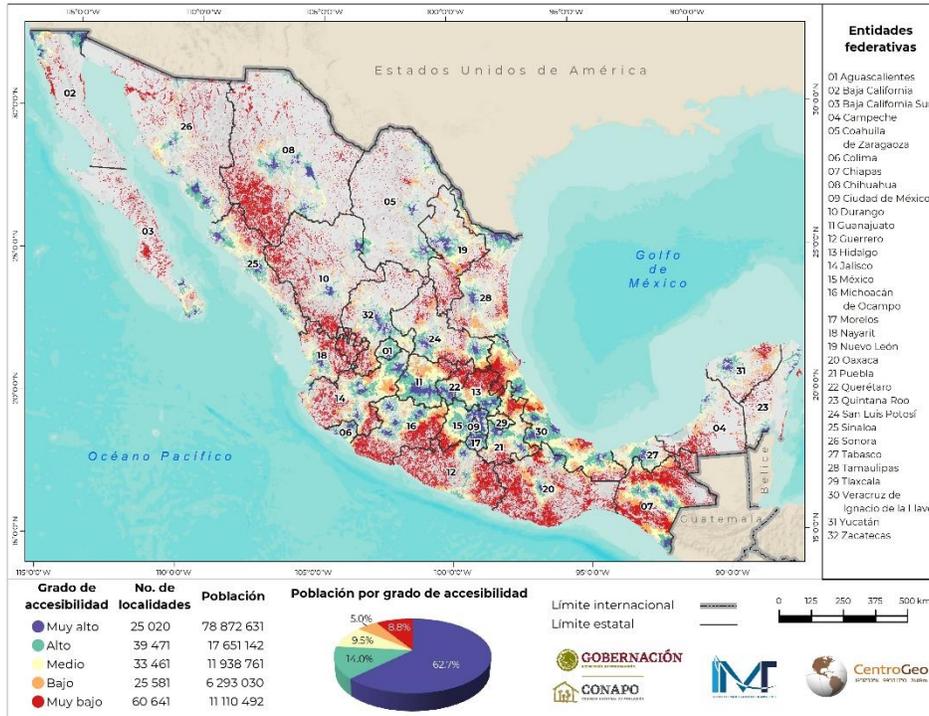


Figura 3.6 Mapa de la República Mexicana. Grado de accesibilidad hacia localidades destino de 100 mil habitantes y más (tipo A)

Fuente: Estimaciones del CONAPO, IMT y CentroGeo con base en INEGI, censo 2020 e INEGI y SCT/IMT, RNC 2020.

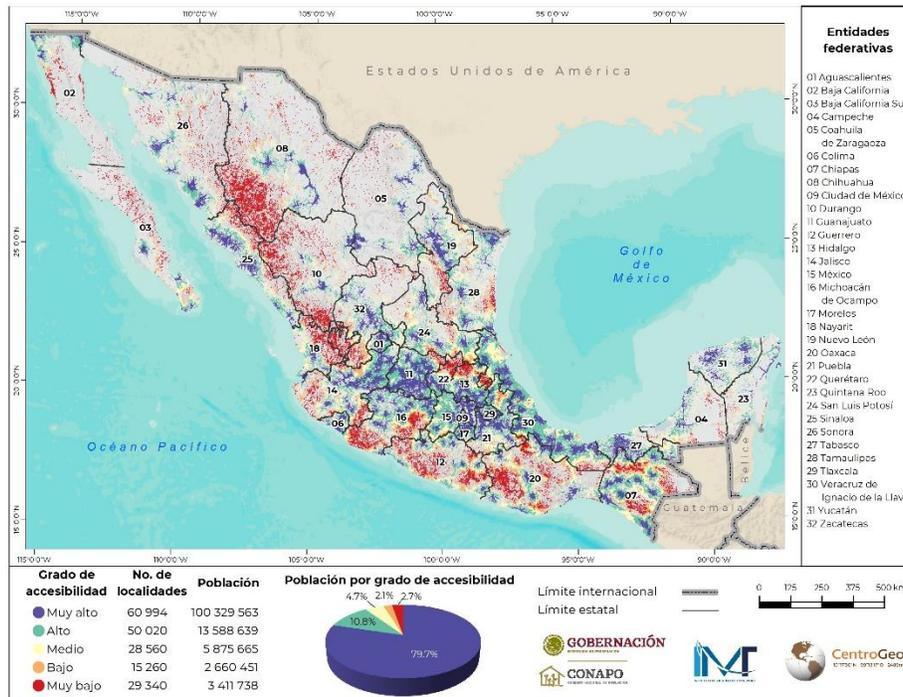


Figura 3.7 Mapa de la República Mexicana. Grado de accesibilidad hacia localidades destino de 25 mil habitantes y más (tipo B)

Fuente: Estimaciones del CONAPO, IMT y CentroGeo con base en INEGI, censo 2020 e INEGI y SCT/IMT, RNC 2020.

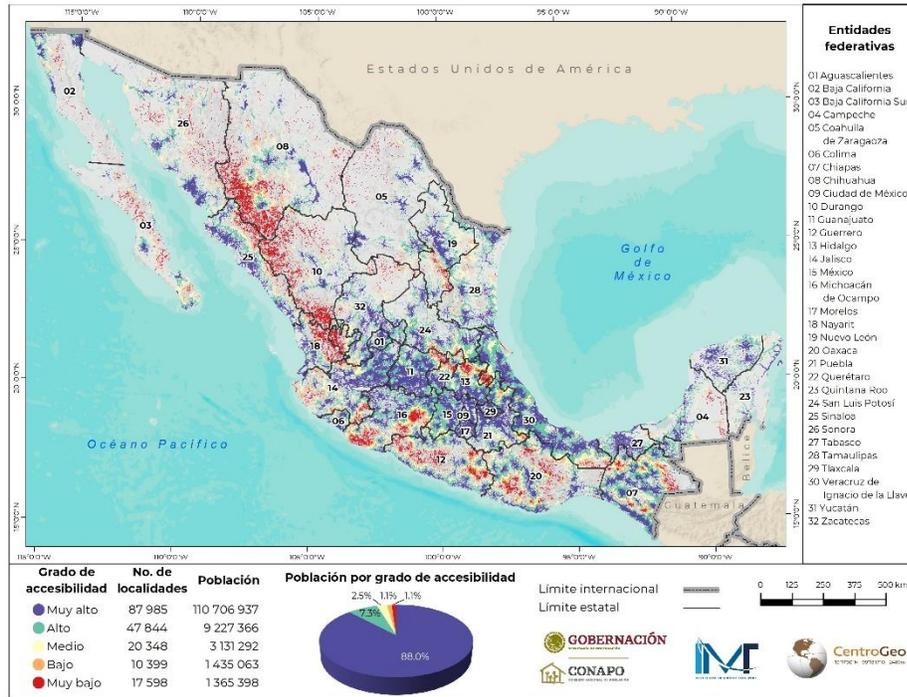


Figura 3.8 Mapa de la República Mexicana. Grado de accesibilidad hacia localidades destino de 10 mil habitantes y más (tipo C)

Fuente: Estimaciones del CONAPO, IMT y CentroGeo con base en INEGI, censo 2020 e INEGI y SCT/IMT, RNC 2020.

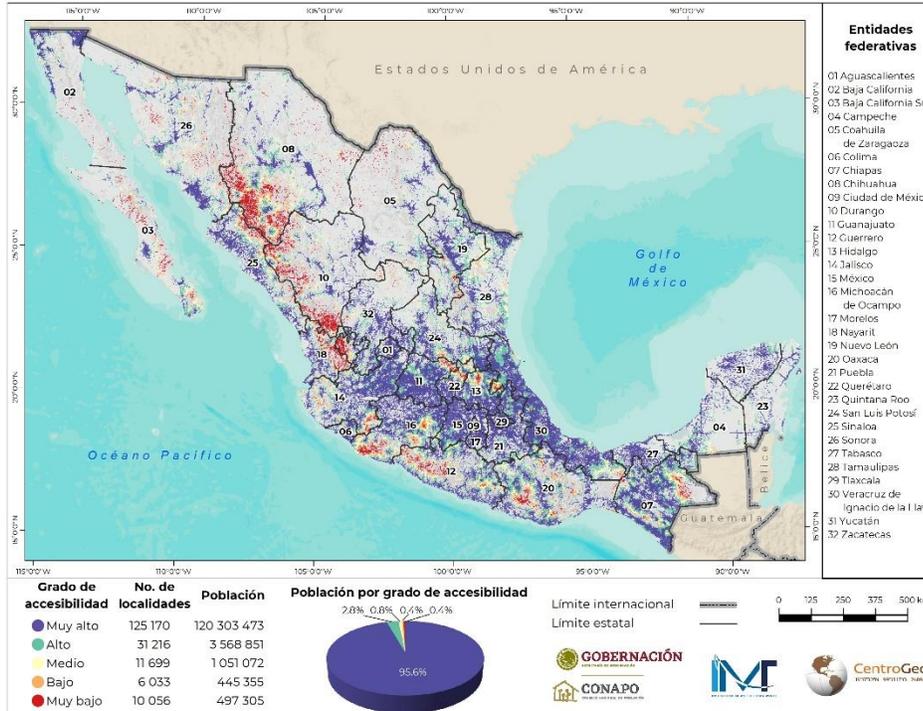


Figura 3.9 Mapa de la República Mexicana. Grado de accesibilidad hacia localidades destino de 2 500 habitantes y más (tipo D)

Fuente: Estimaciones del CONAPO, IMT y CentroGeo con base en INEGI, censo 2020 e INEGI y SCT/IMT, RNC 2020.

3.3.6 Tiempo combinado de viaje y grado de accesibilidad de las localidades a centros urbanos

Con el fin de sintetizar en una sola medida los tiempos de viaje de las localidades del país a los cuatro órdenes de destinos urbanos, se propuso una combinación lineal que asigna un mayor peso a los tiempos de viaje de primero y segundo orden (A y B), en comparación con los tiempos de viaje de orden tres y cuatro (C y D). La forma de esta combinación para un origen determinado i es:

$$TCV_i = 0.35 TPV_{i,A} + 0.30 TPV_{i,B} + 0.20 TPV_{i,C} + 0.15 TPV_{i,D}$$

Donde:

$TPV_{i,A}$ es el tiempo ponderado de viaje a destinos urbanos tipo A (de 100 mil habitantes y más),

$TPV_{i,B}$ es el tiempo ponderado de viaje a destinos urbanos tipo B (de 25 mil habitantes y más),

$TPV_{i,C}$ es el tiempo ponderado de viaje a destinos urbanos tipo C (de 10 mil habitantes y más), y

$TPV_{i,D}$ es el tiempo ponderado de viaje a destinos urbanos tipo D (de 2 500 habitantes y más).

Por su parte, el grado de accesibilidad de las localidades a centros urbanos se determinó aplicando un gradiente de 30 minutos al tiempo combinado de viaje para formar cinco estratos de accesibilidad, quedando estos definidos como se muestra en la tabla 3.4.

Finalmente, se integró una tabla de datos de localidades origen-destino que consolida toda la información, en la que para cada origen se especifica el destino más cercano tipo A, B, C y D, la longitud y el tiempo ponderado de viaje correspondiente a cada uno de estos, así como el tiempo combinado de viaje y el grado de accesibilidad a centros urbanos.

La distribución espacial del grado de accesibilidad de las localidades a centros urbanos se representa en el mapa 3.10.

Tabla 3.4 República Mexicana. Número de localidades y población según grado de accesibilidad, 2020

Grado de accesibilidad	Tiempo combinado	Número de localidades	Población
	de viaje (minutos)		
Muy alto	0 a 30	43 771	93 521 449
Alto	31 a 60	57 767	18 818 381
Medio	61 a 90	34 226	6 759 508
Bajo	91 a 120	17 660	3 330 636
Muy bajo	121 y más	30 750	3 436 082

Fuente: Estimaciones del CONAPO, IMT y CentroGeo con base en INEGI, censo 2020 e INEGI y SCT/IMT, RNC 2020.

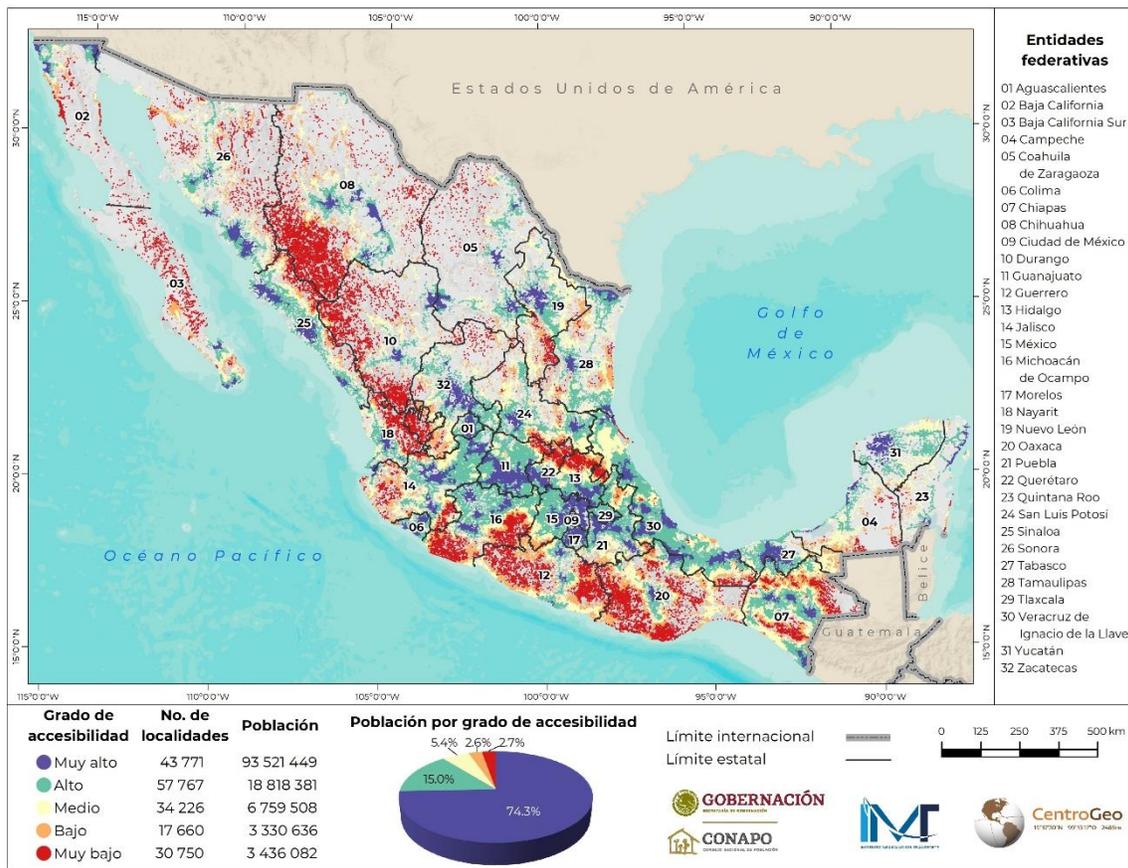


Figura 3.10 Mapa de la República Mexicana. Grado de accesibilidad de las localidades a centros urbanos

Fuente: Estimaciones del CONAPO, IMT y CentroGeo con base en INEGI, censo 2020 e INEGI y SCT/IMT, RNC 2020.

4. Resultados por niveles de agregación

Como principales resultados, en este último capítulo se hace un análisis de la distribución de población por tamaño de localidad entre 1990 y 2020, y de la accesibilidad de éstas a centros urbanos para el ámbito nacional. En un segundo apartado, se presenta el grado de accesibilidad a centros urbanos con énfasis en las entidades federativas y municipios.

4.1 Análisis de localidades y población

Nuestro país tiene un patrón histórico de poblamiento caracterizado por una concentración/dispersión. La mayor parte de la población habita en pocas ciudades, 64 % del nacional en el año más reciente, mientras que la gran mayoría de las localidades posee escasa población, nueve de cada diez del total cuentan con menos de 500 habitantes en 2020, tendencia que, aunque se ha ralentizado en décadas recientes, sigue siendo predominante (ver tabla 4.1).

Tabla 4.1 República Mexicana. Localidades y población según cuatro tamaños de localidad, 1990, 2000, 2010 y 2020

Tamaño de localidad	1990				2000			
	Localidades		Población		Localidades		Población	
	Absolutos	Relativos	Absolutos	Relativos	Absolutos	Relativos	Absolutos	Relativos
De 1 a 500	140 551	89.8	9 950 659	12.2	182 357	91.5	10 622 962	10.9
De 500 a 2 499	13 465	8.6	13 339 265	16.4	13 993	7.0	14 100 679	14.5
De 2 500 a 14 999	2 170	1.4	11 284 311	13.9	2 528	1.3	13 340 563	13.7
15 000 y más	4 16	0.3	46 675 410	57.4	513	0.3	59 419 208	61.0
Total	156 602	100	81 249 645	100	199 391	100	97 483 412	100

Tamaño de localidad	2010				2020			
	Localidades		Población		Localidades		Población	
	Absolutos	Relativos	Absolutos	Relativos	Absolutos	Relativos	Absolutos	Relativos
De 1 a 500	173 409	90.2	10 565 456	9.4	169 211	89.3	10 446 597	8.3
De 500 a 2 499	15 185	7.9	15 483 672	13.8	16 032	8.5	16 536 931	13.1
De 2 500 a 14 999	3 021	1.6	16 107 633	14.3	3 448	1.8	18 713 294	14.9
15 000 y más	630	0.3	70 179 777	62.5	741	0.4	80 317 202	63.7
Total	192 245	100	112 336 538	100	189 432	100	126 014 024	100

Fuente: Estimaciones del CONAPO, IMT y CentroGeo con base en el INEGI, censo 2020 e INEGI-IMT/SCT, RNC 2020.

Adicional a lo anterior, destaca un hallazgo relevante. Por primera ocasión disminuyó el número de localidades de 1 a 499 habitantes entre 2010 y 2020; descenso que sucedió un decenio antes para la población en este rango de tamaño, aunque dicho monto fue de apenas 176 mil personas en el lapso 2000-2020, lo que equivalió a un crecimiento medio anual de -0.1 %. La única reducción precedente para la población general fue en la Revolución Mexicana. Este comportamiento no debe pasar desapercibido debido a que, como se verá un poco más adelante, la mayoría de las localidades con menor grado de accesibilidad se encuentran en esta categoría demográfica.

Asimismo, desde 1990 el porcentaje de localidades de 1 a 499 habitantes se ha mantenido en 90 por ciento aproximadamente, mientras que el porcentaje de su población ha ido en descenso pasando de un 12.2 en 1990 a un 8.3 % en el 2020; y aunque el porcentaje de localidades de 15 mil habitantes también se han mantenido constante (3 o 4 %), en contraste el porcentaje de su población ha aumentado del 57.4 en 1990 al 63.7 % en 2020. En resumen, en más de 169 mil localidades viven solo poco más de diez millones de personas, mientras que en solo 741 asentamientos habitan más de 80 millones de habitantes.

Este patrón de distribución territorial, sin duda, representa un desafío para hacer llegar a la población que habita pequeñas localidades, los productos y servicios necesarios para satisfacer sus necesidades, incluyendo las más básicas como alimentos, educación o salud, solo por mencionar algunas, debido a su gran dispersión en el territorio nacional.

Esta distribución cuenta con detalles particulares en el ámbito estatal. Solo cinco entidades concentran casi el 40 % de la población del país: estado de México (casi 17 millones), Ciudad de México (9 millones), Jalisco (8 millones), Veracruz (8 millones) y Puebla (6.5 millones); mientras que cinco estados (dos de ellos coincidentes) reúnen a la misma proporción de localidades: Chiapas (21 mil), Veracruz (casi 20 mil), Chihuahua (12 mil), Oaxaca (10.7 mil) y Jalisco (10.3 mil) (ver cuadro 4.2). El vínculo entre el elevado número de localidades y una gran cantidad de ellas de tamaño reducido, también se relaciona con la menor accesibilidad.

Los resultados nacionales señalan que 48 410 localidades fueron identificadas con grados bajo y muy bajo de accesibilidad, esto significa 25.5 % del total nacional, donde habitan casi 6.8 millones de personas, es decir, 5.4 % de la población del país. Aunque esta magnitud demográfica es pequeña, es equivalente a la población total de países como Nicaragua o El Salvador (Banco Mundial, 2022). En contraste, 53.6 % de las localidades presentan muy alta y alta accesibilidad y cuentan en su conjunto casi con 90 % de la población, es decir, poco más de 112 millones de personas.

Las localidades con bajo y muy bajo grado de accesibilidad presentaron un estancamiento en su dinámica demográfica¹⁹. Entre 2010 y 2020 apenas crecieron a una tasa anual de 0.35 %, lo que significó un aumento de solo 217 mil habitantes (la nacional lo hizo 1.3 %). A pesar de ello, mostraron un incremento positivo que no sucedió en el universo de localidades de 1 a 249 habitantes²⁰, cuya tasa fue de -0.24 5.

Tabla 4.2 República Mexicana. Número de localidades y población por entidad federativa,

Entidad federativa	Localidades	%	Población	%
Nacional	189 432	10.0	126 014 024	10.0
01 Aguascalientes	2 022	1.1	1 425 607	1.1
02 Baja California	5 545	2.9	3 769 020	3.0
03 Baja California Sur	2 543	1.3	798 447	0.6
04 Campeche	2 762	1.5	928 363	0.7
05 Coahuila de Zaragoza	4 034	2.1	3 146 771	2.5
06 Colima	1 226	0.6	731 391	0.6
07 Chiapas	21 157	11.2	5 543 828	4.4
08 Chihuahua	12 186	6.4	3 741 869	3.0
09 Ciudad de México	634	0.3	9 209 944	7.3
10 Durango	5 890	3.1	1 832 650	1.5
11 Guanajuato	8 809	4.7	6 166 934	4.9
12 Guerrero	6 769	3.6	3 540 685	2.8
13 Hidalgo	4 690	2.5	3 082 841	2.4
14 Jalisco	10 348	5.5	8 348 151	6.6
15 México	4 894	2.6	16 992 418	13.5
16 Michoacán de Ocampo	8 644	4.6	4 748 846	3.8
17 Morelos	1 578	0.8	1 971 520	1.6
18 Nayarit	2 850	1.5	1 235 456	1.0
19 Nuevo León	4 822	2.5	5 784 442	4.6
20 Oaxaca	10 723	5.7	4 132 148	3.3
21 Puebla	6 568	3.5	6 583 278	5.2
22 Querétaro	2 192	1.2	2 368 467	1.9
23 Quintana Roo	2 207	1.2	1 857 985	1.5
24 San Luis Potosí	6 554	3.5	2 822 255	2.2
25 Sinaloa	5 495	2.9	3 026 943	2.4
26 Sonora	7 300	3.9	2 944 840	2.3
27 Tabasco	2 472	1.3	2 402 598	1.9
28 Tamaulipas	6 566	3.5	3 527 735	2.8
29 Tlaxcala	1 175	0.6	1 342 977	1.1
30 Veracruz de Ignacio de la Llave	19 845	10.5	8 062 579	6.4
31 Yucatán	2 434	1.3	2 320 898	1.8
32 Zacatecas	4 498	2.4	1 622 138	1.3

¹⁹ Fue posible realizar la comparación de 40 893 localidades que tuvieron población en ambos años, se excluyeron a poco más de siete mil que solo contaron con población para uno solo de los años.

²⁰ Rango en el que se encuentran la mayoría de las localidades con menor grado de accesibilidad.

Fuente: Estimaciones del CONAPO, IMT y CentroGeo con base en el INEGI, censo 2020 e INEGI-IMT/SCT, RNC 2020.

En el territorio nacional se observan dos patrones de ubicación de las localidades con menor accesibilidad. En primer término, las zonas montañosas concentran a la mayoría de estos asentamientos humanos, con franjas muy notorias en Baja California y Baja California Sur; la Sierra Madre Occidental en Chihuahua, Sonora, Durango, Sinaloa, Nayarit, Zacatecas y Jalisco; otras zonas de Jalisco más o menos cercanas a la costa y algunas colindantes con Michoacán, junto con lugares de este estado que se distribuyen hacia la costa y Tierra Caliente, cuyo comportamiento se extiende hacia Guerrero y el sur del estado de México; además, de la Sierra Madre del Sur desde Guerrero hasta Oaxaca y sur de Puebla; las zonas agrestes de Chiapas; el área accidentada compartida entre Veracruz, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato y San Luis Potosí; y ciertas zonas de la Sierra Madre Oriental en Nuevo León y Tamaulipas.

En segundo término, se nota un número importante de localidades en el Altiplano en partes de Chihuahua, Durango, Coahuila, Zacatecas y San Luis Potosí; y en algunas zonas relativamente planas que se caracterizan más por ser lugares poco poblados y dispersos en estos territorios amplios, como determinadas áreas de Tamaulipas, sur de Veracruz, la selva de Chiapas, oriente de Tabasco y centro-sur de la península de Yucatán.

En contraposición con lo anterior, es claro que las localidades con la mejor accesibilidad se ubican alrededor de los centros urbanos y en las zonas planas. Incluso se aprecia una continuidad que va desde algunas franjas de Zacatecas, Jalisco y San Luis Potosí en el centro-norte del país, incluyendo proporciones importantes de los territorios de Aguascalientes, Guanajuato, Michoacán, Querétaro, estado de México, Hidalgo, Ciudad de México, Tlaxcala, Puebla, el norte de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, Veracruz hasta Tabasco. Esta gran área cuenta con las mejores condiciones de accesibilidad, intrínsecamente relacionadas con la existencia de una mayor densidad de caminos y mejores condiciones geográficas.

Al analizar de forma exclusiva a las localidades menores de 2 500 habitantes, en concordancia con el número elevado de localidades pequeñas que tiene el país, estas muestran un peso considerable en cada una de las categorías de grado de accesibilidad (ver cuadro 4.3). No obstante, se puede notar que existe una mayor concentración, tanto de localidades como de población, cuando el grado de accesibilidad se reduce. Por ejemplo, en el grupo de las más pequeñas (de 1 a 249 habitantes), el porcentaje de población aumenta según disminuye el grado de accesibilidad, pasando de 12.9 en grado muy alto a 36.5 en el muy bajo, lo que muestra una relación inversa entre el tamaño de localidad con el grado de accesibilidad. Asimismo, las localidades en el rango de 1 000 a 2 499 habitantes con grado muy alto presentan un porcentaje de población de 49.2, casi la mitad de la población de esa categoría, la cual baja hasta 20.8 % en el grado muy bajo.

También es de destacar que se identificaron 423 localidades de entre 1 000 y menos de 2 500 habitantes con grado bajo de accesibilidad y 404 con grado muy bajo, que a pesar de que representan proporciones muy reducidas del monto total en estas

dos categorías, conjuntan a un cuarto y a una quinta parte de las magnitudes de población. Lo que denota de nueva cuenta el patrón de concentración y dispersión ya mencionado, que también aplica al observar la distribución de localidades de tamaño pequeño.

Tabla 4.3 República Mexicana. Número de localidades y población por tamaño de localidad y grado de accesibilidad 2020

Tam año de localidad y grado de accesibilidad	Localidades ^{a/}		Población	
	Número	%	Número	%
Nacional				
De 1a 249	155 562	84.0	5 608 325	20.8
De 250 a 499	13 649	7.4	4 838 272	17.9
De 500 a 999	9 551	5.2	6 709 875	24.9
De 1000 a 2 499	6 481	3.5	9 827 056	36.4
Total	185 243	100.0	26 983 528	100.0
Muy alto				
De 1a 249	33 563	81.2	973 911	12.9
De 250 a 499	2 711	6.6	970 241	12.8
De 500 a 999	2 651	6.4	1 892 554	25.0
De 1000 a 2 499	2 406	5.8	3 722 150	49.2
Total	41 331	22.3	7 558 856	28.0
Alto				
De 1a 249	45 591	80.5	1 660 935	17.1
De 250 a 499	4 885	8.6	1 753 044	18.0
De 500 a 999	3 637	6.4	2 558 721	26.3
De 1000 a 2 499	2 487	4.4	3 766 951	38.7
Total	56 600	30.6	9 739 651	36.1
Medio				
De 1a 249	28 859	85.1	1 159 459	27.0
De 250 a 499	2 783	8.2	971 057	22.6
De 500 a 999	1 517	4.5	1 053 929	24.5
De 1000 a 2 499	754	2.2	1 114 127	25.9
Total	33 913	18.3	4 298 572	15.9
Bajo				
De 1a 249	14 703	84.0	675 135	28.1
De 250 a 499	1 557	8.9	541 222	22.5
De 500 a 999	816	4.7	563 196	23.5
De 1000 a 2 499	423	2.4	621 406	25.9
Total	17 499	9.4	2 400 959	8.9
Muy bajo				
De 1a 249	27 670	90.3	1 036 728	36.5
De 250 a 499	1 658	5.4	583 397	20.5
De 500 a 999	911	3.0	628 574	22.1
De 1000 a 2 499	404	1.3	591 926	20.8
Total	30 643	16.5	2 840 625	10.5
Sin localización en la red				
De 1a 249	5 176	98.5	102 157	70.5
De 250 a 499	55	1.0	19 311	13.3
De 500 a 999	19	0.4	12 901	8.9
De 1000 a 2 499	7	0.1	10 496	7.2
Total	5 257	2.8	144 865	0.5

Nota: a/ Se consideran únicamente las localidades menores a 2 500 habitantes.

Fuente: Estimaciones del CONAPO, IMT y CentroGeo con base en el INEGI, censo 2020 e INEGI-IMT/SCT, RNC 2020.

4.2 Análisis por entidad federativa y municipio

Los hallazgos por entidad federativa muestran una diversidad de circunstancias. Por contar con más de una tercera parte del total de sus localidades con grado muy bajo de accesibilidad²¹, sobresalen Durango (52.0 %), Chihuahua (49.2 %; con la mayor cuantía absoluta del país: 5 996 localidades), Guerrero (44.7 %), Baja California Sur (38.7 %) y Oaxaca (36.8 %). A estas entidades le siguen Michoacán, Chiapas, Jalisco y Sonora por sumar más de mil asentamientos en esta categoría²². De la misma forma, por tener a más de uno de cada diez habitantes en este rango destacan Oaxaca (24.8 %; con la mayor cantidad de población, de poco más de un millón de personas), Guerrero (14.3 %) y Baja California Sur (12.3 %); completan este listado Chiapas, Chihuahua, Hidalgo, Durango y Baja California que tienen más de 100 mil personas residentes en este tipo de localidades.

Con grado de accesibilidad bajo, los porcentajes más significativos en cuanto a localidades resaltan Guerrero (21.3 %), Campeche (18.9 %), Oaxaca (18.4 %), Baja California Sur (15.8 %); y con más de mil localidades solo se agregarían Chiapas (el estado con la mayor cuantía absoluta del país: 2 809 localidades) y Jalisco.²³ Al analizar la concentración porcentual de población donde uno de cada diez habitantes reside en este tipo de asentamientos, resaltan Guerrero (16.6 %), Oaxaca (14.8 %; el de mayor cuantía absoluta: 614 mil habitantes) y Chiapas (10.0%)²⁴. Por contar con más de 100 mil personas en esta condición se adicionan Puebla, Hidalgo, Veracruz, Jalisco, Michoacán y Chihuahua.

Respecto al grado medio, San Luis Potosí (33.9%), Campeche (32.7 %), Chiapas (27.1 %), Puebla (26.0 %) y Nuevo León (24.7 %) prevalecen en el porcentaje de localidades; a su vez, Oaxaca (19.1 %), Guerrero (18.9 %), Chiapas (16.9 %), San Luis Potosí (14.7 %) y Campeche (10.5 %) lo hacen en el de población.

En el rango de alta accesibilidad, Tlaxcala (59.1 %), Yucatán (44.6 %), Veracruz (44.1 %), Guanajuato (41.7 %) y Coahuila de Zaragoza (41.6 %) presentan los porcentajes de localidades más elevados; en tanto, Michoacán (39.5 %), Veracruz (29.4 %), Nayarit (28.9 %), San Luis Potosí (28.1 %) y Chiapas (27.6 %) poseen las mayores proporciones de población.

Con relación al grado de accesibilidad muy alto, la Ciudad de México (92.6 %), Morelos (84.2 %), Aguascalientes (76.9 %), Colima (63.6 %) y Guanajuato (48.7 %) tienen los porcentajes más importantes de localidades, la gran mayoría de ellas

²¹ Las comparaciones se realizan respecto a su monto estatal.

²² De todas las mencionadas en renglones previos, solo Baja California Sur tiene menos de mil localidades (984).

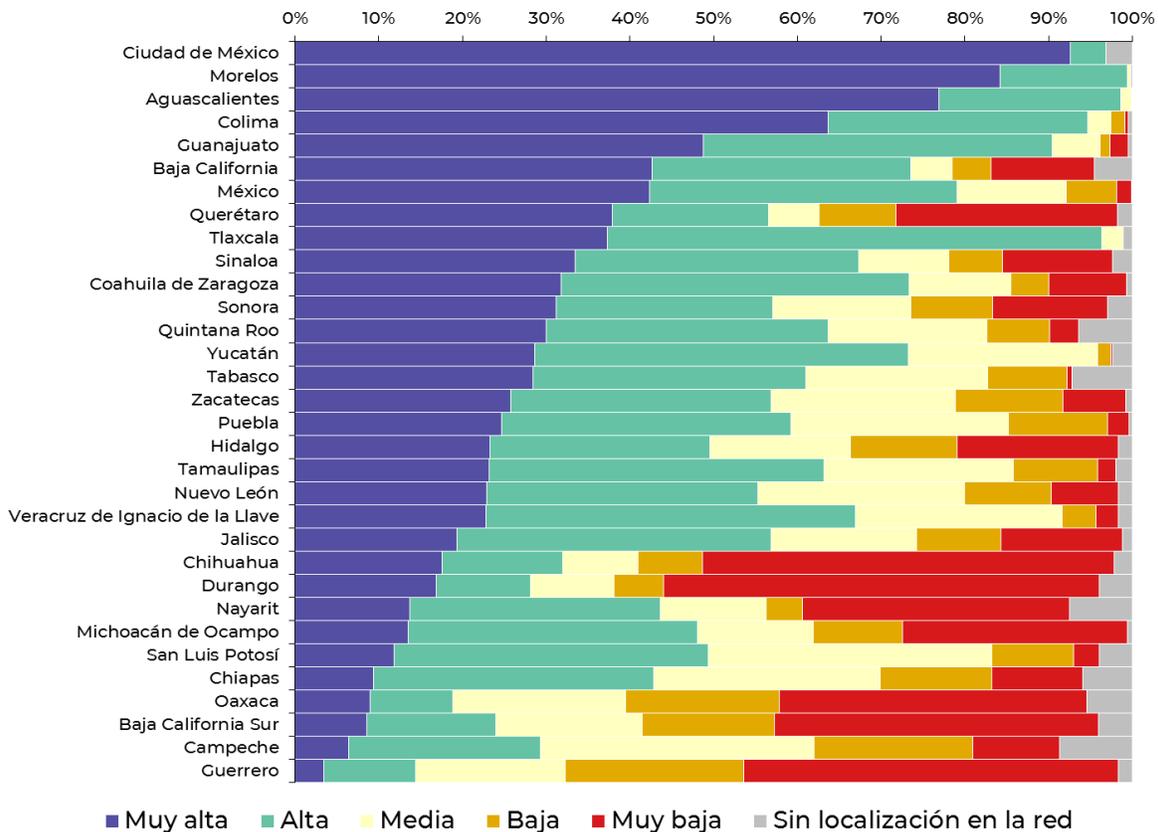
²³ En este grupo solo Campeche tuvo menos de mil localidades (523).

²⁴ Las tres entidades tienen a más de 500 mil habitantes en esta categoría.

ubicadas en el centro del país. Esto determina que prácticamente toda la población de la Ciudad de México cuente con las mejores condiciones de accesibilidad, le siguen Morelos (95.1 %), Nuevo León (94.1 %), Baja California (93.3 %) y Colima (92.7 %).

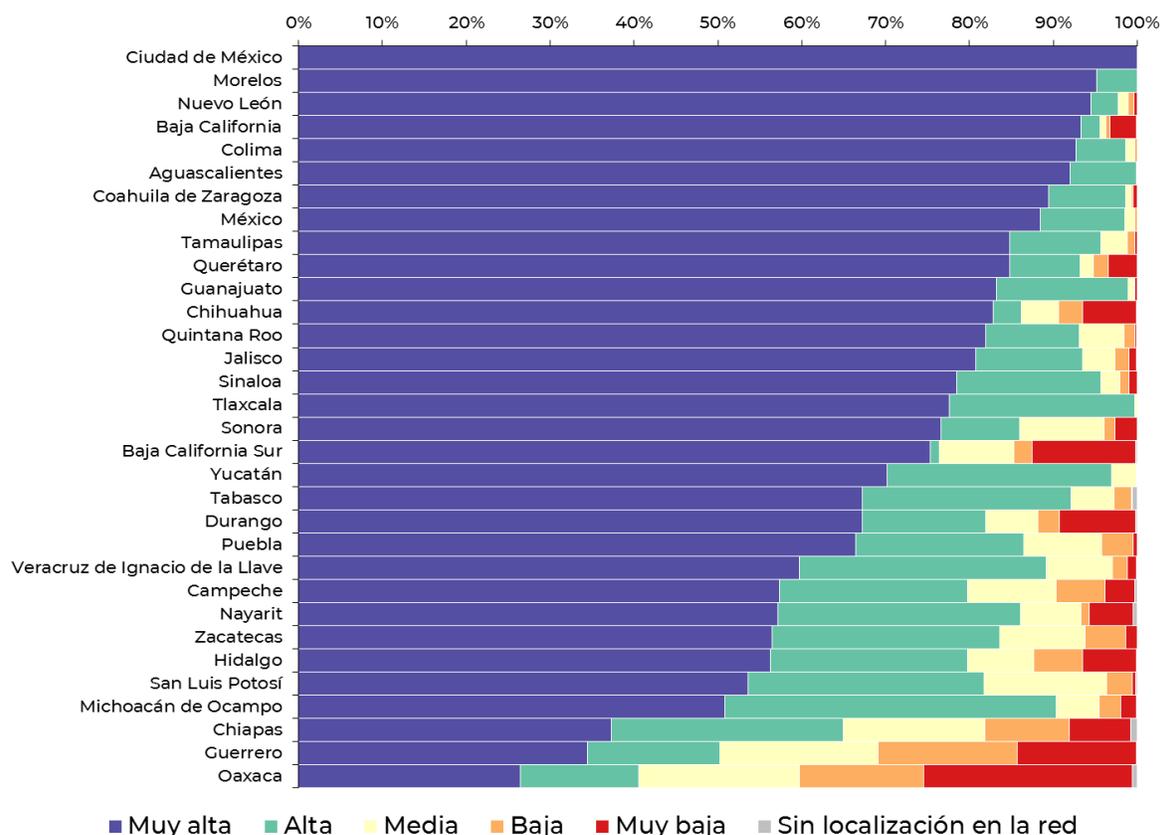
Este análisis se confirma al observar las tablas 4.4 y 4.5 que presentan los porcentajes tanto de localidades como de población por entidad federativa. El contraste que se nota se relaciona con el patrón de poblamiento ya mencionado; en la representación visual de la gráfica sobre población, los rangos con mejor accesibilidad cubren un área mayor porque más personas viven en estas zonas; mientras que, en la representación visual de la gráfica sobre localidades, las categorías con mejor accesibilidad reducen su concentración porque hay muchos asentamientos en condiciones opuestas.

Tabla 4.4 República Mexicana. Porcentaje de localidades por grado de accesibilidad por entidad federativa, 2020



Fuente: Estimaciones del CONAPO, IMT y CentroGeo con base en el INEGI, censo 2020 e INEGI-IMT/SCT, RNC 2020.

Tabla 4.5 República Mexicana. Porcentaje de población por grado de accesibilidad por entidad federativa, 2020



Fuente: Estimaciones del CONAPO, IMT y CentroGeo con base en el INEGI, censo 2020 e INEGI-IMT/SCT, RNC 2020.

A continuación, se presentan los resultados por municipio. Para este análisis se agruparon la población y las localidades en cinco rangos porcentuales para esta desagregación geográfica y se centró la atención en el grado muy bajo de accesibilidad. De forma general, los resultados coinciden con lo presentado en los datos por localidad mostrados en el mapa 4.1. Sucede una concentración en:

- ❖ La Sierra Madre Occidental en Sonora, Chihuahua, Durango, Sinaloa, Nayarit y Jalisco.
- ❖ La zona central de la península de Baja California.
- ❖ Áreas del norte de Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Veracruz.
- ❖ La Sierra Madre del Sur que atraviesa los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca.
- ❖ Algunas zonas de Nuevo León, Campeche y Chiapas.

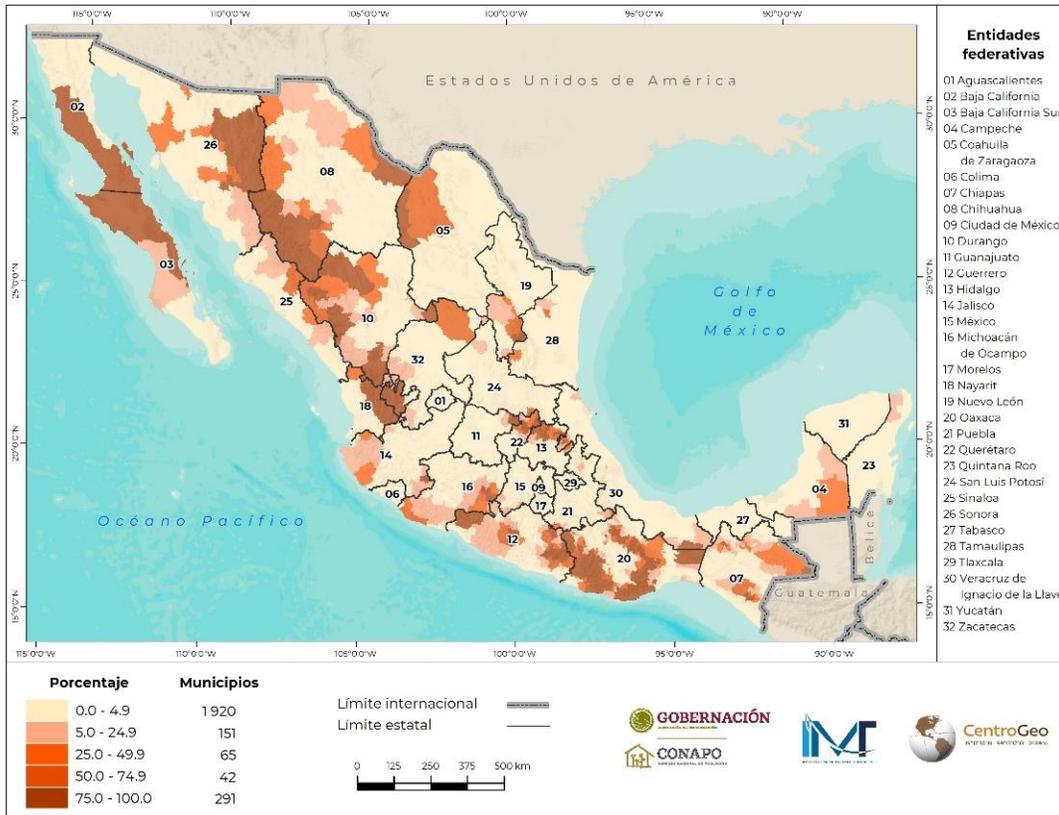


Figura 4.1 Mapa de la República Mexicana. Porcentaje de población con muy bajo grado de accesibilidad por municipio, 2020

Fuente: Estimaciones del CONAPO, IMT y CentroGeo con base en el INEGI, censo 2020 e INEGI-IMT/SCT, RNC 2020.

Cabe destacar que de los 2 469 municipios que integran el país, 291 tienen 75 % o más de su población con muy baja accesibilidad y 306 poseen el mismo porcentaje de sus localidades en dicho grado; 138 municipios registraron 100 % de su población en este grado, en su mayoría se localizan en Oaxaca (105) y Sonora (18) (ver mapas 4.1 y 4.2). Estos municipios necesitan recibir la atención pertinente para minimizar las brechas socioeconómicas respecto al resto del país.

En el otro extremo, un total de 273 municipios cuentan con 100 % de su población con muy alta accesibilidad y 1 630 no presentan ninguna localidad con grado de accesibilidad muy baja. El país es desigual en la temática analizada en esta publicación. En este contexto, cabe mencionar que los resultados de accesibilidad

pueden escalarse a nivel municipal mediante la estimación de los tiempos esperados de traslado.²⁵

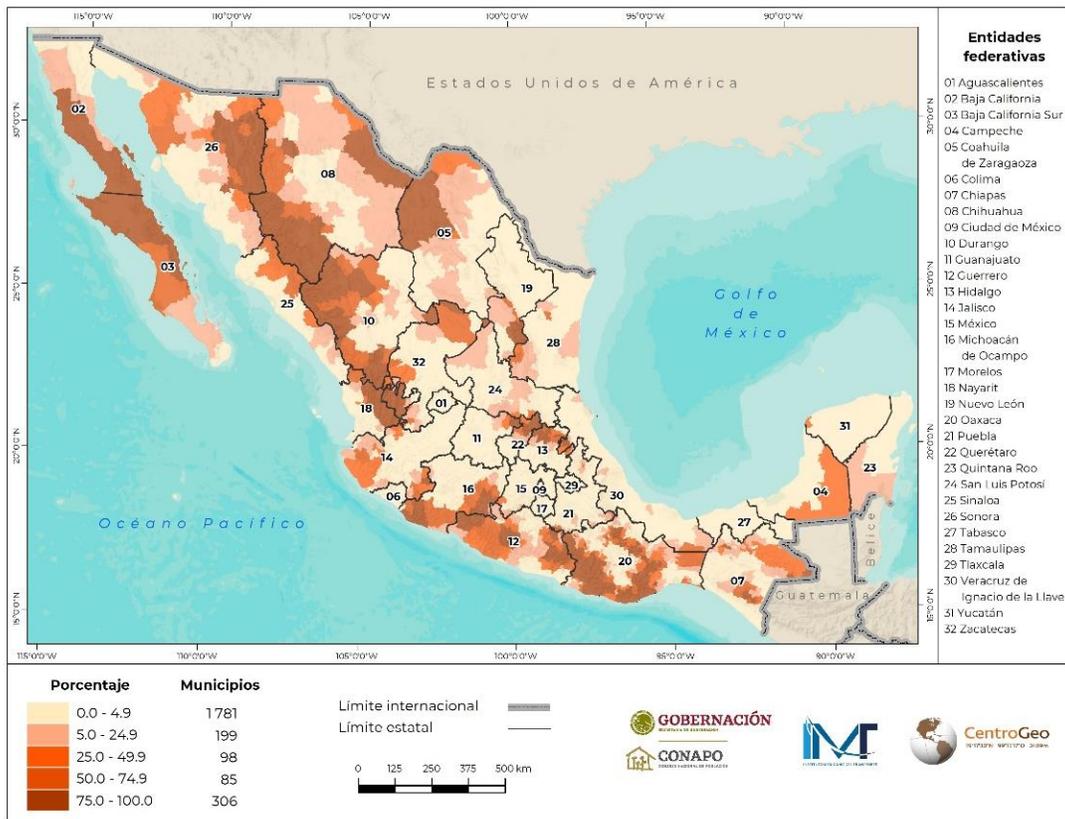


Figura 4.2 Mapa de la República Mexicana. Porcentaje de localidades con muy bajo grado de accesibilidad por municipio, 2020

Fuente: Estimaciones del CONAPO, IMT y CentroGeo con base en el INEGI, censo 2020 e INEGI-IMT/SCT, RNC 2020.

La figura 4.3 muestra el grado de accesibilidad por municipio, donde es posible notar la semejanza en la distribución relativa de población y localidades con muy bajo grado de accesibilidad, descrita anteriormente.

Este ejercicio mostró que uno de cada cuatro municipios del país tiene bajo y muy bajo grado de accesibilidad, los cuales se concentran en zonas altas de la Sierra Madre Occidental en Chihuahua, Durango, Nayarit y Jalisco, en la Sierra Madre del Sur de Guerrero y Oaxaca; así como una importante agrupación en las Huastecas. En estos municipios habitan poco más de tres millones de personas que representan 2.4 % de la población total. En el otro extremo, 57 % de los municipios

²⁵ La estimación se basa en el concepto estadístico de esperanza matemática que permite considerar la variabilidad existente en los montos de población de cada localidad en los municipios.

cuentan con alto y muy alto grado de accesibilidad, en donde habitan poco más de 94 millones de personas, que representa casi 75 % de la población total.

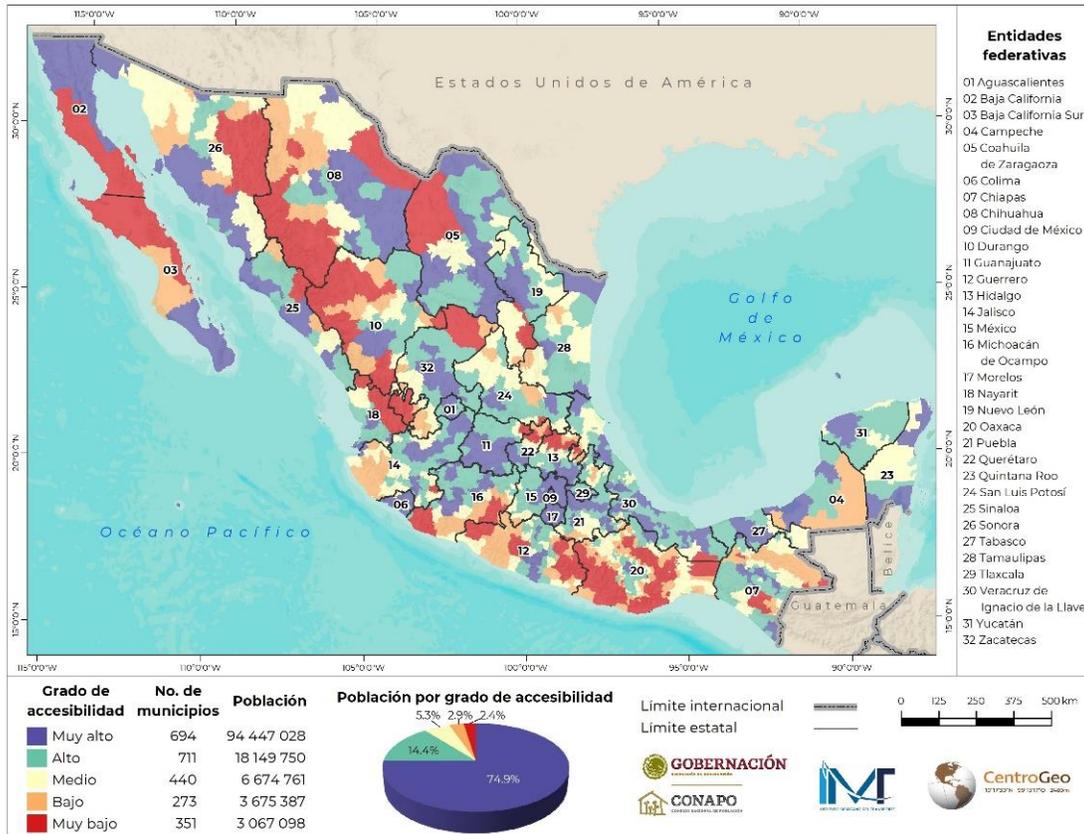


Figura 4.3 Mapa de la República Mexicana. Grado de accesibilidad por municipio, 2020

Fuente: Estimaciones del CONAPO, IMT y CentroGeo con base en el INEGI, censo 2020 e INEGI-IMT/SCT, RNC 2020.

Conclusiones

El presente estudio, desde una perspectiva metodológica innovadora, confirma los resultados alcanzados en estudios precedentes²⁶ y refrenda afirmaciones, con datos actualizados, como que la condición de aislamiento, considerando la accesibilidad brindada por los caminos, es una expresión que debe sumarse a la dimensión de la marginación y exclusión social; sin duda, aporta una perspectiva geográfica más completa de la compleja realidad que se manifiesta con mayor crudeza en las regiones más apartadas y deprimidas con lo cual se abona a favor de programas, proyectos y acciones de promoción del desarrollo territorial integral.

El análisis de la accesibilidad de las localidades, en particular, 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.

Se puede afirmar que la distribución territorial de la población que vive en las zonas rurales, en su mayor parte se asienta cerca de las áreas de explotación agropecuaria y de las fuentes hídricas que abastecen al desarrollo de estas actividades, pero aquéllas poblaciones que no presentan este comportamiento, son las que se encontrarán en mayor grado de aislamiento por encontrarse ubicadas en zonas montañosas con difícil acceso, con grandes pendientes que obstaculizan la implementación de infraestructura carretera, o se ubican en áreas desérticas y semidesérticas donde la dotación de servicios y de infraestructura es mínima para atender las necesidades de sus pobladores.

Este tipo de estudios, nos muestra una radiografía de cómo está estructurada la distribución de las localidades y la población del país. Los resultados son claros y denunciadores por sí solos. La desigualdad es evidente, así como el grado de aislamiento. Para los estudiosos de este tipo de temas, es un deber el seguir

²⁶ Un gran ejemplo de lo mencionado, podría ser la obra: *La condición de ubicación geográfica de las localidades menores a 2,500 habitantes en México*. Donde se abarca este tema de manera majestuosa. Fuente: <https://www.gob.mx/imt/documentos/la-condicion-de-ubicacion-geografica-de-las-localidades-menores-a-2500-habitantes-en-mexico> ISBN: 978-607-427-288-8

desarrollando este tipo de investigaciones, y llevarlos a un siguiente nivel, como podría ser la aplicación de programas a nivel gubernamental, así como la toma de decisiones en política pública, por parte de expertos en la materia, encaminadas a reducir esta gran brecha de oportunidades, y de una u otra manera reducir el aislamiento de la población.

En resumen, la situación del poblamiento en el territorio, denota un alto grado de aislamiento que hace necesario repensar la forma de encausar los esfuerzos de las instituciones por encontrar estrategias que permitan integrar a las poblaciones que se encuentran desfavorecidas del desarrollo regional. Pero son estos ejercicios de diagnóstico los que contribuyen a dirigir los mecanismos para la óptima toma de decisiones y dotar los apoyos sociales de mejor manera. Lo que es un hecho, es que gracias a las nuevas tecnologías se genera mayor información que permite conocer mejor el territorio, lo que conduce a dar las bases para coadyuvar al ordenamiento territorial con miras a disminuir la desigualdad de las regiones.

Bibliografía

Alasia, A., Bédard, F., Bélanger, J., Guimond, E. y Penney, C. (2017). *Measuring remoteness and accessibility- A set of indices for Canadian communities* (Núm. 18-001-X). Statistics Canada. Recuperado de:

<https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/18-001-x/18-001-x2017002-eng.pdf>

Asuad, N. (2014). *Teorías de la distribución espacial de las actividades económicas*. Recuperado de:

<http://www.economia.unam.mx/cedrus/descargas/Teorasdistribucionespacial.pdf>

Banco Mundial. (2022). *Población total—América Latina y El Caribe*. [Datos]. Recuperado de:

<https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL?locations=ZJ>

Banick, R. y Kawasoe, Y. (2019). *Measuring Inequality of Access. Modeling Physical Remoteness in Nepal*. Policy Research Working Paper, 8966. Recuperado de:

<http://hdl.handle.net/10986/32218>

Baradaran, S. y Ramjerdi, F. (2001). *Performance of Accessibility Measures in Europe*. *Journal of Transportation and Statistics*, 4 (2/3), 31–48.

Brezzi, M., Dijkstra, L. y Ruiz, V. (2011). *The Economic Performance of Remote Rural Regions* OECD Extended Regional Typology. OECD Publishing. Recuperado de: <https://doi.org/10.1787/5KG6Z83TW7F4-EN>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2013). *Consenso de Montevideo sobre población y desarrollo*. Naciones Unidas. Recuperado de:

<https://www.cepal.org/es/publicaciones/21835-consenso-montevideo-poblacion-desarrollo>

Consejo Nacional de Población [CONAPO]. (2002). *Centros proveedores de servicios. Una estrategia para atender la dispersión de la población* (2da ed.). (2022a). ¿Qué hacemos? Recuperado de:

<https://www.gob.mx/conapo/que-hacemos>

Consejo Nacional de Población [CONAPO]. (2022b). *Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2020*.

<https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372>

Consejo Nacional de Población [CONAPO]. (2022c). *Índice de marginación por localidad 2020*.

<https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372>

Consejo Nacional de Población [CONAPO]. (2022d). *Sistema de indicadores para monitoreo y seguimiento de la ENAPEA*. Recuperado de:

<http://indicadores.conapo.gob.mx/ENAPEA.html>

Consejo Nacional de Población [CONAPO], Instituto Mexicano del Transporte [IMT] y Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2016). *La condición de ubicación geográfica de las localidades menores a 2 500 habitantes en México* (1ra ed.). Recuperado de:

<https://www.gob.mx/conapo/documentos/la-condicion-de-ubicacion-geografica-de-las-localidades-menores-a-2-500-habitantes-en-mexico>

Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación [CONAPRED], Comisión Nacional de los Derechos Humanos [CNDH] e Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2017). *Perfil sociodemográfico de la población afrodescendiente en México*. Recuperado de:

https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/OtrosDocumentos/Doc_2017_030.pdf

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL]. (2019). *Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México* (3ra ed.). Recuperado de:

<https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Metodologia.aspx>

Dalvi, M. (1978). *Behavioural Modelling Accessibility, Mobility and Need: Concepts and Measurement*, en Hensher D. y Stopher P. (eds.), *Behavioural Travel Modelling*. London: Croom Helm, pp. 639-653.

Dijkstra, L., Poelman, H. y Ackermans, L. (2019). *Road Transport Performance in Europe. Introducing a New Accessibility Framework*. Working Papers. Una serie de artículos breves sobre investigación e indicadores regionales producidos por la Dirección General de Política Regional y Urbana. Comisión Europea. Recuperado de:

https://ec.europa.eu/regional_policy/en/information/publications/working-papers/2019/road-transport-performance-in-europe

Diario Oficial de la Federación [DOF], (1974). Ley General de Población, 7 de enero. Recuperado de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/140_120718.pdf

Diario Oficial de la Federación [DOF], (2004). Ley General de Desarrollo Social, 20 de enero. Recuperado de:

https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/264_250618.pdf

Diario Oficial de la Federación [DOF], (2014). Acuerdo por el que se determina Información de Interés Nacional la Red Nacional de Caminos, 6 de octubre. Recuperado de:

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5362762&fecha=06/10/2014

Environmental Systems Research Institute [ESRI]. (2021). *Análisis de la matriz de coste OD. Matriz de coste OD*. Recuperado de:

<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/extensions/network-analyst/od-cost-matrix.htm>

Geurs, K. y Ritsema van Eck, J. (2001). *Accessibility measures: Review and applications. Evaluation of accessibility impacts of land-use transport scenarios, and related social and economic impact*. RIVM report, 408505006. Recuperado de:

https://www.pbl.nl/en/publications/Accessibility_measures_review_and_applications

Geurs, K. y van-Wee, B. (2004). *Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions*. *Journal of Transport Geography*, 12, 127–140. Recuperado de:

<https://doi.org/10.1016/j.itrangeo.2003.10.005>

Geurs, K., Ponce-Dentinho, T. y Patuelli, F. (2016). *Accessibility, equity and efficiency*. En K. Geurs, T. Ponce-Dentinho y Patuelli (Ed.). *Accessibility, Equity and Efficiency*. Desafíos para el Transporte y los Servicios Públicos (1ra Ed.). Edwards Elgar Publishing.

Gobierno de México. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo [PND] 2019-2024*. Recuperado de:

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019

Hägerstrand, T. (1970). What about people in Regional Science? *Documentos de la Asociación Regional de Ciencias*, 24 (1), 6–21. Recuperado de:

<https://link.springer.com/article/10.1007/BF01936872>

Hansen, W. G. (1959). How Accessibility Shapes Land Use. *Revista del Instituto Americano de Planificadores*, 25 (2), 73–76. Recuperado de:

<https://doi.org/10.1080/01944365908978307>

Harris, B. (2001). Accessibility: Concepts and Applications. *Journal of Transportation and Statistics*, 4 (3), 15–30.

Herrera, A., Martínez Antonio, J., Moreno Martínez, A. y González Moreno, J. (2014). *Diagnóstico del transporte aéreo comercial en el estado de Oaxaca*. Publicación técnica No. 421. México: Instituto Mexicano del Transporte [IMT]. Recuperado de:

<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt421.pdf>

Herrera, A. y González Moreno, J. (2019). *Modelo de demanda de la actividad aérea en México*. Ingeniería Investigación y Tecnología, 20 (4), 1–14. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.22201/ifi.25940732e.2019.20n4.042>

Herrera, A. y Cortés, A. (2022). *Cadena logística de las vacunas contra la COVID-19 en México. Fase 1: Las primeras cuatro etapas de vacunación*. Publicación técnica No. 686. México: Instituto Mexicano del Transporte [IMT]. Recuperado de: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt686.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (1998). *México en cifras*. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2013). *Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0* [Mapa]. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2014). *Estados Unidos Mexicanos. Relieve* [Mapa]. Recuperado de: https://cuentame.inegi.org.mx/mapas/pdf/nacional/relieve/nalrel_col_n.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2021a). *Características de las localidades 2020. Síntesis metodológica y conceptual*. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197605.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2021b). *Censo de Población y Vivienda 2020. Marco conceptual*. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Documentacion>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2021c). *Marco Geoestadístico Nacional 2020* [Mapa]. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Mapa>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2021d). *Principales resultados por localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2020*. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Microdatos>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] y Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT] / Instituto Mexicano del Transporte [IMT]. (2020). *Red Nacional de Caminos*. Documento técnico descriptivo. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463807452>

Jacobs-Crisioni, C., Batista e Silva, F., Lavalle, C., Baranzelli, C., Barbosa, A. y Perpiña, C. (2016). *Accessibility and territorial cohesion in a case of transport infrastructure improvements with changing population distributions*. European Transport Research Review, 8 (9). Recuperado de:

<https://doi.org/10.1007/s12544-016-0197-5>

Morales, E., Backhoff, M., González Moreno, J. y Vázquez Paulino, J. (2022). *Plataforma geoespacial: herramienta plurifuncional para la gestión del transporte*. Publicación técnica No. 678. México: Instituto Mexicano del Transporte [IMT]. Recuperado de:

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt678.pdf>

Moya-Gómez, B. y García-Palomares, J. C. (2015). *Working with the daily variation in infrastructure performance on territorial accessibility. The cases of Madrid and Barcelona*. *European Transport Research Review*, 7 (20). Recuperado de:

<https://doi.org/10.1007/s12544-015-0168-2>

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de:

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>

Rozenberg, J. y Fay, M. (2019). *Overview. Beyond the Gap: How Countries Can Afford the Infrastructure, They Need while Protecting the Planet*. World Bank Group. Recuperado de: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31291>

Secretaría de Bienestar [BIENESTAR]. (2020). *Programa Sectorial de Bienestar 2020-2024*. Recuperado de:

<https://www.gob.mx/bienestar/documentos/programa-sectorial-de-bienestar>

Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. (1984). *Libro 2 Normas de servicios técnicos. Parte 2.01 Proyecto geométrico. Título 2.01.01 Carreteras*. Recuperado de: <http://dimsec.com/wp-content/uploads/2017/08/2.01.01-poyecto-geom%C3%A9trico.pdf>

Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. (2013). *Manual de proyecto geométrico de carreteras*. Recuperado de:

<http://sct.gob.mx/normatecaNew/manual-de-proyecto-geometrico-de-carreteras/>

Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. (2020). *Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024*. Recuperado de:

<https://www.gob.mx/sct/documentos/programa-sectorial-de-comunicaciones-y-transportes-2020-2024>

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU]. (2020). *Programa Sectorial de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano 2020-2024*. Recuperado de:

<https://www.gob.mx/sedatu/acciones-y-programas/programa-sectorial-de-desarrollo-agrario-territorial-y-urbano-2020-2024>

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU]. (2021). Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024. Recuperado de:

<https://www.gob.mx/sedatu/documentos/programa-nacional-de-ordenamiento-territorial-y-desarrollo-urbano-2021-2024>

Secretaría de Gobernación [SEGOB]. (2015). *Estrategia Nacional para la Prevención del Embarazo en Adolescentes*. Recuperado de:

<https://www.gob.mx/conapo/documentos/documento-oficial-de-la-estrategia>

Secretaría de Salud [SS]. (2021). *Servicios Amigables para Adolescentes*. Recuperado de:

[https://www.gob.mx/salud/es/articulos/servicios-amigables-para-adolescentes-277747?idiom=es#:~:text=Salud%20Sexual%20y%20Reproductiva%20de%20Adolescentes.&text=Estos%20servicios%20se%20encuentran%20ubicados,de%20m%C3%A9todos%20anticonceptivos%2C%20entre%20otros \(consultado en julio de 2022\).](https://www.gob.mx/salud/es/articulos/servicios-amigables-para-adolescentes-277747?idiom=es#:~:text=Salud%20Sexual%20y%20Reproductiva%20de%20Adolescentes.&text=Estos%20servicios%20se%20encuentran%20ubicados,de%20m%C3%A9todos%20anticonceptivos%2C%20entre%20otros (consultado en julio de 2022).)

Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo [SUBDERE]. (2020). *Asentamientos humanos rurales en Chile, clasificación comunal. Una aproximación desde el análisis espacial de la concentración y dispersión de la población*. División de Políticas y Desarrollo Territorial. Recuperado de:

<https://www.descentralizachile.cl/wp-content/uploads/2021/01/DPDT-Asentamientos-Humanos-Rurales-en-Chile-Clasificacion-Comunal.pdf>

Thakuria, P. (2001). *Introduction to the Special Issue on Methodological Issues in Accessibility Measures with Possible Policy Implications*. Journal of Transportation and Statistics, 4 (2/3), v.

Velázquez, M. y Iturralde, G. (2016). *Afrodescendientes en México. Una historia de silencio y discriminación (2da ed.)*. CONAPRED/INAH. Recuperado de:

https://www.conapred.org.mx/documentos_cedoc/Afrodescendientes_2daEdicioon_WEB.pdf



COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Km 12+000 Carretera Estatal 431 “El Colorado-Galindo”
Parque Tecnológico San Fandila, Mpio. Pedro Escobedo,
Querétaro, México. C.P. 76703
Tel: +52 (442) 216 97 77 ext. 2610
Fax: +52 (442) 216 9671

publicaciones@imt.mx

<http://www.imt.mx/>