

Cobertura efectiva en el primer nivel de atención a la salud: análisis de desiertos de atención

Juan Eugenio Hernández-Ávila, ScD,⁽¹⁾ Mariana Álvarez-Aceves, ScD,⁽¹⁾ Leonel González-González, ScD,⁽²⁾ Carlos Arturo Castro-del Ángel, ScM,⁽¹⁾ Ana Lidia Salgado-Salgado, ScM,⁽¹⁾ Lina Sofía Palacio-Mejía, PhD.⁽¹⁾

Hernández-Ávila JE, Álvarez-Aceves M, González-González L, Castro-del Ángel CA, Salgado-Salgado AL, Palacio-Mejía LS. Cobertura efectiva en el primer nivel de atención a la salud: análisis de desiertos de atención. *Salud Publica Mex.* 2026;68:116-124. <https://doi.org/10.21149/17133>

Hernández-Ávila JE, Álvarez-Aceves M, González-González L, Castro-del Ángel CA, Salgado-Salgado AL, Palacio-Mejía LS. Effective coverage in primary health care: an analysis of care deserts. *Salud Publica Mex.* 2026;68:116-124. <https://doi.org/10.21149/17133>

Resumen

Objetivo. Estimar la cobertura efectiva de servicios en el primer nivel de atención para diabetes en población sin seguridad social (PobSinSS) en México, aplicando una metodología geoespacial integrada para identificar desiertos de atención. **Material y métodos.** Estudio ecológico que utiliza datos secundarios de infraestructura, servicios y población. Se implementó el método de áreas de captación flotantes en tres pasos modificado con el modelo de Huff (MH3SFCA) basado en tiempos de viaje (*least cost path*) para estimar accesibilidad espacial y población potencial usuaria (PPU). La cobertura efectiva se estimó vinculando PPU necesitada con servicios prestados. Se identificaron desiertos por accesibilidad geográfica, capacidad y cobertura efectiva. **Resultados.** De 65.5 millones de PobSinSS, 5.6% vivía a más de 30 minutos de una unidad médica, 296 000 (0.4%) enfrentaban desiertos por cobertura geográfica (>13km) y 340 000 (0.5%) por capacidad. La PPU con accesibilidad a unidades con capacidad fue de 65.1 millones (99.4%). La cobertura efectiva de tratamiento para diabetes fue de 13.2% y la de control metabólico, de 4.4%. **Conclusión.** Aunque los desiertos geográficos y por capacidad son casi nulos, la cobertura efectiva para diabetes es baja, incluso en áreas de

Abstract

Objective. To estimate the effective coverage of primary care services for diabetes among the population without social security (SS) in Mexico, using an integrated geospatial methodology to identify care deserts. **Materials and methods.** Ecological study using secondary data on infrastructure, service provision, and population. A modified three-step floating catchment area model (MH3SFCA), based on travel times (least cost path), was implemented to estimate spatial accessibility and potential user population (PPU). Effective coverage (diabetes detection, treatment, and control) was assessed by linking the PPU in need (based on prevalence) with recorded services provided. Deserts were identified based on geographic accessibility, capacity, and effective coverage. **Results.** Of the 65.5 million people without SS, 296 000 (0.4%) faced deserts due to geographic coverage (>13 km), and 340 000 (0.5%) due to capacity. The PPU with access to units with capacity was 65.1 million (99.4%). Effective treatment coverage for DM (need: 4.4 million people without SS) was 13.2%, and coverage for metabolic control was 4.4%. **Conclusion.** Although geographic and capacity gaps are almost nonexistent, effective coverage for diabetes is very low, even in areas with potential access. This highlights

(1) Centro de Investigación en Evaluación y Encuestas, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México.

(2) Dirección de Planeación, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México.

Fecha de recibido: 3 de junio de 2025 • **Fecha de aceptado:** 30 de octubre de 2025 • **Publicado en línea:** 9 de abril de 2026
 Autora de correspondencia: Dra. Lina Sofía Palacio Mejía. Centro de Investigación en Evaluación y Encuestas, Instituto Nacional de Salud Pública.
 Av. Universidad 655, col. Santa María Ahuacatlán. 62100 Cuernavaca, Morelos, México.
 Correo electrónico: lpalacio@insp.mx

Licencia: CC BY-NC-SA 4.0

alta accesibilidad, lo que evidencia barreras funcionales y la necesidad de evaluar el desempeño del sistema para guiar políticas de equidad.

Palabras clave: accesibilidad a los servicios de salud; cobertura de los servicios de salud; sistemas de información geográfica; diabetes mellitus; equidad en salud; México

significant functional barriers and the need to evaluate system performance to guide equity policies.

Keywords: health services accessibility; health services coverage; geographic information systems; diabetes mellitus; health equity; Mexico

El acceso equitativo a servicios de salud de calidad, con énfasis en atención primaria (AP), es fundamental para la cobertura universal de salud y el bienestar poblacional.¹ Sin embargo, persisten brechas significativas en la disponibilidad, accesibilidad y utilización de servicios, lo que genera *desiertos de atención* –áreas o grupos poblacionales con barreras sustanciales para recibir cuidados oportunos y adecuados–.^{2,3} Estas barreras pueden ser geográficas, por capacidad instalada insuficiente, equipamiento, insumos, culturales, socioeconómicas o funcionales,⁴ y afectan desproporcionadamente a poblaciones vulnerables, como aquellas sin seguridad social formal en México.² Al limitar el acceso oportuno y continuo a servicios de salud esenciales, estas barreras dificultan el manejo adecuado de condiciones de salud de largo plazo. Esto resulta particularmente problemático en el caso de urgencias o enfermedades crónicas que requieren un diagnóstico temprano, seguimiento constante y acceso regular a tratamiento. En consecuencia, este escenario se agrava por la alta carga de mortalidad atribuible a enfermedades crónicas, como la diabetes y cardiovasculares, cuya prevención y control dependen críticamente de una AP efectiva y oportuna.⁵

La fragmentación del sistema de salud mexicano, dividido entre instituciones de seguridad social (Instituto Mexicano del Seguro Social [IMSS], Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado [ISSSTE], etc.) para el sector formal e instancias como los Servicios de Salud del Instituto Mexicano del Seguro Social para el Bienestar (IMSS-Bienestar) y Servicios Estatales de Salud para la población sin seguridad social, junto a un sector privado heterogéneo, puede exacerbar estas desigualdades. La organización dispersa de las instituciones y con distintas capacidades resolutivas contribuyen a la formación de desiertos de atención.²

Históricamente, la identificación de estas zonas de atención se apoyó en métodos geoespaciales simples como *buffers* (circunferencias alrededor de un objeto) o polígonos de Voronoi (partición del espacio basada en la distancia a un conjunto de puntos), que ofrecen una visión limitada al ignorar la complejidad territorial y las dinámicas reales de accesibilidad.² La evolución de los

Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha permitido modelos más sofisticados basados en tiempos de viaje, que consideran redes viales y topografía, para estimar la *accesibilidad geográfica potencial*, definida como la posibilidad de utilizar los servicios de salud de manera más realista y, con ello, la población usuaria potencial.⁶⁻⁸ Esta metodología permite estimar el acceso, definido como utilización real de los servicios por la población con necesidad, ajustando por los componentes geográficos y la capacidad nominal.⁹ Por ello, no basta con medir la cobertura en términos de acceso o contacto con los servicios, sino que es crucial evaluar la *cobertura efectiva*: la proporción de la población necesitada que recibe un servicio con la calidad suficiente para lograr el beneficio esperado.¹⁰ Este concepto es vital para medir el desempeño de los programas de AP, como los dirigidos al control de enfermedades crónicas como la diabetes.¹¹

El desafío metodológico reside en vincular la necesidad poblacional distribuida espacialmente con los servicios efectivamente prestados por unidades específicas, considerando la accesibilidad y la capacidad instalada, y superando los enfoques determinísticos tradicionales. Este estudio aborda tal desafío con base en la propuesta de que la combinación de modelos geoespaciales probabilísticos avanzados, como el método de áreas de captación flotantes en tres pasos modificado con el modelo de Huff (MH3SFCA),¹² con datos detallados de registros administrativos, permite una estimación más granular y de la *cobertura efectiva poblacional*. El modelo MH3SFCA asigna, probabilísticamente, la población a las unidades con base en distancia, capacidad y competencia, con lo que sienta las bases para evaluar la efectividad real de los servicios.

El objetivo de este trabajo es describir y aplicar dicha metodología integrada para estimar la cobertura efectiva de los programas de AP, específicamente para la atención de la diabetes mellitus (DM) en la población sin seguridad social (PobSinSS) en México en 2022 en unidades médicas, a partir de identificar desiertos de atención basados no sólo en la accesibilidad o la capacidad instalada, sino también en la baja cobertura efectiva de los servicios.

Material y métodos

Diseño del estudio y fuentes de datos

Para estimar los diferentes tipos de desiertos de atención a la salud, se condujo un estudio ecológico microrregional, con enfoque geoespacial, a nivel nacional en México. Con este propósito, se construyó una plataforma de SIG nacional multinivel mediante la integración de diversas fuentes de datos oficiales.

La información sobre población y características sociodemográficas se obtuvo del Censo de Población y Vivienda 2020¹³ y del Marco Geoestadístico Nacional 2024 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi),¹⁴ lo que permitió la georreferenciación precisa de la población por manzana censal en áreas urbanas y por centro de localidad en áreas rurales. Se complementó con las proyecciones de población del Consejo Nacional de Población (Conapo)¹⁵ para el año 2022 y las estimaciones municipales de prevalencia de enfermedades crónicas derivadas de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Ensanut, Inegi) de 2018.¹⁶

Los datos relativos a la infraestructura y los recursos de salud se obtuvieron de la Dirección General de Información en Salud (DGIS), incluyendo el Catálogo Único de Establecimientos de Salud (CLUES) 2022¹⁷ y el Subsistema de Información de Equipamiento, Recursos Humanos e Infraestructura para la Salud (Sinerhías) 2022.¹⁸ A partir de Sinerhías se definió la capacidad instalada (parámetro de oferta S_j para el modelo geoespacial) de cada unidad médica, cuantificada por el número de núcleos básicos funcionales (un médico general y personal de enfermería asociado que atienden en un consultorio), y se asumió una capacidad teórica de 3 500 personas por núcleo. Adicionalmente, se realizó una estimación agregada de la capacidad potencial total del sistema.

Los servicios efectivamente prestados, como consultas y tamizajes, se cuantificaron con base en el Subsistema de Información de Prestación de Servicios 2022 (SIS, DGIS).¹⁹ Finalmente, se incorporaron capas geoespaciales esenciales para el modelado de accesibilidad: la Red Nacional de Caminos 2022,²⁰ datos de OpenStreetMap, el Modelo Digital de Elevación y capas de cuerpos de agua e hidrología.²¹

Método de áreas de captación flotantes en tres pasos modificado con el modelo de Huff (MH3SFCA)

Primero, se estimó el tiempo de viaje (d_{ij}) desde cada asentamiento (manzana o localidad) hasta cada unidad j , mediante un método de asignación de ruta de menor

costo (*least cost path allocation*) sobre una superficie ráster de costo friccional basada en la dificultad para transitar por el terreno, con el software QGIS y R, considerando red vial, pendiente del terreno, cuerpos de agua y ríos.

Posteriormente, para estimar la accesibilidad espacial e incorporar capacidad (S_j , definida por número de núcleos básicos), demanda (D_j) y competencia con unidades cercanas, se implementó un método de áreas de captación flotantes en tres pasos modificado con el modelo de Huff (MH3SFCA).^{22,23} Este modelo probabilístico calcula un índice de accesibilidad espacial (A_i) para cada asentamiento y mediante los siguientes pasos técnicos:

1. Cálculo de la probabilidad de interacción ($Huff_{ij}$). Se estimó la probabilidad de que la población del asentamiento i acuda a la unidad de salud j , considerando la capacidad o atractivo (S_j) de la unidad j y la fricción de la distancia (modelada por una función Gaussiana, W_{ij}), en relación con la suma de las atracciones ponderadas de todas las unidades competidoras (k) dentro de un umbral de 13 km lineales (d_{max}):

$$Huff_{ij} = (S_j * W_{ij}) / \sum_k (S_k * W_{ik}), \text{ donde } k \in \{d_{ik} \leq d_{max}\}$$

2. Cálculo de la razón oferta-demanda (R_j). Se determinó la relación entre la capacidad de la unidad j (S_j) y la demanda potencial total asignada probabilísticamente a ella. La demanda potencial se calculó sumando la población (D_i) de todos los asentamientos i dentro del área de influencia de j , ponderada por su probabilidad de interacción ($Huff_{ij}$):

$$R_j = S_j / \sum_i (Huff_{ij} * D_i), \text{ donde } i \in \{d_{ij} \leq d_{max}\}$$

Cabe mencionar que $\sum_i (Huff_{ij} * D_i)$ es la población potencial asignada probabilísticamente a cada unidad médica, que fue utilizada para la estimación de la población potencial usuaria (PPU) de cada unidad.

3. Cálculo del índice de accesibilidad espacial (A_i). Se calculó el índice de accesibilidad para cada asentamiento i sumando las razones oferta-demanda (R_j) de todas las unidades j accesibles, ponderadas nuevamente por la probabilidad de interacción ($Huff_{ij}$) y la función de decaimiento por tiempo de viaje (W_{ij}):

$$A_i = \sum_j (Huff_{ij} * R_j * W_{ij}), \text{ donde } j \in \{d_{ij} \leq d_{max}\}$$

Este índice A_i es un indicador adimensional que refleja la accesibilidad considerando disponibilidad de servicios, distancia y competencia en el país.

Estimación de cobertura efectiva poblacional

Para la estimación de la cobertura efectiva se vinculó la asignación poblacional probabilística ($Huff_{ij} * D_i$) del MH3SFCA con los registros del SIS. Se calculó, primero, la población con necesidad de un servicio específico, asignada probabilísticamente a cada unidad j (N_j), y se sumó la población con necesidad en cada asentamiento i de su área de influencia ($P_{i_necesidad}$) ponderada por probabilidad de interacción $Huff_{ij}$: $N_j = \sum_i (P_{i_necesidad} * Huff_{ij})$.

El cálculo de $P_{i_necesidad}$ varió según el componente de la cobertura efectiva:

- Para cobertura de consultas generales de primera vez y subsecuentes, se utilizó el total de PobSinSS en el área de influencia de cada unidad.
- Para detección de DM, se estimó la necesidad anual de tamizaje en cada asentamiento i ($P_{i_necesidad_DM_tamizaje}$), para lo cual se combinó toda la población estimada con diagnóstico previo de DM ($P_{i_DM_Dx}$, basada en prevalencia municipal) más un tercio de la población de 20 años o más sin diagnóstico previo ($P_{i_DM_NoDx}$), siguiendo la recomendación de tamizaje trianual de la Norma Oficial Mexicana para la Prevención, Tratamiento y Control de la Diabetes Mellitus,²⁴ para población sin diagnóstico. Así, $P_{i_necesidad_DM_tamizaje} = P_{i_DM_Dx} + (1/3 * P_{i_DM_NoDx})$. El denominador N_j para detección se calculó usando esta necesidad específica.
- Para tratamiento y control de DM, la población con necesidad (N_j) se basó en la PPU estimada con diagnóstico de DM ($P_{i_DM_Dx}$ ponderada por $Huff_{ij}$).

Luego, se cuantificaron los servicios relevantes efectivamente prestados en la unidad j ($S_{j_prestados}$) según los registros del SIS (ej., número de pruebas de detección realizadas, número de personas registradas en tratamiento activo y número de personas con control metabólico registrado). La cobertura efectiva por unidad (CE_j) se estimó como la proporción $CE_j = S_{j_prestados} / N_j$. Este proceso se aplicó a los indicadores clave de la cascada de atención para DM,²⁵ tomando el denominador correspondiente.

Identificación de desiertos de atención

Se identificaron desiertos de atención en el país mediante la aplicación de umbrales: a) tiempo de viaje >30 minutos; se identificaron barreras geográficas puras,

como la distancia física, aislamiento, relieve difícil e infraestructura vial deficiente; b) índice de accesibilidad espacial; se clasificaron los asentamientos de acuerdo con este índice, con base en los percentiles de su distribución excluyendo los que tenían accesibilidad cero, para las cuales se agregó una categoría adicional: 0= sin accesibilidad; percentil 5= muy baja accesibilidad; percentil 10= baja accesibilidad; percentil 25= accesibilidad media baja; percentil 50= accesibilidad media; percentil 75= accesibilidad media alta, percentil 90= accesibilidad alta y accesibilidad muy alta para el resto; con esto se identificaron zonas con baja oferta relativa a la demanda o desiertos por capacidad, y c) cobertura efectiva estimada ($CE_j < 65\%$, identificando desiertos funcionales donde los programas no alcanzan a la población objetivo, independientemente de la accesibilidad potencial).

Análisis y visualización

Se llevaron a cabo análisis descriptivos, espaciales y estadísticos con el software QGIS y R. Los resultados incluyeron mapas temáticos de accesibilidad, desiertos y cobertura efectiva por unidad médica, municipio y entidad, los cuales se integraron en tableros interactivos (R/Shiny) para diseminación.

Consideraciones éticas

Se utilizaron datos públicos secundarios agregados y registros administrativos anonimizados de fuentes oficiales (Inegi, DGIS).

Este proyecto fue aprobado por la Comisión de Investigación del Instituto Nacional de Salud Pública con el número S8-2025 CI: 2008.

Resultados

El presente análisis incorporó microdatos poblacionales del país, correspondientes al Censo 2020, con lo que se logró la georreferenciación de un total de 124 298 119 habitantes (98.6% de la población censada) por manzanas o centros de localidad, de los cuales 65 478 864 (52.7%) fueron clasificados como PobSinSS, con lo que se constituyó el grupo objetivo principal del presente estudio. Se incluyeron 15 965 unidades médicas públicas de AP de la Secretaría de Salud (SS) y el IMSS-Bienestar funcionales en 2022, según el CLUES. La estimación global de la capacidad instalada en el sistema podría cubrir, teóricamente, entre 65.1 millones de personas (99.4% de la PobSinSS) sólo con médicos generales y 75.8 millones (115.7%) si se considera también a los pasantes.

La evaluación de la accesibilidad mediante el MH3SFCA permitió clasificar la población en distintas

categorías cuyos detalles se resumen en el cuadro I y la figura 1. La figura 2 muestra la distribución espacial de la accesibilidad según el asentamiento en la ciudad de Aguascalientes, a manera de ejemplo.

Primero, se identificó una población con limitaciones geográficas severas: 15 138 asentamientos, que albergan a 364 912 habitantes totales (de los cuales, 296 383 eran Población Sin Seguro Social (PobSinSS)), se encontraron sin ninguna unidad de atención primaria en un radio lineal de 13 km, lo que constituye un desierto geográfico primario.

Para la población restante con accesibilidad geográfica dentro de los 13 km, el MH3SFCA permitió diferenciar, según la cobertura por infraestructura, que 10 227 asentamientos, con 790 440 habitantes totales (340 146 PobSinSS), aunque geográficamente cercanos a unidades

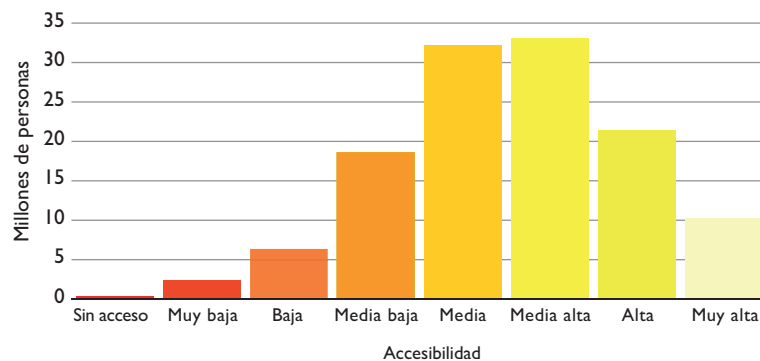
de AP, enfrentaban un desierto por capacidad instalada. Es decir, las unidades accesibles fueron estimadas como insuficientes en capacidad (núcleos básicos) para cubrir la demanda potencial local. Notablemente, esta situación afectó incluso a la población con tiempos de viaje muy cortos, como los aproximadamente 180 000 (PobSinSS) ubicados a menos de 15 minutos de la unidad más cercana (cuadro I).

Del total de la población nacional, que ascendió a 123 507 679 habitantes, 65 138 718 personas (99.4% de la PobSinSS) se encontraron distribuidas en 1 770 270 asentamientos y, de acuerdo con el MH3SFCA, fueron clasificadas con accesibilidad geográfica con infraestructura adecuada (cuadro I, columnas "Con cobertura"). Dentro de este grupo mayoritario, 54.2 millones

Cuadro I
DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN MEXICANA SEGÚN TIEMPO DE VIAJE Y COBERTURA POR CAPACIDAD INSTALADA. MÉXICO, 2022

Tiempo de viaje	Sin cobertura por capacidad instalada			Con cobertura por capacidad instalada		
	Número de asentamientos	Población total	Población sin seguridad social	Número de asentamientos	Población total	Población sin seguridad social
Sin cobertura geográfica	15 138	364 912	296 383			
menos de 15 min	5 286	413 132	179 505	1 459 599	104 319 596	54 230 482
15 a 30 min	2 760	233 445	86 051	214 547	14 143 078	7 211 997
30 a 45 min	1 005	96 650	35 841	44 442	3 014 568	1 972 076
45 a 60 min	146	9 276	5 486	18 000	1 093 567	872 579
más de 60 min	1 030	37 937	33 263	33 682	936 870	851 584
Total general	25 365	1 155 352	636 529	1 770 270	123 507 679	65 138 718

Nota: Estimaciones propias a partir de referencias 13-21.



Nota: Estimaciones propias a partir de referencias 13-21.

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN SEGÚN NIVEL DE ACCESIBILIDAD ESTIMADO POR EL MÉTODO DE ÁREAS DE CAPTACIÓN FLOTANTES EN TRES PASOS, MODIFICADO CON EL MODELO DE HUFF (MH3SFCA). MÉXICO, 2022

(82.7%) de PobSinSS residía a menos de 15 minutos de una unidad con capacidad. Sin embargo, persistían desafíos de tiempo de viaje incluso para este grupo, ya que aproximadamente 3.7 millones (5.6%) de PobSinSS requerían más de 30 minutos para alcanzar la unidad más cercana con infraestructura suficiente.

La asignación de población y los patrones de utilización de consultas registradas en el SIS para cada unidad médica de la SS a lo largo del territorio nacional están disponibles para su consulta interactiva en el sitio web de la Unidad de Inteligencia en Salud Pública del Instituto Nacional de Salud Pública.²⁶ En la figura 3 se muestra el ejemplo de esta asignación para cuatro unidades en la ciudad de Aguascalientes.

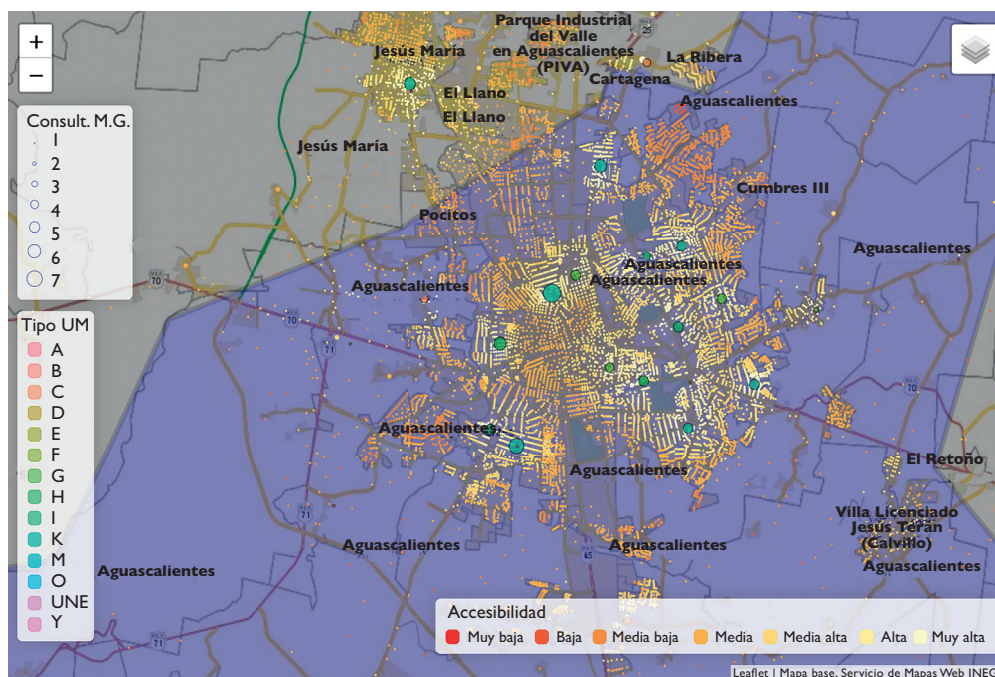
Con base en esta PPU, se analizaron los patrones de utilización general de consultas registradas en el SIS. Se contabilizaron 88.4 millones de consultas totales y 25 millones de consultas de primera vez para la PobSinSS, lo que equivale a tasas anuales promedio de 0.38 consultas de primera vez y 0.97 consultas subsecuentes por PPU.

Posteriormente, se estimó la cobertura efectiva para enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) con énfasis en DM. La PobSinSS de 20 años o más con ne-

cesidad estimada de atención para DM fue de 4 367 852 personas (6.6%). En cuanto a la utilización de servicios específicos para ECNT, se registraron 1.3 millones de consultas de primera vez y 12.7 millones de consultas subsecuentes. La cobertura estimada de primera vez fue de 55% (0.55) y la tasa de consultas subsecuentes fue de 5.4.

Un ejemplo de cómo estas cifras reflejan el desempeño del sistema de salud en la atención de ECNT es el caso de la DM, una enfermedad con alta carga en la PobSinSS. En este caso, la detección se traduce en nueve millones de pruebas de tamizaje con una cobertura estimada de 53% sobre la población necesitada y una tasa de positividad de 14%.

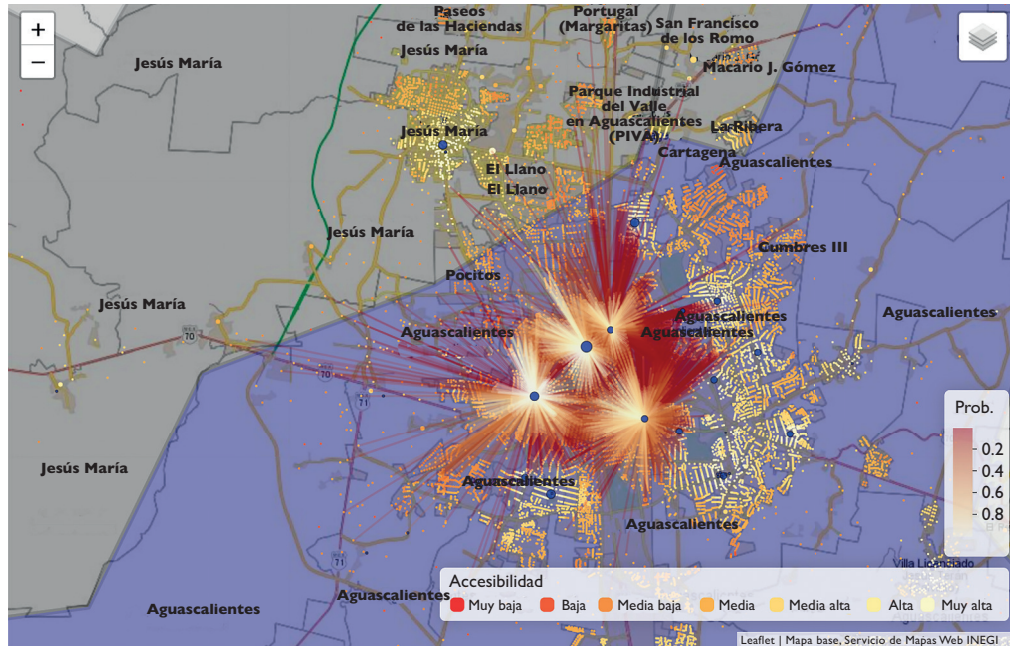
Sin embargo, el nivel de accesibilidad a los servicios de salud por parte de la población no garantiza resultados positivos en salud. De los 4.37 millones de PobSinSS estimados con DM, 578 470 (13.2%) estaban registrados en tratamiento activo en las unidades de AP analizadas. De aquellos en tratamiento, 192 690 se encontraban en control metabólico registrado, lo que representa una cobertura efectiva de control de 4.4% sobre el total de la población estimada con DM sin seguridad social.



Nota: Estimaciones propias a partir de referencias 13-21.

Consult. M.G.: consultorios de medicina general; Tipo UM: tipología de unidad médica por número de núcleos básicos; A: rural de un núcleo básico; B: rural de dos núcleos básicos; C: rural de tres núcleos básicos; D: urbano de un núcleo básico; E: urbano de dos núcleos básicos; F: urbano de tres núcleos básicos; G: urbano de cuatro núcleos básicos; H: urbano de cinco núcleos básicos; I: urbano de seis núcleos básicos; J: urbano de siete núcleos básicos; K: urbano de ocho núcleos básicos; L: urbano de nueve núcleos básicos; M: hospital general; O: hospital especializado; UNE: unidad de especialidades médicas; Y: hospital psiquiátrico.

FIGURA 2. MAPA DE LA ACCESIBILIDAD POR ASENTAMIENTO EN LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES, MÉXICO, Y LOCALIDADES VECINAS. 2022



Nota: Estimaciones propias a partir de referencias 13-21.

Cada círculo azul representa una unidad médica. La figura muestra la asignación de población y patrones de utilización de cuatro unidades médicas seleccionadas. El tamaño de cada círculo azul se relaciona con el número de núcleos básicos que se puede consultar de forma interactiva en el mapa de la aplicación correspondiente, la cual se muestra en la figura 2.

FIGURA 3. MAPA DE LA DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA DE LA POBLACIÓN POR UNIDAD MÉDICA EN LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES, MÉXICO, A 15 MINUTOS DE TIEMPO DE VIAJE. 2022

Discusión

Este estudio aplicó una metodología geoespacial avanzada para evaluar de forma integral la accesibilidad, la disponibilidad y, crucialmente, la cobertura efectiva de los servicios de AP para enfermedades crónicas en la población sin seguridad social en México. Los hallazgos demuestran la utilidad de este enfoque integrado para identificar, con mayor precisión, los distintos tipos de desiertos de atención y comprender las complejas barreras que limitan el acceso efectivo a la salud para esta población vulnerable.

Una contribución metodológica central es el uso del método de áreas de captación flotantes en tres pasos modificado con el modelo de Huff (MH3SFCA), que supera las limitaciones inherentes a métodos geoespaciales tradicionales como *buffers* o polígonos de Voronoi.²³ Al adoptar una perspectiva probabilística que considera, simultáneamente, el tiempo de viaje (estimado mediante *least cost path allocation*), la capacidad específica de cada unidad de salud (S_j) y la competencia entre unidades cercanas, el MH3SFCA genera una asignación de población potencial usuaria y unas áreas de captación más

acordes con la realidad funcional del sistema.^{22,23} Esta aproximación permitió identificar no sólo los desiertos geográficos primarios (donde la distancia es la barrera principal), sino también los *desiertos por capacidad*. Notablemente, se encontró que 0.6% de la población total (0.5% PobSinSS), pese a residir cerca de unidades de AP, se encontraba en esta situación, en la que la insuficiencia de recursos locales anula la ventaja de la proximidad geográfica.

Sin embargo, el avance más significativo radica en la integración de dicha estimación probabilística de la PPU con los datos de registros administrativos (SIS) para calcular la *cobertura efectiva* de programas clave, como el de DM. La evaluación del desempeño del sistema de salud requiere trascender las métricas de accesibilidad (geográfica o por capacidad) y cuantificar si las personas con necesidad real reciben los servicios esenciales (detección, tratamiento, control) con la calidad mínima requerida para lograr resultados en salud.¹⁰ Los indicadores de cobertura efectiva para el manejo de la DM revelaron brechas alarmantes: una cobertura efectiva de tratamiento registrado de apenas 13.2% y de control metabólico de sólo 4.4% entre la PobSinSS.

Esto evidencia que, aunque la cobertura de detección y consulta es moderada, la calidad y continuidad del tratamiento –es decir, la cobertura efectiva– es aún muy limitada, lo que impacta directamente en los resultados de salud. Estos resultados, particularmente bajos, incluso comparados con otras estimaciones,¹¹ ilustran la magnitud del desafío, considerando que la gran mayoría de esta población tiene accesibilidad geográfica a unidades con capacidad suficiente. La identificación de estos extensos *desiertos de cobertura efectiva* es fundamental, pues señala la existencia de barreras funcionales críticas –posiblemente relacionadas con calidad de los procesos clínicos, continuidad de la atención, adherencia al tratamiento, disponibilidad de medicamentos o factores del lado de la demanda– que operan *después* de superadas las barreras de accesibilidad física o capacidad nominal.

La falta de servicios efectivos en el sistema público puede desplazar parte de la demanda hacia el sector privado, lo que conlleva consecuencias importantes como un aumento en el gasto de bolsillo y posibles deficiencias en la calidad de la atención. Esta dinámica no sólo profundiza las inequidades en el acceso, sino que también puede distorsionar la medición de la cobertura efectiva al dificultar el seguimiento integral y sistemático de los pacientes.

La interpretación de estos hallazgos debe considerar ciertas limitaciones inherentes a los datos y la metodología. La calidad, completitud y oportunidad de los registros administrativos (CLUES, Sinerhías, SIS) son cruciales y pueden variar. La falta de reporte de recursos humanos en algunas unidades o las inconsistencias en el registro de servicios podrían introducir sesgos en las estimaciones de capacidad y cobertura efectiva. Aunque, en general, se usaron las fuentes más recientes (2022), la información requiere actualización constante. En el caso de la prevalencia de diabetes por municipio, se utilizaron las estimaciones realizadas por el Inegi con base en la Ensanut 2018, dado que es la única fuente con estimaciones a este nivel de desagregación. Se reconoce que esta elección puede conducir a una subestimación de la carga actual de diabetes, ya que la prevalencia nacional ha aumentado aproximadamente 20% en los últimos años. No obstante, se considera que la disponibilidad de datos por municipio resulta muy valiosa para ajustar los modelos de cobertura efectiva a escala microrregional y mostrar las deficiencias de cobertura efectiva, más que contar únicamente con estimaciones estatales actualizadas.

Por otro lado, el análisis se centró en barreras geográficas y de capacidad, pero otros determinantes sociales y económicos que modifican el acceso –como nivel socioeconómico, escolaridad, etnia, barreras lingüísticas,

costos de transporte, tiempos de espera, percepción de calidad y disponibilidad de medicamentos– no fueron modelados explícitamente por lo que, sin duda, contribuyen a los desiertos de cobertura efectiva observados.²⁷

Los resultados sugieren recomendaciones importantes. Para incrementar la cobertura efectiva en el control de diabetes, las intervenciones deben ir más allá de la infraestructura física. Es prioritario implementar estrategias focalizadas en las áreas con baja cobertura efectiva, enfocadas en mejorar la calidad de los procesos (adherencia a guías, seguimiento), asegurar insumos y medicamentos, capacitar al personal y facilitar la adherencia del paciente de acuerdo con su contexto. La diferenciación de desiertos permite priorizar acciones: unidades móviles o telemedicina para los geográficos; fortalecimiento de recursos en unidades saturadas para los de capacidad; y programas de mejora de calidad y gestión de crónicos para los de cobertura efectiva.

Finalmente, el modelo geoespacial es perfectible. Futuras investigaciones deberían incorporar datos más actualizados y mejorar las capas base (Red Nacional de Caminos y Modelo Digital de Elevación de mayor resolución). Diferenciar el rol de unidades especializadas (UNEME) ajustando sus parámetros (ej., umbral de captación d_{\max} a 60 km) podría refinar el análisis de redes de atención. La comparación metodológica entre enfoques ráster (*least cost path*, usado aquí) y vectoriales (análisis de redes) sería valiosa para evaluar la precisión en distintas configuraciones territoriales.

En conclusión, este estudio valida un enfoque metodológico robusto que integra modelos geoespaciales probabilísticos y registros administrativos para estimar la cobertura efectiva de servicios de salud. Esta aproximación permite una caracterización multidimensional y precisa de los desiertos de atención, mediante la diferenciación de barreras geográficas, de capacidad y funcionales. Los preocupantes hallazgos sobre la baja cobertura efectiva para diabetes en la PobSinSS en México subrayan la necesidad urgente de orientar políticas públicas hacia la mejora sustantiva de la calidad y continuidad de la AP, para complementar los esfuerzos de expansión de infraestructura y, así, avanzar decididamente hacia la equidad en salud.

Declaración sobre el uso de tecnologías de inteligencia artificial (IA)

Durante la preparación de este trabajo, los autores utilizaron ChatGPT-4, una aplicación de IA generativa, como apoyo para la edición del documento. Tras usar esta herramienta, los autores revisaron y editaron el contenido según fue necesario y asumen plena responsabilidad por el contenido de la publicación.

Declaración de conflicto de intereses. Los autores declararon no tener conflicto de intereses.

Referencias

- Starfield B, Shi L, Macinko J. Contribution of primary care to health systems and health. *Milbank Q*. 2005;83(3):457-502. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0009.2005.00409.x>
- Ochoa-Torres MP, López-Ridaura R. El reto de cerrar brechas y eliminar desiertos de atención. *Salud Publica Mex*. 2024;66(5):774-82. <https://doi.org/10.21149/15833>
- Hernández-Ávila JE, Rodríguez MH, Rodríguez NE, Santos R, Morales E, Cruz C, et al. Cobertura geográfica del sistema mexicano de salud y análisis espacial de la utilización de hospitales generales de la Secretaría de Salud en 1998. *Salud Publica Mex*. 2002;44(6):519-32 [citado diciembre 8, 2021]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342002000600004
- Sánchez-Torres DA. Accesibilidad a los servicios de salud: debate teórico sobre determinantes e implicaciones en la política pública de salud. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2017;55(1):82 [citado diciembre 8, 2021]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=71852>
- Gómez-Dantés O, Serván-Mori E, Cerecero D, Fláman L, Mohar A. Mexico's Health System, 2023. *Salud Publica Mex*. 2024;27;67(1):91-105. <https://doi.org/10.21149/15802>
- Guagliardo MF. Spatial accessibility of primary care: concepts, methods and challenges. *Int J Health Geogr*. 2004;3(3). <https://doi.org/10.1186/1476-072X-3-3>
- Luo W, Wang F. Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region. *Environ Plan B Plan Des*. 2003;30(6):865-84. <https://doi.org/10.1068/b29120>
- Higgs G. A literature review of the use of GIS-based measures of access to health care services. *Health Serv Outcomes Res Methodol*. 2004;5(2):119-39. <https://doi.org/10.1007/s10742-005-4304-7>
- Tanahashi T. Health service coverage and its evaluation. *Bull World Health Organ*. 1978;56(2):295-303 [citado diciembre 8, 2021]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2395571/>
- Shengelia B, Tandon A, Adams OB, Murray CJL. Access, utilization, quality, and effective coverage: an integrated conceptual framework and measurement strategy. *Soc Sci Med*. 2005;61(1):97-109. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2004.11.055>
- Fajardo-Dolci G, Gutiérrez JP, García-Saisó S. Acceso efectivo a los servicios de salud: operacionalizando la cobertura universal en salud. *Salud Publica Mex*. 2015;57(2):180-6. <https://doi.org/10.21149/spm.v57i2.7415>
- Subal J, Paal P, Krisp JM. Quantifying spatial accessibility of general practitioners by applying a modified Huff three-step floating catchment area (MH3SFCFA) method. *Int J Health Geogr*. 2021;20:9. <https://doi.org/10.1186/s12942-021-00263-3>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de Población y Vivienda 2020 [Internet]. México: Inegi, 2020 [citado diciembre 8, 2021]. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Resultados_generales
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Marco Geoestadístico [Internet]. México: Inegi, [citado febrero 6, 2023]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/>
- Consejo Nacional de Población. Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas, 2016-2050 [Internet]. México: Conapo [citado mayo 4, 2025]. Disponible en: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Prevalencia de Obesidad, Hipertensión y Diabetes para los Municipios de México 2018 [Internet]. México: Inegi, 2020 [citado mayo 5, 2025]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/investigacion/pohd/2018/>
- Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud. Catálogo de Clave Única de Establecimientos de Salud-CLUES [Internet]. México: DGIS, 2022 [citado diciembre 8, 2022]. Disponible en: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/s_clues.html
- Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud. Subsistema de Información de Equipamiento, Recursos Humanos e Infraestructura para la Salud (SINERHIAS). Datos abiertos. México: DGIS, 2022 [citado diciembre 8, 2023]. Disponible en: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinais/s_sinerhias.html
- Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud. Datos abiertos. Servicios otorgados 2022. México: DGIS [citado mayo 4, 2025]. Disponible en: http://sinba08.salud.gob.mx/cubos/cubosis2022_sinba.htm
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Red Nacional de Caminos [Internet]. México: RNC, 2022 [citado mayo 4, 2025]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463770558>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Continuo de elevaciones mexicano y modelos digitales de elevación [Internet]. México: Inegi [citado mayo 4, 2025]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>
- Luo W, Qi Y. An enhanced two-step floating catchment area (E2SFCFA) method for measuring spatial accessibility to primary care physicians. *Health Place*. 2009;15(4):1100-7. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2009.06.002>
- Delamater PL, Messina JP, Shortridge AM, Grady SC. Measuring geographic access to health care: raster and network-based methods. *Int J Health Geogr*. 2012;11:15. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-11-15>
- Gobierno de México. NORMA Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010, Para la Prevención, Tratamiento y Control de la Diabetes Mellitus. México: Diario Oficial de la Federación, 2023 [citado mayo 21, 2025]. Disponible en: <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4215/salud/salud.htm>
- Basto-Abreu A, Reyes-García A, Stern D, Torres-Ibarra L, Rojas-Martínez R, Aguilar-Salinas CA, et al. Cascadas de tamizaje y atención de la diabetes tipo 2 en México. *Salud Publica de Mex*. 2024;66(4):528-36. <https://doi.org/10.21149/16209>
- Unidad de Inteligencia en Salud Pública. Fichas técnicas municipales de salud, determinantes sociales y cobertura efectiva en México [Internet]. México: SS [citado mayo 4, 2025]. Disponible en: <https://uisp.insp.mx/wp/index.php/tablero-base-shiny/>
- Saturno-Hernández P, Gutiérrez-Reyes JP, Vieyra-Romero WI, Romero-Martínez M, O'Shea-Cuevas GJ, Lozano-Herrera J, et al. Satisfacción y calidad percibida de afiliados al Sistema de Protección Social en Salud de México. *Fundamentos metodológicos*. *Salud Publica Mex*. 2016;58(6):685-93. <http://doi.org/10.21149/spm.v58i6.8323>