

**Ciudad y COVID-19: accesibilidad de población adulta mayor
a unidades médicas en Chimalhuacán, Estado de México****City and COVID-19: Accessibility of the Older Adult Population
to Medical Units in Chimalhuacán, State of Mexico**

Karla Teresa Rojas,¹ Tania Chávez Soto² y Carlos Garrocho Rangel³

RESUMEN

El COVID-19 enfrenta a los sistemas de salud a una enorme demanda de servicios. Gran parte de la población afectada es vulnerable por su edad, comorbilidades y condición socioeconómica. Los objetivos de esta investigación son: 1) estimar la accesibilidad a unidades públicas de atención primaria de los adultos mayores en Chimalhuacán mediante traslados caminando y 2) identificar las localizaciones que incrementan en mayor medida la accesibilidad de esta población a nuevas unidades de atención primaria. La metodología propuesta conjuga dos métodos para lograr una distribución socioespacial del sistema de salud más accesible, eficiente y equitativa para los adultos mayores en un municipio urbano y denso de México. Los resultados develan desigualdades de accesibilidad de este grupo a unidades de salud y se propone una solución locacional incrementando el servicio con seis nuevas instalaciones. Las conclusiones sintetizan los principales hallazgos y limitaciones del trabajo, sugiriendo líneas de investigación.

Palabras clave: 1. COVID-19, 2. accesibilidad a servicios de salud, 3. adultos mayores, 4. Chimalhuacán, 5. Estado de México.

ABSTRACT

COVID-19 confronts healthcare systems with an enormous demand for services. A large part of the affected population is vulnerable due to their age, comorbidities, and socioeconomic status. The objectives of this research are: 1) to estimate accessibility to public primary care units for older adults in Chimalhuacán through walking transfers, and 2) to identify the locations that increase, to a greater extent, the accessibility of this population to new primary care units. The proposed methodology combines two methods to achieve a more accessible, efficient, and equitable socio-spatial distribution of the healthcare system for older adults in a dense urban Mexican municipality. The results reveal inequalities in the accessibility of this group to healthcare units, and a local solution is proposed by increasing the service with six new facilities. The conclusions synthesize the main findings and limitations of the work, suggesting lines of research.

Keywords: 1. COVID-19, 2. accessibility to health services, 3. older adults, 4. Chimalhuacán, 5. State of Mexico.

Recepción: 25 de marzo de 2022

Aceptación: 31 de mayo de 2022

Publicación web: 30 de noviembre de 2022

¹ El Colegio Mexiquense, México, krojas@cmq.edu.mx, <https://orcid.org/0000-0002-0916-4429>

² El Colegio Mexiquense, México, tchavez@cmq.edu.mx, <https://orcid.org/0000-0002-6884-0415>

³ El Colegio Mexiquense, México, cfgarrocho@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9181-3151>



INTRODUCCIÓN

Los adultos mayores: grupo prioritario en época de pandemia

En México, los daños del COVID-19 entre la población mayor (60 años y más) evidenció la debilidad del sistema de salud (Welti-Chan y Ramírez, 2021). Este grupo demográfico, el más vulnerable a la pandemia (Vega Rivero, Ruvalcaba, Hernández, Acuña y López, 2020), registra con frecuencia enfermedades crónicas como obesidad, hipertensión y diabetes (Von Seidlein, Alabaster, Deen y Knudsen, 2021), lo que incrementa su probabilidad de enfermar gravemente y perder la vida si contrae COVID-19⁴ (González, Orozco, Samper y Wong, 2021).

Además de las comorbilidades asociadas a la edad, los adultos mayores usualmente sufren un declive progresivo de sus funciones físicas, se compacta su espacio cotidiano, disminuye su ingreso, se debilitan sus redes familiares y sociales (Montes de Oca, 2010). Los adultos mayores de ingreso bajo,⁵ incluso adscritos a algún sistema de pensiones, no logran entradas económicas suficientes y muchos se mantienen laborando en la informalidad (Inegi, 2018; Welti-Chan y Ramírez, 2021). Todo esto afecta su accesibilidad a los servicios de salud y su consumo oportuno (Garrocho Rangel y Campos Alanís, 2016).

Al hablar de consumo, la microeconomía demuestra que a mayor precio de un bien o servicio, menor la cantidad demandada (Karlán y Morduch, 2019). Esta visión es no-espacial y supone precios homogéneos en el territorio. Esto cambia cuando se introduce la dimensión espacial, entonces el consumo se relaciona directamente con la accesibilidad y el concepto de precio real, que es la suma del precio de mercado del bien o servicio en el punto de oferta *más* el costo de transporte para acceder a este punto (O'Sullivan, 2019). Es decir, aún si el precio del servicio en los puntos de oferta es el mismo, el precio real varía *en el territorio*, porque el costo de transporte al punto de oferta no es el mismo para todos, ya que se modifica de acuerdo a la localización de oferentes y consumidores. Esto no lo contempla la microeconomía tradicional. Cuando el costo del servicio es gratuito o cercano a cero, el único costo del precio real que enfrenta el consumidor es el del transporte (incluso si se hace caminando), que es uno de los más importantes para la población adulta mayor (Garrocho Rangel y Vilchis Mata, 2021).

La vulnerabilidad y crecimiento de los adultos mayores exige a la ciudad replantear su estrategia territorial de servicios y equipamientos básicos (Bosch Meda, 2013). La finalidad es lograr espacios inclusivos, eficientes y equitativos en la distribución socioespacial de los recursos, incluyendo los de salud (Garrocho Rangel y Vilchis Mata, 2021). En el año 2020, 11.3 por ciento de la población total de México correspondía a la población mayor, y su tendencia de crecimiento es la más rápida de todos los grupos de edad (Inegi, 2020).

Desde una perspectiva geográfica, los condicionantes básicos de la atención a la salud de los adultos mayores de bajo ingreso son la disponibilidad y accesibilidad peatonal a las

⁴ Enfermedad infecciosa provocada por el virus SARS-CoV-2.

⁵ Término utilizado como sinónimo de pobreza, el cual se define más adelante.

unidades médicas⁶ (Mollenkopf, Hieber y Wahl, 2011). Este grupo se ve obligado o prefiere desplazarse caminando: muchos no tienen automóvil, no pueden sufragar el costo para utilizar un taxi y evitan los peligros de usar transporte público colectivo (Mattioli y Schneider, 2020). Caminar les genera autonomía, independencia, incluso es una forma de ejercicio (De Alba González, 2017). Durante la pandemia, diversas instituciones recomiendan la movilidad a pie y así evitar las aglomeraciones en el transporte público, factor que incrementa los contagios (Von Seidlein *et al.*, 2021).

Existe evidencia de que en México la distribución de unidades de atención médica no se ajusta a los tiempos máximos promedio de marcha cómoda para los adultos mayores (Garrocho Rangel y Campos Alanís, 2006). Investigaciones en Latinoamérica y México demuestran que la velocidad cómoda de marcha de una persona de 60 años en buenas condiciones de salud corresponde a:⁷ 0.98 m/s +/- 0.78 m/s en Chile (Rybertt, Cuevas, Winkler, Lavados y Martínez, 2015), a 1.31 m/s +/- 1.03 m/s en Uruguay (Sgaravatti, Santos, Bermúdez y Barboza, 2018), a 0.92 m/s +/- 0.24 m/s en Perú (Varela, Ortiz y Chávez, 2010) y a 1.00 +/- 0.24 m/s en Monterrey, México (Enríquez Reyna, Cruz Quevedo, Celestino Soto, Garza Elizondo y Salazar González, 2013).

¿Qué implicaciones tiene la accesibilidad física en la atención primaria para la prevención de daños por COVID-19 en los adultos mayores?

La accesibilidad a unidades de salud es particularmente importante para los adultos mayores en situación de pobreza⁸ que usualmente hacen sus viajes cotidianos caminando (Gutiérrez Robledo y Kershenobich Stalnikowitz, 2015). Por lo regular, este grupo sufre pérdida de velocidad y resistencia de marcha (Lenardt, Setlik, Pereira, Lourenço, Barbiero, Betiolli y Rodríguez, 2021), les afecta más el mal estado de las calles, la falta de banquetas, la mala calidad del transporte público y el aislamiento social, lo que incide en su *calidad de consumo* (Garrocho Rangel y Ramos Pérez, 2019).

La calidad de consumo de servicios de salud se refiere a la adecuada cantidad, frecuencia y oportunidad del consumo, de acuerdo con las condiciones del consumidor (por ejemplo, edad, peso, estado de salud) y a los estándares de los especialistas (médicos). Esta calidad de consumo permite matizar el principio de la microeconomía que dice “a menor costo, mayor consumo, y viceversa” y expresarlo como: a menor costo, mayor calidad de consumo, y viceversa (Garrocho Rangel y Ramos Pérez, 2019).

⁶ Establecimiento público, social o privado, cualquiera que sea su denominación, que tenga como finalidad la atención a pacientes, sea que se internen o no para fines de consulta, diagnósticos, tratamiento y/o rehabilitación (DOF, 2012).

⁷ Metros/segundos (m/s) en plazos de 15 a 20 minutos.

⁸ Una persona se encuentra en situación de pobreza cuando tiene al menos una carencia social (en los seis indicadores de rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación) y su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias (Coneval, 2018).

La accesibilidad a atención médica primaria impacta la salud, los costos de atención y el funcionamiento del adulto mayor (Guida y Carpentieri, 2021). En materia de salud, acelera la prevención, detección, seguimiento y tratamiento de enfermedades. Durante la pandemia por COVID-19 se ha visto que la accesibilidad facilita la oportunidad de diagnósticos oportunos, detección de casos, investigación de contactos y el aislamiento hospitalario y en casa (Rasanathan y Evans, 2020). Una accesibilidad adecuada reduce los costos de todo tipo que sufraga el paciente y sus familiares por viajes entre su vivienda y la unidad de salud (Álvarez, García y Londoño, 2016).⁹ En lo social, favorece la autonomía de los adultos mayores que no requieren forzosamente acompañamiento a consultas, considerando que en múltiples ocasiones viven solos (Huenchuan, 2020). Además, facilita la participación de comunidades organizadas en torno a los determinantes sociales de la salud, genera territorios equitativos, seguros y saludables, con énfasis en grupos vulnerables, como la población de 60 años y más (Giovanella *et al.*, 2021).

Para este conjunto demográfico en pobreza, contar con servicios de salud accesibles a pie es una forma de prevenir y mitigar su exposición a patógenos asociados a sus actividades diarias y elemento clave para mejorar su bienestar (González *et al.*, 2021; Vega Rivero *et al.*, 2020). El acceso peatonal al sistema de salud en trayectos caminables es una forma de garantizar la atención a todos los usuarios mayores, incluso bajo condiciones de pandemia (Guida y Carpentieri, 2021). Lograrlo requiere métodos y procesos de planificación y gestión urbana que contribuyan a evitar zonas deficientes en acceso a servicios de salud (Galindo Pérez y Suárez Lastra, 2018; Garrocho Rangel, Chávez y Álvarez, 2020). Desde una perspectiva de inclusión, seguridad y salud, estas zonas debieran ser prioritarias en la planeación urbana y en el fortalecimiento de servicios para enfrentar pandemias (Nyadera, Onditi, Obimbo y Muchina, 2021).

Medir la accesibilidad en el espacio intraurbano no es sencillo (Garrocho Rangel y Campos Alanís, 2006). No existen métodos agregados exactos, lo que tenemos son métodos agregados aproximados, confiables para la toma de decisiones (Hooper, Foster, Nathan y Giles, 2012). El método de medición de la accesibilidad a unidades de salud que se usa aquí es el de Área de Cobertura Flotante de dos pasos (2SFCA) (Luo y Whippo, 2012). Debido a su consistencia interna, tiene una amplia aceptación en la literatura, ejemplo de ello es la obra de Luo y Wang (2003). Dicho método facilitará develar diferencias socioespaciales de accesibilidad consistentes con los alcances peatonales de los adultos mayores y descubrir zonas que requieren ser mejor atendidas (Guida y Carpentieri, 2021). Sus insumos son económicos y sencillos de conseguir (Tao, Cheng y Liu, 2020).

El método 2SFCA considera que la disponibilidad de servicios en las unidades de salud no depende únicamente de su localización, sino también de su tamaño (Luo y Whippo, 2012). El indicador más utilizado para dimensionar este factor es el número de médicos y enfermeras en contacto con el paciente (Rojas y Aguilar, 2021) y el número de camas (Pérez Valbuena, 2015).

⁹ Costos *objetivos*: dinero o tiempo, costos *subjetivos*: riesgo, incomodidades, cansancio.

Estos indicadores guardan una proporción entre sí. Aquí se consideró el dato más útil para este texto: número de médicos en contacto con el paciente.

Las unidades de salud: elemento estratégico de la atención médica

La planeación locacional (o espacial) de sistemas de salud (públicos y privados) propone minimizar los *costos de interacción*¹⁰ entre la oferta y la demanda (Brizan y Juel, 2022). Lograr servicios de salud accesibles mediante trayectos caminables compensa, en parte, las pérdidas fisiológicas y sociales de los adultos mayores y eleva su calidad de consumo (Álvarez, Trujillo y Garrocho, 2018; De Alba González, 2017).

La localización inclusiva de unidades de atención requiere soluciones locacionales balanceadas en términos de eficiencia y justicia socioespacial (Simmons, Garrocho, Kamikihara y Campos, 2018). Dada la complejidad del problema, con frecuencia los planificadores se apoyan en modelos de localización-asignación para *ubicar* las unidades de salud en el territorio y *asignar* la demanda a cada unidad de salud. Estos modelos matemáticos traducen operativamente principios y objetivos de filosofía y política pública asociados a la distribución socioespacial de oportunidades (Harvey, 2010).

El modelo que se aplica en este texto es el llamado P-Mediana con restricción de distancia de recorrido máximo a unidades de salud (Buzai y Baxendale, 2008). Este modelo prioriza las oportunidades de atención de la población con menor accesibilidad, combinando criterios de eficiencia y equidad. Su función objetivo es develar localizaciones potenciales de unidades de salud que minimicen la distancia total recorrida por la población para acceder al servicio (criterio de eficiencia); asegurando que nadie tenga que recorrer más de cierta distancia para lograrlo (criterio de justicia socioespacial) (Harvey, 2010). Por lo regular, se utilizan distancias estandarizadas de movilidad (Buzai y Baxendale, 2008).

En lo que sigue, el texto se divide en cinco apartados. En los primeros dos se establecen las condiciones básicas del trabajo: los objetivos de investigación y una descripción analítica de la zona de estudio. Luego se procede a detallar la metodología que articula dos métodos socioespaciales: uno que permite medir los niveles de accesibilidad de los adultos mayores a las unidades de salud con traslados caminando en una escala de manzana –conocido como Área de Cobertura Flotante de dos pasos–, y otro que valora las localizaciones de nuevas unidades combinando criterios de eficiencia y equidad –el llamado Modelo P-Mediana con restricción de distancia–. Posteriormente, se presentan los resultados. Los elementos centrales son los niveles de accesibilidad de los adultos mayores a unidades de salud, la solución locacional proponiendo un incremento de seis nuevas unidades al sistema de la zona de estudio y los beneficios de esta solución en términos de accesibilidad, población cubierta y costos de traslado. La sección final –conclusiones– sintetiza los principales hallazgos y limitaciones del trabajo y sugiere líneas de investigación. El artículo cierra con un listado de las referencias consultadas.

¹⁰ Por ejemplo, de transporte. Aunque el traslado sea caminando, implica ciertos costos importantes: tiempo, esfuerzo, riesgo.

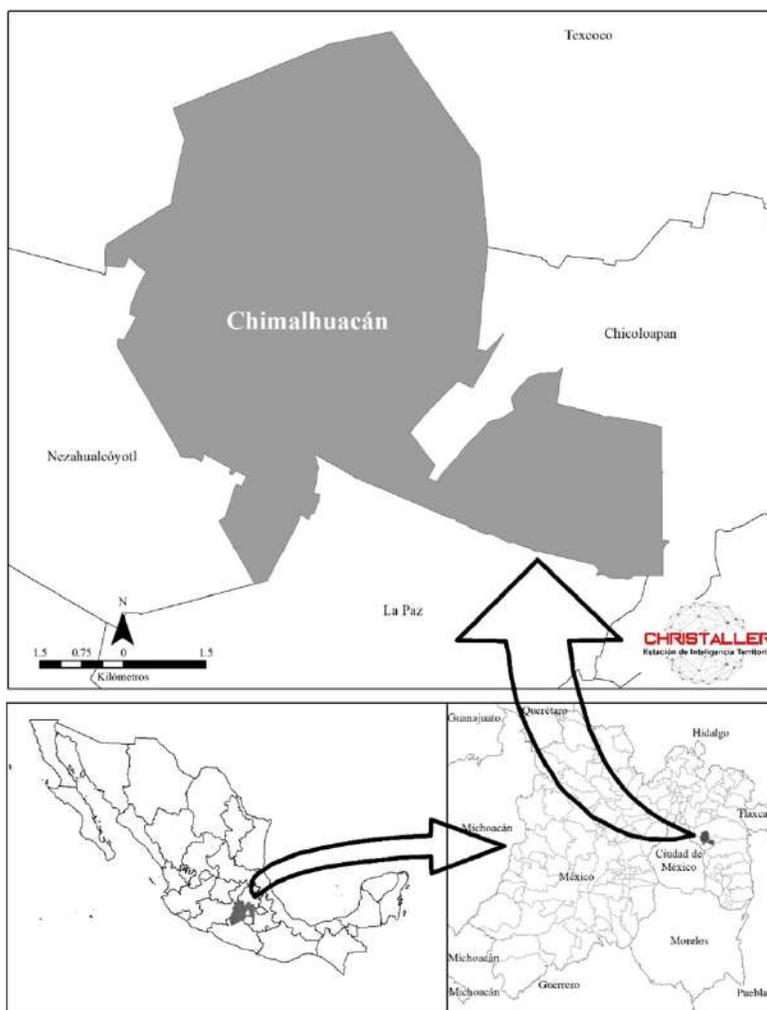
OBJETIVOS

Los objetivos de esta investigación son: *i.* estimar la accesibilidad a unidades públicas de atención primaria de los adultos mayores en Chimalhuacán mediante traslados caminando; e *ii.* identificar las localizaciones que incrementan en mayor medida la accesibilidad de esta población a nuevas unidades de atención primaria, asegurando que nadie tenga que recorrer más de cierta distancia para lograrlo.

Zona de estudio

Chimalhuacán es un municipio que forma parte de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), la ciudad más poblada del país (mapa 1). Cuenta con 705 193 habitantes. Es el municipio con mayor población de la región oriente de la ZMVM, y el que registra más adultos mayores: 59 108 habitantes, es decir, 8.4 por ciento de la población total (Inegi, 2020). Tiene una extensión de 5 413.6 hectáreas y una densidad de 130 habitantes por cada una de ellas (Welti-Chan y Ramírez, 2021).

Mapa 1. Localización de Chimalhuacán, Estado de México



Fuente: Elaboración propia.

El área de estudio se conforma por los polígonos de manzanas urbanas del municipio de Chimalhuacán. La demanda o población objetivo es la de 60 años y más en cada manzana. Para cuantificarla, se consideró el marco geoestadístico del año 2020 al que se vincula la información de resultados por manzana del Censo de Población y Vivienda, 2020. Se consideraron 4 684 polígonos y una población de 58 794 adultos mayores (Inegi, 2020).

Chimalhuacán es un municipio urbano y denso que sufre condiciones generales de pobreza (Gobierno del Estado de México y H. Ayuntamiento de Chimalhuacán, 2019; Coneval, 2015). Tiene indicadores altos de carencia de servicios de salud y es altamente vulnerable al COVID-19 (Secretaría de Salud, 2021a, 2021b). Al 15 de abril de 2021 se habían registrado 957 defunciones acumuladas en el municipio desde el inicio de la pandemia (Secretaría de Salud, 2021b). Sus índices de afectación por defunciones y mortalidad por casos positivos de COVID-19 son superiores a la media nacional, y están alrededor del promedio calculado para el Estado de México (Christaller, 2022b). Los cálculos se realizaron dentro de Christaller: Estación de Inteligencia Territorial (Chávez Soto y Garrocho Rangel, 2018).

A escala de AGEB¹¹ (Área Geoestadística Básica) se observa la homogeneidad territorial de la pobreza en el municipio. De acuerdo con los datos reportados por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval) en el año 2015, 123 de los 137 AGEB del municipio registraban más de 50 por ciento de su población en condiciones de rezago social,¹² y en las mismas condiciones se identificó, de los 40 AGEB, el 70 por ciento de su población (Coneval, 2015) (mapa 2).

Los adultos mayores de Chimalhuacán se consideran altamente vulnerables a la pandemia por su densidad, pero también por su dotación y localización de servicios de salud. El municipio enfrenta un alto déficit de servicios médicos: cuenta con 12 clínicas de atención universal en las que hay 72 consultorios y 113 médicos, es decir, alrededor de 0.16 médicos por cada 1 000 habitantes en el municipio, mientras que la OMS recomienda tres médicos por cada 1 000 habitantes (Gaceta del Senado, 2016) y la OCDE registra 3.5 médicos por cada 1 000 habitantes (OCDE y WB, 2020).

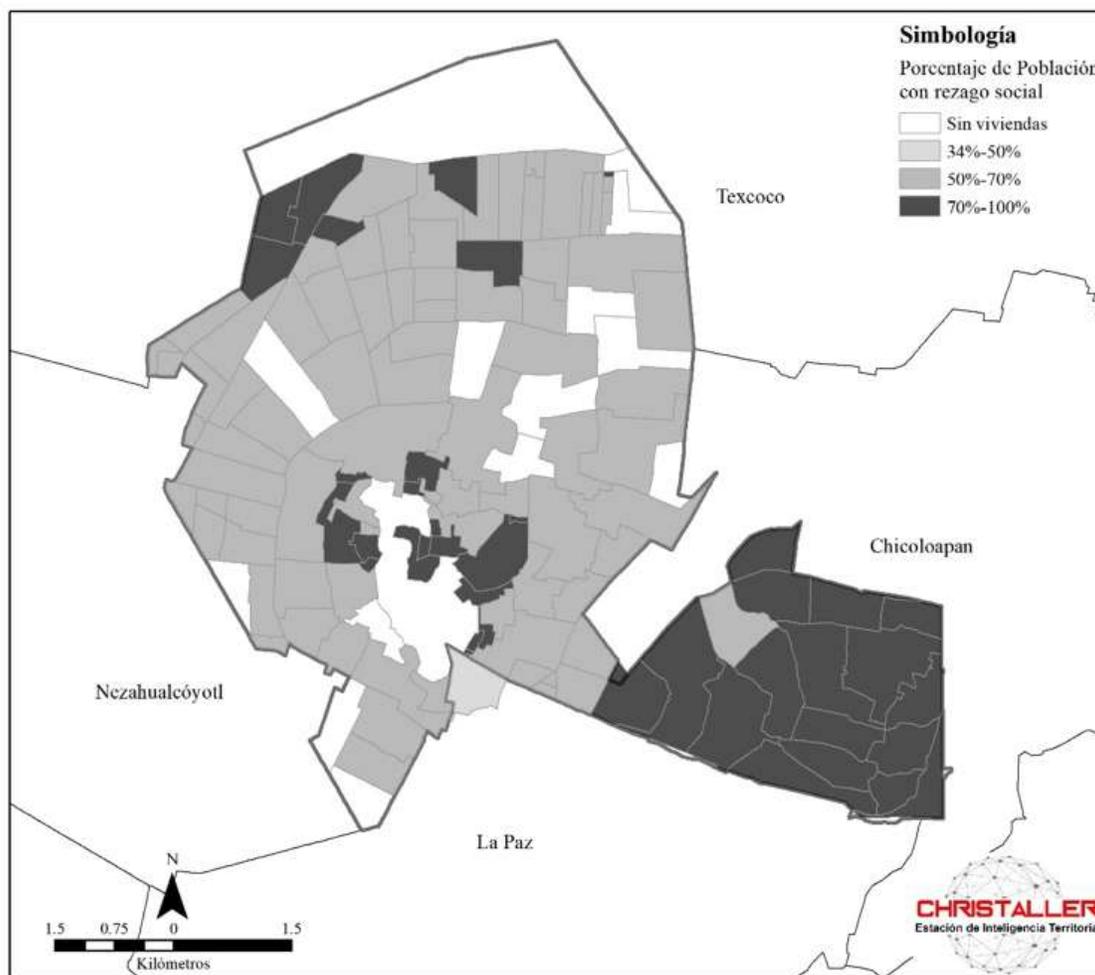
En Chimalhuacán, la Secretaría de Salud (SS) es el sistema de acceso público y universal más importante que provee los servicios de salud. Más de 30 por ciento de los pobladores declaran que es su principal alternativa de atención a la salud, seguida de consultorios privados adjuntos a cadenas de farmacias comerciales (28.1 %) (Inegi, 2020). Por lo tanto, en la presente investigación, las unidades de la SS se consideraron como los principales puntos de

¹¹ Un AGEB se define como un conjunto de manzanas delimitadas por calles, avenidas o cualquier otro rasgo de fácil identificación, cuyo uso de suelo es principalmente habitacional, industrial, de servicios, comercial, etcétera. Existen dos tipos: urbanos y rurales. Los AGEB urbanos se asignan a áreas geográficas de localidades con población igual o mayor a 2 500 habitantes o que sean cabeceras municipales.

¹² El índice de rezago social es una medida ponderada que incluye cuatro indicadores de carencias sociales: educación, acceso a los servicios de salud, servicios básicos en la vivienda y calidad y espacios en la vivienda.

oferta del municipio. Estas unidades médicas, además de ofrecer atención médica, generan estadísticas y vigilan la situación de salud a escala individual con énfasis en el adulto mayor en microescalas territoriales cercanas, algo que no hacen los consultorios privados (Giovannella *et al.*, 2021). En 2020 –año del último censo de población–, la página web de la SS reportó 12 unidades médicas establecidas en Chimalhuacán (Secretaría de Salud, 2021a).

Mapa 2. Porcentaje de población con rezago social en Chimalhuacán, Estado de México por AGEB, 2015

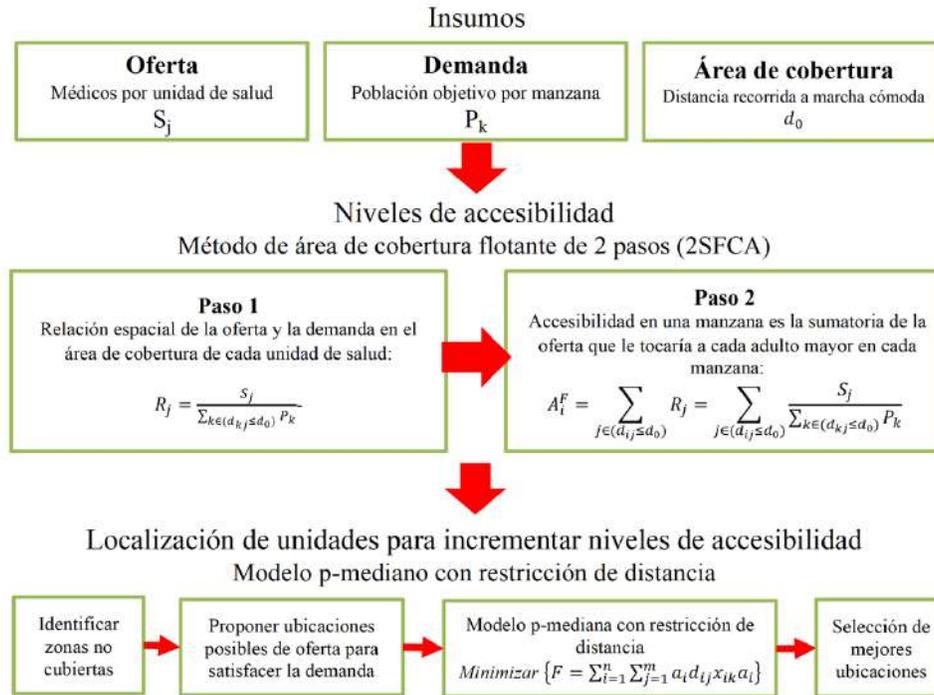


Fuente: Elaboración propia con base en la Coneval (2015).

METODOLOGÍA

El proceso de cálculo se describe a continuación. Detallando tanto el cálculo del nivel de accesibilidad –a través del Método de Área de Cobertura Flotante de dos pasos (2SFCA)– para identificar la cobertura del servicio en la zona de estudio, como la aplicación del Modelo P-Mediano con restricción de distancia para evaluar propuestas de nuevas unidades médicas en zonas no cubiertas (figura 1).

Figura 1. Proceso de localización de unidades de servicio a través del cálculo de los niveles de accesibilidad



Fuente: Elaboración propia.

Método de Área de Cobertura Flotante de dos pasos: relación espacial demanda-oferta

El método 2SFCA considera umbrales de movilidad de la demanda: la población de adultos mayores. El umbral que usamos aquí fue una velocidad preferida de marcha de 1.05 m/s (ver introducción). El debate está abierto sobre la conveniencia de que los desplazamientos a equipamientos básicos en la ciudad sean de alrededor de 15 minutos caminando (Descant, 2021; Sansão Fontes y Espósito Galarce, 2021). Esto podría ser recomendable para los adultos mayores (Smith, 2020). Aquí la distancia o radio de cobertura de las unidades de salud es:

$$15 \text{ minutos} * 60 \text{ segundos} * 1.05\text{m/s} = 945\text{m}$$

Este umbral es una guía. Su utilidad radica en el orden de magnitud que establece, no en su valor preciso. En la práctica podría ser un poco menos o un poco más: no se debe caer en el espejismo de la exactitud. En el presente documento, 945 metros es el límite aproximado para considerar que una persona que se traslada caminando acceda a alguna unidad de salud.

Paso 1

Para cada unidad de salud con un cierto número de médicos (j), identificar la población (k) que está dentro del umbral o radio de cobertura (d_0) de la localización (j) y calcular la proporción de médicos/población objetivo (R_j) dentro del área de influencia de (j) (Chen y Jia, 2019).

El resultado de este paso es la proporción oferta/demanda (médicos por población objetivo) en las áreas de influencia de las unidades de salud, tomando en cuenta el número de médicos y la magnitud de la demanda localizada en las manzanas que cubre cada unidad. En términos matemáticos se expresa como:

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{k \in \{d_{kj} \leq d_0\}} P_k},$$

donde P_k es la población objetivo (PO) en la manzana k , cuyo centroide está dentro del radio de influencia d_0 , S_j es el número de médicos en la unidad de salud j y d_{kj} es la distancia (o costo de transporte) entre k y j .

Paso 2

Esta fase es similar al paso 1, pero los cálculos determinan *áreas de alcance* desde los centroides de cada manzana, tomando como parámetro el radio de 945 metros. El resultado del paso 2 es la proporción (población objetivo atendida por médicos) en las áreas de alcance de cada manzana, tomando en cuenta la magnitud de PO y el número de médicos en las unidades de salud en un radio de 945 metros. En este paso, las áreas de alcance se mueven o *flotan* de manzana a manzana hasta cubrir las todas.

El paso 2 se sintetiza así: para cada localización de la población objetivo (i : el centroide de cada manzana), identificar todos los médicos de las unidades de salud j que están dentro del umbral o radio de cobertura d_0 , desde la localización i y sumar las proporciones médico/población objetivo R_j para todas las localizaciones i (Chen y Jia, 2019; Luo y Wang, 2003):

$$A_i^F = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} R_j = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} \frac{S_j}{\sum_{k \in \{d_{kj} \leq d_0\}} P_k}$$

donde A_i^F representa la accesibilidad en la manzana i , R_j es la proporción de médicos/población objetivo en la localización de la unidad de salud j que está dentro del área de alcance de i (esto es: $d_{ij} \leq d_0$), y d_{ij} es el umbral del área de alcance entre i y j .

Mientras más alto sea el valor de A_i^F , mayor la accesibilidad de cada manzana donde radica la población objetivo.

Modelo P-Mediana con restricción de distancia (eficiencia y equidad espacial)

El Modelo P-Mediana con distancia restringida considera que, dado un número limitado de equipamientos a instalar, se deben identificar las localizaciones de servicios que cubran a más población sin que los usuarios tengan que rebasar un desplazamiento máximo establecido.

Así, la función objetivo F del modelo puede expresarse de la siguiente forma: identificar las localizaciones que minimicen la distancia total recorrida por la población adulta mayor

desde los orígenes (los centroides de las manzanas) a los destinos más cercanos (las unidades de salud potenciales) d_{ij} , asegurando que nadie tenga que recorrer más de una cierta distancia máxima S para llegar a un destino.¹³ La demanda se asigna al servicio más próximo, minimizando las desigualdades espaciales.

En términos matemáticos, la función objetivo se expresa así:

$$\text{Minimizar } \{F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_i d_{ij} x_{ij}\}$$

donde a_i es el peso asociado a cada punto de demanda (la población de 60 años que habita esas manzanas), d_{ij} es la distancia entre el punto de demanda i y el punto de oferta j , x_{ij} es el factor de asignación: 1 si el punto de oferta j es el más cercano al punto de demanda i y 0 en caso contrario, n es la cantidad de puntos de demanda y m los potenciales puntos de oferta y las unidades existentes.

$$\text{Si } d_{ij} \leq S \rightarrow x_{ij} = 1$$

$$\text{Si } d_{ij} > S \rightarrow x_{ij} = 0, \text{ aunque } d_{ij} \text{ sea el menor valor para ambos puntos.}$$

En este proyecto de investigación se identificaron 68 predios que cumplen las especificaciones para que se localice en ellos una unidad de salud.

PROCESAMIENTO DE VARIABLES Y SOFTWARE

Costo de transporte

Los costos de transporte se estimaron mediante distancias euclidianas de los centroides de las manzanas a las unidades de salud de primer nivel. En otros estudios de accesibilidad a servicios de salud, las estimaciones se hacen a través de la red vial (Guida y Carpentieri, 2021; Rojas y Aguilar, 2021). Sin embargo, Garrocho Rangel *et al.* (2020) han comprobado que no vale la pena complicar innecesariamente el análisis en aras de perseguir el *espejismo de la precisión*: la correlación entre las distancias euclidianas y las distancias a lo largo de las vialidades en diversas localidades de México es $R^2=0.934$. En términos operativos, es prácticamente lo mismo utilizar distancias euclidianas o distancias a lo largo de las vialidades.

Software

Para el tratamiento de los datos y presentación de resultados se utilizó Christaller: Estación de Inteligencia Territorial (Chávez Soto y Garrocho Rangel, 2018). Esta plataforma permite integrar conceptos, teorías, métodos y datos en estudios de análisis de accesibilidad. Christaller provee diversos modelos implementados en herramientas de software libre y que operan con Sistemas de Información Geográfica en distintas plataformas (por ejemplo, Arc GIS, Qgis) (Garrocho Rangel *et al.*, 2020).

¹³ En este texto, S : 945 metros, como se argumentó anteriormente.

RESULTADOS

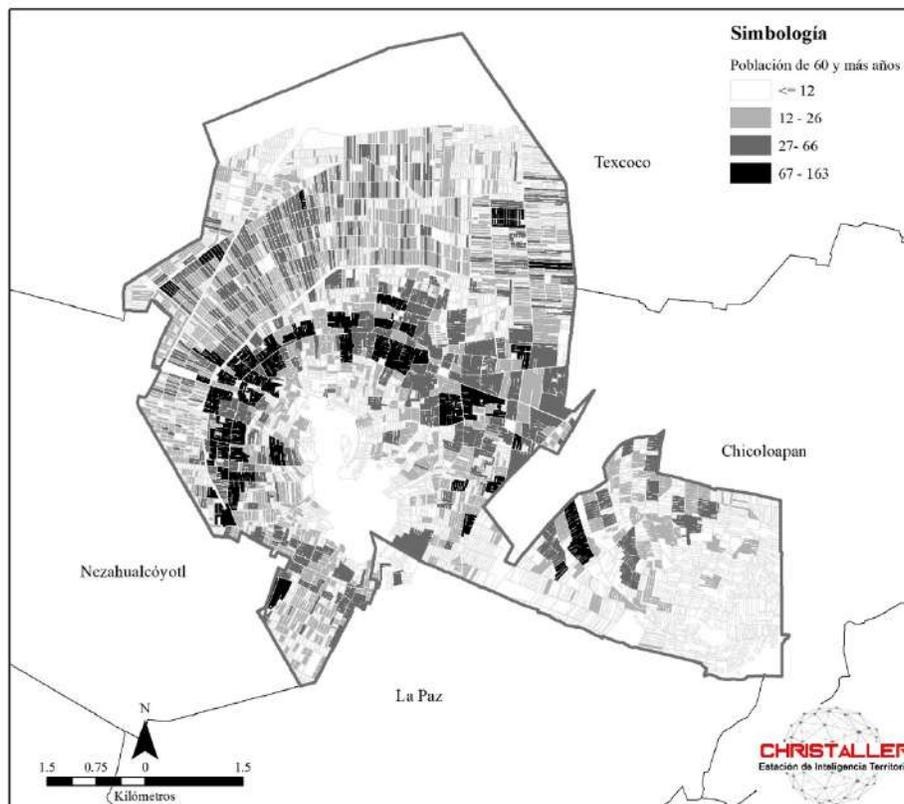
Distribución actual de la oferta y demanda

La demanda: adultos mayores en Chimalhuacán, Estado de México

La distribución espacial de la población de personas de 60 años y más en Chimalhuacán es similar a la de otras localidades mexicanas: se concentra en las áreas más antiguas y consolidadas del municipio y se reduce en la periferia (Álvarez *et al.*, 2018). Esto se confirma si se observa la zona de estudio a escala de manzana (mapa 3). Las manzanas que registran mayor cantidad de adultos mayores (67 a 163 adultos mayores por manzana) se localizan en las áreas fundacionales de Chimalhuacán.

Por el contrario, las zonas de baja concentración de población adulta mayor (y alta concentración de población joven) se localizan en áreas de reciente expansión, donde el suelo es menos costoso (Garrocho Rangel y Campos Alanís, 2016). En la parte baja del cerro del Chimalhuache se identifican valores medios de entre 12 y 66 adultos mayores por manzana, mientras que, al norte del municipio, en lo más alto del cerro y en la zona de Ejido Santa María, que son asentamientos humanos recientes, se observa la más baja cantidad de adultos mayores por manzana: cuatro adultos mayores en promedio (mapa 3).

Mapa 3. Población total de 60 años y más por manzana en Chimalhuacán, Estado de México, 2020



Fuente: Elaboración propia con base en Inegi (2020).

La oferta: distribución de unidades de atención médica de primer nivel

De acuerdo con estándares internacionales, en Chimalhuacán la oferta es insuficiente para atender la demanda. ¿Qué sucede con su localización en relación a la demanda? Solo tres unidades de salud se corresponden con la distribución espacial de la demanda: el Centro Municipal de Salud y Bienestar Comunitario San Lorenzo, el Centro de Salud San Pedro y el Centro Especializado de Atención Primaria a la Salud Acuitlapilco. Es decir, solo una cuarta parte de las unidades de salud en el municipio se localizan de manera consistente con la distribución territorial de la demanda. Los daños de la pandemia por COVID-19 muestran que esta situación debe corregirse, especialmente si una premisa del gobierno federal es priorizar la atención a la población en mayor desventaja.

El patrón de expansión urbana de Chimalhuacán es muy complejo: acelerado, discontinuo, sobre zonas de riesgo, en gran medida irregular y con pobreza generalizada. Esto lo hace altamente vulnerable a enfermedades de dispersión masiva que podrían prevenirse y aminorarse desde las unidades de primer nivel de atención médica. Los recursos de salud existentes en el municipio son insuficientes en tamaño y deficientes en su localización. Su correcta planeación es todo un reto, como veremos a continuación.

Accesibilidad peatonal de los adultos mayores a unidades de atención médica de primer nivel

Recordemos que los valores de los Índices de Accesibilidad (A_i^F) son valiosos por su orden de magnitud y permiten hacer comparaciones entre zonas en el tiempo y se emplean para medir impactos de acciones de política. Resulta complicado contrastar A_i^F con estudios diferentes, porque varían los servicios específicos y las poblaciones objetivo. Para facilitar las comparaciones, en la presente investigación, los Índices de Accesibilidad (A_i^F) se multiplicaron por 1 000.

Los valores mínimo y máximo de los Índices de Accesibilidad fueron 0.0 (desiertos de atención) y 13.04 asociados a zonas con una muy alta atención. El promedio de accesibilidad fue 2.2 y la desviación estándar 3.5. Estos valores indican altas *desigualdades de acceso*; con ellos se clasificaron las manzanas de Chimalhuacán en cuatro niveles de prioridad de atención, y se cuantificó la población en cada nivel (mapas 4 y 5).

Prioridad I. Desiertos de atención ($A_i^F = 0.0$):¹⁴ 2 392 manzanas, 22 973 adultos mayores, 39 por ciento del total de los adultos mayores del municipio.

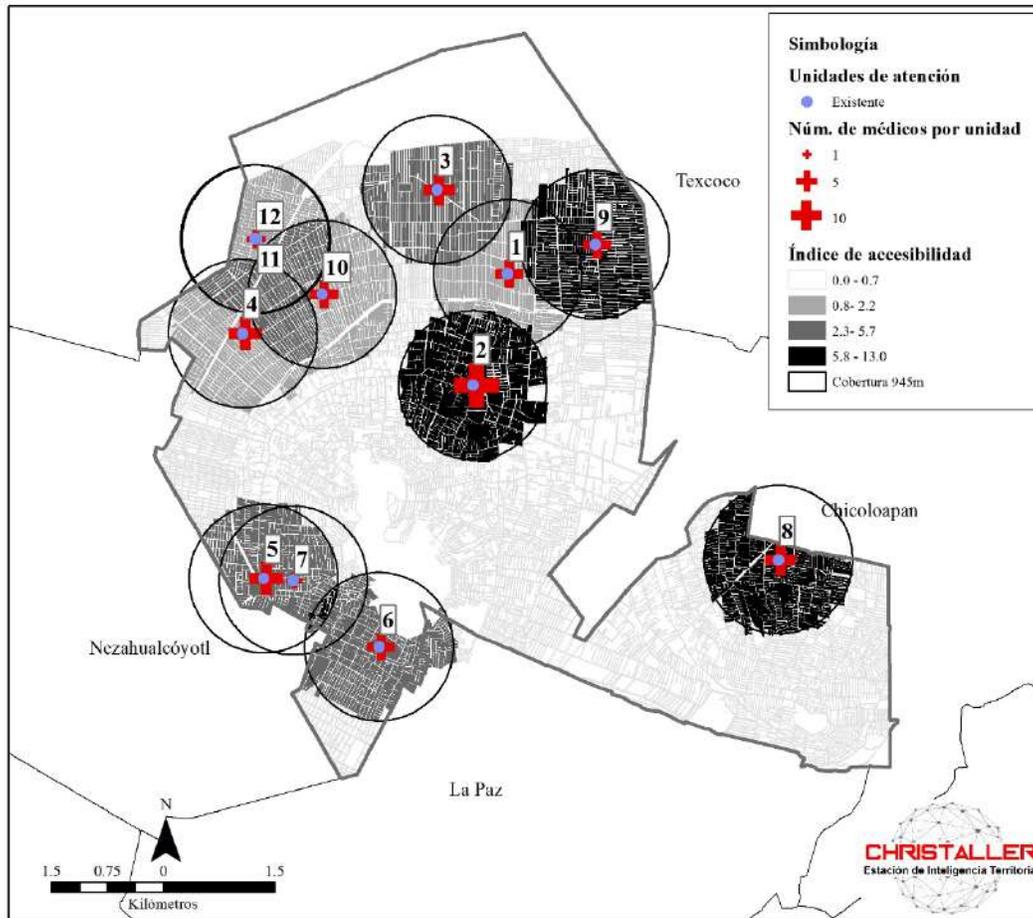
Prioridad II. Manzanas abajo del promedio de accesibilidad municipal ($A_i^F = 2.2$) y arriba de los desiertos de atención ($A_i^F > 0.0$): 671 manzanas, 11 327 adultos mayores, 19.3 por ciento del total de los adultos mayores del municipio.

¹⁴ Los desiertos de atención incluyen a barrios y colonias como Ladera, Barrio de Xochiaca, El Olivar y las localizadas en el Ejido Santa María. Adicionalmente a la baja accesibilidad, en esta zona debe añadirse el factor topográfico, que exige recorrer pendientes pronunciadas.

Prioridad III. Manzanas arriba del promedio de accesibilidad municipal ($A_i^F > 2.2$) hasta la desviación estándar superior ($A_i^F = 5.7$): 971 manzanas, 16 267 adultos mayores, 27.7 por ciento del total de los adultos mayores del municipio.

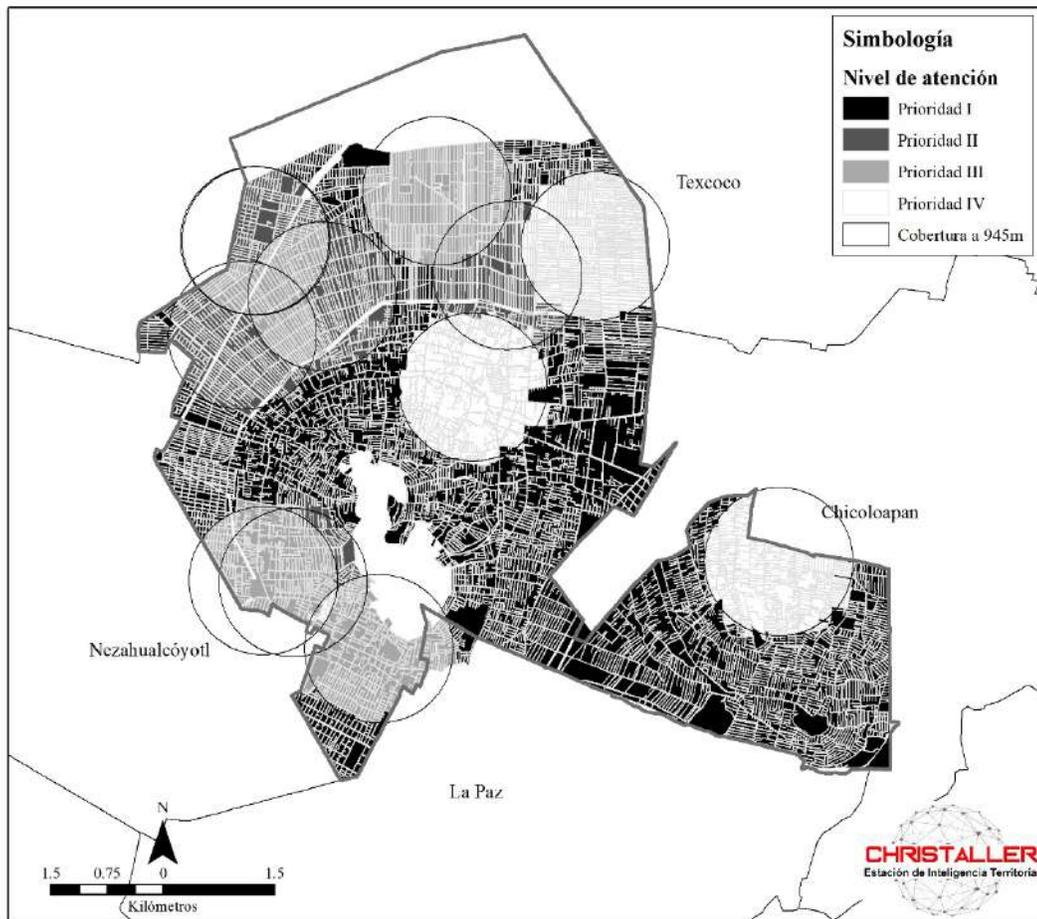
Prioridad IV. Arriba de la desviación estándar superior ($A_i^F > 5.7$): 650 manzanas, 8 227 adultos mayores, 14 por ciento del total de los adultos mayores del municipio.

Mapa 4. Índice de Accesibilidad a las unidades de atención de primer nivel en Chimalhuacán, Estado de México



Fuente: Elaboración propia con base en Inegi (2020) y Secretaría de Salud (2021a).

Mapa 5. Manzanas por nivel de prioridad de atención en Chimalhuacán, Estado de México



Fuente: Elaboración propia con base en Inegi (2020) y Secretaría de Salud (2021a).

*Propuesta de localización de nuevas unidades de atención médica de primer nivel:
aplicación del Modelo P-Mediana con restricciones*

En esta sección se presenta un escenario de planeación elaborado con los resultados de los dos modelos descritos en la metodología. Se considera la instalación de seis nuevas unidades de salud a partir de los 68 predios que cumplen con las especificaciones.¹⁵

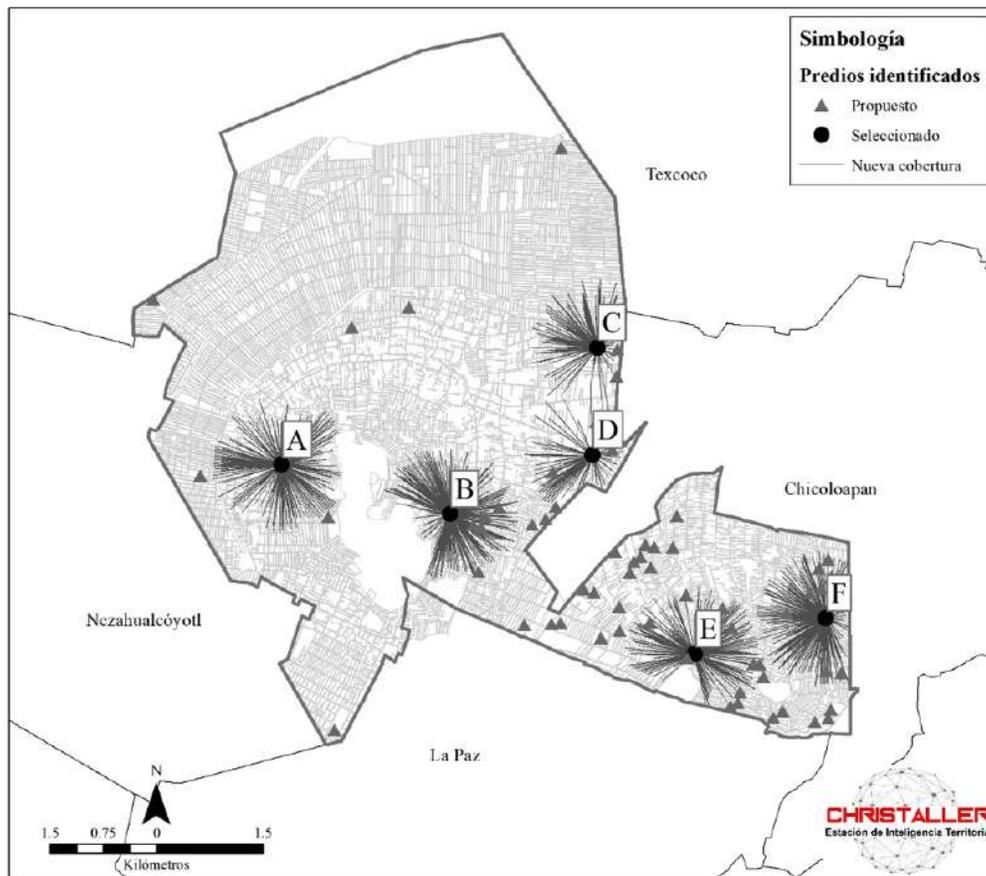
Por tanto, el reto es develar los seis predios que minimizan la distancia total recorrida por los 58 794 adultos mayores desde los orígenes donde residen (los centroides de las 4 684 manzanas) a los destinos más cercanos (las 12 unidades de salud existentes, más las seis que se instalarían) (d_{ij}), asegurando que nadie tenga que recorrer más de 945 metros (S) para llegar a una unidad de salud. La demanda se asigna al servicio más próximo, minimizando las desigualdades espaciales. La propuesta se comentó con funcionarios estatales y municipales, es realista en términos financieros y operativos.

¹⁵ Predios baldíos con uso de suelo apto para colocar infraestructura pública con dimensiones mínimas para albergar una unidad de salud con al menos un consultorio.

Predios que mejor cumplen la función objetivo: solución locacional

Las seis localizaciones que cumplen la función objetivo son los predios mostrados en el mapa 6. Las presentamos en orden descendente, por la magnitud de población adulta mayor que cubrirían. La primera (predio A), la llamamos San Agustín, se ubica al sur-poniente del municipio entre las calles Avenida el Puerto y dos lotes arriba de la calle Piedra Paloma. De acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano Municipal (Gobierno del Estado de México y H. Ayuntamiento de Chimalhuacán, 2019), en este predio se planea localizar un hospital especializado que incluiría servicios de primer nivel. Esta unidad de salud atendería a adultos mayores que padecen segregación espacial por edad y riesgos altos por vivir en zonas de barrancas y deslizamientos (ver sección *La demanda*).

Mapa 6. Predios identificados y seleccionados para posibles ubicaciones de unidades de salud en Chimalhuacán, Estado de México



Fuente: Elaboración propia con base en Inegi (2020) y Secretaría de Salud (2021a).

La segunda localización (predio B), La Barranca, se encuentra al sur-oriental del municipio, en las laderas del cerro del Chimalhuache, entre las calles La Barranca y Primavera. Si en esa zona se ubica una unidad de salud, se elevaría la justicia espacial para adultos mayores en condiciones de segregación por edad.

La tercera localización (predio C) está en la colonia Acuitlapilco, sobre la calle Melchor Ocampo. Es una ubicación en proceso de consolidación urbana y la unidad ahí localizada cubriría adultos mayores concentrados al norte y sur de este predio (ver sección *La demanda*).

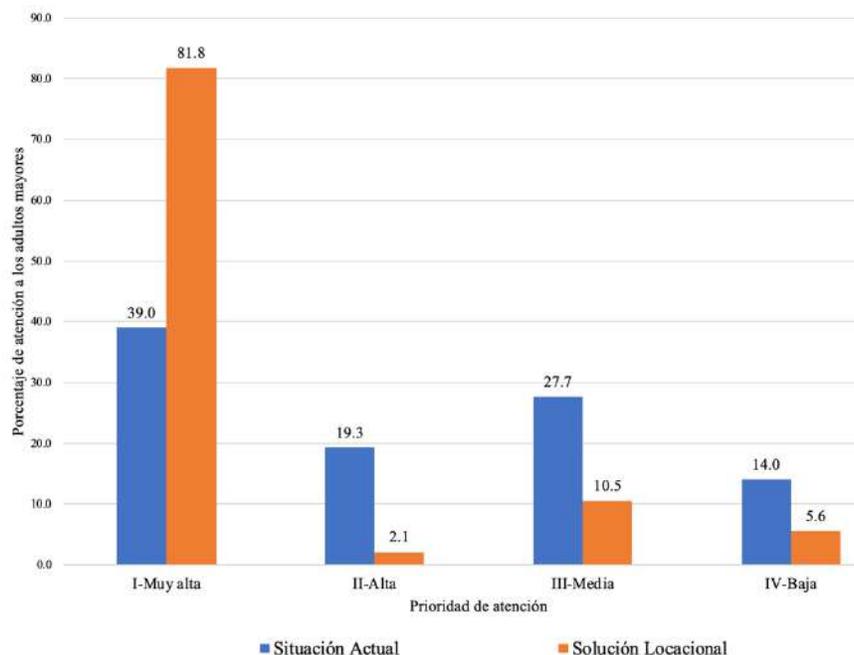
La cuarta localización (predio D), sobre avenida Nezahualcóyotl, frente a la Plaza Chimalhuacán, complementa, sobre todo, la cobertura al oriente del municipio de la unidad ubicada en el predio C. Ahí se concentran conjuntos de vivienda multifamiliar y diversas actividades económicas y de servicios que hacen que la población se desplace a dicha localización.

La quinta y sexta localizaciones (predio E) se proponen en el Ejido Santa María, sobre las calles Pirul y Camino a la Mina y en la calle Claveles, al lado del tanque Yautlalli (predio F). Esta zona es de reciente creación y apenas se incorporó a la planeación urbana municipal.

Discusión de la solución locacional

Estas seis nuevas unidades de salud privilegiarían a la población en situación de Prioridad de Atención Muy Alta (gráfica 1). Además, incrementarían los adultos mayores con accesibilidad a unidades de salud de 35 378 en la situación actual a 47 411: un incremento absoluto de 12 033 personas, equivalente a 34 por ciento más de cobertura (cuadro 1). Cabe mencionar que los beneficios de cobertura de las unidades son decrecientes: cada unidad adicional incrementa una cantidad menor de adultos mayores cubiertos. Esto es normal si se mantiene constante la demanda.¹⁶

Gráfica 1. Población adulta mayor por prioridad de atención comparativa: situación actual versus solución locacional



Fuente: Elaboración propia.

¹⁶ Dinamizar la expansión espacial y demográfica de la demanda sería materia de otro trabajo (ver, por ejemplo, Garrocho *et al.*, 2021).

Cuadro 1. Situación actual, escenario planeado con seis nuevas unidades de salud y diferencias clave: unidad por unidad conforme se añaden al sistema de salud

Situación actual, nuevas unidades y escenario planeado	Adultos mayores con accesibilidad	Diferencia con la situación actual		Distancia recorrida total por todos los adultos mayores para acceder a una unidad de salud* (km)	Distancia recorrida promedio por adulto mayor (m)	Desviación estándar (m)	Diferencia con la situación actual			
		Absoluta	Porcentaje respecto de la situación actual				Distancia recorrida absoluta total (km)	Porcentaje de la distancia recorrida total	Promedio por adulto mayor (m)	Desviación estándar (m)
Situación actual	35,378	N. A.	N. A.	56,042.8	1,584.1	615.6	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
Nuevas unidades acumuladas**										
A	39,680	4,302	12.2	53,243.0	957.7	585.0	-2,799.7	-39.5	626.4	-30.6
B	41,983	6,605	18.7	51,684.5	937.8	573.5	-4,358.3	-40.8	646.3	-42.1
C	44,189	8,811	24.9	50,322.5	927.4	569.1	-5,720.3	-41.5	656.7	-46.5
D	45,614	10,236	28.9	49,491.7	922.2	566.4	-6,551.0	-41.8	661.9	-49.2
E	46,584	11,206	31.7	48,863.4	911.0	558.6	-7,179.4	-42.5	673.1	-57.0
F	47,411	12,033	34.0	48,332.3	896.5	551.7	-7,710.5	-43.4	687.6	-63.9
Total escenario planeado	47,411	12,033	34.0	48,332.3	896.5	551.7	-7,710.5	-43.4	687.6	-63.9

*Es la suma de los recorridos de todos los adultos mayores para acceder a una unidad de salud.

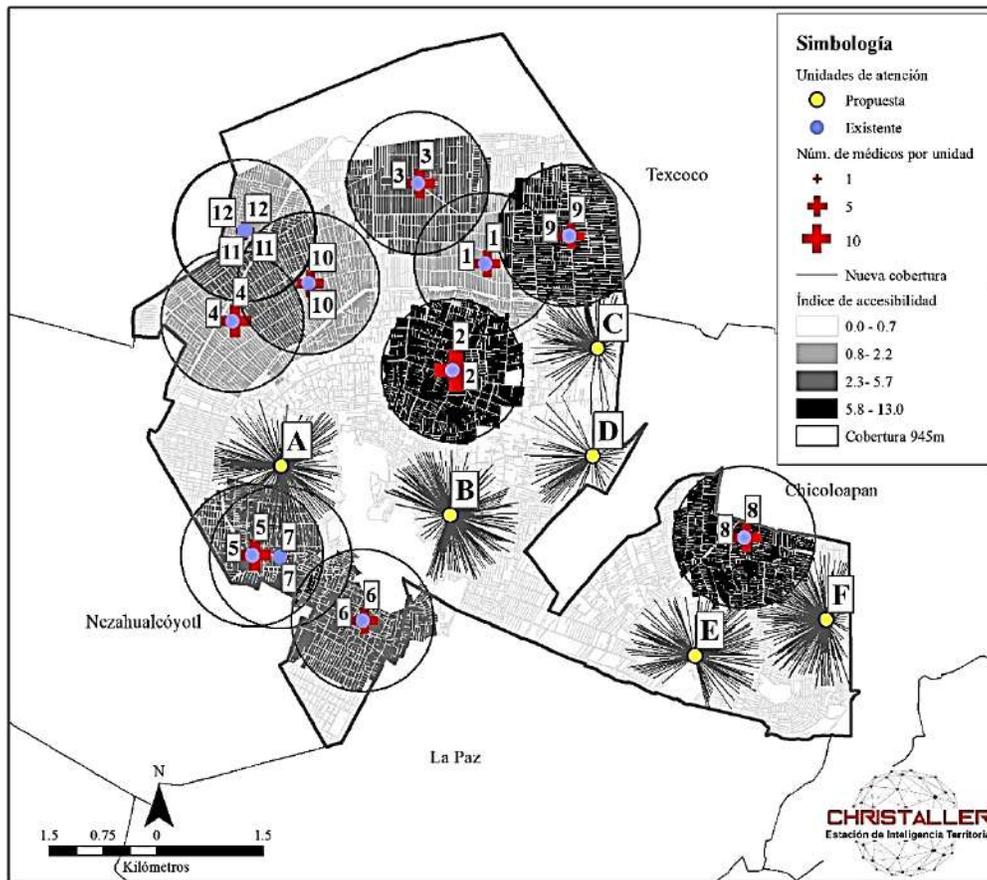
**Las unidades se añaden al sistema de salud en Chimalhuacán por la magnitud de la población que cubren.

Fuente: Elaboración propia.

Las seis nuevas unidades de salud localizadas en los predios develados por el Modelo P-Mediana reducirían el costo total de los adultos mayores para acceder a alguna unidad de salud en términos de distancia recorrida agregada. En la situación actual, el costo colectivo de acceder a una unidad de salud es de 56 000 kilómetros recorridos, la solución locacional bajaría el costo en 7.7 kilómetros (43.4 %): el beneficio sería sustantivo. El promedio de distancia recorrida por adulto mayor para acceder a un punto de oferta se reduciría de 1 584 metros a 896 metros, lo que significa una disminución de 687 metros (mapa 7).

Al revisar la desviación estándar de los recorridos, se observa que el escenario que se propone no sólo sería más eficiente (reduciría los costos de traslado y ampliaría la cobertura de adultos mayores), también sería más igualitario: la desviación estándar bajaría de 615 metros en la situación actual a 551 metros en el escenario planeado. Además, se garantiza no excluir de los servicios de salud a esta población; ningún adulto mayor quedaría más allá de un radio de cobertura de 15 minutos de marcha cómoda (945 metros) a la unidad de salud más cercana.

Mapa 7. Situación actual y escenario planeado con seis nuevas unidades de salud en Chimalhuacán, Estado de México



Fuente: Elaboración propia con base en Inegi (2020), Secretaría de Salud (2021a) y Christaller (2022a).

CONCLUSIONES, ALCANCES Y LIMITACIONES

Como ya se comentó, la pandemia por COVID-19 incrementó exponencialmente la demanda por servicios médicos y puso a prueba los sistemas de salud en todo el mundo. En México, gran parte de los afectados son población urbana vulnerable por edad, comorbilidades y deficiente condición socioeconómica. En estas circunstancias, el papel de la atención médica de primer nivel en el espacio intraurbano retoma un rol fundamental para enfrentar y superar los retos en salud –presentes y futuros–. Existe acuerdo de que no será la última pandemia mundial, la diferencia radica en cómo prepararnos para enfrentar situaciones similares en la posteridad.

Adicionalmente, la pandemia demostró que es necesario repensar las necesidades urbanas en todos sus ejes: salud, educación, empleo, transporte, sustentabilidad, por mencionar algunos. Esto implica considerar al espacio intraurbano en su escala microterritorial (por ejemplo, una manzana), el más cercano a la población.

Diversos estudios demuestran que la accesibilidad a la atención médica primaria impacta la salud, los costos de atención y la calidad de vida del adulto mayor. Para esta población en pobreza, disponer de servicios de salud accesibles a pie es una forma de prevenir y mitigar su exposición a patógenos asociados a sus actividades diarias y se convierten en un elemento clave para mejorar su bienestar. A mayor costo de un bien o servicio, menor la calidad de consumo de servicios de salud y viceversa. Corolario: para la política urbana, la accesibilidad a servicios médicos de primer nivel es un tema prioritario de inclusión, derechos humanos, seguridad y salud.

Alcances

Recordemos que los objetivos de esta investigación fueron: *i.* estimar la accesibilidad a unidades públicas de atención primaria de los adultos mayores en Chimalhuacán mediante traslados caminando; e *ii.* identificar las localizaciones que incrementan en mayor medida la accesibilidad de este grupo a nuevas unidades de atención primaria, asegurando que nadie tenga que recorrer más de cierta distancia.

Para alcanzarlos, se vincularon dos métodos enfocados a lograr una distribución socioespacial de los recursos de salud más accesible, eficiente y equitativa para los adultos mayores. El área de estudio fue un municipio metropolitano en condiciones generales de pobreza, con alta densidad de población, que integra la Zona Metropolitana del Valle de México (una de las ciudades más pobladas del mundo).

El primer método –Área de Cobertura Flotante de dos pasos– permitió estimar los niveles de accesibilidad de la población adulta mayor a las 12 unidades de salud existentes mediante traslados caminando. El segundo –Modelo P-Mediana con restricción de distancia– develó las localizaciones más convenientes para seis nuevas unidades, entre 68 predios potenciales, combinando criterios de eficiencia y equidad. Los beneficios esperados de la solución locacional serían notables, salvo en términos de desigualdad de distancia recorrida. En las siguientes fases de crecimiento del sistema de salud deberá revalorarse el equilibrio entre eficiencia y equidad.

Limitaciones y agenda de investigación

Esta investigación tiene varias limitaciones, pero todas se pueden subsanar. Por el lado de la oferta, implícitamente se consideró que los servicios de salud cumplen cierto estándar aceptable de calidad. Esto no siempre es cierto. La calidad de los servicios es heterogénea, y aún si ofrecen calidad, faltaría ver si otorgan calidez, aspecto clave para pacientes sin familia, condición presente en varios adultos mayores en México. Existen métodos diversos para medir la calidad y calidez de los servicios de salud que podrían aplicarse en un trabajo de mayor alcance.

Por el lado de la demanda, este artículo considera *usuarios promedio*, que registran una cierta velocidad de marcha cómoda, durante cierta cantidad de minutos, en determinadas condiciones de salud. Se toma la cifra total de contagios, sin considerar a un grupo específico. Esto es debatible, aun si la planeación agregada usualmente se apoya en usuarios promedio.

Para reducir esta limitación, aquí se consideró un tiempo de marcha de 15 minutos, que es conservador, con el fin de incluir una cantidad más alta de adultos mayores que puedan hacer estos recorridos caminando. Cabe mencionar que el presente trabajo está enfocado en un escenario preventivo y de atención de primer nivel, por lo que una de las limitaciones es que no se considera la atención de pacientes graves que requieren desplazarse con mayor rapidez. No obstante, en tal caso se señala que una solución puede ser el uso de ambulancias, sin embargo, quedaría como materia de otro análisis.

Una limitación quizá más importante es que mientras la oferta se consideró variable (aumentó en seis unidades de salud), la demanda se mantuvo constante en términos de magnitud y localización. Habría varias alternativas para enfrentar esto. El tema de la magnitud no es gran problema, en México se cuenta con buenas proyecciones de población a nivel municipal. La dificultad radica en proyectar la *distribución espacial* de la demanda (los adultos mayores) al interior del municipio. Podría ensayarse una solución apoyada en modelos de expansión urbana con autómatas celulares.

Aunque los recorridos por la zona de estudio permitieron apreciar la diversidad de accidentes topográficos, no se incorporaron operativamente al modelo. Habría que desarrollar una metodología que afectara la velocidad y tiempos cómodos de marcha en pendientes o terrenos accidentados (calles sin banquetas, banquetas en mal estado, la amplitud de vialidades transitadas, etc.) y reflejar situaciones climatológicas como son los días lluviosos, horarios de extremo calor o frío, por ejemplo. Este es un tema para mayor de investigación. Hay que recordar que las medidas de accesibilidad son valiosas por su orden de magnitud aproximado. Complejizar el método para intentar volverlos una ciencia exacta podría conducir al espejismo de la precisión.

Los insumos que se requieren para ejecutar el modelo y que permiten calcular el índice de accesibilidad incluyen aquellos datos (población y unidades de salud) que se encuentran dentro del municipio de Chimalhuacán. Sin embargo, en la realidad, las unidades de salud atienden no solo a las personas que tienen como residencia esta región, sino también pueden otorgar la atención médica a personas que tienen como residencia un municipio distinto, es decir, que, aunque en el modelo está delimitada la zona de estudio, existen solicitudes de atención que traspasan las fronteras administrativas al interior y al exterior del municipio.

Los métodos y modelos de análisis urbano son aproximaciones a la realidad. Estos pueden aplicarse para simular y experimentar diversos escenarios al evaluar ciertas condiciones de accesibilidad a los servicios de salud, modificando la oferta (unidades médicas en número y/o tamaño) o la demanda (población de adultos mayores creciente en un período de tiempo), y con esta variedad de escenarios, los tomadores de decisiones y ejecutores de políticas públicas pueden disponer de información para lograr una óptima distribución de los servicios de salud que requieren los adultos mayores para satisfacer una de sus necesidades más inmediatas: la salud.

REFERENCIAS

- Álvarez Lobato, J. A., Trujillo Herrada, A. y Garrocho Rangel, C. (2018). Urban multifunctionality and the elderly in the Mexico City Metropolitan Area. *Investigaciones Geográficas*, 96, 1-18. <https://doi.org/10.14350/ig.59611>
- Álvarez Salazar, G. J., García Gallego, M. y Londoño Usme, M. (2016). Crisis de la salud en Colombia: limitantes del acceso al derecho fundamental a la salud de los adultos mayores. *Revista CES Derecho*, 7(2), 106-125. <https://doi.org/10.21615/CESDER.7.2.8>
- Bosch Meda, J. (2013). Ciudad y envejecimiento: bases para un nuevo urbanismo: V Premio Nacional de Urbanismo Ricardo Santos Diez. *Práctica urbanística. Revista Mensual de Urbanismo*, 120, 36-51. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4116091>
- Brizan St Martin, R. y Juel, P. (2022). Evaluating the performance of GIS methodologies for quantifying spatial accessibility to healthcare in Multi-Island Micro States (MIMS). *Health Policy and Planning*. <https://doi.org/10.1093/heapol/czac001>
- Buzai, G. y Baxendale, C. (2008). Modelos de localización-asignación aplicados a servicios públicos urbanos: Análisis espacial de escuelas EGB en la ciudad de Luján. *Revista Universitaria de Geografía*, 17, 233-254. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=383239098009>
- Chávez Soto, T. y Garrocho Rangel, C. (2018). Christaller®: Estación de Inteligencia Territorial. *Revista Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSig)*, 10, 29-50. Recuperado de <http://www.revistageosig.wixsite.com./geosig>
- Chen, X. y Jia, P. (2019). A comparative analysis of accessibility measures by the two-step floating catchment area (2SFCA) method. *International Journal of Geographical Information Science*, 33(9), 1739-1758. <https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1591415>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval). (2015). *Rezago social a nivel zonas urbanas (AGEB urbanas). Presentación de resultados*. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Recuperado de https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_Rezago_Social_2015.aspx
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval). (2018). *Medición de la pobreza*. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Recuperado de <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Glosario.aspx - :~:text=Es decir, es el número,y acceso a la alimentación>
- Christaller. (2022a). Modelos de interacción espacial (1.0) [Software]. Recuperado de <http://www.christaller.org.mx/index.php/gallery/tools/102-art-mie - descripcion-general>
- Christaller. (2022b). Análisis de casos positivos a la prueba COVID-19 [Conjunto de datos interactivos]. Recuperado de <http://www.christaller.org.mx/#:~:text=CHRISTALLER%20es%20un%20conjunto%20de,de%20servicios%20p%C3%BAblicos%20y%20privados>

- De Alba González, M. (2017). Representaciones sociales y experiencias de vida cotidiana de los ancianos en la Ciudad de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 32(1), 9-36. <https://doi.org/10.24201/EDU.V32I1.1616>
- Descant, S. (2021). *Equitable Urban Planning May Mean Ditching the 15-Minute City*. Future Structure. Recuperado de <https://www.govtech.com/fs/equitable-urban-planning-may-mean-ditching-the-15-minute-city.html>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (30 de noviembre de 2012). *Norma Oficial Mexicana. NOM-035-SSA3-2012, en materia de información en salud*. Diario Oficial de la Federación. Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5280848&fecha=30/11/2012 - gsc.tab=0
- Enríquez Reyna, M. C., Cruz Quevedo, J. E., Celestino Soto, M. I., Garza Elizondo, M. E. y Salazar González, B. C. (2013). Función ejecutiva, velocidad de marcha y tarea doble en adultos mayores mexicanos. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 8(2), 345-357. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=311128824006>
- Gaceta del Senado. (2016). *Gaceta del Senado*. Recuperado de https://www.senado.gob.mx/64/gaceta_del_senado/documento/66725
- Galindo Pérez, C. y Suárez Lastra, M. (2018). Servicios de salud del ISSSTE en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. ¿Qué pasaría si nos enfermáramos todos? *Gestión y Política Pública*, 27(2), 475-499. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-10792018000200475&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Garrocho Rangel, C. y Campos Alanís, J. (2006). Un indicador de accesibilidad a unidades de servicios clave para ciudades mexicanas: fundamentos, diseño y aplicación. *Economía Sociedad y Territorio*, VI(22), 349-397. <https://doi.org/10.22136/EST002006262>
- Garrocho Rangel, C. y Campos Alanís, J. (2016). *Segregación socioespacial de la población mayor. La dimensión desconocida del envejecimiento*. Ciudad de México: El Colegio Mexiquense.
- Garrocho Rangel, C., Chávez Soto, T. y Álvarez Lobato, J. A. (2020). Accesibilidad de la población mayor a farmacias en el espacio intraurbano: desplazamientos caminando y el método de área de cobertura flotante. En O. Figueroa y L. M. Valenzuela (Eds.), *Desafíos del desarrollo urbano sostenible en el transporte y la movilidad* (pp. 415-442). Ciudad de México: El Colegio Mexiquense.
- Garrocho Rangel, C. y Ramos Pérez, D. (2019). La importancia de la accesibilidad de la población mayor vulnerable a servicios de salud [Documento de trabajo].
- Garrocho Rangel, C. y Vilchis Mata, I. (2021). Las Age-Friendly cities facilitan la movilidad de los adultos mayores. *Korpus* 21, 1(2), 295-316. <https://doi.org/https://doi.org/10.22136/korpus21202135>

- Giovanella, L., Vega, R., Tejerina Silva, H., Acosta-Ramirez, N., Parada Lezcano, M., Ríos, G., Iturrieta, D., Fidelis de Almeida, P. y Feo, O. (2021). ¿Es la atención primaria de salud integral parte de la respuesta a la pandemia de Covid-19 en Latinoamérica? *Trabalho, Educação e Saúde*, 19, 1-28. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1981-7746-sol00310>
- Gobierno del Estado de México y H. Ayuntamiento de Chimalhuacán. (2019). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Chimalhuacán*. Planes Municipales de Desarrollo Urbano. Recuperado de http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/chimalhuacan/E-2.pdf
- González González, C. A., Orozco Rocha, K., Samper Ternent, R. y Wong Luna, R. (2021). Adultos mayores en riesgo de Covid-19 y sus vulnerabilidades socioeconómicas y familiares: un análisis con el ENASEM. *Papeles de Población*, 27(107), 141-165. <https://doi.org/10.22185/24487147.2021.107.06>
- Guida, C. y Carpentieri, G. (2021). Quality of life in the urban environment and primary health services for the elderly during the Covid-19 pandemic: An application to the city of Milan (Italy). *Cities*, 110, 1-15. <https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2020.103038>
- Gutiérrez Robledo, L. M. y Kershenobich Stalnikowitz, D. (2015). *Envejecimiento y salud: una propuesta para un plan de acción*. México: UNAM, Academia Nacional de Medicina de México, Academia Mexicana de Cirugía, Instituto Nacional de Geriátrica. Recuperado de http://www.geriatria.salud.gob.mx/descargas/publicaciones/Envejecimiento_y_salud_3a_edicion.pdf
- Harvey, D. (2010). *Social justice and the city*. Georgia: University of Georgia Press.
- Hooper, P., Foster, S., Nathan, R. y Giles Corti, B. (2012). Built environmental supports for walking. En B. Ainsworth y C. A. Macera (Eds.), *Physical activity and public health practice* (pp. 257-276). CRC Press.
- Huenchuan, S. (2020). *COVID-19: Recomendaciones generales para la atención a personas mayores desde una perspectiva de derechos humanos* (Documento de trabajo LC/MEX/TS.2020/6/Rev.1). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45316/4/S2000271_es.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (2018). *Encuesta Nacional de la dinámica demográfica ENADID 2018. Presentación de resultados* [Gráficos]. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/enadid/2018/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020. Microdatos* [Conjunto de datos]. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Microdatos>
- Karlan, D. y Morduch, J. (2019). *Microeconomics*. McGraw-Hill.

- Lenardt, M. H., Setlik, C. M., Pereira, A. P., Lourenço, T. M., Barbiero, M. M. A., Betioli, S. E. y Rodríguez Martínez, M. del C. (2021). Velocidad de la marcha y cognición en adultos mayores en atención secundaria de salud. *Avances en Enfermería*, 39(1), 84-92. <https://doi.org/10.15446/AV.ENFERM.V39N1.88364>
- Luo, W. y Wang, F. (2003). Measures of Spatial Accessibility to Healthcare in a GIS Environment: Synthesis and a Case Study in Chicago Region. *Environment and planning. B, Planning & design*, 30(6), 865-884. <https://doi.org/10.1068/b29120>
- Luo, W. y Whippo, T. (2012). Variable catchment sizes for the two-step floating catchment area (2SFCA) method. *Health & Place*, 18(4), 789-795. <https://doi.org/10.1016/J.HEALTHPLACE.2012.04.002>
- Mattioli, L. y Schneider, M. (2020). Redefiniendo nuestro futuro: La transformación de nuestras ciudades frente a la crisis COVID-19. En G. C. Delgado Ramos y D. Lopez Garcia (Eds.), *Las ciudades ante el COVID-19: nuevas direcciones para la investigación urbana y las políticas públicas* (pp. 340-345). International Network for Government Science Advice. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.3894075>
- Mollenkopf, H., Hieber, A. y Wahl, H. W. (2011). Continuity and change in older adults perceptions of out-of-home mobility over ten years: a qualitative-quantitative approach. *Ageing & Society*, 31(5), 782-802. <https://doi.org/10.1017/S0144686X10000644>
- Montes de Oca, V. (2010). Pensar la vejez y el envejecimiento en el México contemporáneo. *Revista Renglones*, 62, 159-181. Recuperado de <https://rei.iteso.mx/handle/11117/235?show=full>
- Nyadera, I. N., Onditi, F., Obimbo, M. M. y Muchina, S. K. (2021). Policy and research frame of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: reflections on urban informality. *Global Health Journal*, 5(1), 12-17. <https://doi.org/10.1016/J.GLOHJ.2021.02.007>
- O'Sullivan, A. (2019). *Urban Economics*. McGraw Hill.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y The World Bank (WB). (2020). Panorama de la Salud: Latinoamérica y el Caribe 2020. En *Panorama de la Salud: Latinoamérica y el Caribe 2020*. OCDE/WB. <https://doi.org/10.1787/740f9640-es>
- Pérez Valbuena, G. J. (2015). Accesibilidad geográfica a los servicios de salud: un estudio de caso para Barranquilla. *Sociedad y Economía*, 28, 181-208. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i28.3935>
- Rasanathan, K. y Evans, T. G. (2020). Primary health care, the declaration of astana and COVID-19. *Bulletin of the World Health Organization*, 98(11), 801-808. <https://doi.org/10.2471/BLT.20.252932>
- Rojas Moreno, K. T. y Aguilar Martínez, A. G. (2021). Probabilidad de atención médica para los pobres en la Zona Metropolitana de Cuernavaca, Morelos, en 2018. *Economía Sociedad y Territorio*, 21(67), 835-864. <https://doi.org/10.22136/EST20211761>

- Rybertt, C., Cuevas, S., Winkler, X., Lavados, P. y Martínez, S. F. (2015). Parámetros funcionales y su relación con la velocidad de marcha en adultos mayores chilenos residentes en la comunidad. *Biomédica*, 35(2), 212-218. <https://doi.org/10.7705/BIOMEDICA.V35I2.2571>
- Sansão Fontes, A. y Espósito Galarce, F. (2021). Urbanismo de proximidad en Barcelona. Una ciudad saludable a 15 minutos del hogar. *Planeo*, 93, 1-13. Recuperado de <http://revistaplano.cl/2021/01/20/urbanismo-de-proximidad-en-barcelona-una-ciudad-saludable-a-15-minutos-del-hogar/>
- Secretaría de Salud. (2021a). *Recursos en Salud. Datos Abiertos* [Conjunto de datos]. Catálogo CLUES. Recuperado de http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/intercambio/clues_gobmx.html
- Secretaría de Salud (2021b). *Datos abiertos. Dirección General de Epidemiología*. Recuperado de <https://www.gob.mx/salud/documentos/datos-abiertos-152127>
- Sgaravatti, A., Santos, D., Bermúdez, G. y Barboza, A. (2018). Velocidad de marcha del adulto mayor funcionalmente saludable. *Anales de la Facultad de Medicina*, 5(2), 93-101. <https://doi.org/10.25184/ANFAMED2018V5N2A8>
- Simmons, J., Garrocho Rangel, C., Kamikihara, S. y Campos Alanís, J. (2018). The evolving retail structure of Mexico City. *Papers in Applied Geography*, 4(3), 305-325. <https://doi.org/10.1080/23754931.2018.1486731>
- Smith, M. (2020). *The fifteen minute vision: Future proofing our cities*. ARUP. Recuperado de <https://www.arup.com/perspectives/the-fifteen-minute-vision-future-proofing-our-cities>
- Tao, Z., Cheng, Y. y Liu, J. (2020). Hierarchical two-step floating catchment area (2SFCA) method: Measuring the spatial accessibility to hierarchical healthcare facilities in Shenzhen, China. *International Journal for Equity in Health*, 19(164), 1-16. <https://doi.org/10.1186/S12939-020-01280-7/FIGURES/8>
- Varela Pinedo, L., Ortiz Saavedra, P. J. y Chávez Jimeno, H. (2010). Velocidad de la marcha como indicador de fragilidad en adultos mayores de la comunidad en Lima, Perú. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 45(1), 22-25. <https://doi.org/10.1016/J.REGG.2009.07.011>
- Vega Rivero, J. A., Ruvalcaba Ledezma, J. C., Hernández Pacheco, I., Acuña Gurrola, M. D. R. y López Pontigo, L. (2020). La salud de las personas adultas mayores durante la Pandemia de COVID-19. *Journal of Negative and No Positive Results*, 5(7), 726-739. <https://doi.org/10.19230/JONNPR.3772>
- Von Seidlein, L., Alabaster, G., Deen, J. y Knudsen, J. (2021). Crowding has consequences: Prevention and management of COVID-19 in informal urban settlements. *Building and Environment*, 188(107472), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107472>
- Welti-Chan, C. Ramírez Penagos, A. C. (2021). Conocimiento sociodemográfico y respuesta institucional a una pandemia. El caso de México. *Papeles de Poblacion*, 27(107), 103-163. <https://doi.org/10.22185/24487147.2021.107.04>