



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Monitoreo de la situación de salud de los usuarios
de la Clínica Universitaria de Salud Integral (CUSI),
FES Iztacala, mediante
Sistemas de Información Geográfica (SIG).

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA
LUIS AARÓN CORONA PÉREZ

DIRECTORA DE TESIS:
M. en G. MÓNICA CHICO AVELINO

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO, 2017





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

Resumen	1
I Introducción y marco teórico	2
1.1 Introducción	3
1.2 Marco teórico	9
1.2.1 Sistemas de Información Geográfica	9
<i>Historia de los SIG</i>	9
<i>Definición y componentes de los SIG</i>	12
<i>Funcionamiento de un SIG</i>	14
1.2.2 Estadística espacial	16
1.2.3 Monitoreo de la situación de salud	19
1.3 Objetivos	21
II Materiales y métodos	22
2.1 Área de estudio	23
2.2 Materiales y métodos	24
<i>Base de datos espacial</i>	24
<i>Construcción del SIGMA</i>	25
<i>Análisis estadístico</i>	26
<i>Situación de salud</i>	26
<i>Análisis estadístico espacial</i>	27
III Resultados	30
IV Discusión y conclusiones	75
4.1 Análisis y discusión	76
4.2 Conclusiones	83
V Anexo	85
5.1 Contexto histórico y actual del sector salud en México	86
Referencias bibliográficas	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa prehistórico elaborado por la civilización Maya.

Figura 2 - Mapa elaborado por John Snow para identificar la causa de la epidemia de cólera del barrio Soho, Londres.

Figura 3 - SIG más populares actualmente.

Figura 4 - Base de datos georreferenciada.

Figura 5 - Componentes de un SIG.

Figura 6 - Información manejada por los SIG.

Figura 7 - Superposición de capas en un SIG.

Figura 8 - Tipos de datos espaciales.

Figura 9 - Área de estudio.

Figura 10 - a) Cantidad de usuarios que acudieron a la CUSI Iztacala de 2010-2015 y b) consultas realizadas por los mismos en el mismo periodo de tiempo.

Figura 11 - Distribución de los usuarios de la CUSI Iztacala de 2010-2015 por: a) grupos de edad (Definidos por la S.S.), b) actividades, c) nivel de educación y d) sexo.

Figura 12 - Diagramas de caja de las variables a) peso y b) talla de los pacientes registrados.

Figura 13 - Clasificación de los pacientes registrados de acuerdo a su a) IMC, b) actividad física y c) tipo de dieta.

Figura 14 - Clasificación de los pacientes de egresos hospitalarios por grupos de a) edad y b) sexo.

Figura 15 - Diagramas de caja de las variables a) peso y b) talla de los pacientes egresados.

Figura 16 - Clasificación de los pacientes egresados de acuerdo a su IMC.

Figura 17 - Edafología del área de estudio.

Figura 18 - Vegetación y uso del suelo en el área de estudio.

Figura 19 - Elevación en el área de estudio.

Figura 20 - Elementos del clima en el área de estudio.

Figura 21 - Población del área de estudio.

Figura 22 - Índices: 1. Marginación área de estudio y 2. Rezago social.

Figura 23 - Población sin acceso a servicios de salud por municipio.

Figura 24 - Modelo de regresión logística binaria de mujeres con/sin diabetes basado en su IMC.

Figura 25 - Área de influencia de la clínica.

Figura 26 - Cobertura geográfica e indicador de distancia de la CUSI Iztacala.

Figura 27 - Clasificación de eventos por tipo de padecimiento

Figura 28 - Ubicación de los pacientes con padecimientos psiquiátricos

Figura 29 - Ubicación de los pacientes con padecimientos respiratorios.

Figura 30 - Ubicación de los pacientes que acudieron por una revisión médica.

Figura 31 - Usuarios con riesgo de desarrollar cáncer con base en sus antecedentes familiares.

Figura 32 - Usuarios con riesgo de desarrollar diabetes con base en sus antecedentes familiares.

Figura 33 - Usuarios con riesgo de desarrollar hipertensión con base en sus antecedentes familiares.

Figura 34 - Relación espacial entre la densidad de eventos de cáncer y el grado de marginación.

Figura 35 - Relación espacial entre la densidad de eventos de diabetes y el grado de marginación.

Figura 36 - Relación espacial entre la densidad de eventos de hipertensión y el grado de marginación.

Figura 37 - Análisis de accesibilidad para los usuarios de la CUSI Iztacala.

Figura 38 - Distribución espacial de los eventos utilizados en el AEE.

Figura 39 - Asignación de las tres enfermedades más representativas a las AGEB de Tlalnepantla de Baz.

Figura 40 - Tasas de incidencia por cada 1000 personas para las tres enfermedades.

Figura 41 - Promedio de las tasas de incidencia específicas por sexo.

Figura 42 - Estimación del ancho de banda para los polígonos oeste (a) y este (b) de Tlalnepantla de Baz mediante el método de *likelihoodcross-validation*.

Figura 43 - Comparación entre el conteo de eventos por AGEB (izquierda) y los resultados de la densidad de kernel (derecha).

Figura 44 - Vecinos más cercanos de las AGEB de Tlalnepantla de Baz.

Figura 45 - Pruebas de Monte Carlo implementadas con 5000 iteraciones en el polígono oeste de Tlalnepantla de Baz: a) Cáncer, b) Diabetes y c) Hipertensión. La línea roja representa el valor del I_{global} obtenido en la muestra real y la línea azul indica el valor del mismo esperado en una muestra sin autocorrelación espacial.

Figura 46 - Pruebas de Monte Carlo implementadas con 5000 iteraciones en el polígono este de Tlalnepantla de Baz: a) Cáncer, b) Diabetes y c) Hipertensión. La línea roja representa el valor del I_{global} obtenido en la muestra real y la línea azul indica el valor del mismo esperado en una muestra sin autocorrelación espacial.

Figura 47 - I_{local} para la enfermedad de diabetes en el polígono oeste de Tlalnepantla de Baz.

Figura 48 - Comparación del presupuesto destinado para la ciencia en México respecto a los países más desarrollados.

Figura 49 - Nivel de interés en desarrollo científico y tecnológico de la población mexicana (%), TIC'S se refiere a las Tecnologías de la Información y Comunicaciones.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 - Información incluida en la base de datos espacial de la CUSI-Iztacala.

Cuadro 2 - Información incluida en la base de datos espacial de egresos hospitalarios.

Cuadro 3 - Resumen de la prueba *Ji-cuadrada* para la categoría "Tipo de padecimiento".

Cuadro 4 - Resumen de la prueba de *t-Student*.

Cuadro 5 - Resumen de la regresión logística binaria para el IMC en mujeres (I. C. se refiere a los intervalos de confianza del modelo al 95%).

Cuadro 6 - Cálculo del I_{global} a partir del conteo de eventos por AGEb ($I(E)$ se refiere al valor esperado del índice).

Cuadro 7 - Cálculo del I_{global} a partir las tasas de incidencia por cada 1000 personas ($I(E)$ se refiere al valor esperado del índice).

Resumen

La actual deficiencia del Sistema Mexicano de Salud (SMSa) genera desigualdades en la distribución equitativa de los servicios de salud para la población, por lo que se han hecho investigaciones para fortalecer al SMSa y por ende el estado de salud de la población que depende de él. En este trabajo se monitoreó la situación de salud de los usuarios de la CUSI Iztacala durante cinco años (2010-2015) mediante un enfoque espacial utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG). Para esto se construyó una base de datos espacial formada por 269 expedientes de la CUSI Iztacala y 223 registros de las bases de datos de egresos hospitalarios de la Secretaría de Salud. A su vez, se construyó un Sistema de Información Geográfica Medio Ambiental que incluyó 7 variables biofísicas y 4 socioeconómicas. También, se aplicaron tres pruebas estadísticas (α 0.05) para evaluar la relación entre las enfermedades identificadas y el tipo de vida llevado a cabo por los pacientes. Finalmente, se implementó un análisis estadístico espacial (AEE) de tipo regional (α 0.05) para conocer la distribución espacial de las tasas de incidencia de las enfermedades más representativas y la densidad de eventos por cada 100m², así como para evaluar la autocorrelación espacial a partir del cálculo del índice de Moran global / *global* y local / *local*. Los resultados demostraron, por una parte que el área de influencia de la CUSI Iztacala abarcó 9 municipios del Estado de México y 6 delegaciones de la Ciudad de México, y por otra que la mayor demanda de servicios fue por atención psiquiátrica (97 casos), revisiones médicas (47 casos) y atención respiratoria (29 casos), y que cáncer, diabetes e hipertensión fueron las enfermedades más representativas en los antecedentes familiares patológicos de los pacientes registrados. Las pruebas estadísticas evidenciaron que el tipo de padecimiento se relaciona con la ocupación del paciente. También, que el índice de masa corporal (IMC) es un buen indicador para diagnosticar la presencia de diabetes en mujeres y que el riesgo de padecer o desarrollar diabetes en este grupo aumenta si su IMC presenta valores entre 25 y 30. Los hombres presentaron una mayor tasa de incidencia respecto a las mujeres para las tres enfermedades identificadas, siendo la hipertensión la enfermedad con el valor más alto (28.2). Con el AEE fue posible determinar que el análisis de densidad de kernel permite identificar más zonas con alta densidad de eventos que el conteo de enfermedades por AGEB. De las tres enfermedades, sólo la diabetes mostró autocorrelación espacial positiva en el polígono oeste de Tlalnepantla de Baz y partir del / *local* se determinaron 5 AGEB como hotspots de casos de diabetes. Con base en los resultados se concluye que la situación de salud de los usuarios de la CUSI Iztacala es buena.

Capítulo I

1.1 Introducción

La población mexicana se caracteriza por una inequidad considerable en su estado de salud y en el acceso a los servicios médicos, en especial entre la población pobre y de las zonas rurales (OCDE, 2005). El Sistema Mexicano de Salud (SMSa) comprende dos sectores, el público y el privado. Dentro del sector público se encuentran las instituciones de seguridad social como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), Secretaría de Marina (SEMAR), entre otros, además de las instituciones y programas que atienden a la población sin seguridad social: Secretaría de Salud (SSa), Servicios Estatales de Salud, Programa IMSS-Oportunidades y Seguro Popular de Salud. El sector privado comprende a las compañías aseguradoras y los prestadores de servicios que trabajan en consultorios, clínicas y hospitales privados, incluyendo a los brindan servicios de medicina alternativa (Gómez-Dantés *et al.*, 2011). En el sector público, hasta 2005, las instituciones de seguridad social cubrían a un 40.1% del total de la población del país, siendo el IMSS la principal institución aseguradora, con un 29.5% del total de asegurados. Por otra parte, los seguros privados eran utilizados por un poco más del 1.5% de la población (Puentes-Rosas *et al.*, 2006). Para el año 2013, el IMSS cubría a un 60% de la población, mientras que las instituciones privadas cubrían el 1.8% de la población total del país (IMSS, 2013). Sin embargo, la situación actual (año 2017) es muy desfavorable en esta materia, ya que el 75% de la población total del país está excluido de los beneficios de la seguridad social, lo cual incrementará los índices de pobreza e informalidad laboral en los próximos años (El Economista, 2016a).

Debido a que el funcionamiento del SMSa influye en el estado de salud de la población es necesario abordarlo desde tres enfoques principales: socioeconómico, geográfico y médico. Se ha reportado que el estado de salud, o al menos su percepción por parte de la población, está correlacionada con su nivel de ingreso y con las características demográficas y comunitarias del hogar (Vargas-Palacios *et al.*, 2006). El estilo de vida que adoptan las personas está influenciado por la situación económica en la que se encuentran, y a su vez influye en el estado de salud de las mismas. La asociación entre el tipo de alimentación y las características económicas de la población sugiere que la alimentación está determinada por factores económicos, ambientales y socioculturales, que generan una desigualdad en la adquisición de alimentos en cuestiones de cantidad y

calidad, principalmente limitada por el ingreso familiar (Ortiz-Gómez *et al.*, 2004), y que además el tipo de dieta que predomina en una región está relacionado directamente con el poder adquisitivo de las familias, entre otros factores, lo cual permite obtener alimentos de mayor aporte nutricional y en mayores cantidades (Torres, 1997).

Por otra parte, la población consume alimentos acorde a su estatus socioeconómico y estos influyen, a su vez, sobre las enfermedades que potencialmente las personas están expuestas a desarrollar, ó ya han desarrollado y padecen. La realidad es que la culpa no es de los alimentos por sí mismos, sino de los hábitos de vida y de consumo que las personas han adoptado y que propician el desarrollo de dichas enfermedades. En América Latina, y en el caso particular de México, se ha observado que algunos sectores de la población han sido afectados por enfermedades que podrían estar asociadas a un estilo de vida particular. Incluso, se han realizado revisiones históricas que han demostrado cómo el estilo de vida depende directamente del sistema socioeconómico imperante, y por lo tanto, al modificar o reemplazar éste se producen cambios en el modo de vida, que pueden determinar cambios en el proceso salud enfermedad (Espinosa-González, 2004). Esta situación generó el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles dentro de la población mexicana, como son el sobrepeso, la obesidad, el riesgo cardiovascular y la diabetes, principalmente (Velázquez-Monroy *et al.*, 2003 & Villa *et al.*, 2004).

Los diferentes sectores poblacionales han experimentado un aumento importante en su prevalencia de enfermedades, al mismo tiempo que otras se encuentran disminuyendo paulatinamente. Este fenómeno es común de observar en diversos países y ha sido integrado en una teoría de transición demográfica que data alrededor de hace 30 años (principalmente por Abdel Omran), denominada la teoría de la transición epidemiológica (Omran, 1971). El postulado principal de la teoría establece que a medida que se desarrollan las poblaciones experimentan diversos estados de transición característicos, y de acuerdo con Barquera y Tolentino (2005) la teoría sostiene cinco supuestos básicos:

- La mortalidad es un factor fundamental en la dinámica poblacional.
- Existen principalmente tres estados sucesivos de transición epidemiológica: 1) pestes y hambrunas, 2) abatimiento de las pandemias y 3) enfermedades degenerativas y hechas por el hombre.

- Los cambios más profundos en salud y enfermedad ocurren en niños y mujeres jóvenes.
- Los cambios en patrones de salud y enfermedad se derivan de cambios socioeconómicos relacionados con la modernización.
- Existen tres modelos básicos de transición epidemiológica (clásico, acelerado y lento).

Actualmente, se han llevado a cabo un sin número de investigaciones que fortalecen la teoría de Abdel Omran sin ser el objetivo mismo de dichas investigaciones. Por ejemplo, se ha demostrado cómo las enfermedades características de una población están relacionadas intrínsecamente con el tipo de población (rural o urbana) del que se trata, debido a que el cuadro de morbilidad en una comunidad rural en un país subdesarrollado está caracterizado por enfermedades parasitarias e infectocontagiosas, pues las actividades del modo de vida, la pobreza, la malnutrición y la escasez de cuidados médicos, acercan y exponen a dicha comunidad a los agentes biológicos y la hacen más vulnerable; en cambio, el cuadro de morbilidad específico de una comunidad en una ciudad populosa de un país con alto desarrollo, se caracteriza por enfermedades no transmisibles, que son resultado de una combinación de factores como el estrés, el sedentarismo, la contaminación, la inseguridad, entre otros (Espinosa-González, 2004). Además, el desarrollo científico-técnico influye en los estilos de vida no saludables y contribuyen al desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas en la población (Quirantes-Moreno *et al.*, 2009).

Debido a que el estado de salud de una persona y de la población en general depende de diversos factores de tipo individual, socioeconómico y biológico (Acuña-Ulate y Fuentes-Bolaños, 2003), se debe abordar su cuidado, mantenimiento y prevención tomando en cuenta cada factor que pueda influir negativa ó positivamente en ella. Un ejemplo de estos factores es la desigualdad social, la cual representa un problema grave que afecta a una gran parte de la población del país. De hecho, México es la economía número 14 en el mundo en cuanto a tamaño, pero 45 millones de mexicanos (de 119.5 millones en total) viven en la pobreza, lo cual tiene sumergido al país en un círculo vicioso de desigualdad, bajo crecimiento y pobreza (Forbes, 2015). Es por esta cuestión que la desigualdad en materia de salud en México es un problema grave, *e. g.*, uno de los principales problemas a los que se enfrenta la población en la actualidad en cuestiones de servicios de salud es la desigualdad en la distribución de los mismos. Los problemas se generan por diversas

causas entre las que destacan la distancia que recorren los usuarios hacia las clínicas, los gastos que generan dichos viajes y el tiempo de espera para ser atendidos (OCDE, 2005).

En las últimas décadas se han incorporado diversas herramientas tecnológicas al estudio de la salud por medio de diferentes enfoques (Castiel y Álvarez-Dardet, 2005; Roca, 2005 & González-Castañeda, 2013). Uno de los enfoques que ha revolucionado en mayor medida el estudio de la salud en las últimas décadas es el que brinda la Geografía, a través de la denominada Geografía de la Salud (Ramírez, 2004). Entre las diferentes herramientas de las que se vale la Geografía de la Salud para llevar a cabo sus investigaciones se encuentran los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los SIG han demostrado ser un potente instrumento de análisis en múltiples campos de investigación como en economía, climatología, biología, hidrología, sismología, geología y salud pública, entre otros (Felicísimo-Pérez *et al.*, 2001; Pérez-Martínez *et al.*, 2003; Belmonte y Núñez, 2006 & Ruiz-Henao y Agudelo-Betancur, 2006). Los SIG funcionan como herramientas indispensables para evaluar y optimizar la eficiencia de los servicios de salud en diferentes sectores poblacionales. Una de las ventajas que ofrecen los SIG es que permiten incluir en un análisis todas las variables utilizadas para llevar a cabo la recopilación de información geográfica, denominado Sistema de Información Geográfica Medio Ambiental (SIGMA), de tal forma que sea más accesible el desarrollo de los análisis correspondientes de dicho estudio (INEGI, 2014). Entre los trabajos llevados a cabo con SIG en materia de salud destaca el de Loyola *et al.* (2002), quienes demostraron la aplicación de los SIG como instrumentos tecnológicos para apoyar las actividades en las áreas de política sanitaria y salud pública. Grandes avances se han generado en esta materia a partir de este tipo de propuestas, *e. g.*, Hernández-Ávila *et al.* (2002), determinaron la cobertura geográfica del SMSa y analizaron la utilización de los hospitales en 1998 de la SSa mediante el uso de SIG; y en 2010 desarrollaron un modelo automatizado de regionalización operativa para la planeación de las redes de servicios de salud en Oaxaca, aumentando la eficiencia de los servicios de salud y minimizando el tiempo de viaje para el acceso a dichos servicios. Hasta hace unas décadas, la relación entre los SIG y las Ciencias de la Salud no era muy clara, sin embargo, existen ya una gran cantidad de investigaciones que articulan estas dos áreas del conocimiento (Íñiguez-Rojas, 1998). Sin embargo, en México la situación es poco favorable en esta materia. Un antecedente que data de hace más de 20 años es el de Garrocho (1993), quien llevó a cabo una investigación en la que analizó la accesibilidad de los servicios de salud mediante el uso de SIG para la población del Estado de México. El hecho de que el

proceso salud-enfermedad sea multifactorial y dependiente tanto de factores individuales como colectivos, hace que su estudio se lleve a cabo de forma inter y multidisciplinaria. Las técnicas de estadística espacial han resultado ser muy útiles para comprender los patrones que rigen estos procesos asociados al estado de salud. Una ventaja de utilizar las técnicas de análisis estadístico espacial es que éstas son capaces de resumir el complejo patrón espacial, haciendo esta complejidad digerible para los ojos y la mente humana, lo que hace más factible la toma de decisiones y la intervención (Alegret-Rodríguez *et al.*, 2008). Por lo tanto, es de gran importancia incorporar estas técnicas para describir, cuantificar y explicar las variaciones geográficas de las enfermedades; para evaluar la relación entre la incidencia de enfermedades y los posibles factores de riesgo (Pina *et al.*, 2010). El análisis espacial llevado a cabo con SIG, no solo brinda la posibilidad de explorar, conocer, evaluar y comprender los fenómenos espaciales que juegan un papel importante en el estado de salud de una población en un lugar y tiempo determinados, sino que también, permiten la detección de lugares prioritarios en dónde debe de ser enfocada la atención sanitaria de acuerdo con las características de la población.

Entre los problemas que enfrenta la población en cuestiones de salud en el país, se encuentra la descentralización de los establecimientos que brindan este servicio, lo cual ha generado una alta demanda de los mismos, de modo que se ha incrementado la necesidad de aumentar el número de clínicas que puedan brindar estos servicios. Debido a esto, algunas instituciones académicas que ofrecen estudios enfocados en el área de Ciencias Biológicas y de la Salud, cuentan con clínicas internas las cuales operan con el alumnado y tienen como objetivo implementar escenarios de enseñanza-aprendizaje, como es el caso del Instituto Politécnico Nacional y la Universidad Nacional Autónoma de México. En esta última, se encuentra la Clínica Universitaria de Salud Integral (CUSI) en tres de sus campus ubicados en el Estado de México: Almaraz, Cuautitlán e Iztacala (UNAM, 2016). Dentro de los usuarios que asisten a la CUSI Iztacala se pueden encontrar diferentes grupos de edades, que a su vez padecen enfermedades de distinto índole.

Los trabajos enfocados en salud que hacen uso de los SIG y las técnicas de estadística espacial, generalmente, son muy específicos y enfocados en una sola enfermedad. Por lo cual, es de importancia prioritaria implementar SIG que provean de información en el sector de salud no sólo de casos especiales, sino de todas las enfermedades que aquejan a la población, de modo que la información permita identificar áreas y/o poblaciones con

mayores necesidades insatisfechas de salud, lo cual permitirá focalizar hacia esos grupos prioritarios las intervenciones de los servicios de salud. Tomando en cuenta el enunciado de Pina *et al.* (2010): “Nuevos enfoques para viejas preguntas”, y con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo es monitorear espacialmente la situación de salud de los pacientes incorporados a la CUSI Iztacala, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica y técnicas de estadística espacial.

1.2 Marco teórico

1.2.1 Sistemas de Información Geográfica

Los SIG se han consolidado como unas herramientas potenciales para el análisis, procesamiento y presentación de información a lo largo de las últimas décadas. La ventaja que ofrecen los SIG sobre otros instrumentos utilizados para los mismos fines, es que estos incluyen un elemento muy importante para la comprensión de cualquier fenómeno que ocurre en el entorno: el espacio.

Historia de los SIG

Se sabe que desde la prehistoria, la humanidad ha tenido la necesidad de orientarse en el espacio para llevar a cabo diferentes tareas, desde buscar agua, hasta trasladarse a regiones remotas para comerciar o intercambiar productos. Lo hacían mediante la identificación de elementos inamovibles (montañas, estrellas) o creados por ellos mismos (monumentos, edificaciones), los cuales brindaban información sobre la ubicación de un lugar en específico con respecto a otros sitios (Murrieta-Flores *et al.*, 2011). Algunas civilizaciones plasmaban estos elementos con pinturas sobre rocas u otros materiales que pudieran conservar la información representada (Fig. 1).



Figura 1 – Mapa prehistórico elaborado por la civilización Maya.

El espacio fue incluido en una gran variedad de investigaciones históricas mucho antes del desarrollo de los SIG (Pérez-Navarro *et al.*, 2011). Por ejemplo:

- Johann-Heinrich von Thünen: investigó en 1826 el equilibrio del uso del suelo con los costes de transporte. Estableció el primer tratamiento serio de la economía espacial en relación con la teoría del alquiler.
- Dr. John Snow: Identificó la distribución espacial de los casos de cólera y partir de eso, elaboró un mapa (Fig. 2) en donde además de estar representados los casos de cólera (puntos), estaban simbolizados también los pozos de agua (cuadros). Con base a este mapa pudo determinar la causa de la epidemia en el barrio Soho, Londres en 1854. Este es un ejemplo claro de un estudio que implica un análisis geográfico y el Dr. Snow fue el primer científico que utilizó mapas en sus investigaciones.

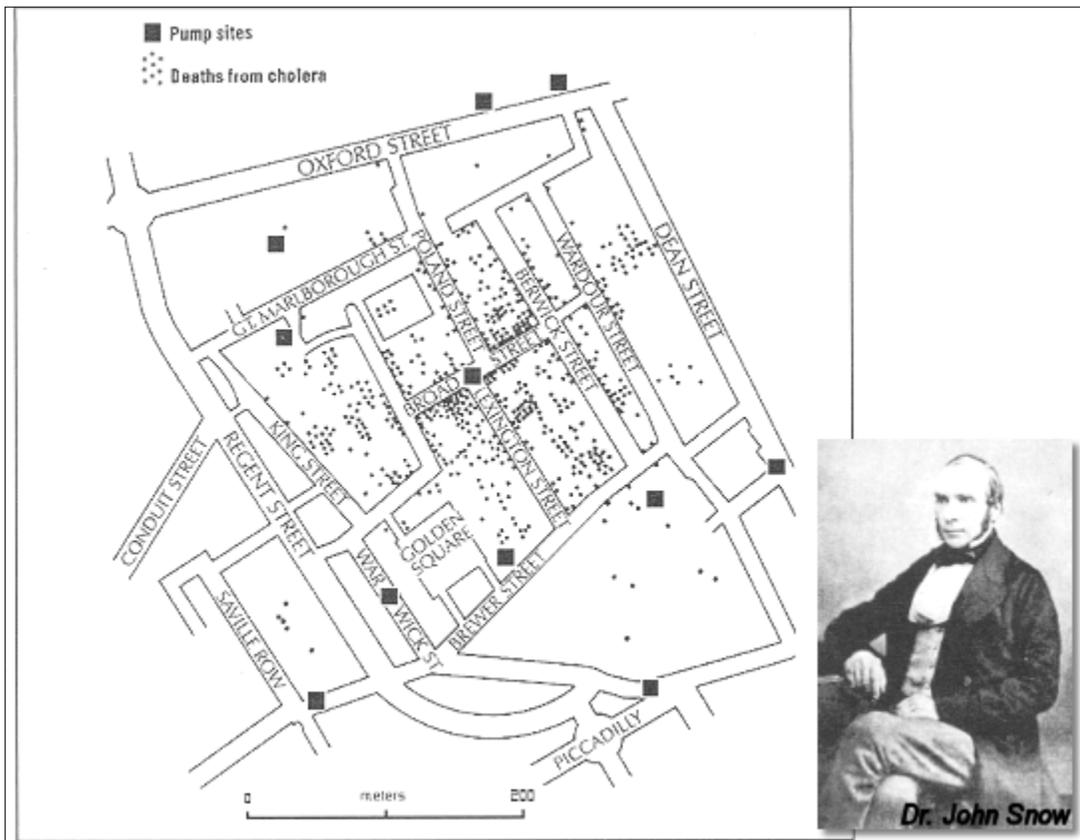


Figura 2 – Mapa elaborado por John Snow para identificar la causa de la epidemia de cólera del barrio Soho, Londres. (Tomado de: Health Geomatics, 2002).

- Ian McHarg: En 1969 demostró de forma convincente que la información del medio natural podía ser incorporada en los procesos de planeamiento mediante técnicas como la superposición de capas.

Desde su diseño en los años sesenta, los SIG han experimentado un importante desarrollo, debido al empuje de diferentes organizaciones e individuos y cada década se caracteriza por un proceso en particular: 1) los 60's, la era de la innovación, 2) los 70's, dominio e influencia del laboratorio de Harvard, 3) los 80's, la comercialización, 4) los 90's, el gran negocio, y 5) los 2000's, la era de la explotación (Pérez-Navarro *et al.*, 2011).

Hoy en día, existe un gran número de SIG enfocados a distintos objetivos y cada día se busca su optimización para generar mejores resultados que brinden información significativa para la comprensión de los fenómenos que ocurren día a día en el planeta. Algunos SIG son comercializados y la mayoría de veces su costo es muy elevado, sin embargo, existen SIG abiertos (software libre) que hacen posible el acceso a estas herramientas para todo aquel individuo que cuente con una computadora conectada a la red (Fig. 3).

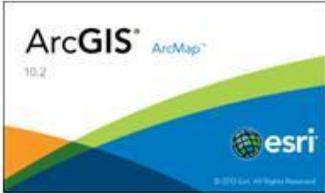
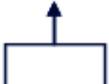
Nombre	Desarrollador	Software	Logotipo
ArcGIS	<i>Environmental Systems Research Institute</i>	Licenciado	
GRASS	OSGeo	Libre	
gvSIG	OSGeo	Libre	
QGIS	OSGeo	Libre	

Figura 3 – SIG más populares actualmente. (Elaboración propia).

Definición y componentes de los SIG

Debido a la versatilidad que brindan los SIG para procesar información, han sido utilizados en diferentes campos de investigación como la biología, climatología, epidemiología, economía, antropología, salud pública, entre otras (Felicísimo-Pérez *et al.*, 2001; Belmonte y Núñez, 2006 & Lawson *et al.*, 2016). Esto ha generado que no exista una definición universalmente aceptada para los SIG, por ejemplo, el INEGI los define como un conjunto de herramientas diseñadas para obtener, almacenar, recuperar y desplegar datos espaciales del mundo real (INEGI, 2014); Environmental Systems Research Institute (ESRI), la empresa desarrolladora del software ArcGIS®, los define como sistemas empleados para describir y categorizar la Tierra y otras geografías con el objetivo de mostrar y analizar la información a la que se hace referencia espacialmente (ESRI, 2016); el Sistema Geológico Mexicano (SGM) los puntualiza como un software específico que permite a los usuarios crear consultas interactivas, integrar, analizar y representar de una forma eficiente cualquier tipo de información geográfica referenciada asociada a un territorio, conectando mapas con bases de datos (SGM, 2014); el Instituto Geográfico Nacional del Gobierno de España los describe como un sistema resultado de la aplicación de las Tecnologías de la Información el cual tiene tres acepciones: SIG como disciplina, SIG como proyecto y SIG como software, y se trata de un sistema que gestiona información georreferenciada (Instituto Geográfico Nacional, 2016). Estas definiciones resaltan un concepto muy significativo de los SIG: el componente espacial. El componente espacial hace referencia a la principal característica de los SIG: una base de datos georreferenciada, es decir, un conjunto de datos que se encuentran ligados a un sistema de referencia de coordenadas (SRC) que determinan su ubicación sobre la Tierra (Fig. 4).

Coordenadas:
x (Longitud),
y (Latitud).



talla.m	dieta	hip	diab	cancer	psiq	c.hip	c.diab	c.can	c.psiq	x	y
0.86	5	0	0	0	1	0.00000000	0.00000	0.00000	0.01389	480244.2	2158371
0.98	5	0	0	0	1	0.00000000	0.00000	0.00000	0.01389	480368.5	2158110
IIA	6	0	0	0	0	0.00000000	0.00000	0.00000	0.00000	480004.9	2159130
1.56	5	0	0	0	0	0.00000000	0.00000	0.00000	0.00000	479968.6	2159380
1.23	5	0	2	0	1	0.00000000	0.02778	0.00000	0.01389	481393.4	2162838
1.18	2	1	1	0	0	0.01388889	0.01389	0.00000	0.00000	479957.8	2158572
1.68	1	0	0	0	0	0.00000000	0.00000	0.00000	0.00000	480370.4	2158581
1.20	1	1	4	0	0	0.01388889	0.05556	0.00000	0.00000	479824.3	2159098
1.53	5	0	1	1	0	0.00000000	0.01389	0.01389	0.00000	480280.2	2157985
1.51	5	0	0	0	0	0.00000000	0.00000	0.00000	0.00000	480004.9	2159130
IIA	5	0	0	0	0	0.00000000	0.00000	0.00000	0.00000	479786.7	2158386
1.70	1	0	1	0	0	0.00000000	0.01389	0.00000	0.00000	479700.2	2158579
1.75	5	0	0	1	0	0.00000000	0.00000	0.01389	0.00000	478941.6	2157745
1.00	5	0	0	0	0	0.00000000	0.00000	0.00000	0.00000	480004.9	2159130
1.49	1	1	2	0	0	0.01388889	0.02778	0.00000	0.00000	480453.0	2158074
0.42	5	2	2	0	0	0.02777778	0.02778	0.00000	0.00000	481641.0	2158746
IIA	5	0	0	0	0	0.00000000	0.00000	0.00000	0.00000	482492.8	2156986
1.02	5	0	0	0	0	0.00000000	0.00000	0.00000	0.00000	480566.6	2158063
1.52	5	0	0	0	0	0.00000000	0.00000	0.00000	0.00000	479847.8	2158004
1.55	5	0	1	0	1	0.00000000	0.01389	0.00000	0.01389	476480.8	2159663
1.34	1	1	0	0	1	0.01388889	0.00000	0.00000	0.01389	478115.6	2159111
1.28	5	0	2	0	0	0.00000000	0.02778	0.00000	0.00000	477775.8	2157519
0.80	5	0	1	1	0	0.00000000	0.01389	0.01389	0.00000	479737.7	2164932

Figura 4 – Base de datos georreferenciada. (Elaboración propia).

Además de una base de datos georreferenciada, los SIG se conforman de otros componentes igual de importantes para su funcionamiento (Fig. 5):

- Equipo: Computadora con capacidad de almacenamiento suficiente para contener el programa(s), así como memoria RAM capaz de realizar los procesos que implica el análisis espacial con rapidez, sin perder continuidad y en algunos casos de manera automatizada y permanente.
- Software: Programa informático que hace posible la realización de las tareas de análisis espacial dentro de un equipo de cómputo.
- Recurso humano: Personal capacitado para aplicar sus conocimientos mediante la manipulación adecuada de los SIG.

- Procedimientos y metodologías: Técnicas especializadas, detalladas y eficientes para manipular la información geográfica y analizarla con el fin de obtener datos significativos acerca de algún fenómeno.
- Base de datos georreferenciada: Como se mencionó anteriormente, se trata de un conjunto de datos de distinta índole, los cuales están ligados a un SRC que los ubica espacialmente.



Figura 5 – Componentes de un SIG. (Elaboración propia).

Funcionamiento de un SIG

Existen diversos tipos de información geográfica, los cuales se pueden clasificar dentro de dos grupos principales (Fig. 6) (INEGI, 2014):

- Vectorial: Se basa en la representación de información utilizando tres tipos de geometría y asume un espacio continuo, de acuerdo a la geometría euclidiana. Los objetos puntuales se representan por un par de coordenadas x y, (casa,

escuelas); los lineales mediante segmentos que conectan en vértices (carreteras, ríos); y los polígonos son áreas que quedan representados por líneas que los delimitan (división política, vegetación).

- Raster: Este formato divide el espacio geográfico en elementos discretos, de forma regular, contigua y mutuamente exclusiva e indivisible. Se representa en forma de malla y cada elemento adopta un valor único por cada atributo.

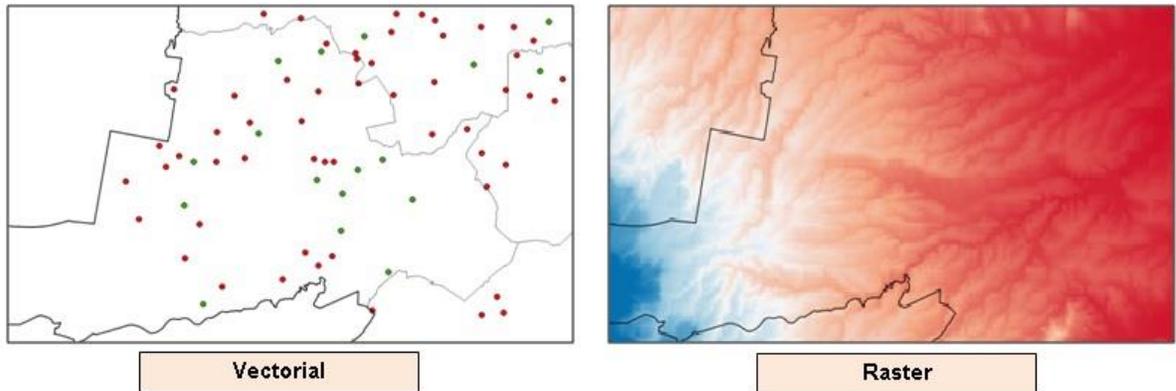


Figura 6 – Información manejada por los SIG. (Elaboración propia).

Los SIG brindan la posibilidad de visualizar esta información de forma superpuesta, es decir, una capa temática sobre la otra sin importar si es vectorial o raster (Fig. 7). Esta representación permite llevar a cabo el objetivo más importante de los SIG: el análisis espacial. El análisis espacial tiene como objetivo derivar nueva información de los datos existentes para permitir una mejor toma de decisiones, aplicando operaciones geográficas, estadísticas y matemáticas a los datos representados en un mapa (SIGSA, 2016).

Superposición de capas temáticas

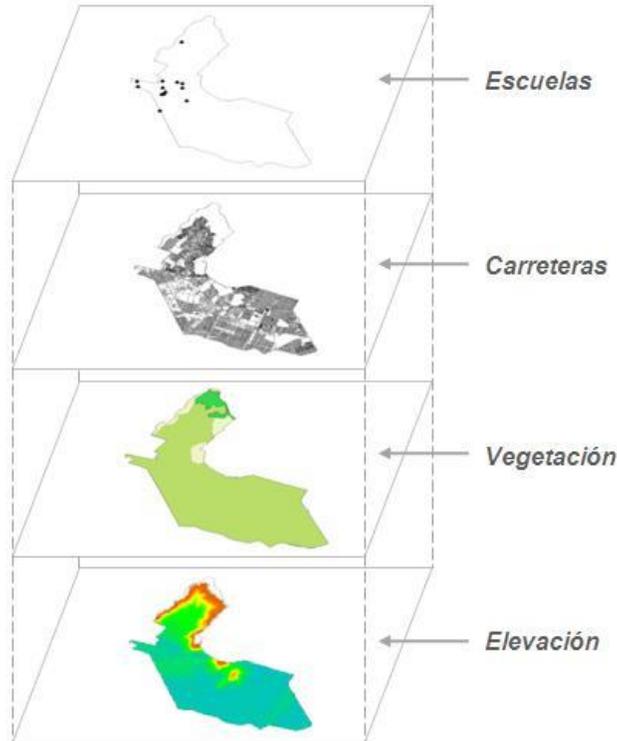


Figura 7 – Superposición de capas en un SIG. (Elaboración propia).

1.2.2 Estadística espacial

La estadística aplicada se ha introducido en diferentes campos de investigación incluyendo el de la geografía, no sólo en la aplicación de técnicas descriptivas e inferenciales sino introduciendo el espacio como un elemento fundamental del análisis (Martori y Hoberg, 2008). Este avance permitió consolidar una de las ramas de la estadística que ha experimentado un avance muy significativo en las últimas dos décadas: la estadística espacial.

La estadística espacial se puede definir como un conjunto de técnicas estadísticas que cuantifican aspectos relacionados con la estructura de las distribuciones espaciales de los objetos de estudio, su dependencia espacial (asociación espacial entre los valores observados) y su heterogeneidad espacial (variación sistemática del fenómeno en diferentes localizaciones), (Alegret-Rodríguez *et al.*, 2008); otros autores la definen como un proceso en el cuál se obtiene un conjunto de datos a partir del espacio y es comparado

con modelos teóricos que explican cómo se originan y desarrollan los patrones espaciales (Ripley, 2004).

Un modelo teórico sólo es una aproximación de la realidad y utiliza datos que inevitablemente contienen errores (Krivoruchko, 2011), por lo que un modelo debe de cumplir con los siguientes objetivos: 1) definir cuánta variación existe en el conjunto de datos, 2) describir la realidad tanto como sea posible, y 3) cuantificar si el error que procede de los datos y del modelo es significativo.

Los modelos estadísticos usados en estadística espacial difieren entre sí, por el tipo de datos espaciales que utilizan para su funcionamiento. Los datos espaciales se pueden dividir en tres tipos principales (Fig. 8), (Krivoruchko, 2011):

- Geoestadísticos: (también llamados datos continuos), son datos que pueden ser medidos en cualquier lugar del área de estudio, pero que solo han sido registrados en un limitado número de puntos de muestreo, *e. g.*, meteorología, agricultura y minería.
- Discretos: (también llamados datos puntuales), son datos que se obtienen en lugares únicos y se representan normalmente mediante un par de coordenadas x , y , *e. g.* estudios forestales.
- Regionales: (también conocidos como datos agregados, poligonales o de rejilla), son datos que están asociados a un área y típicamente se representan como conteos de un evento dentro de un polígono, *e. g.* epidemiología y criminología.

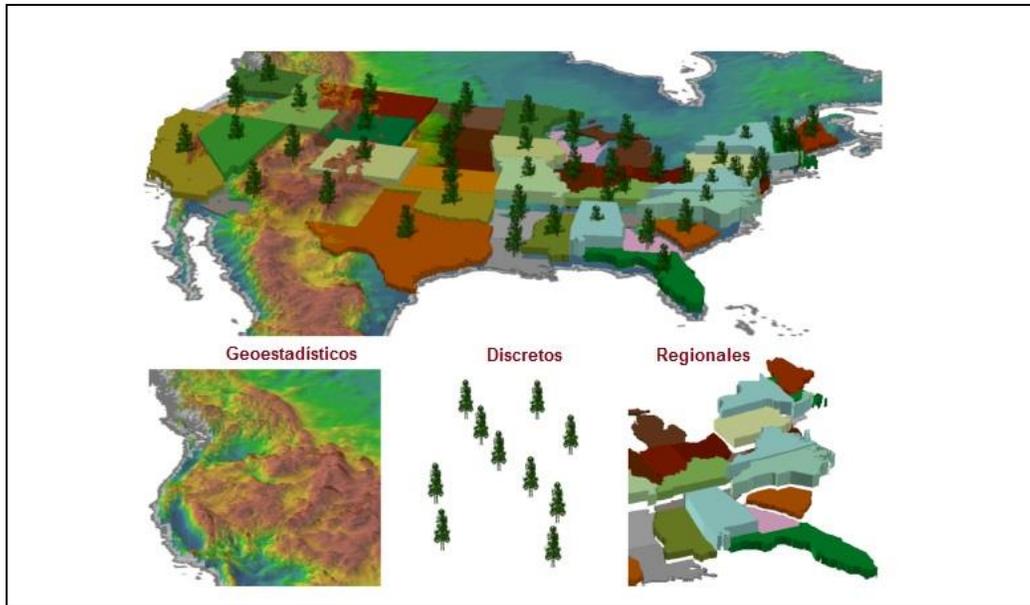


Figura 8 – Tipos de datos espaciales (Tomado de: Krivoruchko, 2011).

Los modelos estadísticos siempre se basan en supuestos, los cuales, si no son verificados, las decisiones tomadas a partir de los resultados brindados por el modelo pueden ser incorrectas. Por ejemplo, los índices de Moran I y de Geary c , se utilizan con mucha frecuencia para analizar las tasas (número de eventos por cada 1000 o 10000 personas), y fueron derivados bajo el supuesto de que la media y la varianza de los datos son constantes, una condición que difícilmente aplica para el conjunto de datos a partir de los cuales se estiman o calculan las tasas (Krivoruchko, 2011). Una vez que se conocen los supuestos del modelo estadístico, es posible adjuntar los datos apropiados que cumplan con estos, o en su defecto, transformarlos para ajustarlos a dichos supuestos.

Un concepto básico de la estadística espacial es el de la dependencia o autocorrelación espacial (Hengl, 2009), el cual analiza el grado de independencia que se produce entre las observaciones de una variable para sus diferentes localizaciones. Este concepto se relaciona con la “primera ley de la geografía” de Tobler (1979) en la que afirma que en el análisis geográfico todo está relacionado con todo, pero las cosas cercanas están más relacionadas entre sí que las cosas lejanas. Todos los modelos estadísticos espaciales parten de este concepto, ya que la autocorrelación espacial permite descubrir si se cumple con la hipótesis nula de que una variable tiene una distribución aleatoria y por lo tanto no hay razón para usar estadística espacial o si, por el contrario existe una asociación significativa entre los valores de zonas vecinas (Martori y Hoberg, 2008).

El primer paso para seleccionar un modelo es definir el tipo de datos que se utilizarán, ya que los datos geoestadísticos, regionales y puntuales tienen muchas similitudes y su análisis puede derivar en resultados incorrectos. Una vez identificado el tipo de datos, es posible seleccionar un modelo de acuerdo a los objetivos de la investigación. Por ejemplo, un objetivo de los modelos geoestadísticos es predecir valores e incertidumbre en lugares donde los datos no han sido colectados; para los modelos puntuales existe la tarea de conocer la intensidad del fenómeno dentro de un área; y en los modelos regionales los investigadores normalmente se interesan en la detección de clústeres o *hotspots* (agrupamientos de eventos inusuales) y análisis de regresión, como el modelo simultáneo autorregresivo (Krivoruchko, 2011).

El conocimiento en estadística espacial que se ha consolidado a lo largo de las últimas dos décadas se ha visto complementado por la compatibilidad desarrollada entre los SIG y los programas de análisis estadístico, brindando así herramientas que permiten no solo analizar, sino representar cartográficamente los resultados obtenidos.

1.2.3 Monitoreo de la Situación de Salud

En mayo de 2001 la Organización Panamericana de la Salud (OPS) publicó un documento titulado “Instrumento para la Medición del Desempeño de las Funciones Esenciales de Salud Pública: Iniciativa la Salud Pública en las Américas” el cual tenía como objetivo mejorar la práctica de la salud pública en los niveles nacionales y subnacionales, brindando herramientas que permitieran la identificación de aquellos factores críticos a considerar para desarrollar planes o estrategias de fortalecimiento de la infraestructura de salud pública (recursos humanos, fórmulas de gestión y recursos materiales), (OPS, 2001). Entre las 11 Funciones Esenciales de Salud Pública listadas en el documento se encuentra la del “Monitoreo, evaluación y análisis de la situación de salud”, en la cual se deben cubrir 7 objetivos para su adecuado funcionamiento:

- La evaluación actualizada de la situación y tendencias de salud del área de estudio, con especial énfasis en la identificación de desigualdades en los riesgos, en los daños y en el acceso a los servicios.
- La identificación de las necesidades de salud de la población, incluyendo la evaluación de los riesgos de salud y la demanda por servicios de salud.
- El manejo de las estadísticas vitales y la situación específica de grupos de especial interés o mayor riesgo.

- La generación de información útil para la evaluación del desempeño de los servicios de salud.
- La identificación de recursos extrasectoriales que aportan en promoción de la salud y mejoramiento de la calidad de vida.
- El desarrollo de tecnología, experiencia y métodos para el manejo, interpretación y comunicación de la información a los responsables de la salud pública.
- La definición y el desarrollo de instancias de evaluación de la calidad de los datos recolectados y de su correcto análisis.

El desarrollo adecuado del monitoreo de situación de salud es fundamental para realizar propuestas que pretendan mejorar el estado de la salud pública, es decir, procurar un contexto en el que el riesgo de desarrollar enfermedades sea mínimo y que optimice el estado de salud de toda la población. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), se considera que un monitoreo de la situación de salud bien implementado es aquel en el que se genera evidencia en salud significativa a partir de las investigaciones llevadas a cabo, la cual puede ser producida a través de la colección de datos de morbilidad y mortalidad, análisis de estos datos, y la diseminación de la información obtenida a partir de los análisis, lo cual resulta de gran utilidad para la toma de decisiones en salud (OMS, 2016)

En las Américas, y por lo tanto en México, la salud pública ha sido descuidada como una responsabilidad social e institucional, justamente cuando más atención requiere y cuando más se necesita apoyo de los gobiernos para modernizar la infraestructura necesaria para su ejercicio (Muñoz *et al.*, 2000). En México, el monitoreo de la situación de salud es llevado a cabo por la SSa utilizando indicadores agrupados en 5 categorías: demográficos; sociales y económicos; de recursos, acceso y cobertura; morbilidad; y mortalidad (SSa, 2016).

El monitoreo de la situación de salud puede ser implementado mediante el uso de herramientas geográficas como los SIG, a modo de generar información a diferentes escalas geográficas y relacionar los factores que juegan un papel importante en el buen estado de salud de la población, no sólo estadísticamente sino desde una perspectiva espacial.

1.3 Objetivos

- General

Evaluar la situación de salud de los usuarios de la CUSI Iztacala utilizando un enfoque espacial mediante SIG.

- Particulares
 - Generar una base de datos espacial que incluya datos de expedientes clínicos de los usuarios de la CUSI Iztacala que hayan acudido a esta entre 2010 y 2015, y egresos hospitalarios (2010-2015) de la SSa con las enfermedades más abundantes dentro de los usuarios de la CUSI Iztacala.
 - Determinar el área de influencia de la CUSI Iztacala a partir de la georreferenciación de la base de datos espacial.
 - Construir un Sistema de Información Geográfica Medio Ambiental (SIGMA) del área de estudio que contenga datos biofísicos (edafología, vegetación y uso del suelo, elevación, pendiente, orientación, temperatura y precipitación) y socioeconómicos (población, grado de marginación, tasa de mortalidad infantil, población con carencia a servicios de salud, grado de rezago social y riesgo nutricional).
 - Identificar las enfermedades más representativas dentro de los pacientes de la CUSI Iztacala.
 - Aplicar el instrumento de medición de salud a los pacientes de la CUSI Iztacala.
 - Realizar pruebas estadísticas para identificar la relación entre las variables que influyan en el proceso salud-enfermedad, utilizando como muestras independientes los datos de usuarios de la CUSI Iztacala y los de egresos hospitalarios.
 - Realizar un análisis de densidad de kernel para calcular el número de eventos observados por cada 100m² de las enfermedades más abundantes.
 - Evaluar la autocorrelación espacial tanto global, como local para identificar los *hotspots* (clústeres) de las enfermedades.
 - Validar los resultados de la autocorrelación espacial con una prueba de Monte Carlo.

Capítulo II

2.1 Área de estudio

El área de estudio se determinó en función del lugar de procedencia de los pacientes de la CUSI Iztacala. Abarca 9 municipios del Estado de México y 5 delegaciones de la Ciudad de México (Fig. 9). Tiene una superficie de 157, 223.05 ha (5.57% de la superficie del Estado de México y 20% de la Ciudad de México). Comprende gran parte de la zona metropolitana del Valle de México, la cual se concentra principalmente alrededor de la Sierra de Guadalupe.

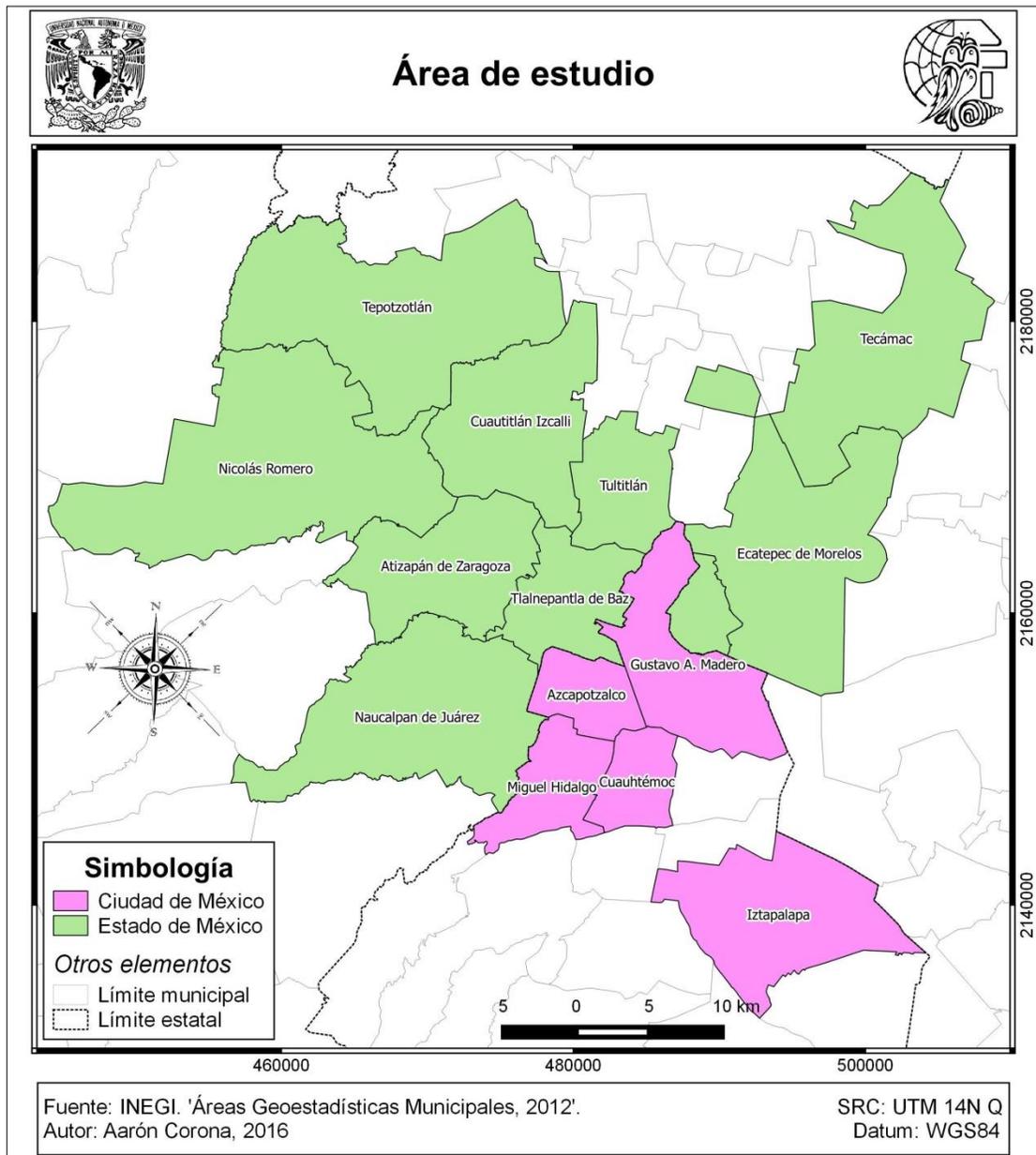


Figura 9 – Área de estudio.

2.2 Materiales y métodos

Base de datos espacial

- CUSI-Iztacala

La información que conformó la base de datos espacial se extrajo de los expedientes de los pacientes que acudieron a la CUSI Iztacala en un periodo de cinco años (2010-2015). Esta se obtuvo revisando cada uno de los expedientes y registrando los datos más importantes para este estudio. Debido a que los expedientes se manejan como información confidencial, se llegó a un acuerdo entre las carreras de Biología y Medicina de la FES Iztacala y la CUSI Iztacala, brindando así el apoyo necesario para llevar a cabo la presente investigación.

Se revisaron 269 expedientes del archivo de la CUSI Iztacala y la información recabada se dividió en 5 rubros (Cuadro 1).

Cuadro 1 – Información incluida en la base de datos espacial de la CUSI-Iztacala.

Datos generales	Dirección	Antecedentes familiares	Datos patológicos personales	Datos socioeconómicos
- Paciente (ID) - Año de expedición del expediente - Número de consultas a la fecha - Sexo - Edad - Peso (kg) - Talla (m) - Lugar de nacimiento - Dieta - Mascotas - Otras actividades	- Calle - Número - Colonia - Delegación/Municipio - Código Postal	- De padre - De madre - Abuelo paterno - Abuela paterna - Abuelo materno - Abuela materna	- Tipo de padecimiento1 - Específico 1 - Tipo de padecimiento 2 - Específico 2 - Alergias - Traumatismos - Cirugías - Médico a cargo	- Ocupación - Estado civil - Escolaridad - Religión - Datos de vivienda - Hermanos

- Egresos hospitalarios

Se obtuvieron 223 registros de las bases de datos de egresos hospitalarios de la Secretaría de Salud en el municipio de Tlalnepantla de Baz. Los registros fueron de 2010 a 2015 y únicamente de las enfermedades más abundantes dentro de los pacientes de la CUSI Iztacala. La depuración final de la base de datos de egresos hospitalarios contuvo 3 rubros (Cuadro 2).

Cuadro 2 – Información incluida en la base de datos espacial de egresos hospitalarios.

Datos del egreso	Datos generales	Ubicación
- ID del egreso - CLUES del hospital en donde fue atendido el paciente - Folio de la ficha de egreso	- Sexo - Edad - Peso (kg) - Talla (m)	Coordenadas (x, y) de la localidad de residencia del paciente.

Construcción del Sistema de Información Geográfica Medio Ambiental (SIGMA)

El SIGMA se elaboró utilizando el programa QGIS v.2.10 e incluyó datos obtenidos a partir de los acervos de información geográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Esta información se manejó bajo el SRC Universal Transversa de Mercator (UTM) de la zona 14N Q y se clasificó en dos grupos: biofísicos y socioeconómicos: 1) *Biofísicos*, se incluyeron las variables de edafología, vegetación y uso del suelo (1:250,000), elevación, pendiente y orientación, obtenidas a partir del modelo digital de elevación (MDE) (1:50,000) del Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM 3.0). También se incluyeron datos de temperatura y precipitación a nivel de localidad obtenidos a partir del Extractor Rápido de Información Climática (ERIC) (1:1,000,000); 2) *Socioeconómicos*, se incluyeron datos a nivel local de población masculina y femenina (1:1,000,000); y a nivel municipal de población total por municipio (1:250,000), grado de marginación (1:1,000,000), carencia por acceso a los servicios de salud (1:250,000) y grado de rezago social (1:250,000).

Análisis estadístico

Se aplicó un análisis exploratorio de los datos únicamente a las variables utilizadas para evaluar la situación de salud, tanto de los usuarios de la CUSI Iztacala, como de los registros de egresos hospitalarios utilizando el programa R. A su vez, los resultados fueron graficados con fines obtener una mejor interpretación.

Se realizaron las siguientes pruebas:

1) Para evaluar la dependencia/independencia entre las variables categóricas (ocupación, sexo y tipo de dieta) y el tipo de padecimiento de los usuarios de la CUSI Iztacala se llevó a cabo una prueba de *Ji-cuadrada*. Se determinó el grado de asociación (0 a 1) de las variables que demostraron dependencia entre sí (α 0.05) dividiendo el valor de Phi entre el de Cramer's V.

2) Por medio de una prueba de *t-Student* se determinó si IMC de los pacientes de la CUSI-Iztacala y de los pacientes de egresos hospitalarios (α 0.05) es diferente según el tipo de enfermedad que padece el paciente. Para esto se tomaron datos de pacientes entre 14 y 65 años de ambas bases de datos y se dividieron por sexo y por tipo de enfermedad.

3) Mediante una *regresión logística binaria* se obtuvo un modelo lineal para predecir si una persona padece ó es propensa a desarrollar diabetes de acuerdo con su IMC (α 0.05). Se calculó el exponencial de los coeficientes resultantes de la prueba para obtener los OR ('*odds ratio*' = probabilidad de que un evento ocurra / probabilidad de que no ocurra). La prueba se aplicó para los grupos en los que se encontraron diferencias significativas en la prueba de *t-Student*.

Situación de salud

La evaluación de la situación de salud se llevó a cabo de acuerdo con el documento "Instrumento para la Medición del Desempeño de las Funciones Esenciales de Salud Pública: Iniciativa la Salud Pública en las Américas" y se dividió en 4 etapas:

1) Fue definida el área de influencia de la CUSI Iztacala con base en el lugar de procedencia de los usuarios registrados,

2) Se representaron cartográficamente las enfermedades que afectan a un mayor número de pacientes de la CUSI Iztacala, así como las más representativas dentro de los antecedentes familiares de los mismos. Se consideró una enfermedad como representativa si ponía en riesgo a más del 15% de los usuarios registrados. Una vez identificadas las enfermedades, la población fue dividida en 3 grupos de acuerdo a la vulnerabilidad en la que se encuentran por su edad: vulnerable (0-10 años y mayores de 60 años) y no vulnerable (11-59 años) y las enfermedades fueron asociadas a un área (541 ha) para cuantificar la densidad de eventos. La información obtenida de las enfermedades sobresalientes en los antecedentes se consideró como un evento (una persona enferma), bajo el supuesto de que la persona reside en el mismo lugar que la referida en los antecedentes familiares.

3) Las enfermedades más representativas en los antecedentes fueron asociadas a su grado de marginación por el método de representación cartográfica bivariada, y

4) Se realizó un análisis de redes para determinar la ruta más óptima (en términos de tiempo) que podrían utilizar los pacientes registrados para acudir a la CUSI Iztacala desde su lugar de residencia.

Análisis estadístico espacial (AEE)

La base de datos de la CUSI Iztacala se conformó de 269 expedientes, de los cuales no todos contenían información sobre el domicilio de la persona. Por lo tanto, el número de pacientes georreferenciados de la CUSI Iztacala fue de 227. Sin embargo, debido a que el municipio de Tlalnepantla de Baz fue el que contó con un mayor número de registros (141 pacientes), el AEE se restringió únicamente a este municipio. La base de datos utilizada para el AEE se conformó de 364 registros (pacientes de la CUSI Iztacala + pacientes de egresos hospitalarios).

El AEE fue de tipo regional, por lo que se asignaron los eventos a un Área Geoestadística Básica (AGEB), utilizando los archivos vectoriales de INEGI en el año 2012. Debido a que Tlalnepantla de Baz se conforma de dos polígonos separados por la delegación Gustavo A. Madero, el AEE se aplicó por separado para cada polígono.

Se calcularon y mapearon las tasas de incidencia por cada 1000 personas, así como las tasas específicas de hombres y mujeres de las enfermedades más representativas que fueron identificadas.

A partir del análisis de densidad de kernel y utilizando los datos de las enfermedades más representativas, se calculó la densidad de eventos por área mínima, la cual fue de 100m². El ancho de ventana se determinó por el método de *likelihood cross-validation*. Los resultados obtenidos a partir del análisis de densidad de kernel fueron comparados con los del conteo de eventos por AGEB.

Se evaluó la dependencia o autocorrelación espacial calculando el índice global de Moran I_{global} a partir de los datos del conteo de eventos por AGEB y los datos de las tasas de incidencia por cada 1000 personas. El I_{global} se calculó mediante la siguiente expresión:

$$I_{global} = \frac{N}{\sum_{i \neq j}^N \sum_{j=1}^N \omega_{ij}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \omega_{ij} (Z_i - \bar{Z})(Z_j - \bar{Z})}{\sum_{i=1}^N (Z_i - \bar{Z})^2}$$

donde N es el número de eventos involucrados en el cálculo del índice y ω_{ij} son los pesos de los datos en los puntos S_i y S_j .

Los valores del I_{global} varían entre -1 y 1, un valor positivo indica una autocorrelación espacial positiva, mientras que un valor negativo evidencia una autocorrelación espacial negativa.

Para interpretar la magnitud del grado de autocorrelación espacial obtenido a partir del I_{global} se llevó a cabo una prueba estadística de Monte Carlo, la cual es un método de simulación numérica para resolver problemas matemáticos al modelar variables aleatorias, incluso si el problema de estudio no se rige bajo un proceso aleatorio. La prueba consistió en realizar 5000 simulaciones del fenómeno observado para lograr estimar el valor de dicho evento que se obtendría bajo un proceso aleatorio, el valor observado fue comparado con el valor obtenido en la prueba de Monte Carlo y mediante una prueba de hipótesis se determinó si el valor observado difirió significativamente del valor obtenido bajo un proceso aleatorio.

Finalmente, con las enfermedades que mostraron dependencia espacial, se aplicó el índice local de Moran I_{local} , el cual permitió examinar la similitud entre el valor de un polígono y los valores de sus polígonos vecinos, identificando así los *hotspots* de las enfermedades. El I_{local} se calculó mediante la siguiente expresión:

$$I_i^{local} = (Z_i - \bar{Z}) \sum_{j=1}^N \omega_{ij} (Z_j - \bar{Z})$$

donde N es el número de eventos registrados, ω_{ij} son los pesos de los polígonos i y j , Z_i y Z_j son los valores de la variable Z y \bar{Z} hace referencia al valor de la media global.

Capítulo III

Resultados

Análisis exploratorio

- Usuarios de la CUSI Iztacala

No todos los expedientes fueron registrados debido a que no contenían información suficiente para incluirlos en la muestra para la investigación. De los usuarios registrados, la mayoría acudió a la clínica en 2010 (79 pacientes), mientras que para 2013 sólo fueron registrados 12 pacientes (Fig. 10a).

El seguimiento del caso clínico es un factor importante para la recuperación exitosa de un paciente. De los pacientes registrados 239 acudieron una vez, y 5 usuarios más de tres veces (Fig. 10b). Este resultado nos muestra una visión general de un problema grave que acontece en México, pues las personas enfermas no dan un seguimiento adecuado a sus males para erradicar completamente una enfermedad.

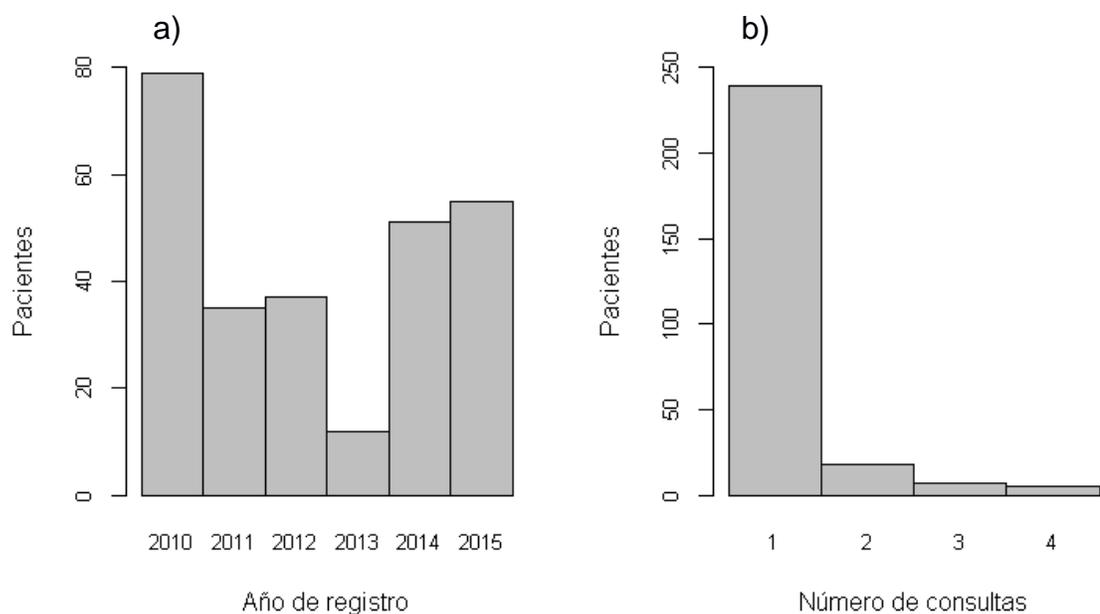


Figura 10 – a) Cantidad de usuarios que acudieron a la CUSI Iztacala de 2010-2015 y b) consultas realizadas por los mismos en el mismo periodo de tiempo.

Durante el periodo 2010-2015 acudieron más usuarios entre 5 y 14 años, con un total de 135 pacientes. Los grupos de edad en los que se registraron menos pacientes fueron menores a 1 año y mayores a 65 años, con 6 y 8 pacientes, respectivamente (Fig. 11a). La ocupación difiere entre los usuarios registrados, por lo cual se generaron tres grupos principales de actividades, siendo el más representativo el grupo de los estudiantes (Fig. 11b). Por otra parte, la variable del

nivel de educación demuestra que la mayoría de los pacientes que acudieron a la CUSI-Iztacala de 2010-2015 son niños menores de 12 años, asumiendo que un niño al terminar la primaria tiene una edad no mayor a esta (Fig. 11c). En cuanto al sexo de los usuarios, se registró que durante los 5 años acudieron más hombres que mujeres, 166 y 103, respectivamente (Fig. 11d).

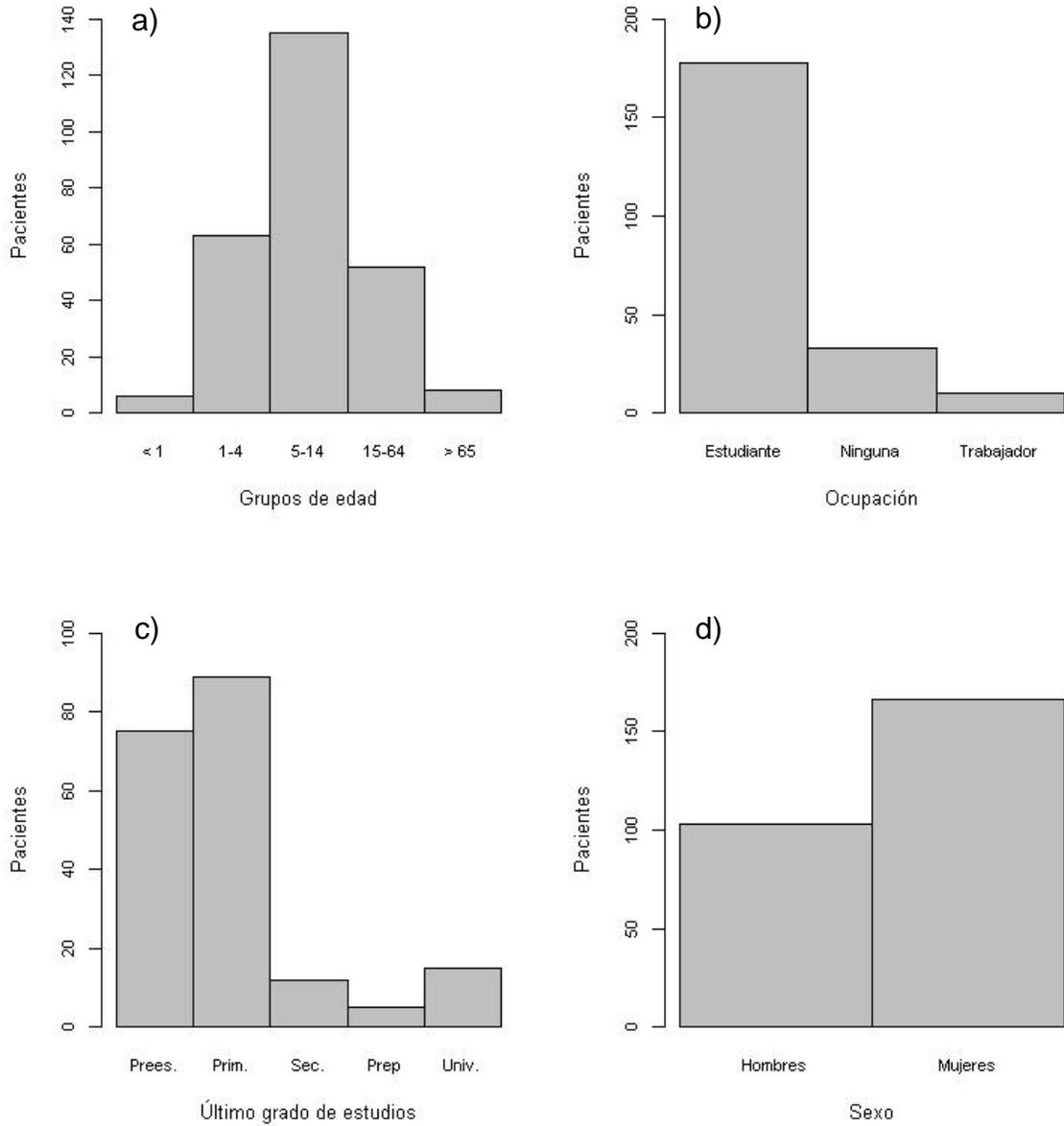


Figura 11 – Distribución de los usuarios de la CUSI Iztacala de 2010-2015 por: a) grupos de edad (Definidos por la S.S.), b) actividades, c) nivel de educación y d) sexo.

En los conjuntos de datos de las variables de peso y talla se identificaron residuos: 6 y 2 respectivamente (Fig.12). Después de analizar cada dato identificado como residuo, se tomó la decisión de conservar los 6 datos de la variable peso, ya que se consideraron como datos coherentes, más no normales. En cuanto a la variable talla se eliminó el dato de 0.51m ya que no es coherente para un niño de 5 años.

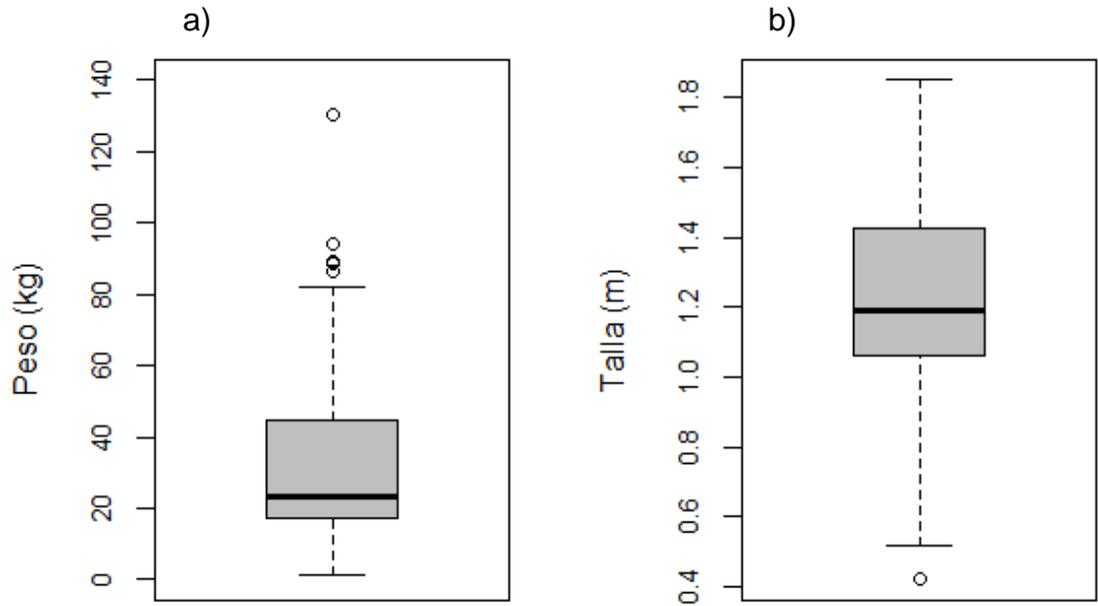


Figura 12 – Diagramas de caja de las variables a) peso y b) talla de los pacientes registrados.

El IMC demostró que dentro de los pacientes registrados hay 41 en situación desfavorable por su acumulación anormal o excesiva de grasa corporal (Fig. 13a). Por otra parte, no todos los pacientes informaron si realizaban algún tipo de actividad física (126), sin embargo, 100 pacientes si realizan actividad física, mientras que 43 son los que afirmaron no hacer ninguna clase de ejercicio (Fig. 13b). Finalmente, en cuestiones de alimentación 214 pacientes llevan una dieta balanceada de acuerdo con lo diagnosticado por el médico que generó el expediente, mientras que 35 llevan una dieta no balanceada bajo el mismo criterio (Fig. 13c). 20 pacientes no brindaron información al respecto.

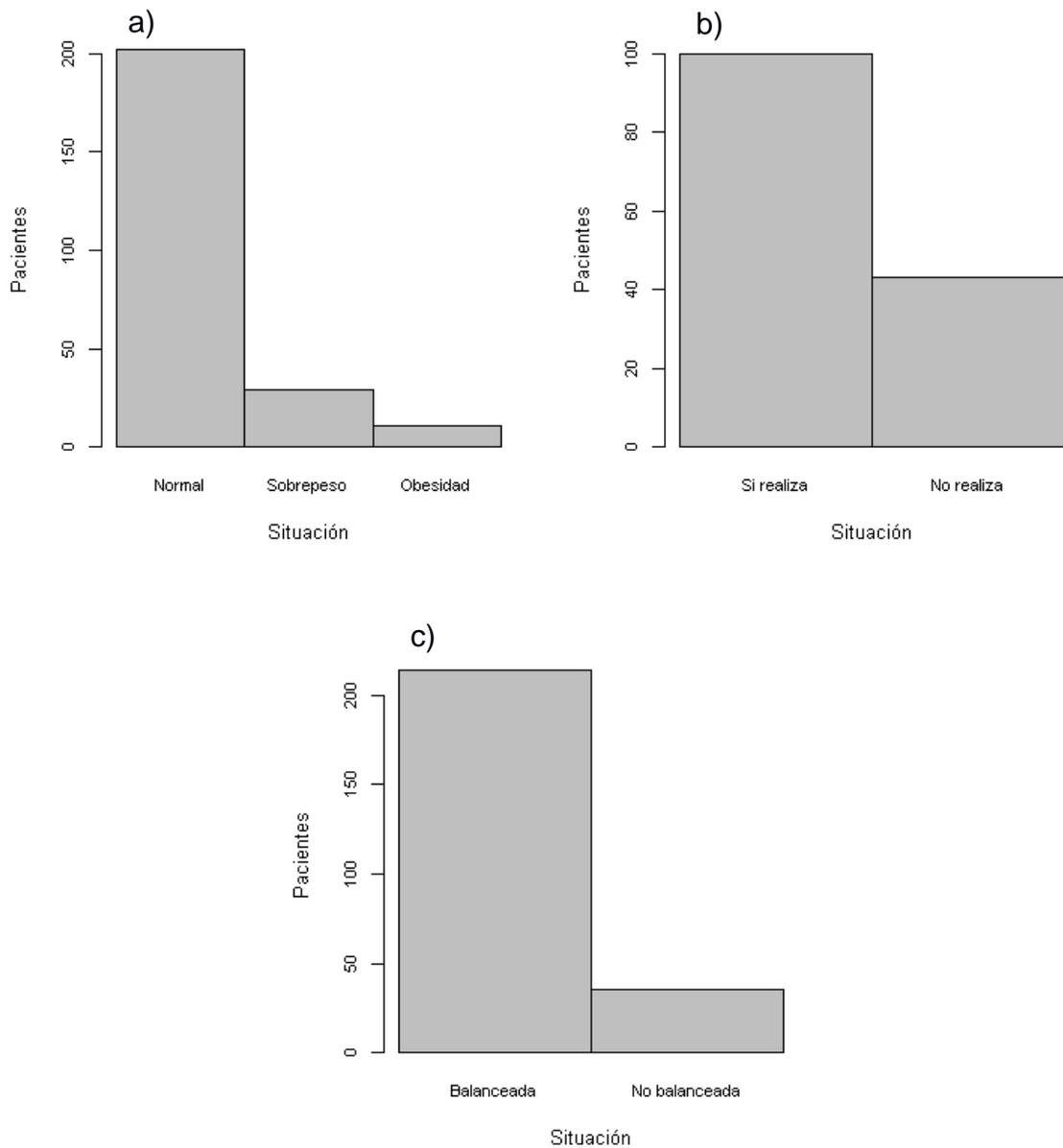


Figura 13 – Clasificación de los pacientes registrados de acuerdo a su a) IMC, b) actividad física y c) tipo de dieta.

- Egresos Hospitalarios

El grupo más representativo fue el de pacientes entre 15 y 64 años (184 egresos). No hubo ningún egreso de pacientes menores a un año (Fig. 14a). En cuanto al género, hubo una representatividad muy similar por parte de ambos grupos: hombres con 120 y mujeres con 118 egresos (Fig. 14b).

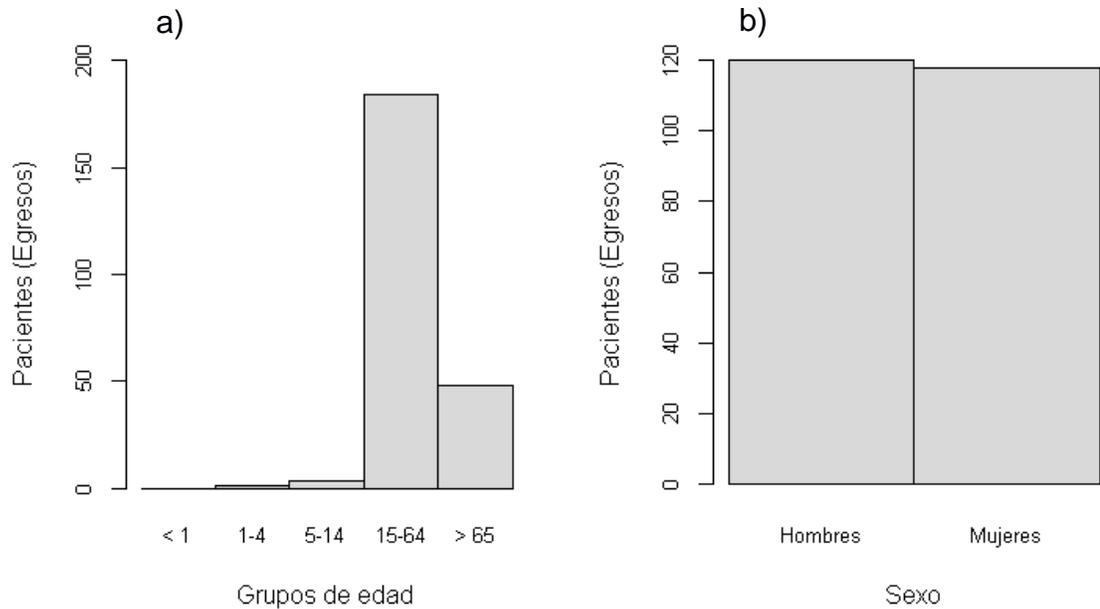


Figura 14 – Clasificación de los pacientes de egresos hospitalarios por grupos de a) edad y b) sexo.

En las variables de peso y talla se identificaron residuos: 6 y 10 respectivamente (Fig. 15). Al analizar cada residuo, se optó por conservar los todos los datos de ambas variables por dos razones: se consideraron como datos coherentes, más no normales; y la toma de datos fue realizada y verificada por personal certificado de los hospitales correspondientes donde fueron atendidos.

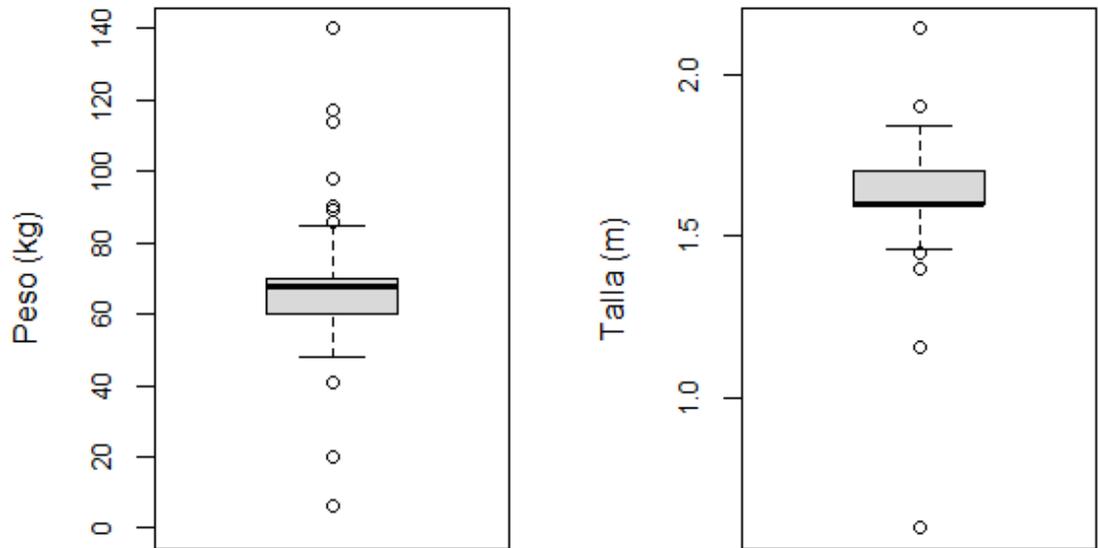


Figura 15 - Diagramas de caja de las variables a) peso y b) talla de los pacientes egresados.

El IMC demostró que dentro de los pacientes egresados hay 43 en situación desfavorable por su acumulación anormal o excesiva de grasa corporal (Fig. 16).

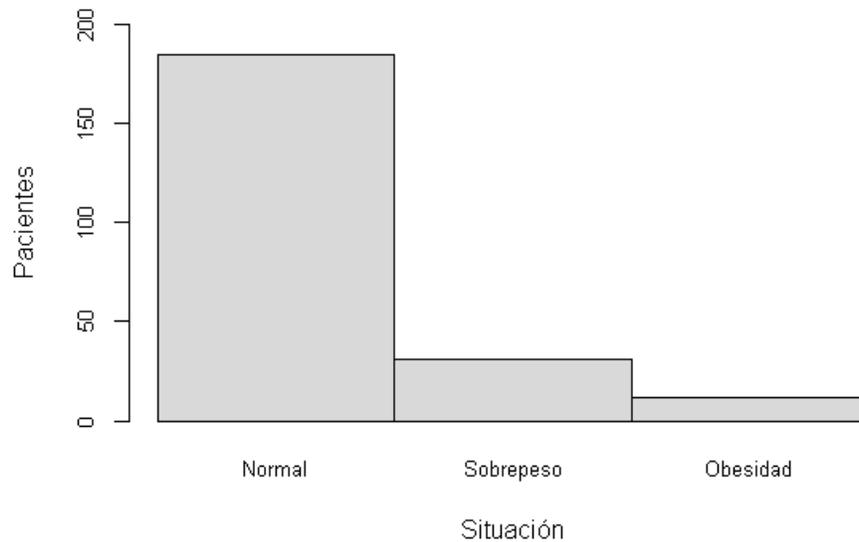


Figura 16 – Clasificación de los pacientes egresados de acuerdo a su IMC.

SIGMA

En el SIGMA se incluyeron 8 variables, 4 biofísicas y 4 socioeconómicas:

- Biofísicas

Edafología (Fig. 17): se encuentran 11 tipos de suelo: andosol (6.18%, material volcánico), arenosol (0.12%, arenas), cambisol (1.14%, carente de materia orgánica y arcillas), durisol (4.43%), histosol (0.02%, materia orgánica semidescompuesta) leptosol (3.75%, gravas), luvisol (6.56%, abundante en humus), phaeozem (19.35%), regosol (1.08%, origen aluvial y arenoso), solonchak (5.77%, salino) y vertisol (8.22%, arcillas).

Vegetación y uso del suelo (Fig. 18): el territorio está ocupado principalmente por asentamientos humanos y zonas urbanas, cubriendo un 44.16% del área total. También, se encuentran zonas de vegetación natural (28.31%), como bosque de coníferas (2.77%), bosque de pino-encino (7.84%), matorral xerófilo (1.98%), pastizal (0.60%) y vegetación inducida (14.38%). Algunas partes son destinadas para uso agrícola-pecuario-forestal (26.96%). Dentro del área de estudio existen 6 cuerpo de agua que cubren el 0.55% del territorio.

Elevación (Fig. 19): la elevación mínima es de 2,229 msnm mientras que la máxima tiene un valor de 3,197 msnm. Las pendientes del terreno en el área varían considerablemente por la presencia de la Sierra de Guadalupe, comprendiendo valores entre 6.1 y 54.89°.

Precipitación y temperatura (Fig. 20): la precipitación media es de 714 mm anuales, siendo la zona occidental la que recibe mayor precipitación, principalmente en los municipios de Naucalpan de Juárez y Atizapán de Zaragoza. Por su parte, la temperatura media mínima es de 8.6°C y la máxima de 24°C, teniendo así una temperatura media anual de 16.3°C, siendo la dos delegaciones de la ciudad de México las que presentan una mayor temperatura, así como la zona sur de la Sierra de Guadalupe comprendida por los municipios de Ecatepec de Morelos y Tlalnepantla de Baz.

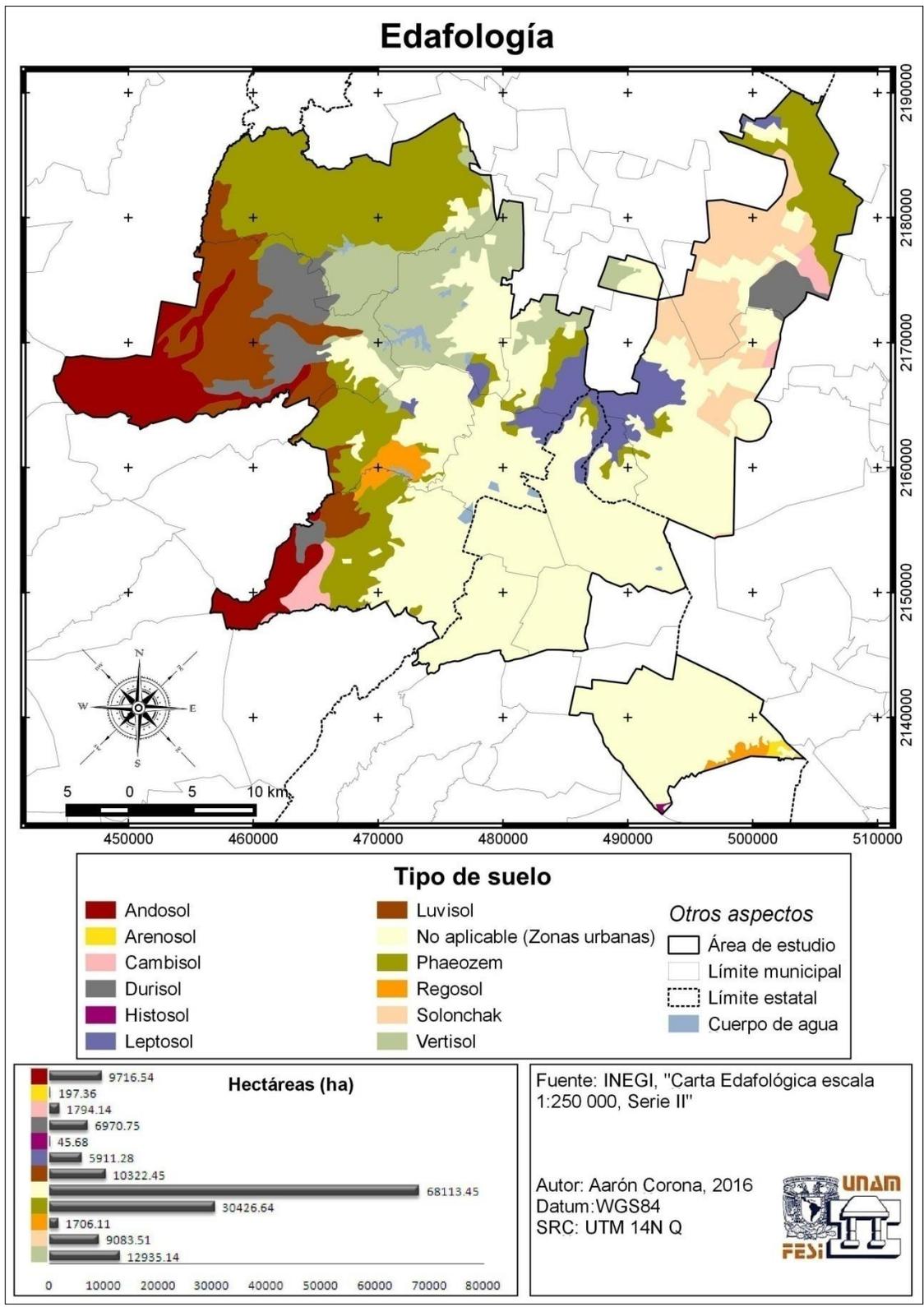


Figura 17 – Edafología del área de estudio.

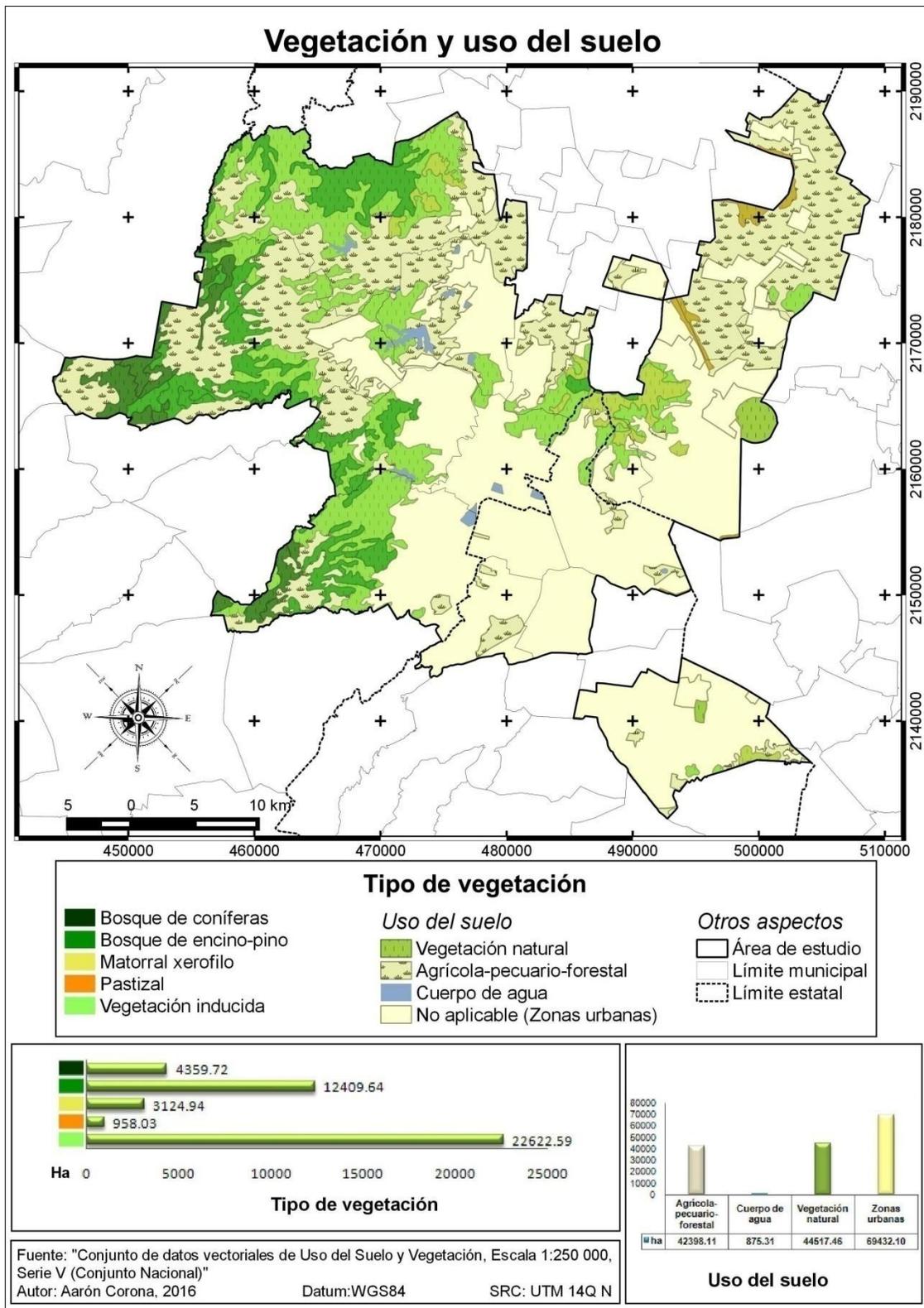


Figura 18 – Vegetación y uso del suelo en el área de estudio.

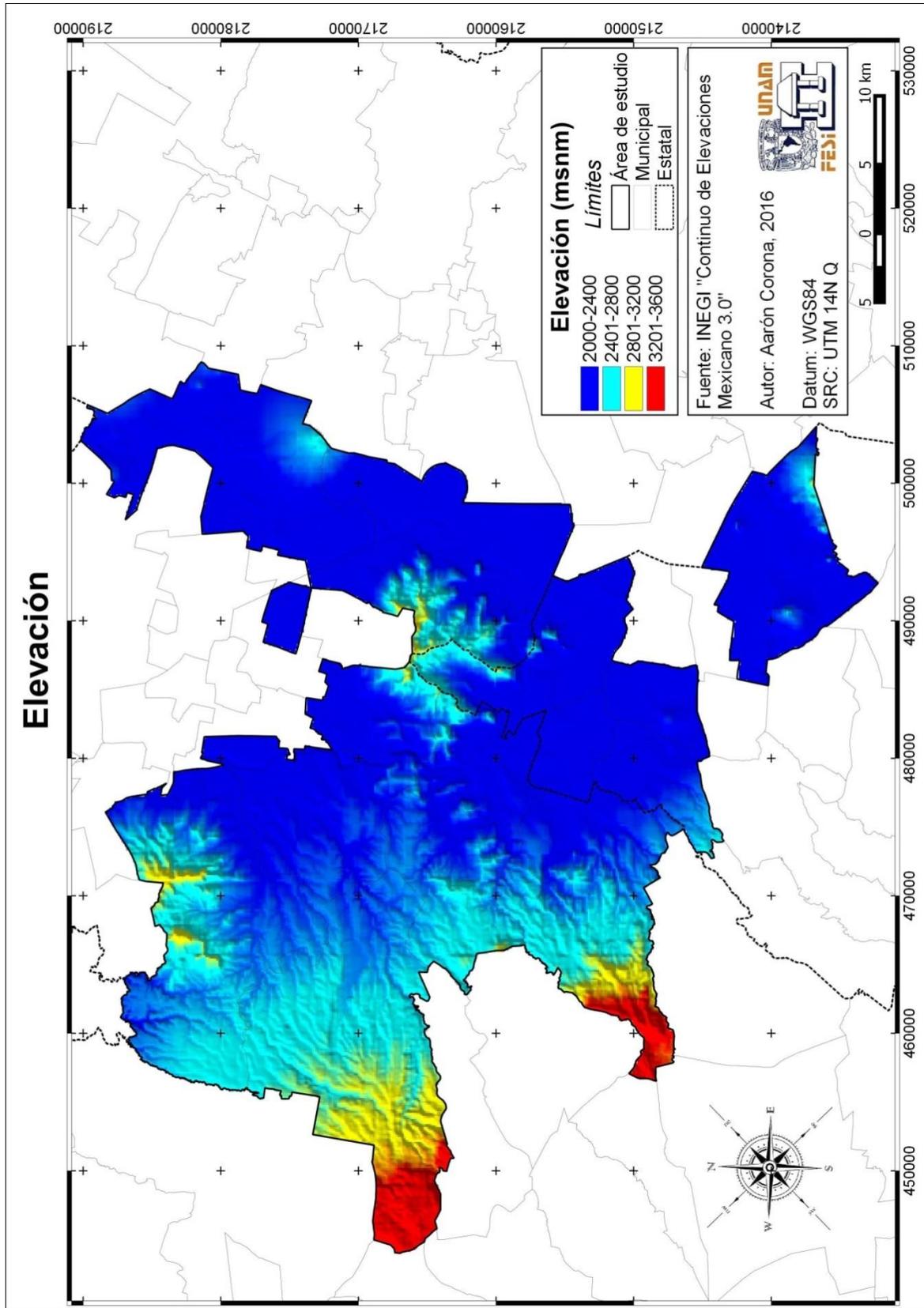


Figura 19 – Elevación en el área de estudio.

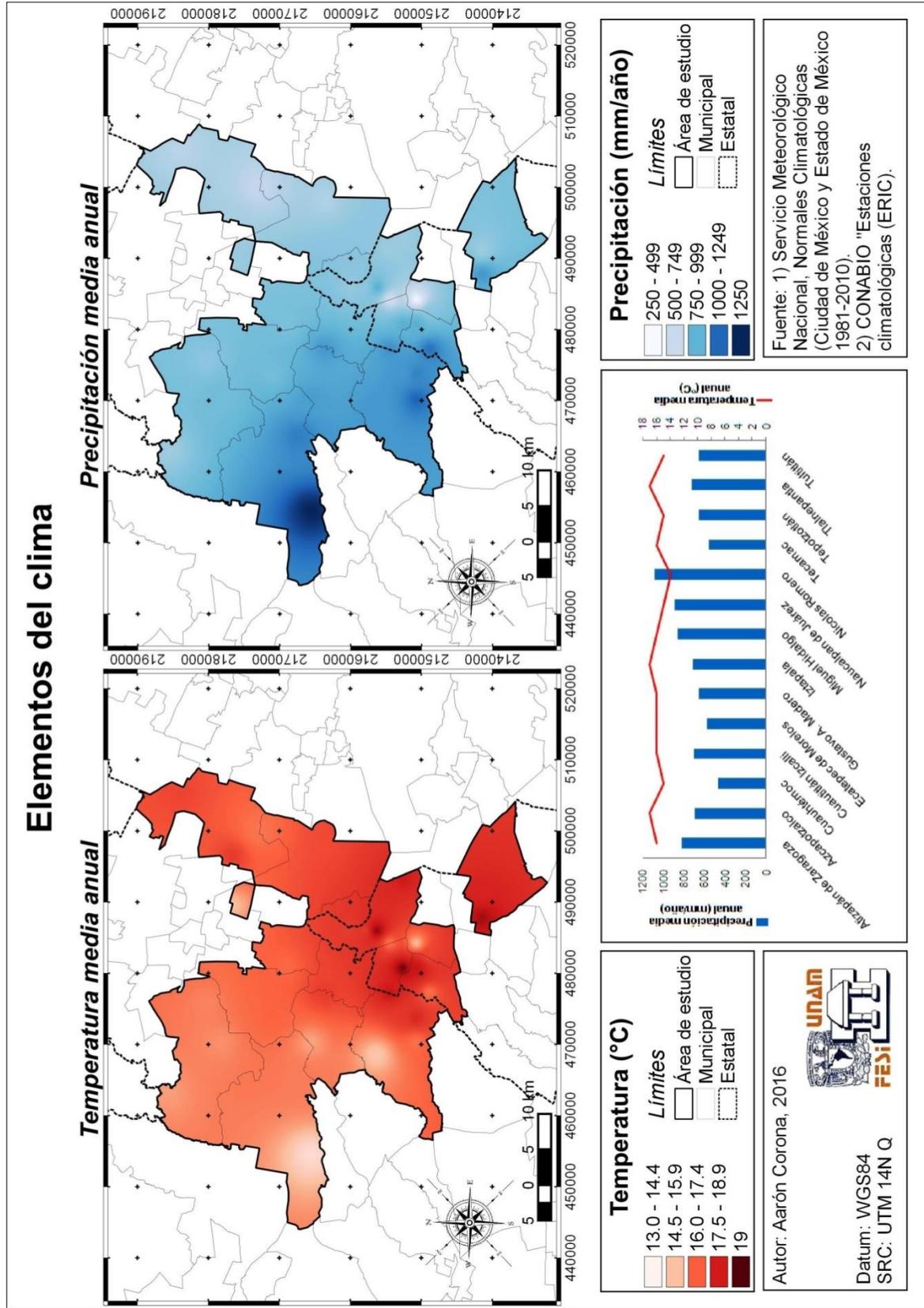


Figura 20 – Elementos del clima en el área de estudio.

- Socioeconómicos

Población (Fig. 21): dentro de la zona de estudio habitan alrededor de 10,225,770 personas, siendo la delegación Iztapalapa la más poblada con un total de 1,945,806 habitantes seguida por el municipio de Ecatepec de Morelos con 1,773,155 habitantes.

Índice de marginación (Fig. 22.1): todos los municipios presentan un grado de marginación muy bajo, sin embargo, dentro de esta clasificación los que presentan un mayor índice de marginación son Tepetzotlán, Nicolás Romero y Ecatepec de Morelos.

Índice de rezago social (Fig. 22.2): todos los municipios del área de estudio presentan un índice muy bajo, sin embargo, dentro de esta categoría Tepetzotlán y Nicolás Romero son los que presentan un mayor rezago social (-1.09 y -1.11, respectivamente), por el contrario el que presenta el menor índice es la delegación Miguel Hidalgo, con un índice de -1.76.

Población con carencia a servicios de salud (Fig. 23): la delegación Iztapalapa es la que cuenta con mayor población no derechohabiente, con un 58% del total de habitantes en esa delegación. Por otra parte, las delegaciones que presentan menos población derechohabiente respecto al total de habitantes son Azcapotzalco y Miguel Hidalgo, con un 39 y 41%, respectivamente

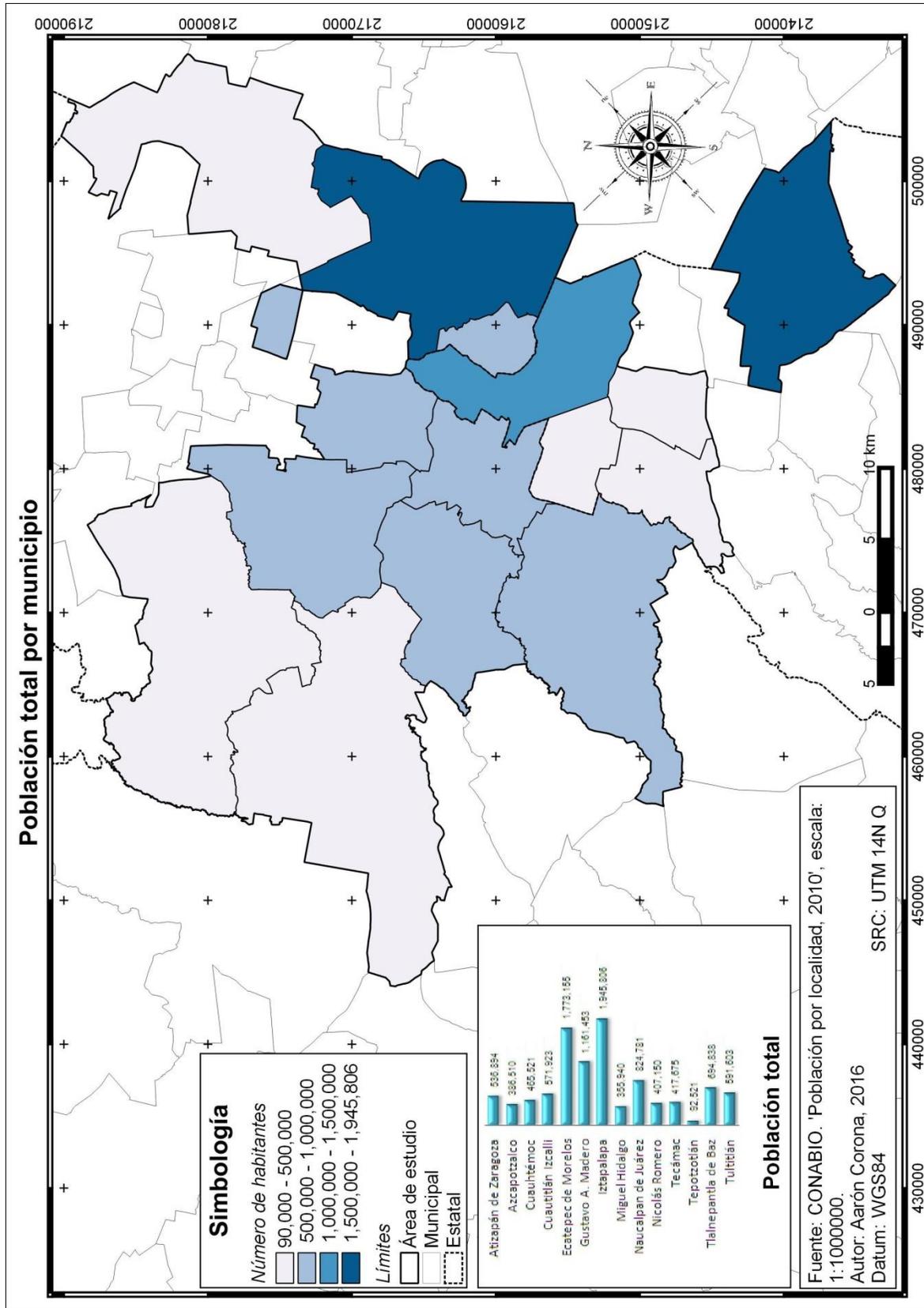


Figura 21 – Población del área de estudio.

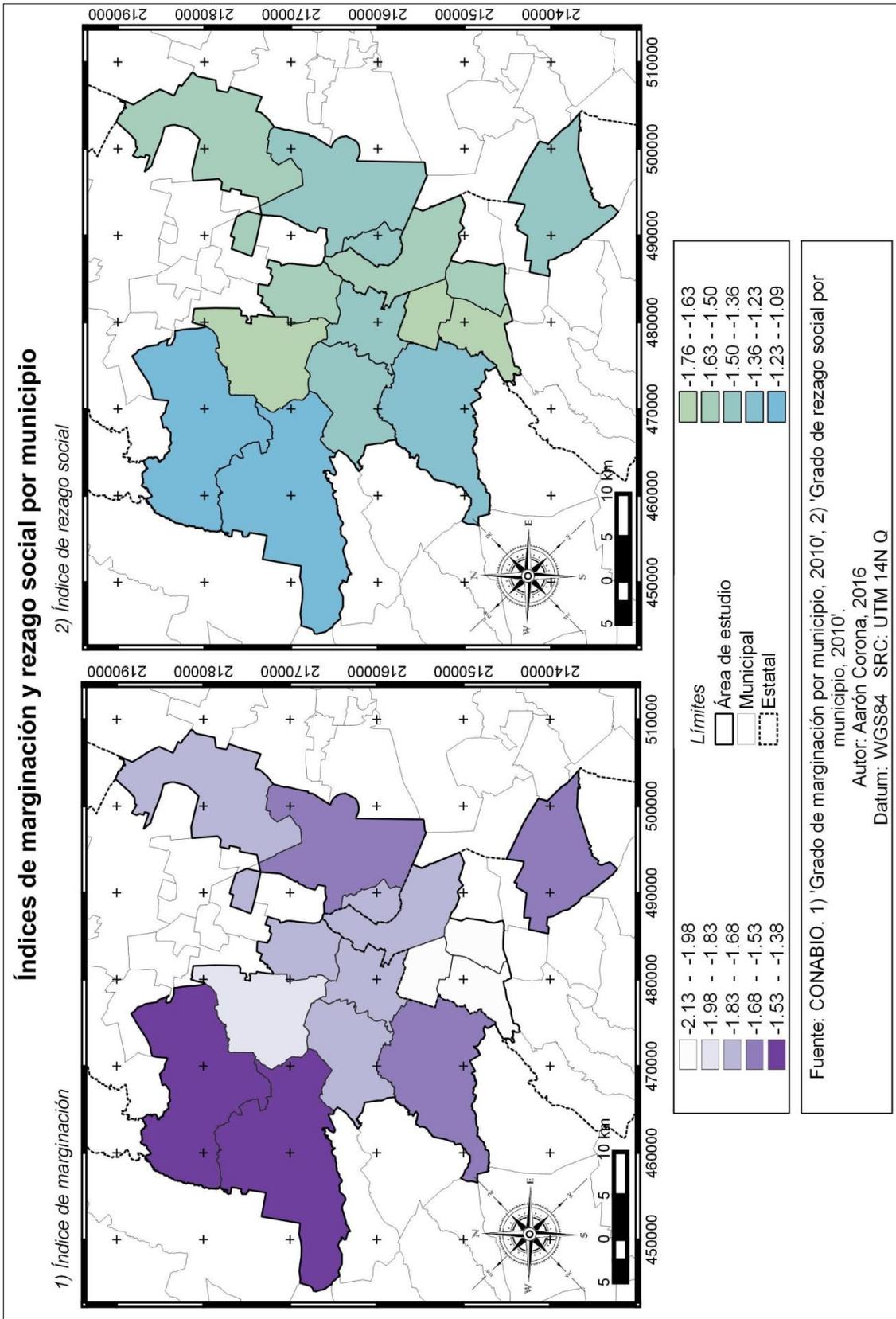


Figura 22– Índices: 1. Marginación área de estudio y 2. Rezago social.

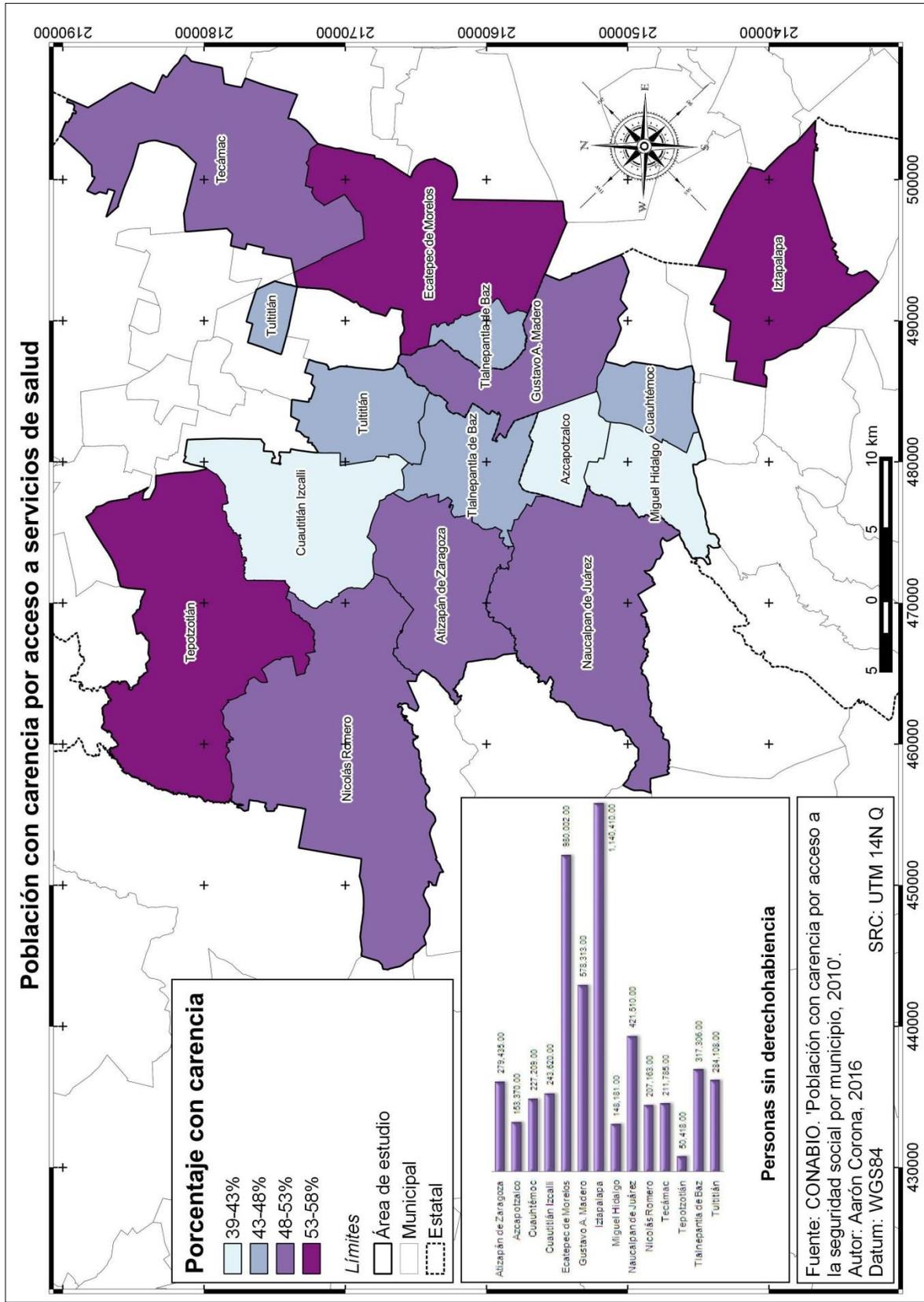


Figura 23 – Población sin acceso a servicios de salud por municipio.

Características de los pacientes de la CUSI Iztacala y los de egresos hospitalarios

La prueba de independencia *Ji-cuadrada* de variables categóricas demostró dependencia únicamente entre el tipo de padecimiento del paciente de la CUSI Iztacala y su ocupación ($P < 0.05$). Tanto el sexo como el tipo de dieta son independientes al tipo de padecimiento que ha desarrollado el paciente (Cuadro 3).

Cuadro 3 – Resumen de la prueba *Ji-cuadrada* para la categoría “Tipo de padecimiento”.

Variable	χ^2	P	Phi/Cramer's
Ocupación	131.28	4.014 ^{-11*}	0.60
Sexo	31.11	0.071	NA
Tipo de dieta	75.14	0.987	NA

La prueba de comparación de medias *t-Student* del IMC en pacientes enfermos y no enfermos de diabetes e hipertensión (Cuadro 4) demostró que solamente el IMC de las mujeres con diabetes difiere significativamente ($P < 0.05$). Por lo cual, el IMC es un factor asociado al desarrollo de diabetes en mujeres.

Cuadro 4 – Resumen de la prueba de *t-Student*.

Variable	Sexo	t	P
Diabetes	Hombres	-0.409	0.685
	Mujeres	-2.061	0.045*
Hipertensión	Hombres	-1.277	0.215
	Mujeres	-1.560	0.126

El resultado de la regresión logística binaria se presenta en el cuadro 5 y se interpreta de la siguiente manera: los OR (probabilidad de padecer o desarrollar la enfermedad sobre la probabilidad de lo contrario), en un rango de 1.0954 a 1.6011, aumentarían 1.293 veces si aumentara en una unidad el IMC en una mujer sin diabetes ($P < 0.05$). Es decir, si aumenta el IMC de una mujer, aumentará también su probabilidad de desarrollar diabetes.

Cuadro 5 – Resumen de la regresión logística binaria para el IMC en mujeres (I. C. se refiere a los intervalos de confianza del modelo al 95%).

Variable	B	Exp (B)	P	I.C. al 95% de Exp (B)	
IMC en mujeres	0.2572	1.2933	0.007	Menor	Mayor
				1.0954	1.6011

De acuerdo con la gráfica de la regresión logística el riesgo de padecer o desarrollar diabetes en mujeres con base en su IMC aumenta si el valor de este último oscila entre 20 y 25, ya que 42 de 79 mujeres (53%) que presentaron un IMC entre estos valores padecen esta enfermedad (Fig. 24).

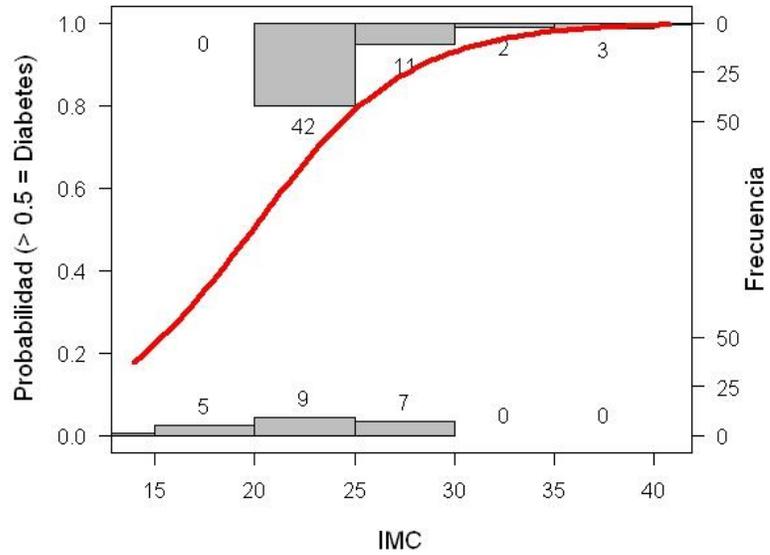


Figura 24 – Modelo de regresión logística binaria de mujeres con/sin diabetes basado en su IMC.

Situación de salud de los usuarios de la CUSI Iztacala

Se registraron 269 expedientes de pacientes que acudieron a la clínica en el periodo de 2010-2015. Estos fueron atendidos por 15 médicos diferentes, todos pertenecientes a la CUSI-Iztacala. Para evaluar la situación de salud se utilizaron los puntos georreferenciados de los pacientes-padecimientos.

De acuerdo con la OMS se deben llevar a cabo diferentes análisis para evaluar la situación de salud de la población para brindar un diagnóstico adecuado, aunque a veces esta tarea resulta compleja por la falta de información disponible (OPS, 2011). Sin embargo, en la presente investigación sólo se llevaron a cabo 4 análisis para diagnosticar la situación de salud de los usuarios de la CUSI Iztacala. También, la OMS establece que el monitoreo puede variar por diversos factores, como los tipos de centros médicos a los que la población estudiada tiene acceso. La CUSI Iztacala se clasifica como un Centro de Salud de Servicios Ampliados (CESSA) debido a los servicios que esta otorga a la población de acuerdo a la clasificación de la SSa (SS, 2006).

- Área de influencia

El término “área de influencia” se utiliza para designar el espacio en el que un elemento urbano influye, dependiendo de su función. La CUSI Iztacala, de acuerdo con los expedientes registrados, influye en 9 municipios pertenecientes al Estado de México y 5 delegaciones de la Ciudad de México (Fig. 25).

La SSa menciona que para acceder a un CESSA, la población debe recorrer una distancia no mayor a 15 km. Con base en esto, la CUSI Iztacala cubre a un 96% de los usuarios registrados para el estudio, es decir, el indicador de distancia muestra que cubre a 218 pacientes de los 227 georeferenciados (Fig. 26).

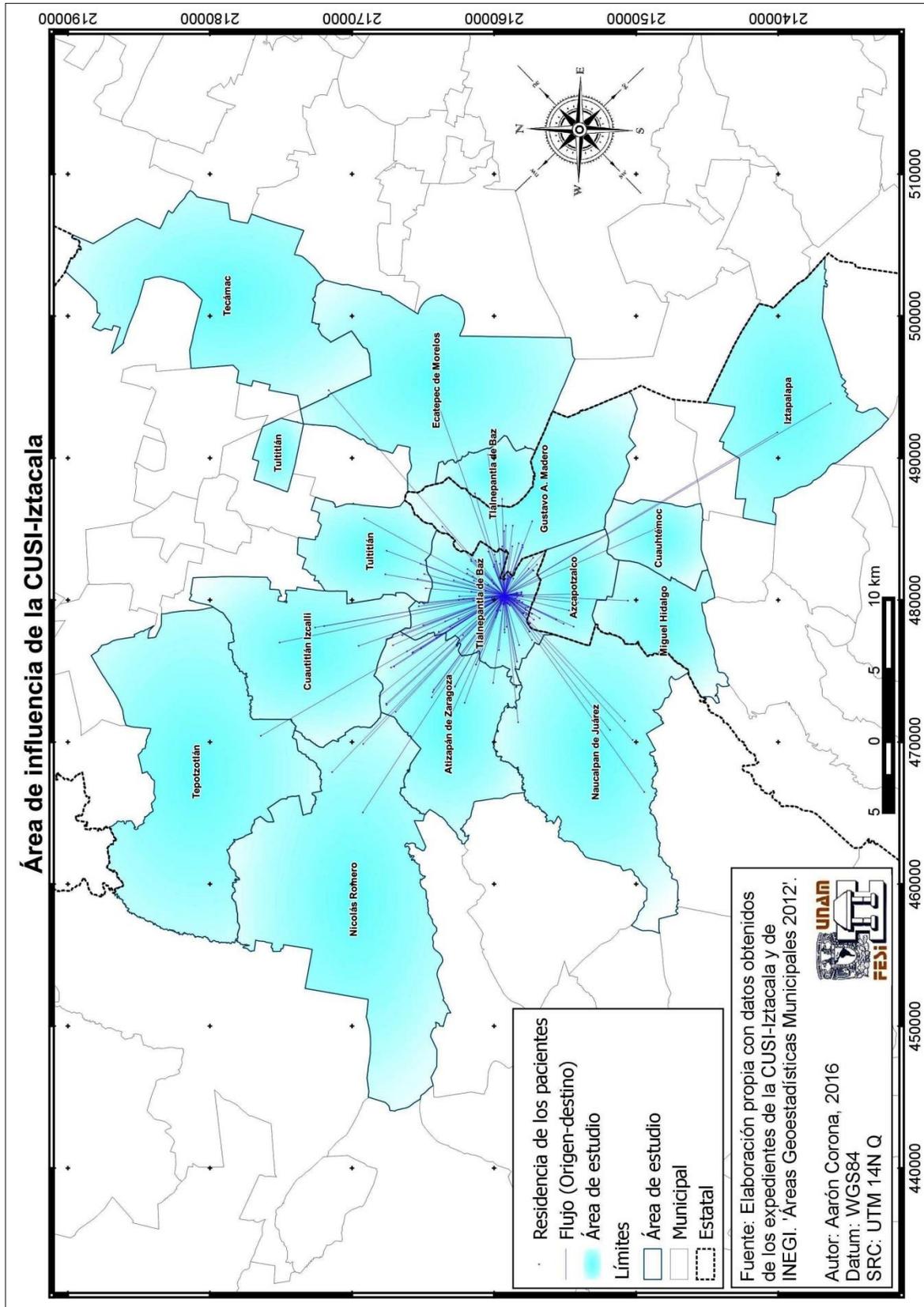


Figura 25 – Área de influencia de la clínica.

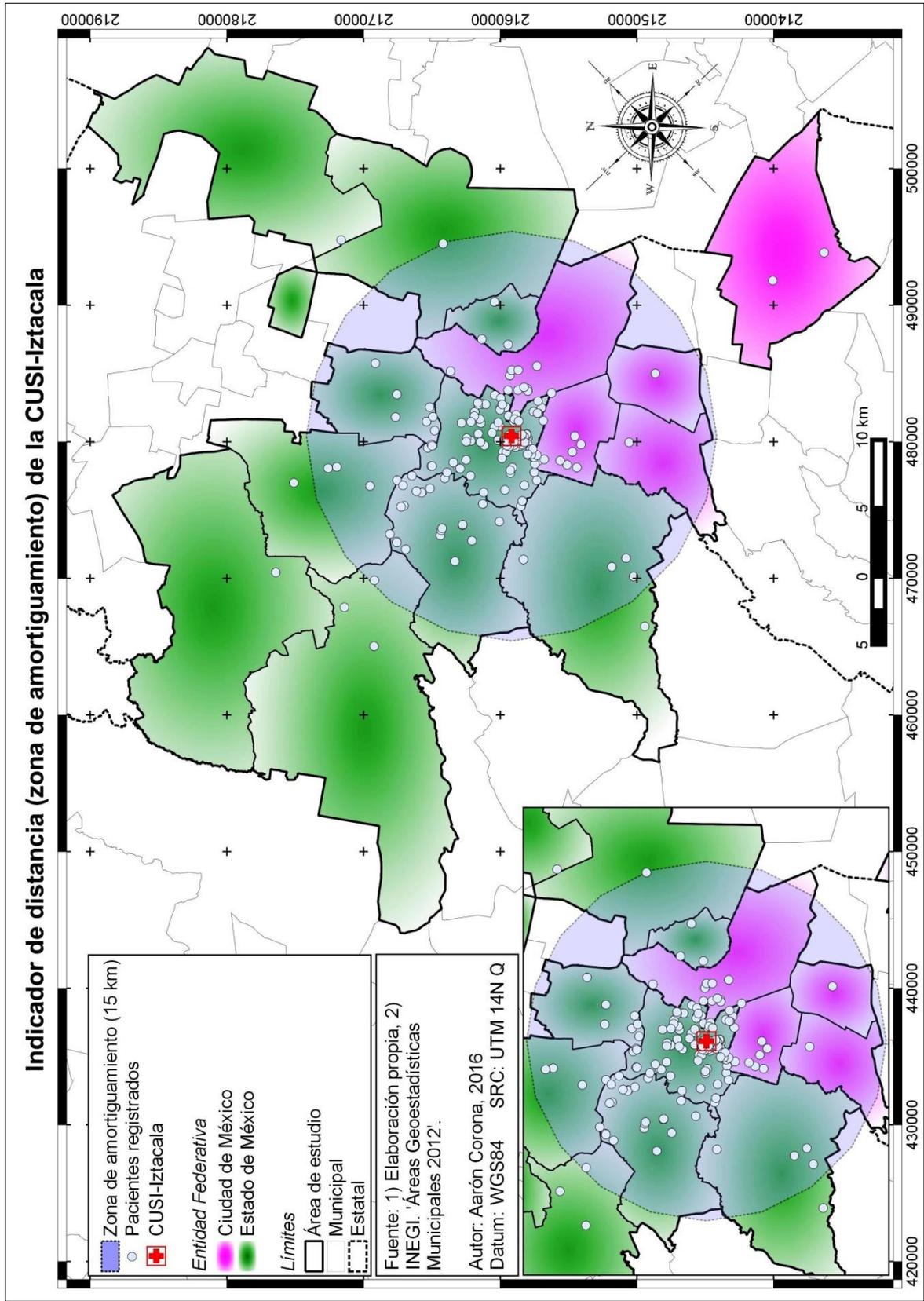


Figura 26 – Cobertura geográfica e indicador de distancia de la CUSI Iztacala.

- Identificación de enfermedades más sobresalientes en pacientes y antecedentes familiares

Se identificaron 73 enfermedades, las cuales fueron clasificadas de acuerdo al tipo de padecimiento (Fig. 27). La mayor demanda de servicios fue por tres requerimientos (Fig. 28, 29 y 30): atención psiquiátrica (97 casos), revisiones médicas generales (47 casos) y atención respiratoria (29 casos).

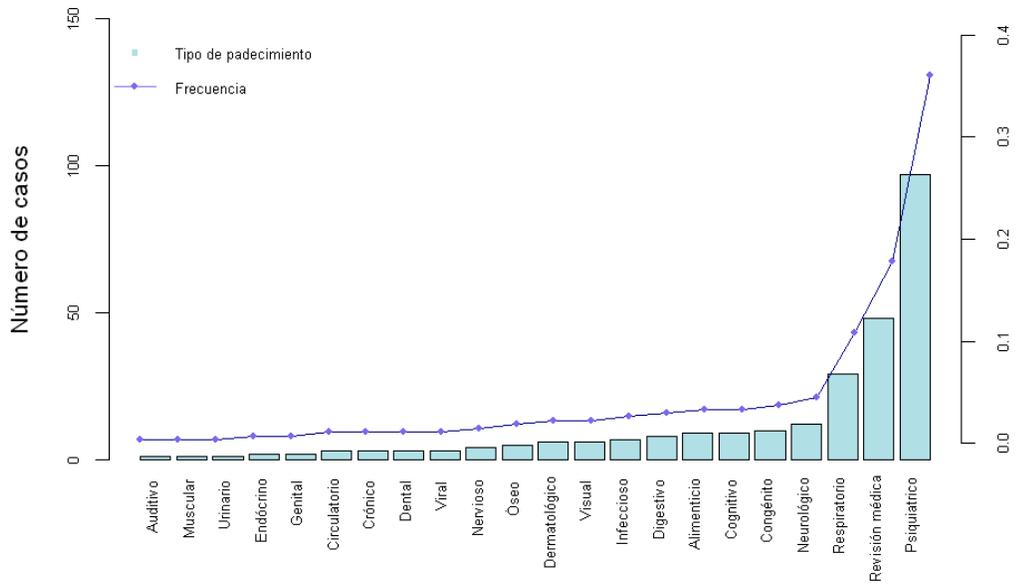


Figura 27 – Clasificación de eventos por tipo de padecimiento.

Dentro de los antecedentes familiares sólo tres enfermedades cumplieron con el criterio de poner en riesgo a más del 15% de los usuarios registrados (Fig. 31, 32 y 33): cáncer (19%), diabetes (42%) e hipertensión (28%).

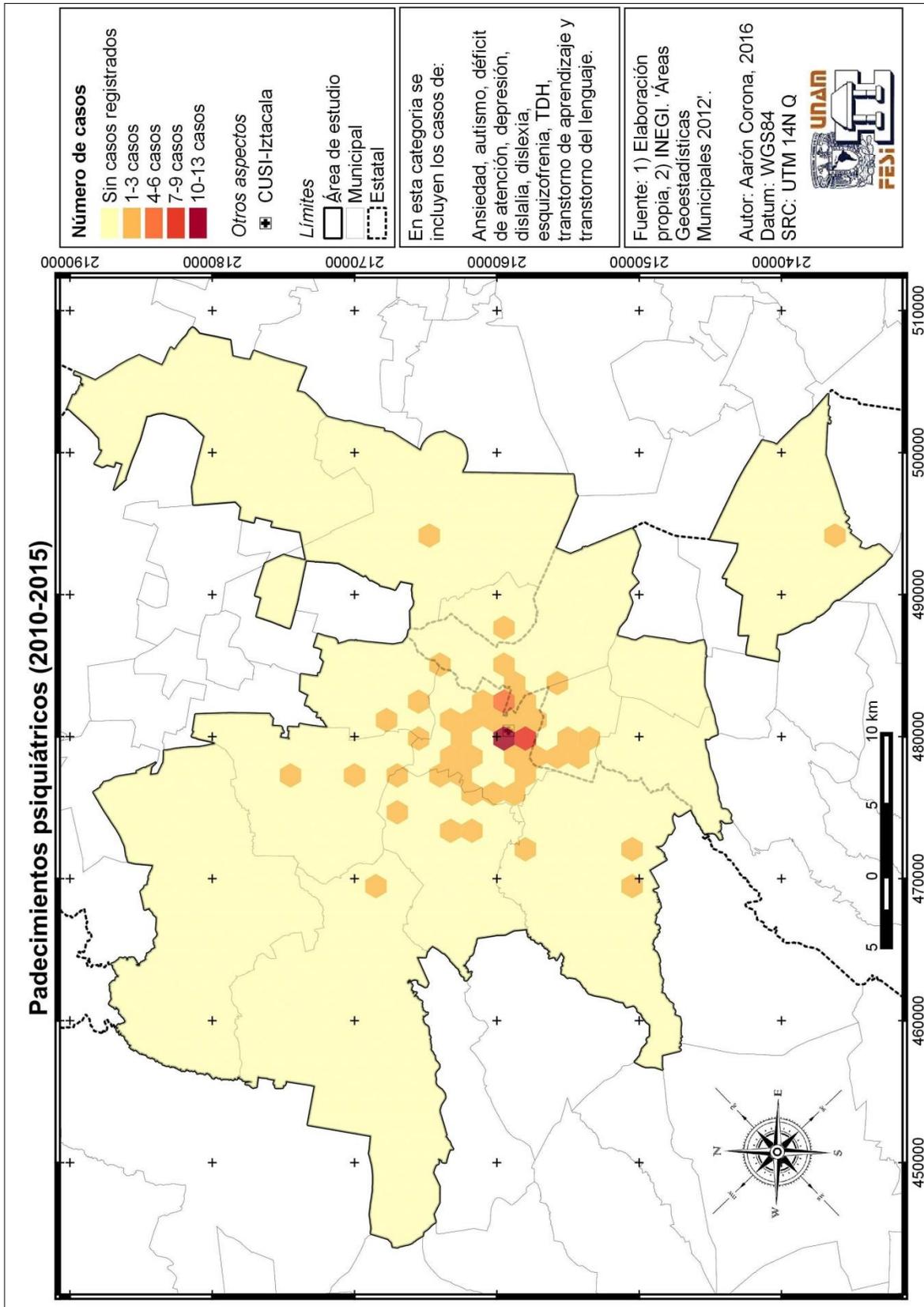


Figura 28 – Ubicación de los pacientes con padecimientos psiquiátricos.

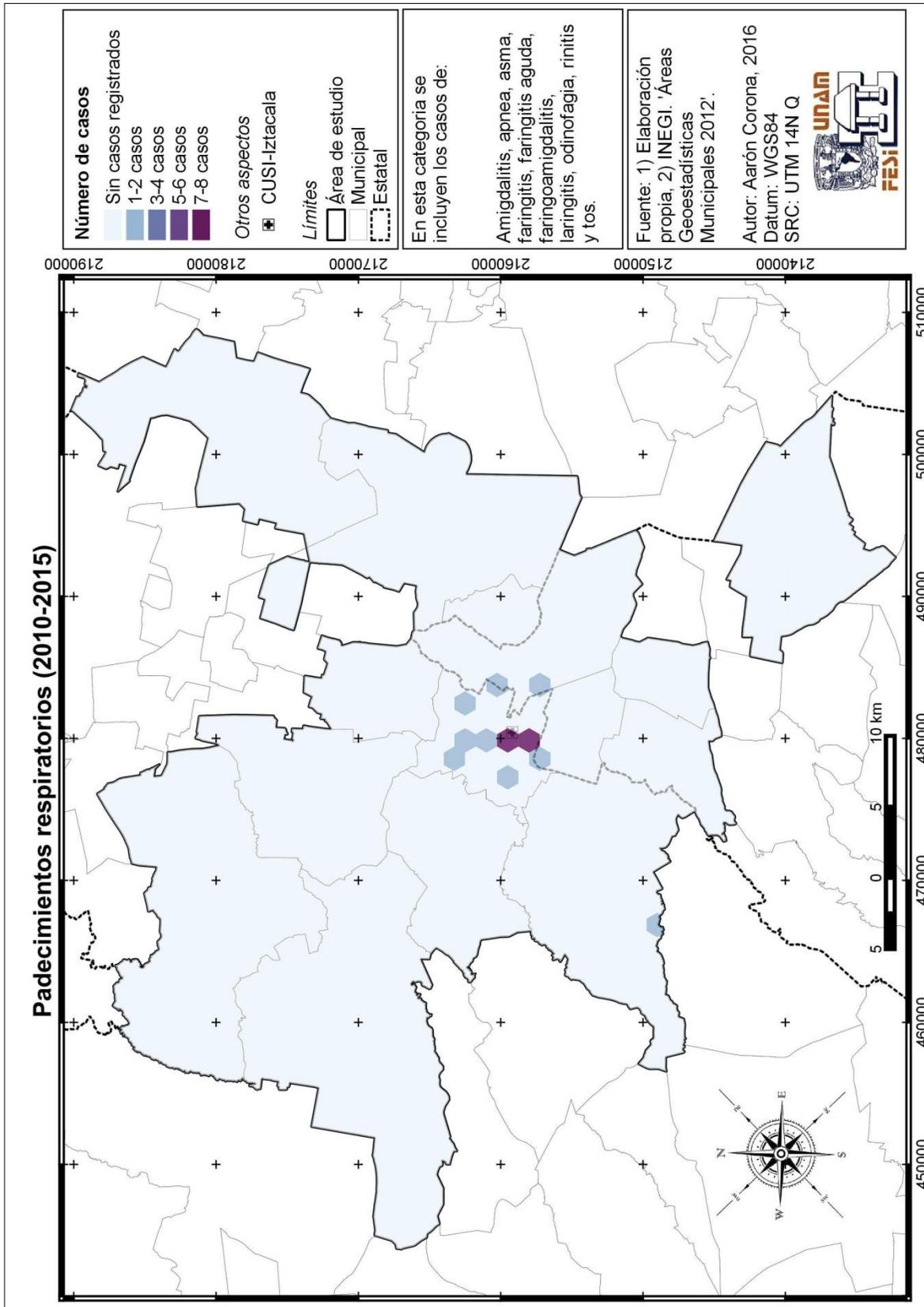


Figura 29 – Ubicación de los pacientes con padecimientos respiratorios.

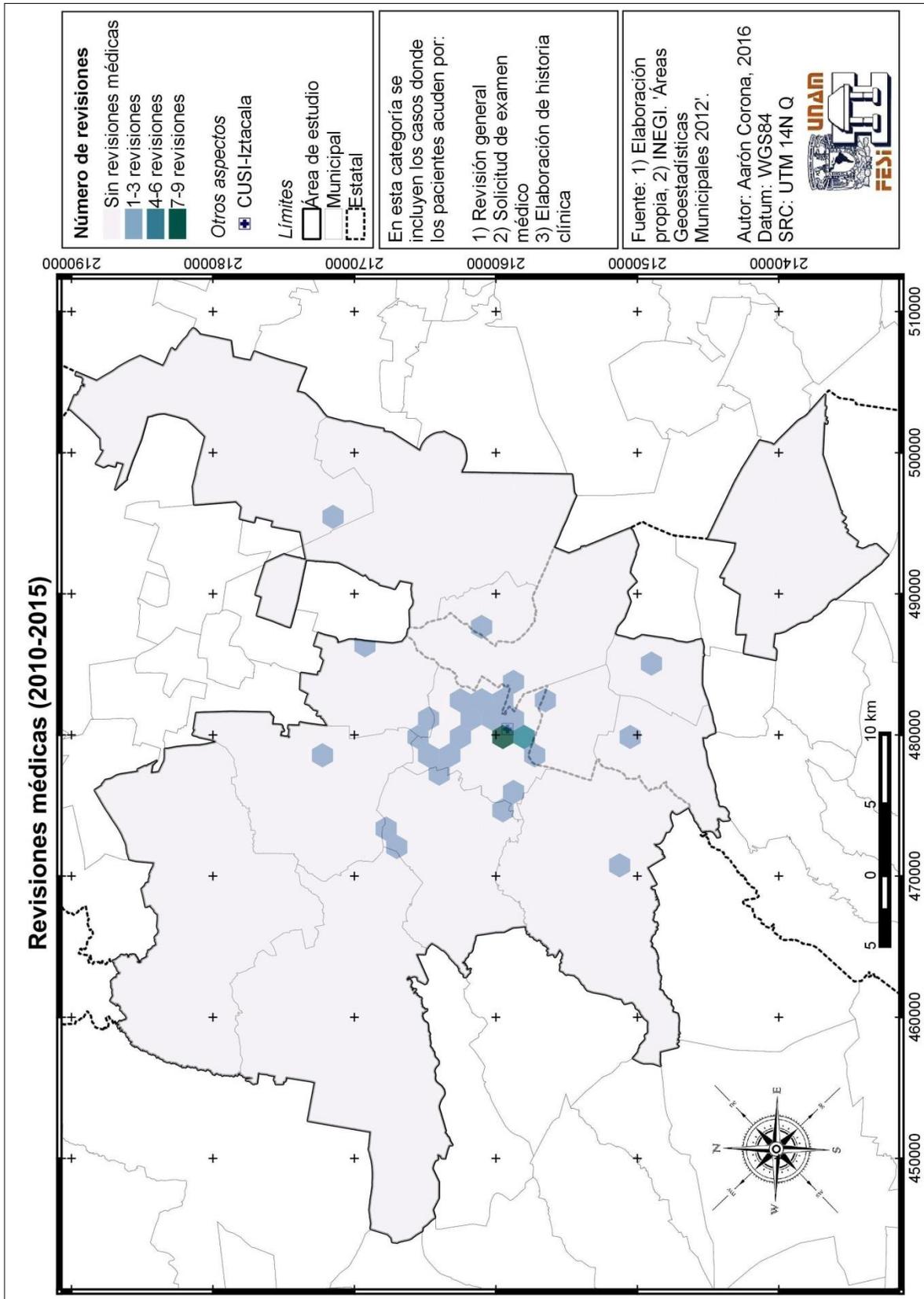


Figura 30 – Ubicación de los pacientes que acudieron por una revisión médica.

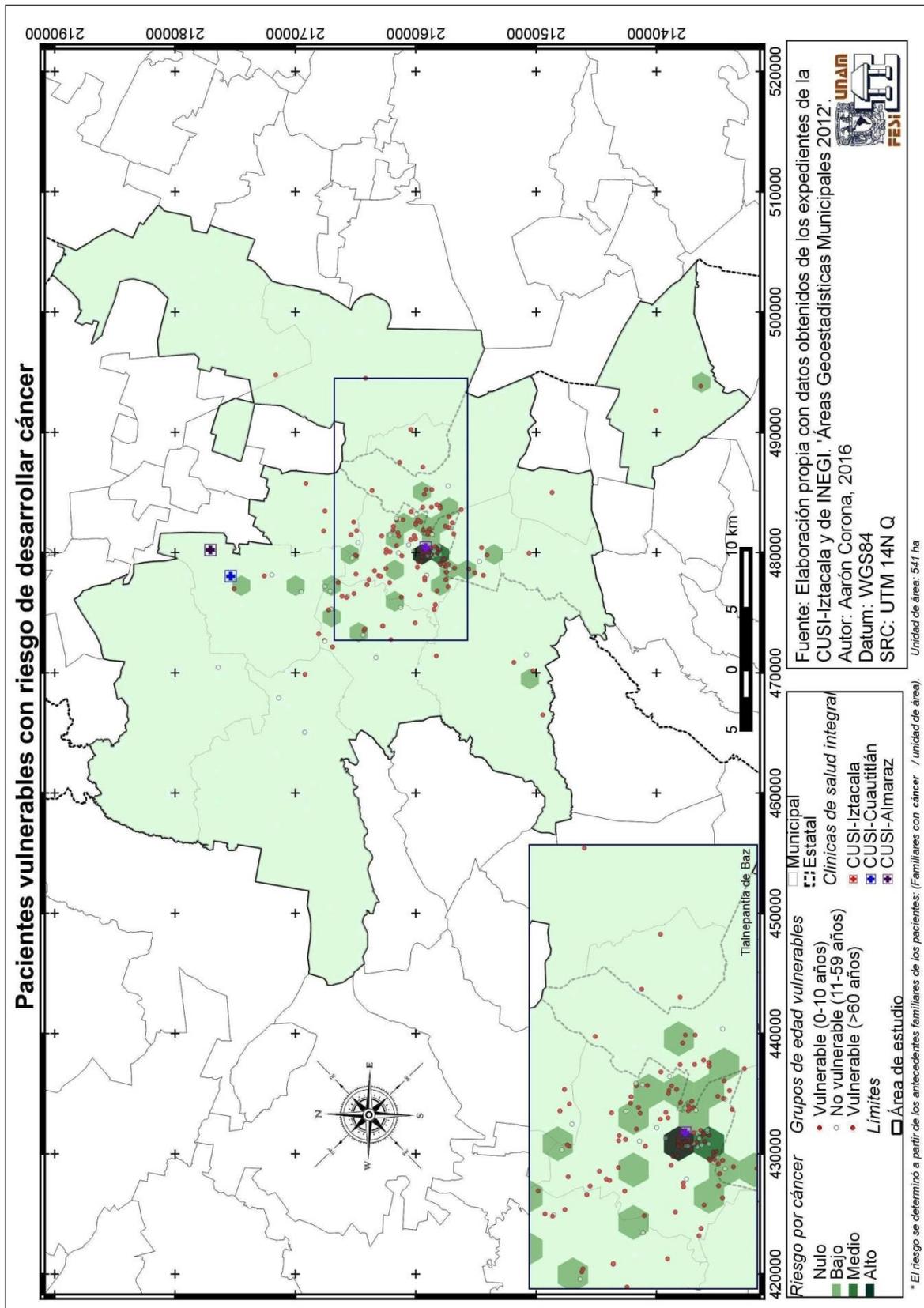


Figura 31 – Usuarios con riesgo de desarrollar cáncer con base en sus antecedentes familiares.

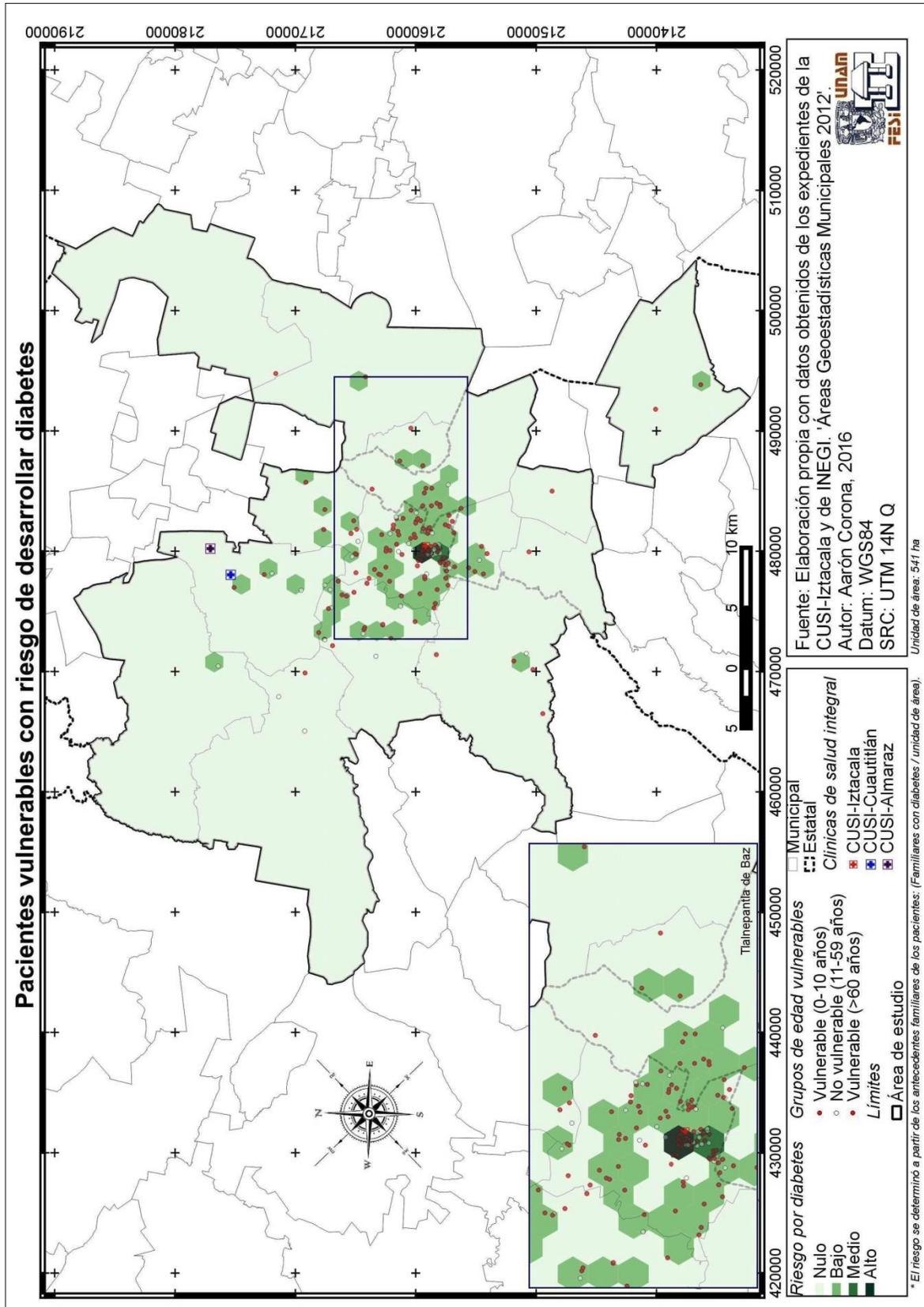


Figura 32 – Usuarios con riesgo de desarrollar diabetes con base en sus antecedentes familiares.

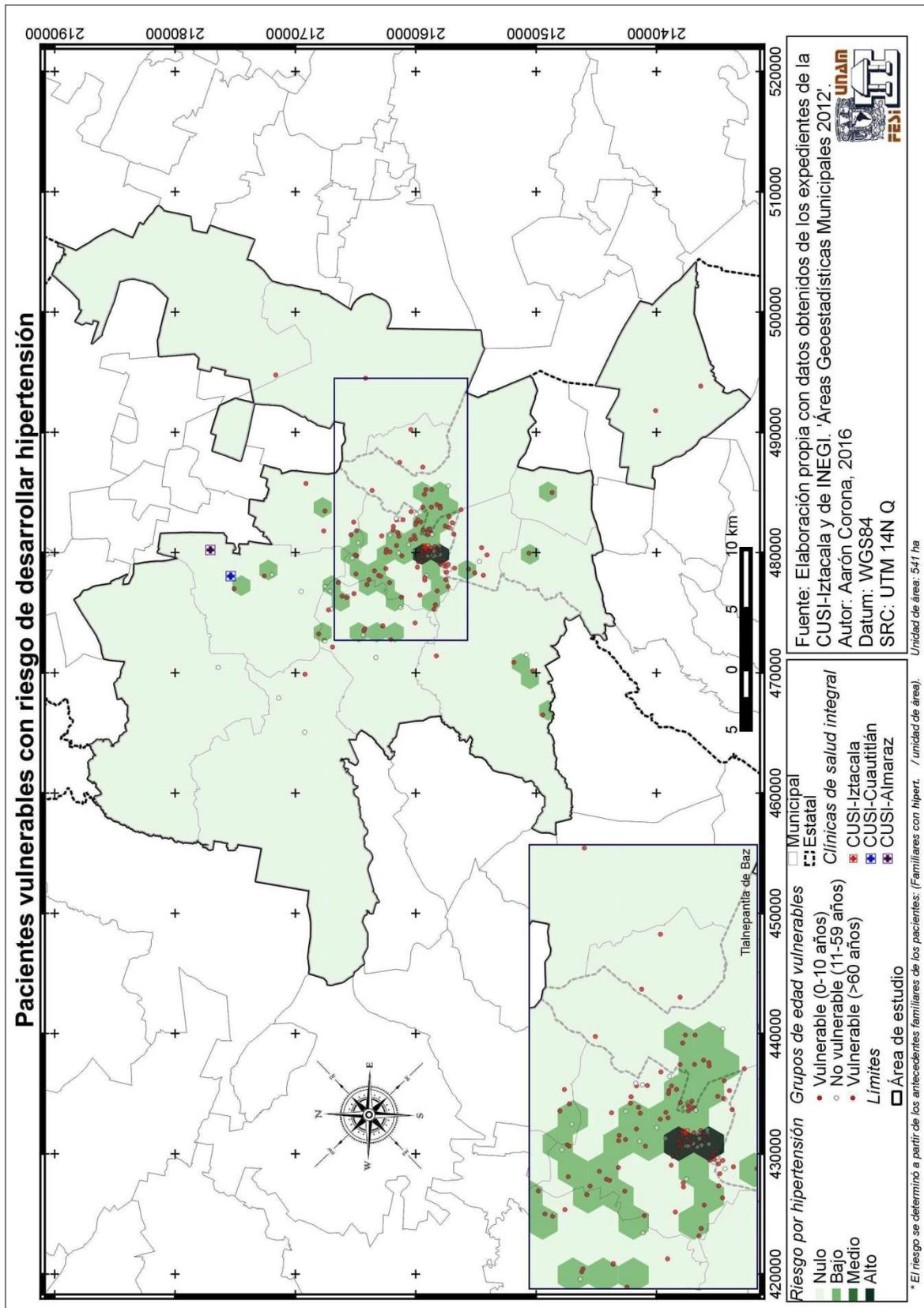


Figura 33 – Usuarios con riesgo de desarrollar hipertensión con base en sus antecedentes familiares.

- Relación espacial entre las enfermedades más representativas en los antecedentes familiares y su grado de marginación

Cabe resaltar que la asociación fue llevada a cabo con los antecedentes familiares y no con las enfermedades que padecen los pacientes debido a que las primeras representan un problema epidemiológico en México. Además, considerar como eventos a las enfermedades identificadas en los antecedentes, permitió realizar los análisis estadísticos espaciales junto con la información de la base de datos formada a partir de los egresos hospitalarios.

Las figuras 34, 35 y 36 muestran la relación espacial identificada por la cartografía bivariada entre el cáncer, la diabetes y la hipertensión con el grado de marginación del área de estudio, respectivamente. Los municipios con mayor grado de marginación son los que presentaron el menor número de pacientes, principalmente porque estos se encuentran alejados de la CUSI Iztacala.

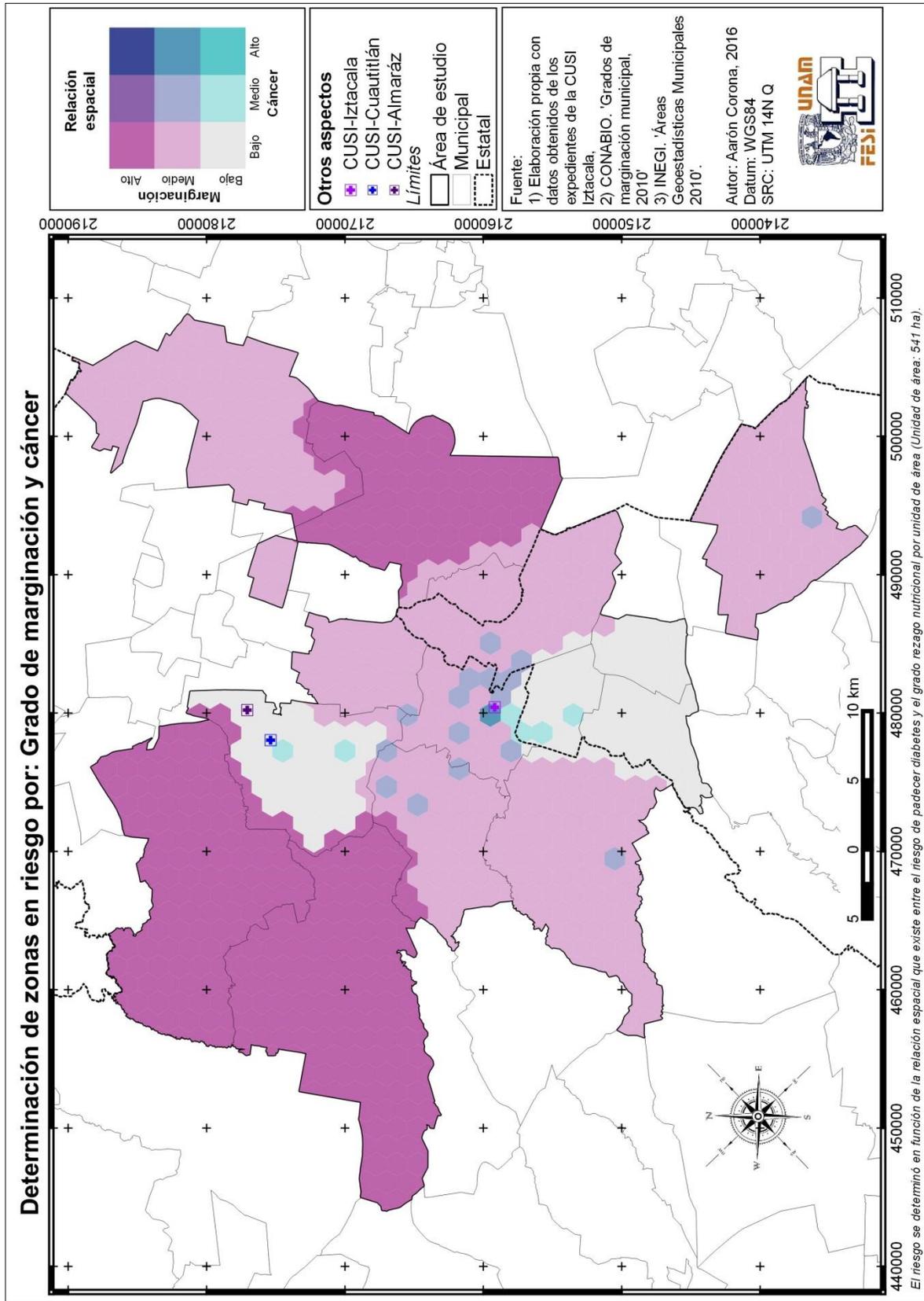


Figura 34 – Relación espacial entre la densidad de eventos de cáncer y el grado de marginación.

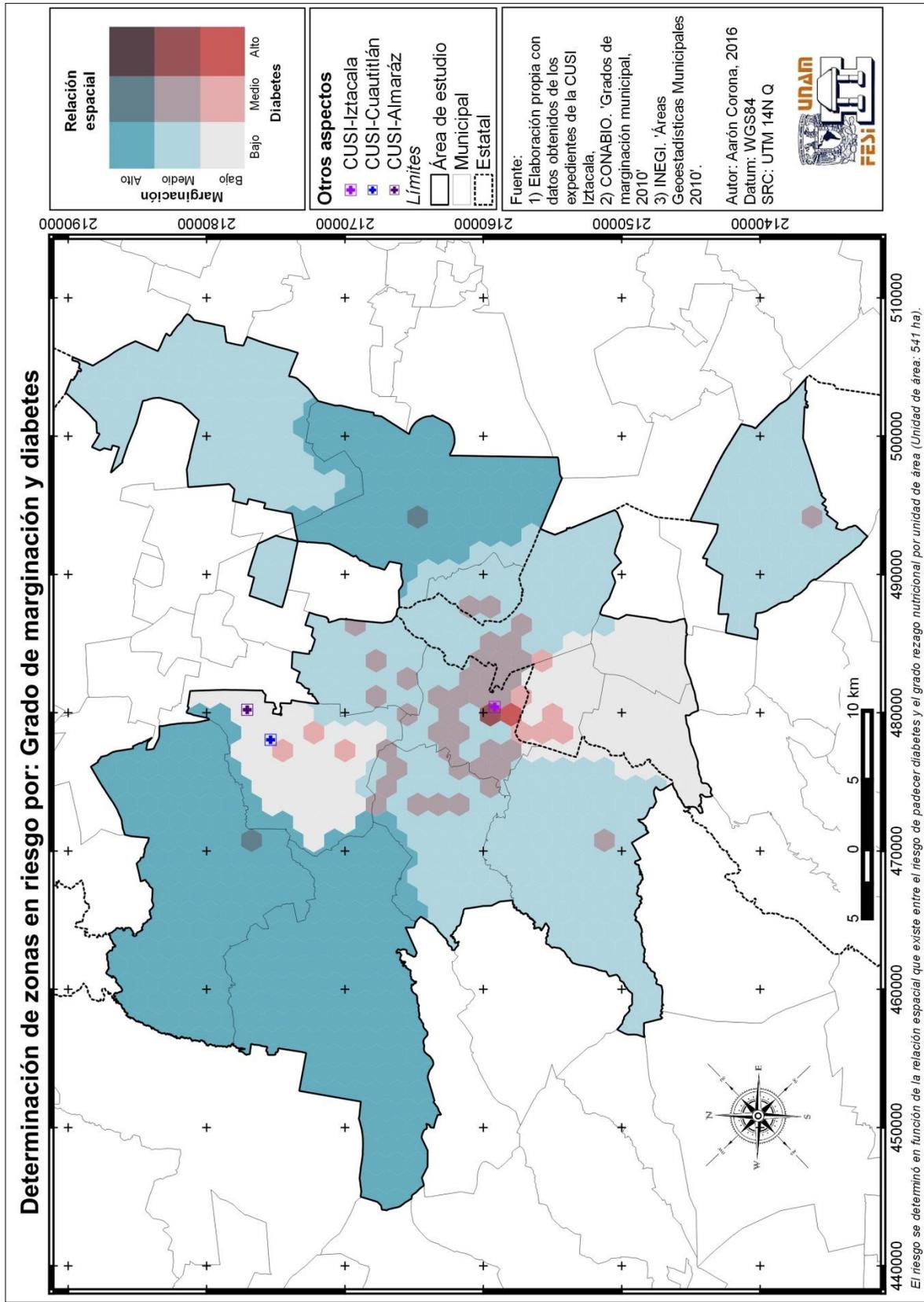


Figura 35 - Relación espacial entre la densidad de eventos de diabetes y el grado de marginación.

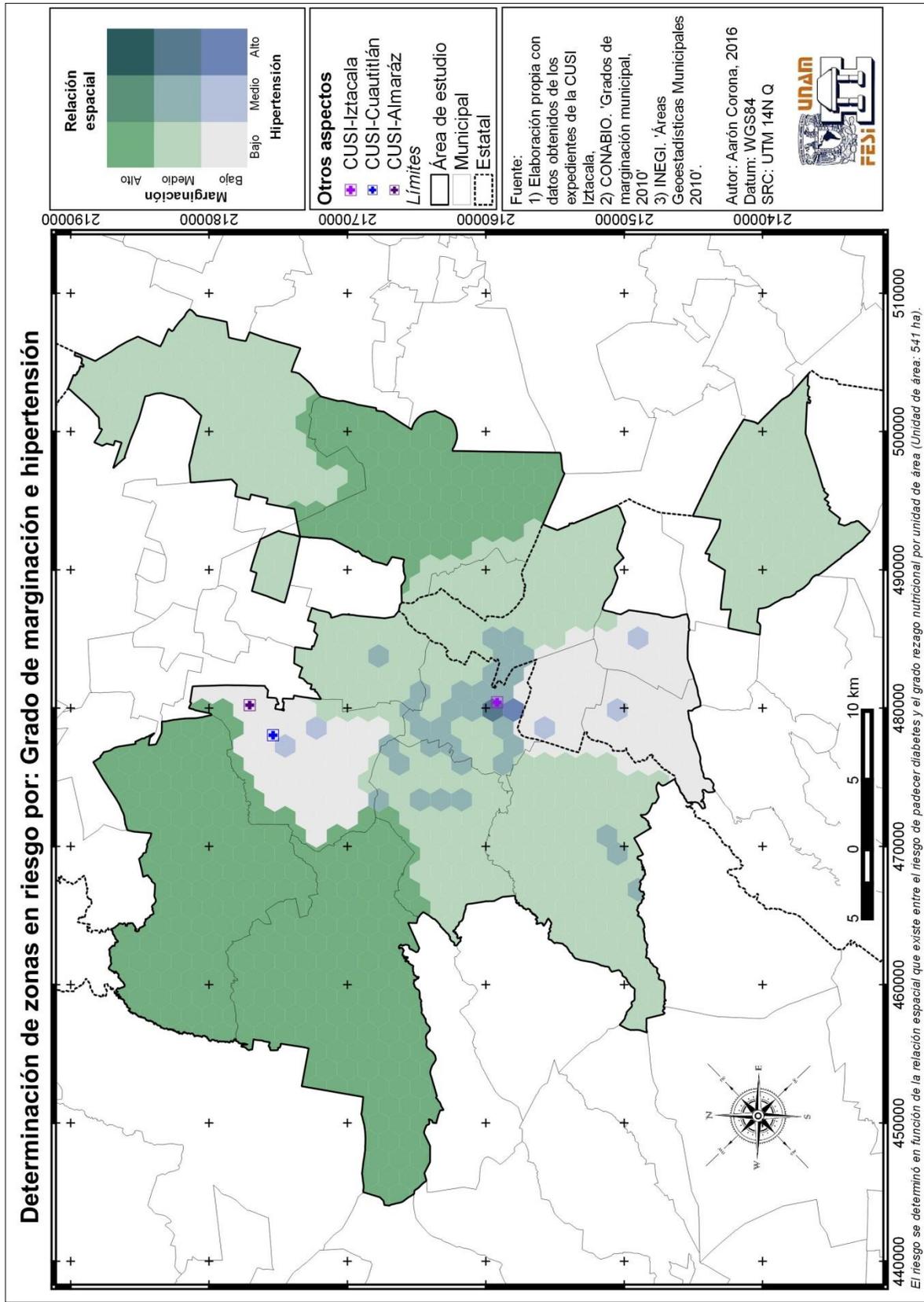


Figura 36 – Relación espacial entre la densidad de eventos de hipertensión y el grado de marginación.

- Análisis de redes

El análisis mostró que a partir de una velocidad promedio de 40 km/hr, el 59% de los pacientes puede acceder a la CUSI Iztacala utilizando las vías principales en un tiempo menor a 15 minutos (Fig. 37), el otro 41% se considera como población con problemas de accesibilidad a este establecimiento de salud.

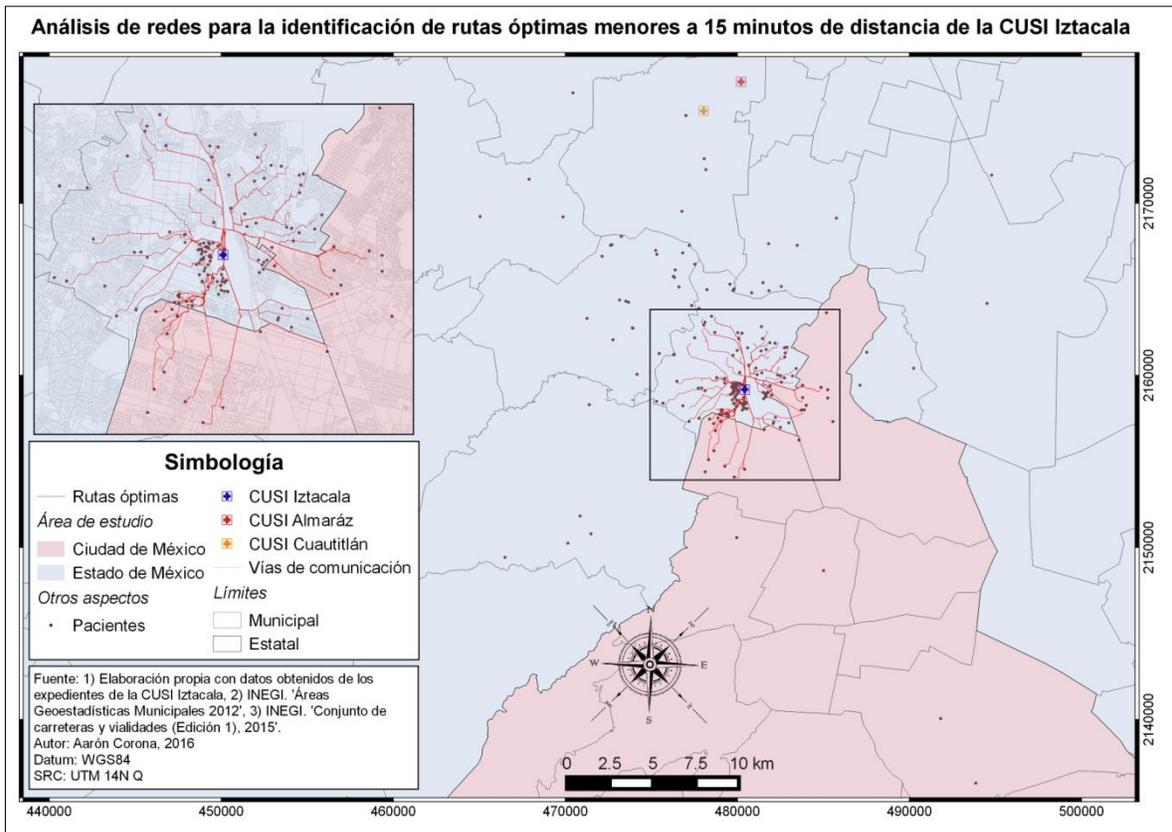


Figura 37 – Análisis de accesibilidad para los usuarios de la CUSI Iztacala.

Los 269 pacientes registrados en la CUSI Iztacala fueron atendidos por 15 médicos diferentes. Con base en esto, se puede decir que el estado de la situación de salud de los usuarios de la CUSI Iztacala es bueno, ya que la OMS establece que un médico perteneciente a un CESSA debe estar disponible para 435 habitantes (OCDE, 2005) y de acuerdo con la SS un médico debe estar disponible para 1,000 habitantes en el caso particular de México. En este sentido, estos 15 médicos podrían, potencialmente, atender alrededor de 6521 personas, lo que equivale al 2.05% de la población no derechohabiente del municipio de Tlalnepantla.

Análisis estadístico espacial (AEE)

Se georreferenciaron 364 registros (pacientes de la CUSI Iztacala + pacientes de egresos hospitalarios) en el municipio de Tlalnepantla de Baz para llevar a cabo el AEE. El número de enfermos para las enfermedades de cáncer, diabetes e hipertensión fue de 43, 202 y 125 respectivamente (Fig. 38).

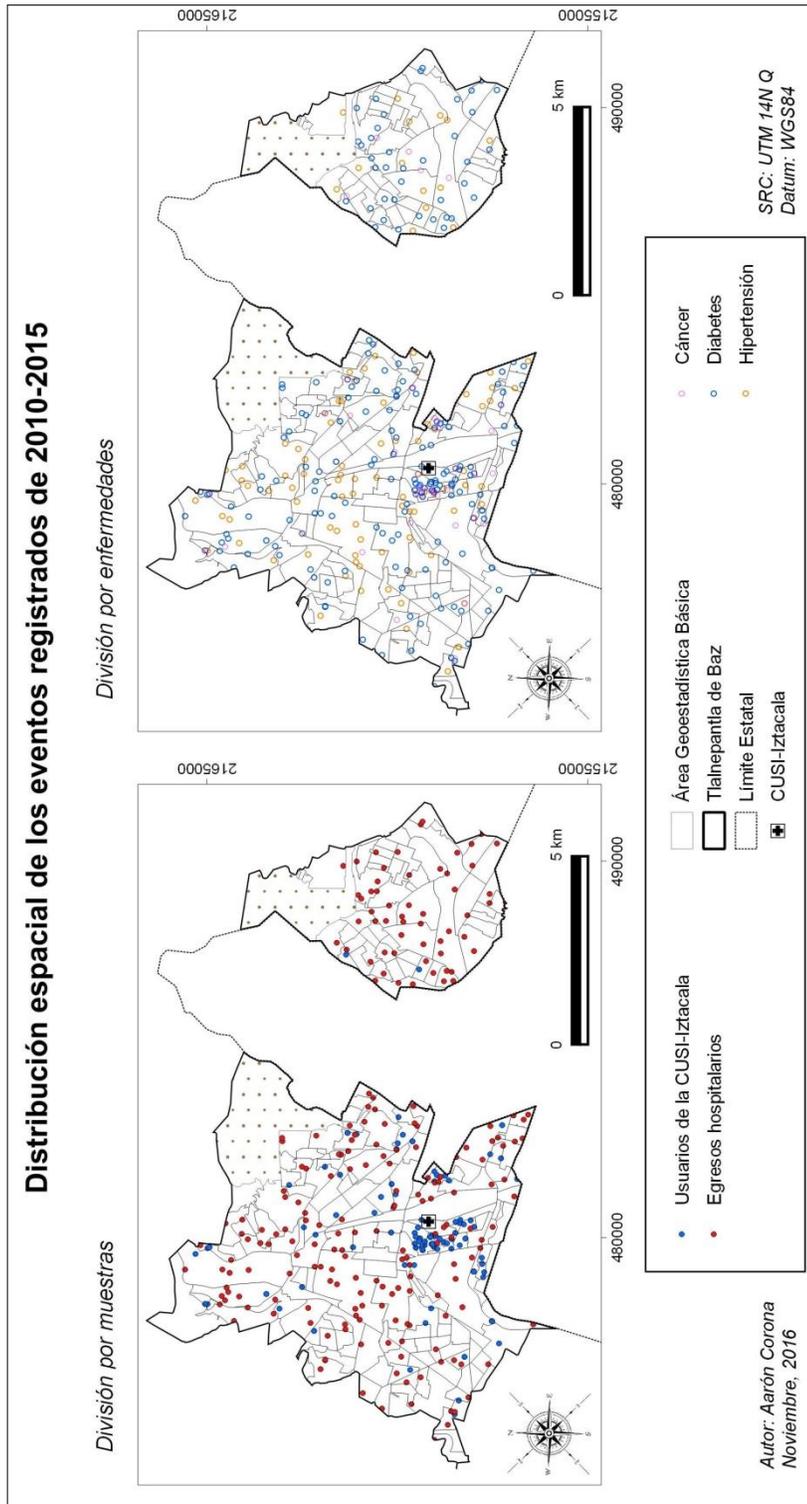


Figura 38 – Distribución espacial de los eventos utilizados en el AEE.

Al ser un AEE de tipo regional se asignaron los eventos a un AGEB (Fig. 39). El mayor número de eventos dentro de un AGEB para cáncer, diabetes e hipertensión fue de 5, 10 y 8 respectivamente.

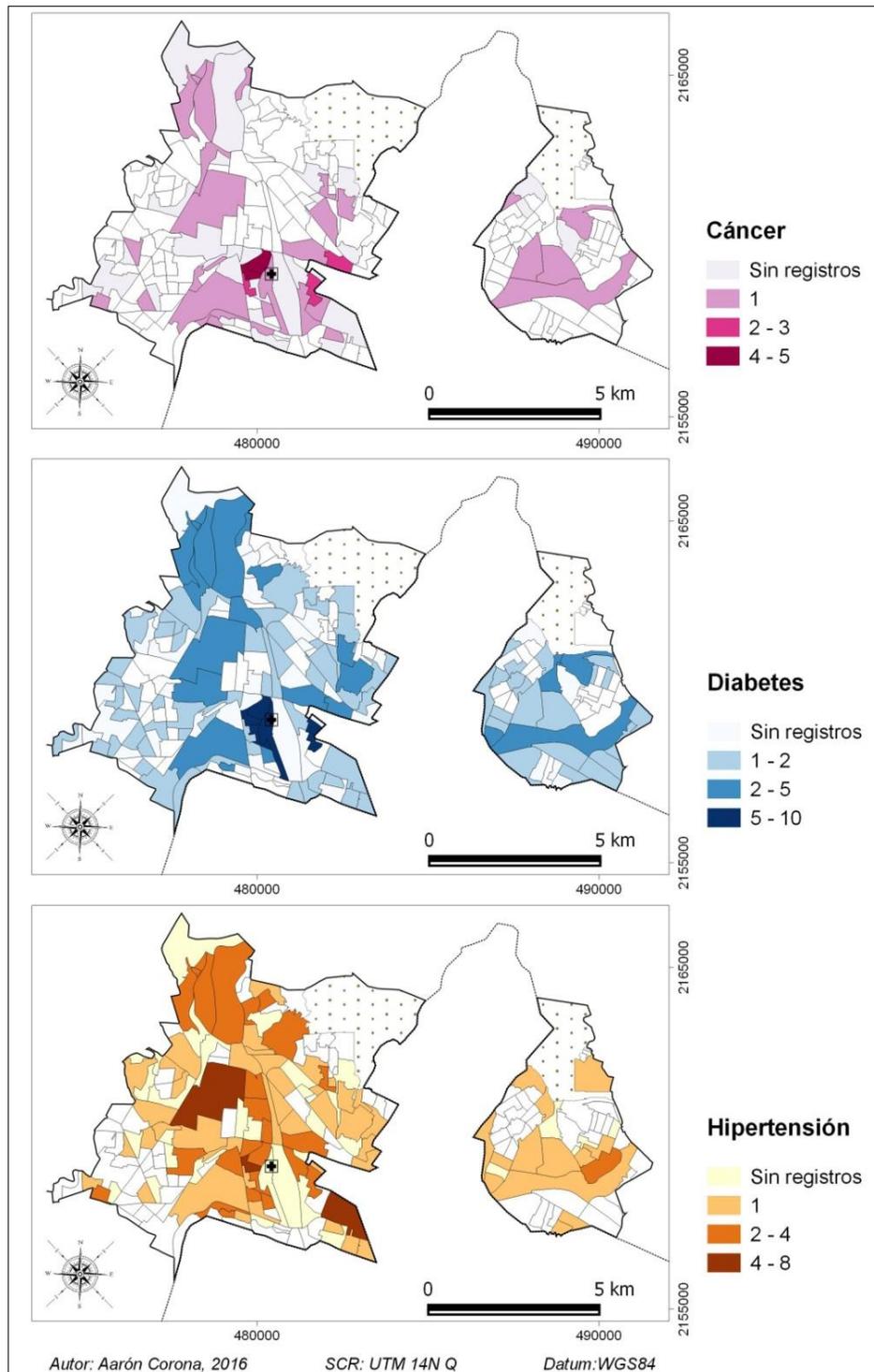


Figura 39 – Asignación de las tres enfermedades más representativas a las AGEB de Tlalnepantla de Baz.

En el cálculo de tasas de incidencia generales por cada 1000 personas se identificó un AGEB que presentó el mayor número de personas en riesgo para las tres enfermedades, la cual mostró tasas de incidencia de cáncer de 3.5, diabetes de 14.1 e hipertensión de 28.2 personas (Fig. 40).

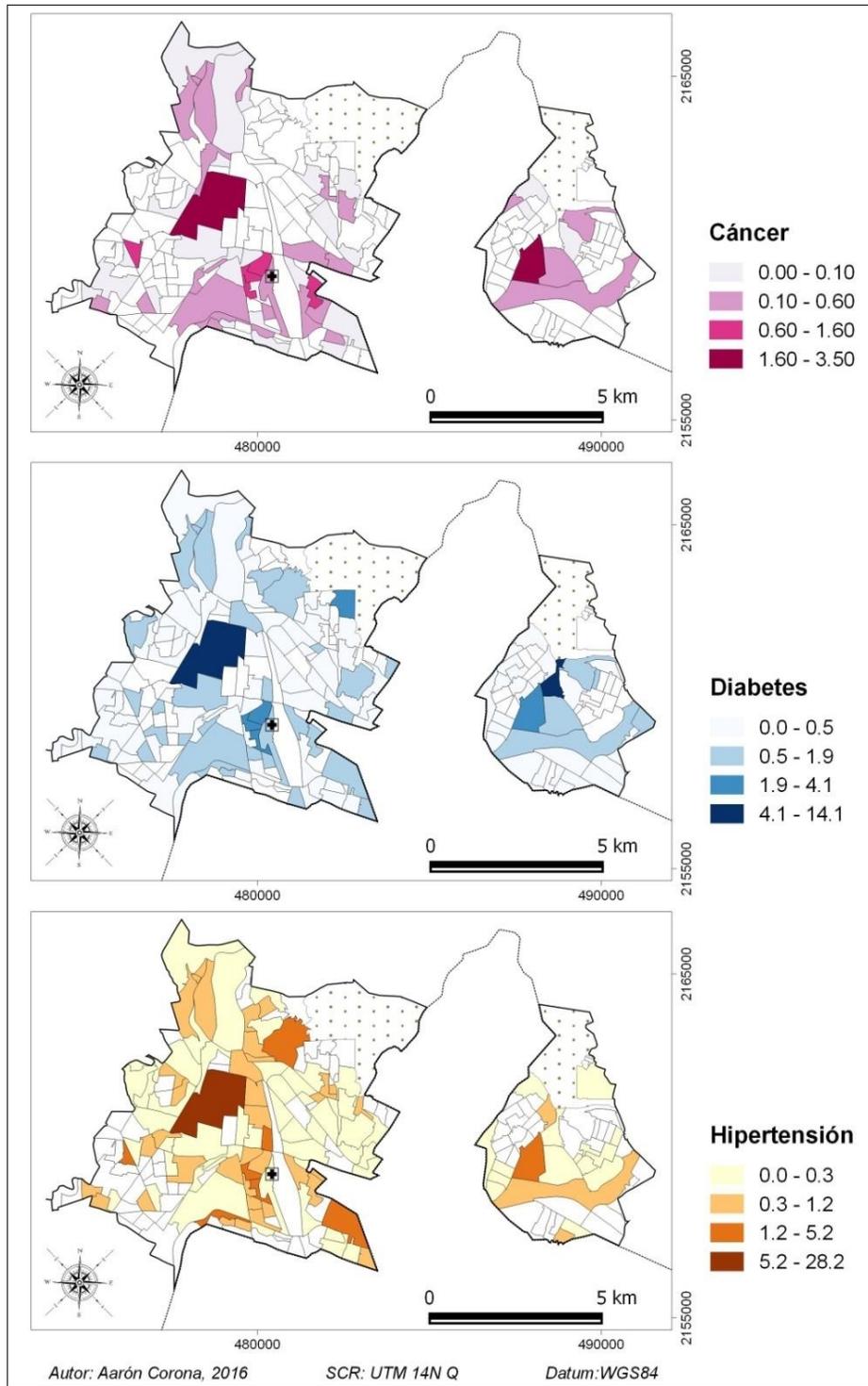


Figura 40 – Tasas de incidencia por cada 1000 personas para las tres enfermedades.

La representación cartográfica de las tasas específicas de incidencia para hombres y mujeres no evidenció diferencias, por lo que no se agregó el mapa a los resultados. Sin embargo, en la figura 41 se presentan los promedios de las tasas específicas de las tres enfermedades por cada 1000 personas. En los tres casos es ligeramente notable que los hombres presentaron una mayor incidencia respecto a las mujeres.

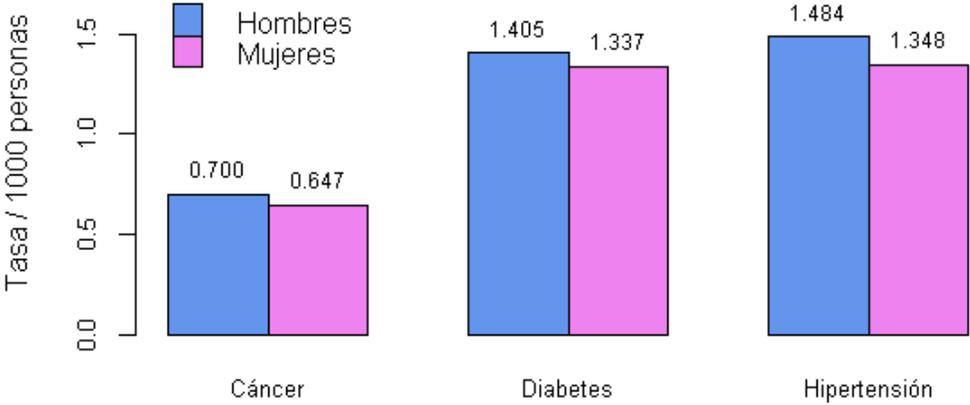


Figura 41 – Promedio de las tasas de incidencia específicas por sexo.

El ancho de la ventana de observación en los análisis de densidad de kernel se determinó por separado para los dos polígonos que conforman Tlalnepantla de Baz. Para el lado oeste (izquierdo) se utilizó un ancho de banda de 428.32 (Fig. 42a) y para el lado este (derecho) de 837.99 (Fig. 42b). En las gráficas se marca con una línea azul el ancho de ventana óptimo para cada polígono.

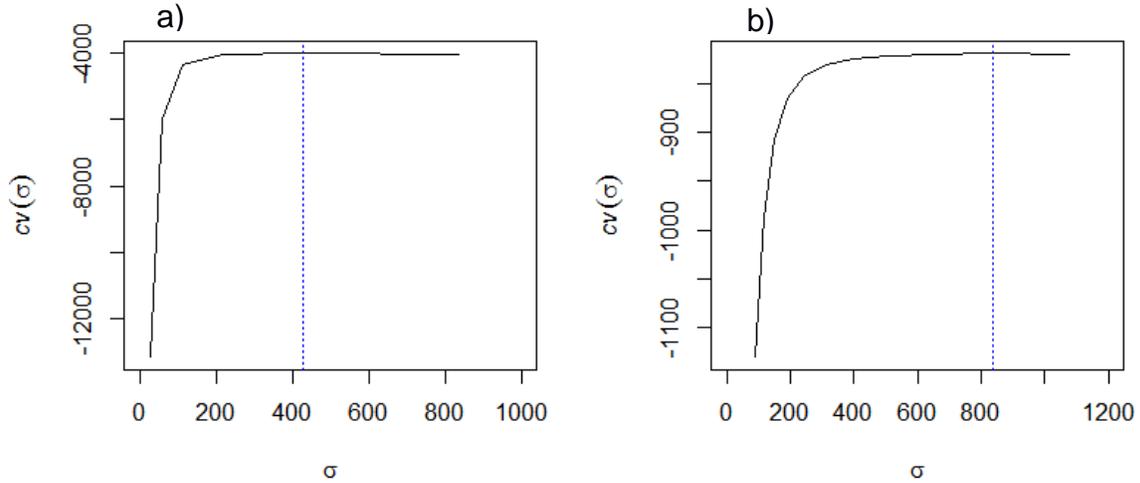


Figura 42 – Estimación del ancho de banda para los polígonos oeste (a) y este (b) de Tlalnepantla de Baz mediante el método de *likelihoodcross-validation*.

La comparación entre los resultados del análisis de densidad de kernel y de conteo de eventos por AGEB resalta grandes diferencias entre los dos métodos de representación cartográfica (Fig. 43). Por una parte, el análisis de kernel suaviza notablemente los datos en los lugares donde hay un agrupamiento de eventos. Además, el análisis de kernel no respeta los límites de las AGEB, por lo que esta representación no es la más óptima para suavizar los eventos en un análisis de tipo regional.

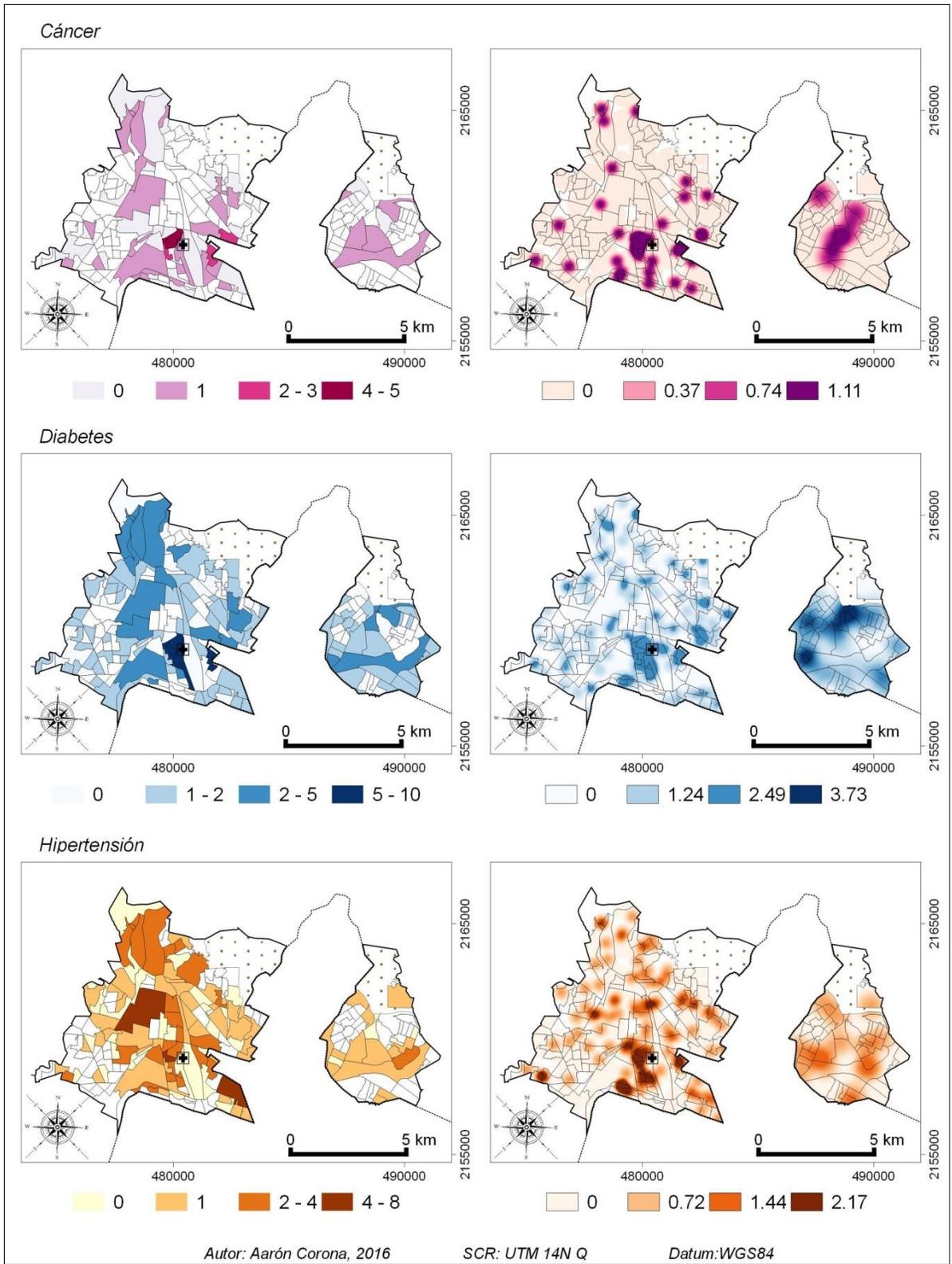


Figura 43 – Comparación entre el conteo de eventos por AGEB (izquierda) y los resultados de la densidad de kernel (derecha).

Para calcular los índices global y local de Moran (I_{global} y I_{local}), se determinaron los vecinos más cercanos de cada AGEB bajo el criterio de que los polígonos que compartieran bordes en común serían los vecinos más cercanos (Fig. 44).

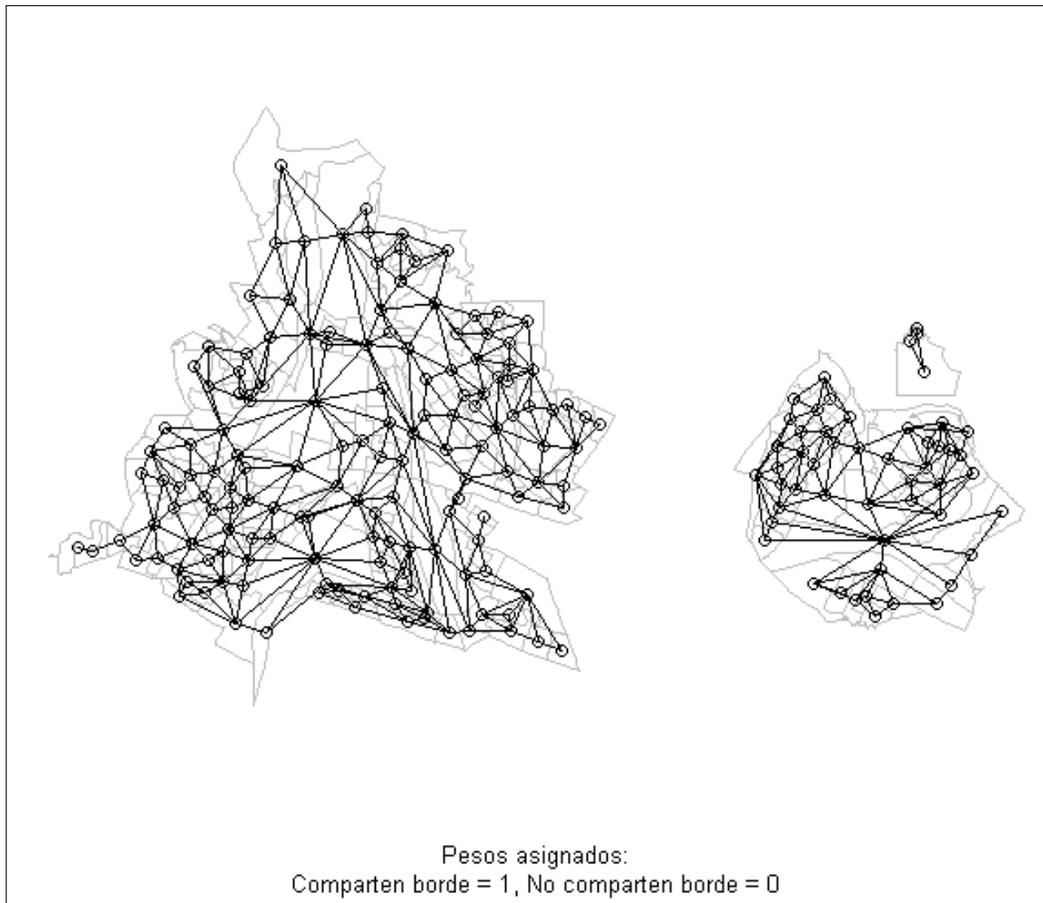


Figura 44 – Vecinos más cercanos de las AGEB de Tlalnepantla de Baz.

Los resultados del cálculo del I_{global} a partir del conteo de eventos y tasas de incidencia por cada 1000 personas se muestran en las tablas 6 y 7, respectivamente. Solamente la diabetes en el polígono oeste de Tlalnepantla de Baz presentó autocorrelación espacial ($P < 0.05$); mientras que el cáncer y la hipertensión no presentaron autocorrelación espacial en ninguno de los dos polígonos

Cuadro 6 – Cálculo del I_{global} a partir del conteo de eventos por AGEB (I (E) se refiere al valor esperado del índice).

	Enfermedad	I	I (E)	Varianza	P
Polígono oeste	Cáncer	0.04051	-0.01960	0.01063	0.279
	Diabetes	0.25521	-0.00925	0.00399	1.424 ⁻⁰⁵
	Hipertensión	-0.07295	-0.01111	0.00448	0.822
Polígono este	Cáncer	-0.06666	-0.14285	0.10959	0.409
	Diabetes	0.09716	-0.03225	0.01436	0.140
	Hipertensión	-0.05839	-0.06250	0.02521	0.489

Cuadro 7 – Cálculo del I_{global} a partir las tasas de incidencia por cada 1000 personas (I (E) se refiere al valor esperado del índice).

	Enfermedad	I	I (E)	Varianza	P
Polígono oeste	Cáncer	-0.05180	-0.02000	0.00820	0.637
	Diabetes	0.04275	-0.00943	0.00185	0.113
	Hipertensión	0.04051	-0.01136	0.00064	0.980
Polígono este	Cáncer	0.04788	-0.14285	0.01725	0.073
	Diabetes	0.06184	-0.03225	0.00357	0.057
	Hipertensión	-0.05246	-0.06250	0.00532	0.445

La comparación entre los valores del I_{global} tanto de conteo de eventos, como de tasas de incidencia, y las simulaciones hechas con la prueba de Monte Carlo (Fig. 45 y 46) confirman que sólo la diabetes es la enfermedad que presentó autocorrelación espacial en el polígono oeste de Tlalnepantla de Baz ($P < 0.05$). En la figura 45b se observa que la proporción de muestras simuladas (por la prueba de Monte Carlo) que obtuvieron un I_{global} mayor al mismo observado en la muestra real es equivalente al 2%, por lo que se rechaza la hipótesis nula para esta enfermedad. Aparentemente para el cáncer e hipertensión, el valor del I_{global} observado (línea roja) difiere del esperado en una muestra sin autocorrelación espacial (línea azul), sin embargo, el P demuestra que no es estadísticamente significativo para rechazar la hipótesis nula.

En la figura 46 se presentan los resultados de la prueba de Monte Carlo para el polígono este, en donde ninguna enfermedad presentó autocorrelación espacial ($P < 0.05$).

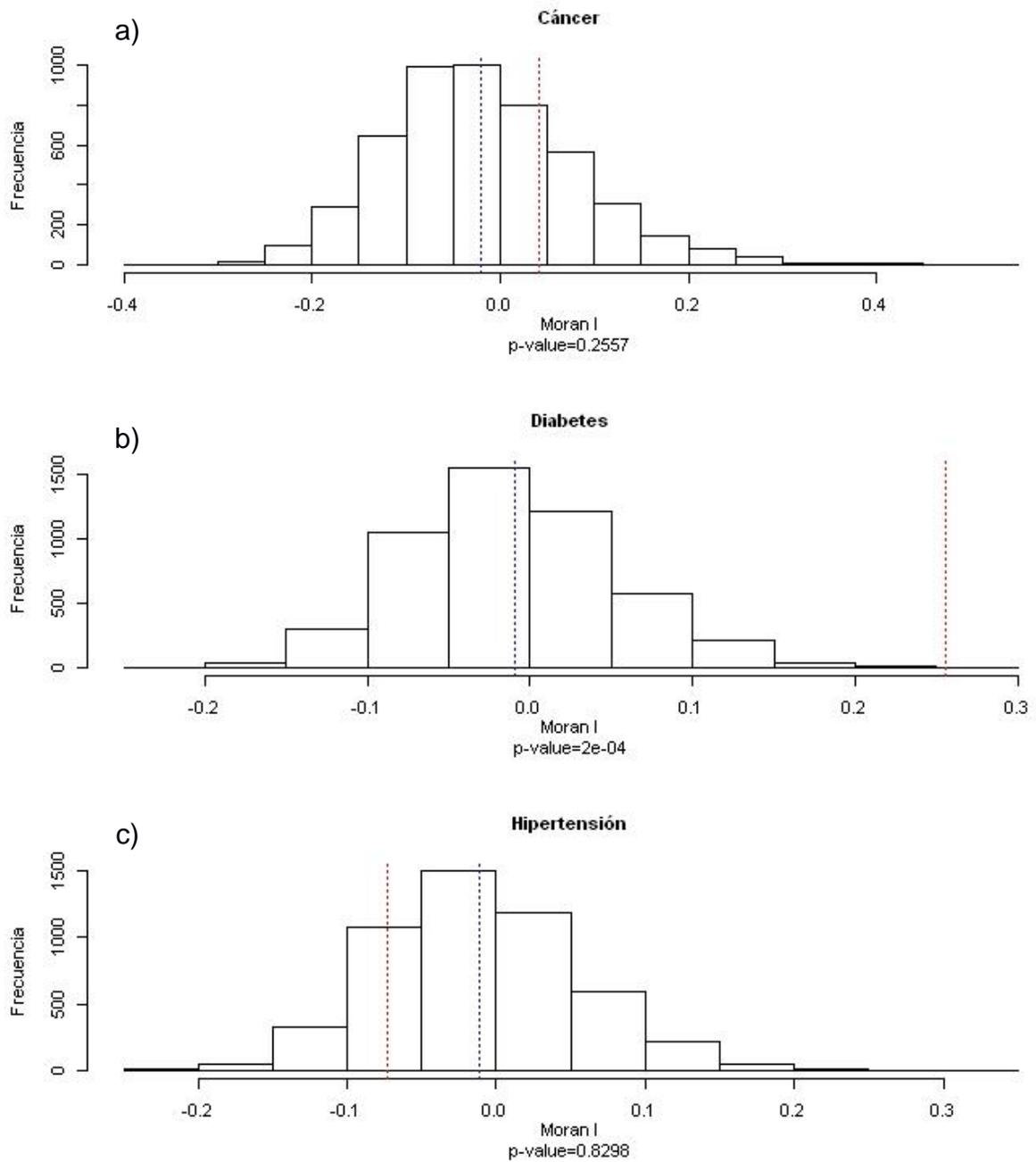


Figura 45 – Pruebas de Monte Carlo implementadas con 5000 iteraciones en el polígono oeste de Tlalnepantla de Baz: a) Cáncer, b) Diabetes y c) Hipertensión. La línea roja representa el valor del I_{global} obtenido en la muestra real y la línea azul indica el valor del mismo esperado en una muestra sin autocorrelación espacial.

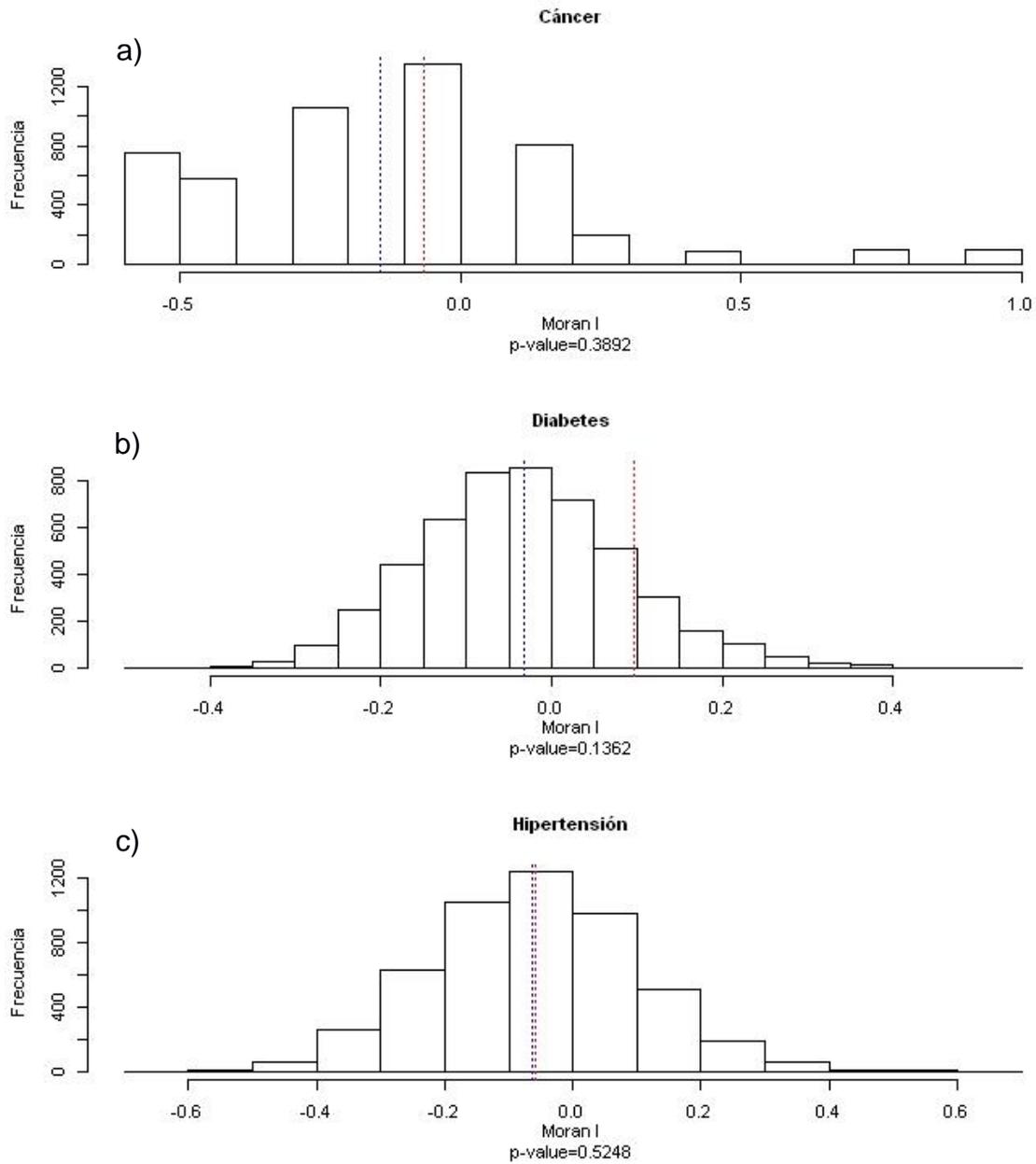


Figura 46 – Pruebas de Monte Carlo implementadas con 5000 iteraciones en el polígono este de Tlalnepantla de Baz: a) Cáncer, b) Diabetes y c) Hipertensión. La línea roja representa el valor de la I global obtenido en la muestra real y la línea azul indica el valor del mismo esperado en una muestra sin autocorrelación espacial.

Con base en los resultados del I_{global} , se determinó que la diabetes presentó autocorrelación espacial en el polígono oeste de Tlalnepantla de Baz (Fig. 45b), por lo que sólo fue calculado el I_{local} ($p > 0.05$) en este polígono y para dicha enfermedad. Los cálculos del I_{local} para cada AGEB (Fig. 47a) sugieren que la mayor parte de las AGEB del polígono oeste de Tlalnepantla de Baz presentaron autocorrelación espacial. Sin embargo, a partir del valor de Z se demostró que la presencia de autocorrelación espacial únicamente en 8 AGEB: en 5 positiva (anaranjado) y en 3 negativa (purpura) (Fig. 47b). Finalmente, a partir del p-value (Fig. 47c) se determinaron los *hotspots*, es decir, los lugares en los cuales debe ser enfocada la atención médica para esta enfermedad.

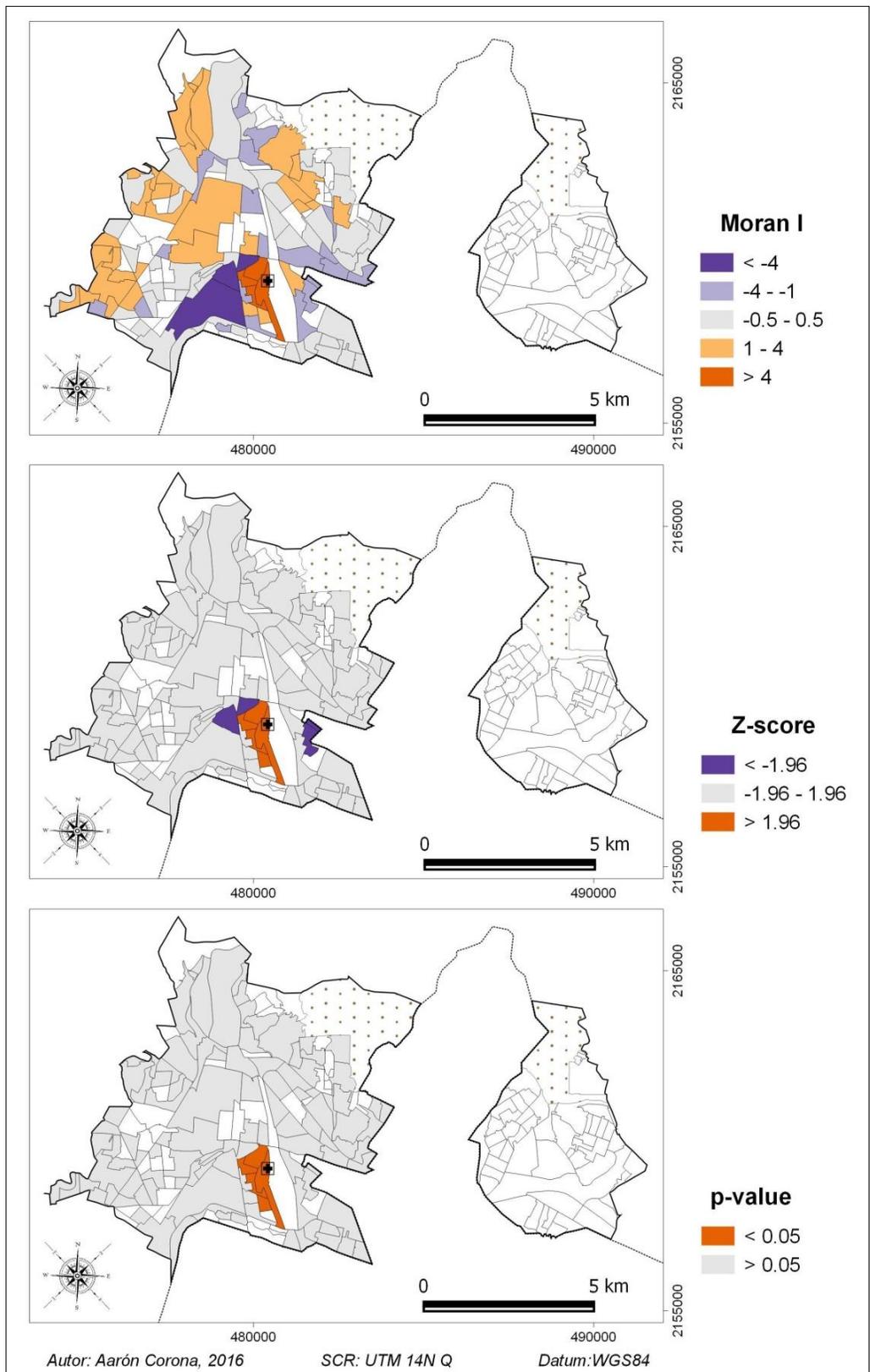


Figura 47 – I_{local} para la enfermedad de diabetes en el polígono oeste de Tlalnepantla de Baz.

Capítulo IV

4.1 Análisis y discusión

Las Funciones Esenciales de la Salud Pública (FESP) describen el espectro de competencias y acciones necesarias por parte de los sistemas de salud para alcanzar el objetivo central de la salud pública, que es el de mejorar la salud de las personas (OPS, 2011). Entre las FESP se encuentra el monitoreo, evaluación y análisis de la situación de salud. Para llevar a cabo esta tarea se deben cumplir ocho objetivos establecidos por la OMS (Múñoz *et al.*, 2000; OPS, 2001, OPS, 2011 & OMS, 2016), de los cuales sólo cuatro fueron cubiertos durante el desarrollo de esta investigación.

La CUSI Iztacala, de acuerdo con los expedientes registrados, influye en 9 municipios pertenecientes al Estado de México y 5 delegaciones de la Ciudad de México (Fig. 25). La mayor densidad de eventos se observa en las zonas cercanas a la clínica (Fig. 43), esto se puede atribuir a que la mayoría de los pacientes vive cerca de la misma. Sin embargo, hubieron algunos casos en los que el paciente acudió desde otros municipios para obtener un servicio de la CUSI Iztacala, como es el caso de los pacientes registrados de la delegación Iztapalapa.

Esto conlleva a generar análisis más específicos para optimizar el uso de los servicios de salud, de tal manera que las personas puedan acceder a estos de manera equitativa desde diferentes puntos de origen, como es el caso de los análisis de redes (Buzai *et al.*, 2015; González-Castañeda, 2013 & Hernández-Avila *et al.*, 2010).

El análisis de redes llevado a cabo en esta investigación se realizó para obtener la ruta más corta en función de la distancia recorrida, asumiendo que todos los usuarios se dirigen a la CUSI Iztacala utilizando automóvil propio (Fig. 37) y demostró que a partir de una velocidad promedio de 40 km/hr, el 59% de los pacientes puede acceder a la CUSI Iztacala utilizando las vías principales en un tiempo menor a 15 minutos. Es decir, más de la mitad de los usuarios registrados tienen accesibilidad óptima hacia este centro de salud, tomando en cuenta que la CUSI Iztacala se clasifica como un Centro de Salud de Servicios Ampliados (CESSA), (SS, 2006). Para el otro 41% de los usuarios, la situación es desfavorable y para contrarrestar esta cuestión, es necesario generar soluciones que hagan más accesibles los servicios brindados por la clínica para todos los usuarios, como ubicar los servicios (temporalmente) en lugares que no estén limitados por algún tipo de barrera geográfica, como en lugares con pendientes pronunciadas o cuerpos de agua (Hernández-Ávila *et al.*, 2010).

Las enfermedades más representativas dentro de los usuarios de la CUSI Iztacala fueron cáncer, diabetes e hipertensión, afectando a un 19%, 42% y 28%, respectivamente (Fig. 31, 32 y 33). El desarrollo de una enfermedad crónico degenerativa (ECD), cómo el cáncer, la diabetes o la hipertensión es resultado de la combinación de múltiples factores ambientales y genéticos (Espinosa-González, 2004; Quirantes-Moreno *et al.*, 2009; Velázquez-Monroy *et al.*, 2003 & Villa *et al.*, 2004). Estas enfermedades representan un problema de salud pública a nivel internacional, ya que en la mayoría de los países desarrollados han igualado e incluso superado la prevalencia de las enfermedades infecciosas (Velázquez-Monroy *et al.*, 2003). Para México, el panorama actual no luce tan diferente, pues en 2013 se reportaron un total de 195, 925 casos nuevos de cáncer de diferentes tipos y la prevalencia va en aumento principalmente en los cánceres de próstata, mama, estómago, colorrectal e hígado (Gómez-Dantés *et al.*, 2016); la diabetes melitus (DM), como causa de mortalidad, aumentó en un 76% durante el periodo 1998-2013 (Manzanares-Rivera, 2017); y la hipertensión en 2015 mostró una prevalencia de 31% en la población total del país (Rosas-Peralta *et al.*, 2016).

El estado de salud de una persona se ve afectado por diferentes factores, como su edad, ocupación, sexo, hábitos alimenticios o grado de estudios, entre otros (Tomintz *et al.*, 2016). El tipo de padecimiento de los usuarios de la CUSI Iztacala mostró una relación significativa con su ocupación ($P < 0.05$), la cual fue del 60% (Cuadro 3). Tomintz *et al.* (2016) reportaron una relación entre estas dos variables del 19%, lo cual denota el valor de incluir la ocupación de las personas como una variable importante a considerar al analizar el estado de salud la población, puesto que se ha reportado que las ECD, incluyendo las enfermedades musculoesqueléticas, cardiovasculares y diversos trastornos pulmonares son provocados, en muchos casos, por el tipo de trabajo que desarrolla un individuo (Robaina y Sevilla, 2003).

Lo importante a resaltar con estos resultados es que la responsabilidad no se limita únicamente a los médicos, quienes son los encargados de diagnosticar y tratar la enfermedad, sino también a las empresas que ocupan los servicios que brindan los individuos, ya que éstas tienen la tarea de fortalecer las condiciones de trabajo de sus empleados, brindándoles así la posibilidad de prevenir enfermedades de distinto índole (Ruiz *et al.*, 2013).

El tipo de alimentación es otro factor que influye en el índice de masa corporal (IMC) de un individuo, y por lo tanto en su estado de salud (Cervera *et al.*, 2013 & MacMillan,

2007). El IMC se considera como un buen indicador para determinar si un paciente se encuentra en riesgo de desarrollar, o padece alguna ECD, principalmente diabetes e hipertensión, puesto que a partir del IMC se diagnostica si un individuo tiene sobrepeso u obesidad (principales factores que aumentan el riesgo de desarrollar alguna ECD) (Burrows, 2000 & Peresmitré y Molina, 1997). La comparación entre las medias del IMC para pacientes enfermos y no enfermos de diabetes e hipertensión (Cuadro 4) demostró que únicamente el IMC de las mujeres con diabetes difiere significativamente.

La influencia de las actividades físicas que realice un individuo sobre su IMC es fundamental para prevenir el desarrollo de una ECD, sin embargo, las mujeres muestran una mejor postura de autocuidado frente al sobrepeso y la obesidad que los hombres (Cruz-Bello *et al.*, 2014), por lo que el resultado de la prueba de *t-Student* es atribuido a la indiferencia de los hombres frente a estos problemas de salud. La regresión logística binaria (Fig. 24) evidenció los valores del IMC que tienen las mujeres con (> 30) y sin (< 25) diabetes, así como los valores en los que el riesgo de padecer o desarrollar diabetes en mujeres aumenta (25 – 30). Se ha reportado que las personas tienen un mayor riesgo de desarrollar diabetes cuando su IMC es mayor a 30 (Rodríguez-Pérez *et al.*, 2010).

Se han definido ciertos indicadores para evaluar la situación de salud como la tasa de mortalidad infantil y el grado de marginación, entre otros (OPS, 2001). De estos factores, el que más destaca es la tasa de mortalidad infantil (Loyola *et al.*, 2002). Sin embargo, ninguna de las tres enfermedades más representativas fueron relacionadas con ésta, ya que éstas enfermedades se desarrollan, la mayoría de veces, en personas adultas como consecuencia de diversos factores, incluyendo los genéticos y los hábitos alimenticios de cada individuo independientemente de su edad (Mejía-Rodríguez *et al.*, 2009 & Velázquez-Monroy *et al.*, 2003).

No obstante, las enfermedades más representativas fueron relacionadas con el grado de marginación (Fig. 34, 35 y 36), debido a que como lo explican De Andrés *et al.* (2002), la marginación es un factor que influye en la vulnerabilidad del estado de salud de las personas, principalmente porque éste indicador determina las oportunidades que tienen de obtener mayores ingresos para llevar una dieta más saludable, y así, prevenir el desarrollo de una ECD. Estos resultados demuestran la importancia de implementar técnicas de asociación espacial de variables en las investigaciones médicas, como la cartografía bivariada, ya que éstas técnicas permiten identificar distribuciones areales

donde existe una mayor concentración de enfermedades en las cuales debe ser enfocada la atención médica (Buzai *et al.*, 2015).

En cuanto a las necesidades de salud de los usuarios de la CUSI Iztacala destacaron tres tipos (Gráfica 1): los padecimientos psiquiátricos (Mapa 12), las revisiones médicas (Mapa 13) y los padecimientos respiratorios (Mapa 14). La mayor densidad de eventos se observa en las zonas cercanas a la CUSI Iztacala, esto puede deberse a que la mayoría de los pacientes vive cerca de la clínica. Sin embargo, hubo algunos casos en los que el paciente acudió desde otros municipios para obtener un servicio de la CUSI Iztacala.

Para el análisis estadístico espacial (AEE) se utilizaron 364 registros de personas que padecen las tres enfermedades más representativas (pacientes de la CUSI Iztacala + pacientes de egresos hospitalarios): 43 con cáncer, 202 con DM y 125 con hipertensión (Fig. 38). Utilizar datos de personas que han sido hospitalizadas optimiza el desarrollo de las investigaciones de epidemiología espacial, puesto que éstos brindan información actualizada sobre las enfermedades que son prioridad para la salud pública, así como el comportamiento de las mismas (Lai *et al.*, 2009).

Debido a que la representación de la distribución espacial de eventos puntuales en el territorio resulta un poco compleja (Pfeiffer *et al.*, 2008 & Lai *et al.*, 2009), los datos fueron asociados a un AGEB y el AEE fue de tipo regional (Fig. 39). El mayor número de eventos dentro de un AGEB para cáncer, diabetes e hipertensión fue de 5, 10 y 8 respectivamente. La representación cartográfica del conteo de enfermedades referidas a un área en estudios regionales evidencia en qué lugares existe una mayor concentración de eventos, siempre y cuando se cuente todos los datos de enfermedades existentes del área de estudio, y normalmente conocer la frecuencia de eventos no resulta muy útil en epidemiología (Henquin, 2013).

Para contrarrestar esta carencia de información, en esta investigación los resultados del AEE fueron expresados en tasas de incidencia referidas a la población, específicamente número de eventos por cada 1000 personas (Fig. 40). Se pudieron observar diferencias a partir de la comparación entre los mapas del conteo por AGEB de enfermedades y las tasas de incidencia (Fig. 39 y 40), ya que encontrar más eventos en un AGEB, no significa que en la misma exista un mayor problema, si no que posiblemente viven más personas ahí, en comparación con otras AGEB, incluso si estas son adyacentes; de ahí, la importancia de referir las enfermedades a la población y no a un área (Krivoruchko, 2011).

Las tasas de incidencia fueron estandarizadas porque de esta manera se pueden realizar comparaciones entre diferentes poblaciones y en diferentes periodos de tiempo (Henquin, 2013). Las tasas de incidencia más altas en un AGEB para cáncer, diabetes e hipertensión fueron 3.5, 14.1 y 28.2, respectivamente. Para el año 2015, en el Estado de México, las tasas de incidencia por cada 1000 habitantes, mostraron una tendencia diferente, en donde la mayor tasa se registró para la DM (3.85), seguida de la hipertensión (3.82) y finalmente el cáncer (0.06), (SSa, 2015). A pesar de esta diferencia, tanto la diabetes, como la hipertensión son las enfermedades que afectan a un número mayor de personas, de hecho, la tendencia de estas enfermedades es preocupante, pues la prevalencia de éstas en la población mexicana es de las más altas a nivel internacional (Campos-Nonato *et al.*, 2013 & SSa, 2013).

Las tasas de incidencia específicas por sexo, no mostraron diferencias en la representación cartográfica al ser comparadas con las tasas por cada 1000 personas, sin embargo, cabe resaltar que los hombres son los que presentaron una mayor tasa respecto a las mujeres para las tres enfermedades (Fig. 41). Por tal razón, el estudio etiológico de las ECD debe ser analizado desde un punto de vista multidisciplinario y utilizando herramientas de diferentes áreas (Ramírez, 2004), por ejemplo, la estadística espacial (Alegret-Rodríguez *et al.*, 2008).

Es importante resaltar que el municipio de Tlalnepantla de Baz está conformado por dos polígonos, divididos por la zona norte de la delegación Gustavo A. Madero (Fig. 9). Por este motivo, el AEE se realizó por separado para ambos polígonos, con el fin de optimizar los resultados. Algunos autores proponen comparar los distintos métodos de representación cartográfica, para identificar las ventajas y desventajas que presentan cada uno de ellos (Krivoruchko, 2011).

El análisis de densidad de kernel demostró que la mayor densidad de eventos de hipertensión y cáncer se concentró alrededor de la FESI Iztacala, no así para la diabetes, puesto que la mayor densidad de personas diabéticas tuvo lugar en el polígono este de Tlalnepantla de Baz (Fig. 43). Esta fue la principal ventaja que se observó en el análisis de densidad de kernel, sin embargo, una desventaja muy grande fue que en su representación cartográfica no respetó los límites de las AGEB, lo cual puede mostrar resultados confusos, ya que, como se mencionó anteriormente las enfermedades se deben referir a la población que habita dentro de un AGEB y no al territorio que comprende la misma.

Por otra parte, el análisis de densidad de kernel permitió identificar más zonas con alta densidad de enfermedades, esto supone una ventaja sobre el conteo de eventos por AGEB, puesto que cuando el número de datos disponibles es bajo y el tamaño de la población a la que se asociada varía, las tasas de incidencia suelen ser muy bajas. En este tipo de casos el análisis de densidad de kernel resulta muy eficiente para analizar el patrón espacial de los eventos observados (Krivoruchko, 2011).

Uno de los principales objetivos de los AEE regionales aplicados en salud es encontrar una respuesta objetiva a cuestiones como por qué razón las enfermedades se agrupan en determinadas zonas formando clústeres, y se dispersan en otras (Pfeiffer *et al.*, 2008 & Krivoruchko, 2011). A pesar de que la utilidad de la detección de clústeres de enfermedades ha sido muy debatida, es bien sabido que para la salud pública estos análisis significan una potencial herramienta (Jacquez y Aldstadt, 2016). Por tal razón, en este trabajo se aplicaron dos tipos de análisis de identificación de clústeres: el índice global (I_{global}) y el índice local (I_{local}) de Moran; y fueron implementados con los datos del conteo de enfermedades por AGEB y las tasas de incidencia. Ya que la identificación de clústeres se realizó a nivel de AGEB, las relaciones espaciales existentes entre las mismas (pesos) se determinaron por el método de polígonos adyacentes (Fig. 44), (Krivoruchko, 2011). Normalmente, el I_{global} se utiliza para indagar si las enfermedades presentan autocorrelación espacial, es decir, si los eventos están ó no agrupados en ciertas zonas.

Sin embargo, el I_{global} no permite identificar en dónde se encuentran dichas zonas (Krivoruchko, 2011 & Rogerson y Jacquez, 2016). El I_{global} demostró que solamente la diabetes en el polígono oeste de Tlalnepantla de Baz presentó autocorrelación espacial; mientras que el cáncer y la hipertensión no presentaron autocorrelación espacial en ninguno de los dos polígonos (Cuadros 6 y 7). El I_{global} para la diabetes fue de 0.25521, lo cual indica que la autocorrelación espacial es positiva, es decir, las personas con diabetes se encuentran agrupadas.

De acuerdo con la prueba de Monte Carlo (Fig. 45 y 46), la proporción de muestras simuladas (5000) que obtuvieron un I_{global} mayor al mismo observado en la muestra real es equivalente al 2%, por lo que se rechazó la hipótesis nula para la diabetes. Aparentemente, para el cáncer e hipertensión, el valor del I_{global} observado fue muy diferente del valor esperado en una muestra sin autocorrelación espacial, sin embargo, el

P-value demostró que no fue estadísticamente significativo para rechazar la hipótesis nula. Estos resultados confirman lo reportado por Krivoruchko (2011), quien propone comparar los resultados observados del *I global* con los resultados del mismo proceso obtenidos por medio de la prueba de Monte Carlo, con el fin de identificar las diferencias entre el fenómeno real observado y una simulación del mismo generado bajo el supuesto de aleatoriedad espacial. Green *et al.* (2003) reportaron que el agrupamiento de eventos de diabetes se rige bajo un proceso espacial no aleatorio y que se observa cuando los datos son asociados condiciones socioeconómicas deficientes, mostrando una autocorrelación espacial positiva.

El *I local* sólo fue calculado para la diabetes (Fig. 47a) y la representación cartográfica de éste sugiere que la mayor parte de las AGEB del polígono oeste de Tlalnepantla de Baz presentaron autocorrelación espacial. Sin embargo, a partir del valor de Z se demostró la presencia de autocorrelación espacial únicamente en 8 AGEB: en 5 positiva y en 3 negativa (Fig. 47b). Finalmente, a partir del *P-value* (Fig. 47c) se determinaron los *hotspots*, es decir, los lugares en los cuales debe ser enfocada la atención médica para esta enfermedad. Generar información sobre el comportamiento de una enfermedad a escalas grandes (mayores a 1:20000), con análisis locales como el *I local*, permite optimizar la localización de los nuevos servicios médicos, o la reubicación de los ya existentes (Jacquez & Aldstadt, 2016). De acuerdo con los resultados del *I local* es recomendable implementar programas de salud enfocados hacia personas con ECD, principalmente diabetes. Sin embargo, para fortalecer estos resultados se deben realizar más investigaciones aumentando el número de registros tanto de la CUSI Iztacala como a nivel municipal. Con base en los resultados de esta investigación es posible concluir que el estado de salud de los usuarios de la CUSI Iztacala es bueno, de acuerdo con los indicadores propuestos por la Secretaría de Salud.

4.2 Conclusiones

- Por los servicios que brinda, la CUSI Iztacala se clasifica como un Centro de Salud de Servicios Ampliados.
- De acuerdo con los expedientes registrados, la CUSI Iztacala influye en 9 municipios pertenecientes al Estado de México y 5 delegaciones de la Ciudad de México.
- El 59% de los pacientes puede acceder a la CUSI Iztacala utilizando las vías principales en un tiempo menor a 15 minutos, a partir de una velocidad promedio de 40 km/hr.
- Las enfermedades más representativas dentro de los usuarios de la CUSI Iztacala fueron cáncer, diabetes e hipertensión, afectando a un 19%, 42% y 28%, respectivamente.
- El tipo de padecimiento mostró una correlación positiva con la ocupación del paciente de la CUSI Iztacala.
- El IMC es un buen indicador para diagnosticar la presencia de diabetes en las mujeres.
- El riesgo de padecer o desarrollar diabetes en mujeres aumenta si su IMC presenta valores entre 25 y 30.
- Las tasas de incidencia generales más altas en un AGEB para cáncer, diabetes e hipertensión fueron 3.5, 14.1 y 28.2, respectivamente.
- Las tasas de incidencia específicas por sexo, no mostraron diferencias en la representación cartográfica al ser comparadas con las tasas por cada 1000 personas, sin embargo los hombres presentaron una mayor tasa respecto a las mujeres para las tres enfermedades.
- El análisis de densidad de kernel permitió identificar más zonas con alta densidad de eventos que el conteo de enfermedades por AGEB, sin embargo, la representación cartográfica de este análisis no es la óptima para simbolizar enfermedades.
- Para identificar clústeres de enfermedades es importante realizar análisis a nivel global y local.
- El I_{global} demostró que la diabetes, en el polígono oeste de Tlalnepantla de Baz, presentó autocorrelación espacial positiva, con un valor de 0.26; mientras que el

cáncer y la hipertensión no presentaron autocorrelación espacial en ninguno de los dos polígonos.

- Comparar los resultados del I_{global} con los resultados de una prueba de Monte Carlo que simula el mismo proceso, es una forma eficiente de demostrar el grado de autocorrelación espacial cuantitativamente.
- Los análisis de autocorrelación espacial a nivel local permiten identificar las zonas prioritarias en las cuales debe ser enfocada la atención y los servicios médicos.
- La situación de salud de los usuarios de CUSI Iztacala es bueno de acuerdo con lo establecido por la Secretaria de Salud.
- Para fortalecer estos resultados de esta investigación se deben realizar más investigaciones aumentando el número de registros tanto de la CUSI Iztacala como a nivel municipal.

Anexo

5.1 Contexto histórico y actual del sector salud en México

El Sistema Mexicano de Salud

El sistema de salud en México tiene una historia de casi 75 años. Fue en 1943 cuando se fundó la Secretaría de Salubridad y Asistencia (hoy SSa), el IMSS y el Hospital Infantil de México. La primera generación de reformas en salud surgió gracias a la fundación del Instituto Nacional de Cardiología (1944); el Hospital de Enfermedades de la Nutrición (1946); el Instituto Nacional de Cancerología (1950); el ISSSTE (1960); y el Instituto Nacional de Neurología (1964), y buscaba responder a las demandas del desarrollo industrial mediante el cuidado de la población obrera, la cual tenía derechohabiencia. Por su parte, la SSa se encargaba de atender la salud de la población rural y urbana no derechohabiente.

Pese a que los resultados obtenidos con ese modelo de atención a la salud eran positivos, el crecimiento de la población en el país provocó que este modelo llegara a sus límites. Para finales de los años sesenta, el costo de los servicios médicos se incrementó como resultado del aumento en la demanda de atención, por lo que el sistema seguía sin dar cabida a un gran número de familias de escasos recursos.

La segunda generación de reformas en salud surgió en los setentas, la cual pretendía crear un sistema nacional de salud. En 1979 se creó el programa IMSS-COPLAMAR (hoy IMSS-Oportunidades), dirigido a la población en el campo. Con el objetivo de constituir una adecuada integración de los servicios, en 1983 emergieron nuevas iniciativas, como la promulgación de la Ley General de Salud. Con esto, se comenzó la descentralización de los servicios de salud dirigidos a la población no asegurada y un proceso de modernización administrativa de la SSa (SSa, 2000).

La SSa debe reconocer que los servicios médicos que brindan sus instituciones han sido rebasados por las demandas de la población. Por lo tanto, esta debe adaptarse a las transformaciones del país y dar impulso una nueva generación de reformas que reemplace el viejo modelo vertical y segmentado. Entre las soluciones que plantea la SSa se encuentran: elevar la calidad de vida de los mexicanos, lo cual repercutirá en una mejor alimentación, mejorar la educación de los mexicanos y sus condiciones de vivienda.

Pese a las buenas intenciones de la SSa por brindar la atención adecuada y equitativa para todos los mexicanos, la situación actual del país reprime casi por completo los

esfuerzos de este organismo gubernamental. De hecho, esta situación empeora año con año y las razones se reflejan de forma muy evidente en la población. Por ejemplo, la esperanza de vida en México (75 años) es similar a la de los países más desarrollados (Frenk *et al.*, 2007). Esto implica un nuevo reto para las autoridades encargadas de asegurar el buen estado de salud de la población, ya que el número de personas de la tercera edad aumenta, y con ello la demanda de servicios de salud es aún mayor. Las reformas en salud estaban diseñadas para cubrir a un determinado número de mexicanos, por lo que el aumento de la esperanza de vida ha propiciado que se vuelva insostenible el funcionamiento del sistema de salud en México. Por otra parte, el hecho de que aumente la población en el país genera una mayor desigualdad en la distribución de los recursos, incluyendo los médicos. Esta desigualdad es más notable en los grupos más vulnerables: adultos mayores, indígenas y migrantes (Juárez-Ramírez *et al.*, 2014), debido a los problemas y desventajas específicos que enfrentan para resolver sus cuestiones de salud.

Actualmente, se implementó el Sistema Universal de Salud en México, el cual permite que una persona pueda ser atendida en hospitales del IMSS, ISSSTE y secretarías de Salud federal y estatales, sin importar a cuál de estas dependencias se encuentre afiliada. Sin embargo, no ha dado buenos resultados desde su puesta en marcha. Una de las razones del fracaso del sistema es la excesiva divulgación de incorporación de personas no aseguradas al IMSS y al Seguro popular. De acuerdo con una publicación del periódico La Jornada en Junio de 2016, la implementación de este sistema universal podría ser una estrategia gubernamental para reducir los índices de pobreza en el país mediante el uso del “ilusionismo de los números”. Es decir, “según expertos en la medición multidimensional de la pobreza, es muy probable que el objetivo sea mejorar los componentes de salud y de seguridad social bajando las carencias en salud en la encuesta que se levantará en el segundo semestre de 2016”. Esta modificación generaría que el número de personas sin seguridad social sea de ocho millones o el 7% de la población. Este ilusionismo de los números tiene poca relación con el acceso oportuno a los servicios médicos. Al contrario, la incorporación masiva de usuarios al sector salud sobrecargaría todavía más los servicios públicos y no significaría más recursos para responder a la nueva demanda (La Jornada, 2016).

Hay mucho aún por resolver en esta materia, sin embargo, estas evidencias brindan una pauta para el desarrollo de investigaciones científicas que generen estrategias nuevas para fortalecer el actual sistema de salud en el país.

El Sistema Mexicano de Salud y su relación con la población

México no es un país ejemplar a nivel internacional. Es más bien, una nación en la que las autoridades disfrazan la realidad y la revisten con falacias, las cuales son mostradas al mundo como la verdadera cara del país. Incluso, estas últimas son mostradas y presentadas a los mexicanos en forma de reformas estructurales las cuales, de acuerdo con el Presidente de México Enrique Peña Nieto, “son el camino para mantener una ruta de desarrollo, sustentabilidad y crecimiento que depare condiciones de bienestar a la población” (El Economista, 2016b).

En México, existen una serie de reformas de distinto índole y con diferentes fines, incluyendo algunas enfocadas específicamente al sector salud. Pero, ¿Por qué es importante hablar de las reformas estructurales del sistema de salud mexicano? La pauta para brindar una respuesta a esta cuestión podría estar inmersa en las primeras líneas del párrafo anterior. Es decir, en México nada es lo que aparenta ser. Una investigación llevada a cabo por Uribe y Abrantes (2013) indica que desde la década de los ochenta comenzó un proceso de reformas al sistema de salud mexicano con el fin de promover cambios estructurales en el sector mediante una mayor presencia del sector privado. Estas reformas han sido propuestas por un grupo de actores tecno-burocráticos que han concentrado recursos de poder cruciales para modificar las reglas institucionales y que tales cambios se han llevado a cabo sin consultar ampliamente a los diversos sectores interesados: gobiernos estatales, proveedores de servicios y usuarios.

Con base en lo anterior surge una nueva cuestión: si las reformas no han cumplido con la tarea de brindar igualdad en salud para todos los mexicanos, ¿Por qué han sido aprobadas? Aquí es donde entra en juego la población. El hecho de que las reformas, y otras cuestiones de índole político, hayan entrado en vigor en el país a lo largo de estas décadas se debe en gran parte a la apatía social de los mexicanos frente las decisiones que son tomadas por los tres poderes de la nación: ejecutivo, legislativo y federal. Entrando en materia, la población en México debe estar preparada para las adversidades que se avecinan por las malas decisiones tomadas por nuestros representantes. Es decir, sí hemos sido participes de que la situación se haya tornado de esta manera, pero en

nuestras manos está también la iniciativa de modificar esta realidad. Los antecedentes demuestran que la apatía social representa un problema grave, y que, para contrarrestar la situación desfavorable en materia de salud los mexicanos debemos ser partícipes de las decisiones tomadas por el gobierno sobre la modificación del sistema de salud actual.

La población y su relación con la ciencia

La ciencia constituye uno de los pilares principales que mantienen la economía y un progreso próspero de los países más desarrollados como Estados Unidos, China, Alemania, Reino Unido y Japón (Scientific American, 2012). En esta lista, México ocupa el lugar 29, sin embargo, comparado con los países que encabezan la lista, México cuenta con un presupuesto muy deficiente destinado para la ciencia (Fig. 48).

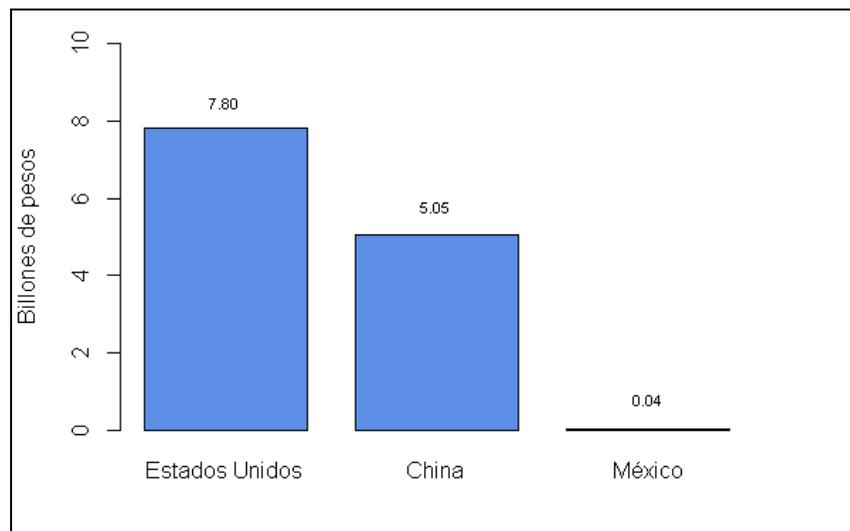


Figura 48 – Comparación del presupuesto destinado para la ciencia en México respecto a los países más desarrollados.

El presupuesto neto destinado para la ciencia en 2014 fue de 41,891 millones 129 mil pesos, del cual el 78.32% fue destinado para la cobertura de sueldos y prestaciones sociales (La Jornada, 2014), mientras que en Estados Unidos se destinan 397,000 millones de dólares y en Japón 257,000 millones de dólares (El Economista, 2014). Estas cifras son preocupantes, ya que la ciencia supone un estado de bienestar y progreso para la población de un país. Posiblemente, para un gran número de mexicanos, el presupuesto destinado para la ciencia sea un tema que no repercute directamente en su calidad de vida, y otros más pensarán que es dinero desperdiciado que podría invertirse en cosas diferentes. Para confirmar esta hipótesis existen instrumentos que permiten

evaluar la postura de la sociedad frente a la ciencia y los avances tecnológicos, como la Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT) elaborada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y llevada a cabo por última vez en el año 2013 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2013). Los resultados son abrumadores y demuestran el por qué la ciencia en el país no es reconocida como debería serlo.

El encabezado de una publicación de La Jornada (2013) dice: “Mexicanos confían más en la fe, la magia y la suerte que en la ciencia: encuesta”, y sintetiza los principales resultados de la encuesta. La mitad de los ciudadanos asevera que debido a sus conocimientos los investigadores son “peligrosos” y afirma que el desarrollo científico genera una vida “artificial y deshumanizada”. Los resultados indican que 72.59% de los encuestados confía demasiado en la fe y muy poco en la ciencia y 72.24% reconoce la acupuntura, la quiropráctica, la homeopatía y las *limpias* como el tratamiento efectivo de algunas enfermedades no reconocidas por la ciencia.

Casi 30% cree que existen los números de la suerte, 33.53% asegura que los OVNIS reportados son vehículos espaciales de otras civilizaciones y 40% afirma que algunas personas poseen poderes psíquicos (INEGI, 2013 & La Jornada, 2013). Estos datos pueden resultar hasta cierto punto un motivo de burla, sin embargo, es necesario recordar que “lo correcto” es relativo a la percepción de cada persona, y en lugar de burlarnos de nuestros patriotas, deberíamos preocuparnos ya que también formamos parte del problema. Los principales datos relacionados con los avances científicos están sintetizados en la figura 49, y no es necesario ahondar en ellos, pues el objetivo del presente trabajo no se enfoca en este tema. Sin embargo, hablar de esta situación nos brinda la pauta para comprender las causas que llevaron a la consolidación del deficiente sistema de salud que opera en la actualidad en nuestro país.

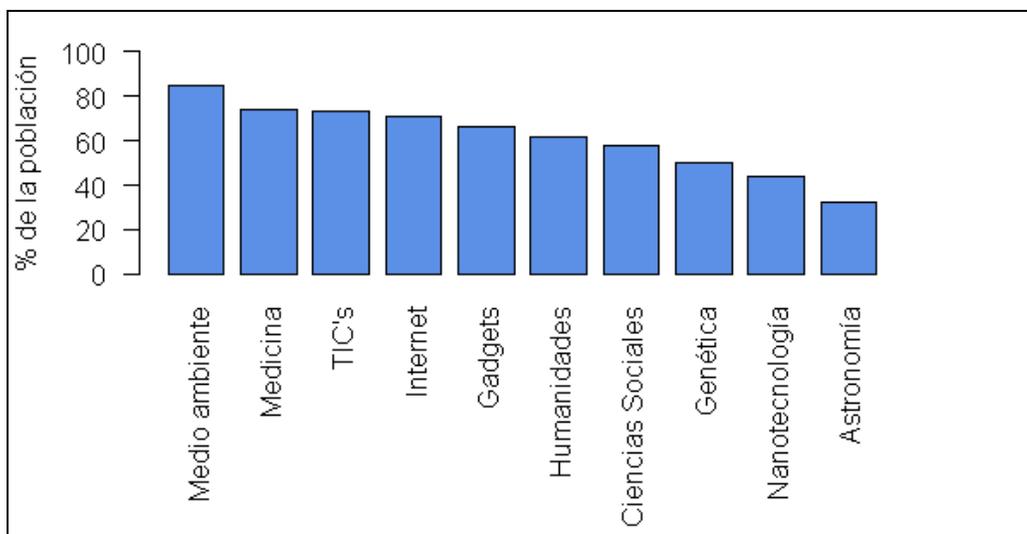


Figura 49 – Nivel de interés en desarrollo científico y tecnológico de la población mexicana (%), TIC'S se refiere a las Tecnologías de la Información y Comunicaciones.

El hecho de que nos encontremos en una situación desfavorable en materia de salud es corresponsabilidad de todos los mexicanos. No propiamente por la apatía social que caracteriza a la mayor parte de la población, sino por las causas que han generado a esta. La mayoría de los mexicanos no compartimos un sentimiento de patriotismo, debido a la invasión cultural de los países vecinos, principalmente de Estados Unidos. Esto ha llevado a que los problemas de índole social queden en segundo plano, anteponiendo el estado de “bienestar” obtenido mediante cosas materiales y efímeras.

Lo anterior también genera que el interés sobre el desarrollo científico y tecnológico del país sea muy bajo, ya que estamos acostumbrados a la idea de que podemos cubrir algunas necesidades, incluyendo la salud, utilizando tecnologías extranjeras, pues de alguna manera no confiamos en lo que se genera a nivel nacional respecto a este tema o simplemente lo desconocemos. Lo que no alcanzamos a percibir es que esos productos importados, son muy costosos y la mayoría de los mexicanos no tiene manera de acceder a ellos. Por tal razón, defiendo la idea de que es necesario apoyar con creces el desarrollo científico y tecnológico de México, de tal forma que la percepción de la población frente a los investigadores sea una más satisfactoria para los que nos dedicamos a este quehacer. No pretendo que seamos 120 millones de científicos, sino que la población comparta el valor de la ciencia y sea consciente de que el científico, el médico o el ingeniero cuentan con aptitudes suficientes para mejorar el desarrollo de este país, específicamente de mejorar el estado de salud para la población mexicana.

Referencias bibliográficas

Acuña-Ulate, E. & Fuentes-Bolaños, C. (2003). Salud y desarrollo. *Revistas de Ciencias Administrativas y Financieras de la Seguridad Social* , 11 (1), 97-107.

Alegret-Rodríguez, M., Herrera, M. & Grau-Abalo, R. (2008). Las técnicas de estadística espacial en la investigación salubrista. Caso Síndrome de Down. *Revista Cubana de Salud Pública* , 34 (4), 1-11.

Barquera, S. & Tolentino, L. (2005). Geografía de las enfermedades asociadas con la nutrición en México: una perspectiva de transición epidemiológica. *Papeles de Población* , 11 (43), 133-149.

Belmonte, S. & Núñez, V. (2006). Desarrollo de modelos hidrológicos con herramientas SIG. *GeoFocus* (6), 15-27.

Burrows, R. (2000). Prevención y tratamiento de la obesidad desde la niñez: la estrategia para disminuir las enfermedades crónicas no transmisibles del adulto. *Rev. Med. Chile* , 128 (1), 105-110.

Buzai, G., Baxendale, C., Caloni, N., Cruz, M., Delfino, H., Mora, G. & Principi, N. (2015). Sistemas de Información Geográficas aplicados en salud líneas de investigación. *Ciencias Espaciales*, 8 (1), 395-410.

Campos-Nonato, I., Hernández-Barrera, L., Rojas-Martínez, R., Pedroza, A., Medina-García, C. & Barquera-Cenera, S. (2013). Hipertensión arterial: prevalencia, diagnóstico oportuno, control y tendencias en adultos mexicanos. *Salud Publica Mex*, 55 (2), S144-S150.

Castiel, L. D. & Álvarez-Dardet, C. (2005). Las tecnologías de la información y la comunicación en salud pública: las precariedades del exceso. *Rev Esp Salud Pública* , 79 (3), 331-337.

Cervera, F., Serrano, R., Vico, C., Milla, M. & García, M. (2013). Hábitos alimentarios y evaluación nutricional en una población universitaria. *Nutr. Hosp.* , 28 (2), 438-446.

Cruz-Bello, P., Vizcarra-Bordi, I., Kaufer-Horwitz, M., Benítez-Arciniega, A., Misra, R. & Valdés-Ramos, R. (2014). Género y autocuidado de la diabetes mellitus tipo 2 en el Estado de México. *Pap. poblac*, 20 (80), 119-144.

De Andrés., J., Barruti, M., Borrell, C., Calafell, J., Pasarín, M., Puigpinós, R., & Jansá, M. (2002). Salud y marginación social. *Documentación Social*, 127, 97-123.

El Economista. (2014). *China cerca de superar a EU y Europa en gasto científico: OCDE*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2016, de <http://eleconomista.com.mx/economia-global/2014/11/12/china-cerca-superar-eu-europa-gasto-cientifico-ocde>

- El Economista. (2016a). *En México, 75% no tiene seguridad social*. Recuperado el 2 de Septiembre de 2015, de <http://eleconomista.com.mx/finanzas-publicas/2016/06/14/mexico-75-no-tiene-seguridad-social>
- El Economista. (2016b). *Reformas, como ruta del desarrollo: Peña*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2016, de <http://eleconomista.com.mx/sociedad/2016/09/05/reformas-como-ruta-desarrollo-pena>
- Environmental Systems Research Institute (ESRI). (2016). <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000t000000.htm>. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000t000000.htm>
- Espinosa-González, L. (2004). Cambios del modo y estilo de vida; su influencia en el proceso salud-enfermedad. *Rev Cubana Estomatol* , 41 (3).
- Felicísimo-Pérez, A., Morán-López, R., Sánchez-Guzmán, J. & Pérez-Mayo, D. (2001). Elaboración del Atlas Climático de Extremadura mediante un Sistema de Información Geográfica. *GeoFocus* , 1, 17-23.
- Forbes. (2015). *7 datos que muestran la desigualdad extrema en México*. Recuperado el 8 de Septiembre de 2016, de <http://www.forbes.com.mx/7-datos-que-muestran-la-desigualdad-extrema-en-mexico/#gs.xWnB2dQ>
- Frenk, J., González-Pier, E. & Gómez-Dantés, O. (2007). Reforma integral para mejorar el desempeño del sistema de salud en México. (36, Ed.) *Salud Publica Mex* , 49 (1), 23.
- Garrocho, C. (1993). Análisis de la accesibilidad a los servicios de salud y de los sistemas de información geográfica: teoría y aplicación en el contexto del Estado de México. *Estudios Demográficos y Urbanos* , 8 (2), 427-444.
- Gómez-Dantés, H., Lamadrid-Figueroa, H., Cahuana-Hurtado, L., Silverman-Retana, O., Montero, P., González-Robledo, M., y otros. (2016). The burden of cancer in Mexico, 1990-2013. *Salud Pública Mex* , 58 (2), 118-131.
- Gómez-Dantés, O., Sesma, S., Becerril, V., Knaul, F., Arreola, H. & Frenk, J. (2011). Sistema de Salud de México. *Salud Publica Mex* , 53 (2), 220-232.
- González-Castañeda, M. E. (2013). Impacto de los avances en geotecnologías y las competencias en geografía de la salud. *Revista Cubana de Salud Pública* , 39 (4), 768-778.
- Green, C., Hoppa, D., Young, T. & Blanchard, J. (2003). Geographic analysis of diabetes prevalence in an urban area. *Social Science & Medicine*, 57 (3), 551-560.
- Health Geomatics. (2002). *Medical Geography*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2016, de http://healthcybermap.org/HGeo/pg1_1.htm

- Hengl, T. (2009). *A Practical Guide to Geostatistical Mapping* (2 ed.). Amsterdam: University of Amsterdam.
- Hernández-Ávila, J., Rodríguez, M., Rodríguez, N., Santos, R., Morales, E., Cruz, C. y otros. (2002). 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.*, 44 (6), 519-532.
- Hernández-Ávila, J., Santos-Luna, R., Palacio-Mejía, L., Salgado-Salgado, A., Ríos-Salgado, V., Rodríguez-López, M. y otros. (2010). Modelo geoespacial automatizado para la regionalización operativa en planeación de redes de servicios de salud. *Salud Publica Mex.*, 52 (5), 432-446.
- Henquin, R. (2013). *Epidemiología y estadística para principiantes*. Buenos Aires: Corpus Editorial.
- Instituto Geográfico Nacional. (2016). *Sistemas de Información Geográfica*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <https://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesSistemaInfoGeografica.do>
- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). (2013). *imss.gob*. Recuperado el 2 de Septiembre de 2015, de http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/informes/20132014/04_introduccion.pdf
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Información (INEGI). (2013). *Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT) 2013*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2016, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/hogares/especiales/enpecyt/presentacion.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Información (INEGI). (2014). *Sistema de Información Geográfica*. Recuperado el 2 de Octubre de 2016, de <http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/internet/sistemainformaciongeografica.pdf>
- Íñiguez-Rojas, L. (1998). Geografía y salud: temas y perspectivas en América Latina. *Cad. Suade Publica* , 14 (4), 701-711.
- Jacquez, G. & Aldstadt, J. (2016). Interpreting Clusters of Health Events. En Lawson, A. y otros. (Ed), *Handook of Spatial Epidemiology* (pp. 57-68). Boca Raton: CRC Press.
- Juárez-Ramírez, C., Márquez-Serrano, M., Salgado de Snyder, N., Pelcastre-Villafuerte, B. E., Ruelas-González, M. G. & Reyes-Morales, H. (2014). La desigualdad en salud de grupos vulnerables de México: adultos mayores, indígenas y migrantes. *Rev Panam Salud Publica* , 35 (4), 284-290.
- Krivoruchko, K. (2011). *Spatial Statistical Data Analysis for GIS Users*. California: Esri Press.

- Lai, P., So, F. & Chan, Ka. (2009). *Spatial Epidemiological Approaches in Disease Mapping and Analysis*. Boca Raton: CRC Press.
- La Jornada. (2013). *Mexicanos confían más en la fe, la magia y la suerte que en la ciencia: encuesta*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de <http://www.jornada.unam.mx/2013/07/15/sociedad/045n1soc>
- La Jornada (2014). *Casi 80% de presupuesto a ciencia se destina a sueldos y prestaciones*. Recuperado el 9 de Septiembre de 2016, de <http://www.jornada.unam.mx/2014/04/18/ciencias/a02n1cie>
- La Jornada. (2016). *¿Sistema universal de salud o apertura silenciosa para el sector privado?* Recuperado el 1 de Septiembre de 2016, de <http://www.jornada.unam.mx/2016/06/29/opinion/a03a1cie>
- Lawson, A., Banerjee, S., Haining, R., & Dolores-Ugarte, M. (2016). *Handbook of Spatial Epidemiology*. New York: CRC Press.
- Lawson, A., Banerjee, S., Haining, R. & Ugarte, D. (2016). *Handbook of Spatial Epidemiology*. Boca Raton: CRC Press.
- Loyola, E., Castillo-Salgado, C., Nájera-Aguilar, P., Viduarre, M., Mujica, O. & Martínez-Piedra, R. (2002). Los sistemas de información geográfica como herramienta para monitorear las desigualdades de salud. *Rev. Panam. Salud Publica*, 12 (6), 415-428.
- MacMillan, N. (2007). Valoración de hábitos de alimentación, actividad física y condición nutricional en estudiantes de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. *Rev. Chil. Nutr.* , 34 (4), 330-336.
- Manzaneres-Rivera, J. (2017). Mortalidad por Diabetes tipo 2 en las fronteras de México. *Población y Salud en Mesoamérica* , 14 (2).
- Martori, J. & Hoberg, K. (2008). Nuevas técnicas de Estadística Espacial para la detección de clusters residenciales de población inmigrante. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales* , 12 (261).
- Mejía-Rodríguez, O., Paniagua-Sierra, R., Valencia-Ortiz, M., Ruíz-García, J., Figueroa-Núñez, B. & Roa-Sánchez, V. (2009). Factores relacionados con el descontrol de la presión arterial. *Salud Publica Mex*, 51 (4), 291-297.
- Muñoz, F., López-Acuña, D., Halverson, P., Guerra, C., Hanna, W., Larrieu, M. y otros. (2000). Las funciones esenciales de la salud pública: un tema emergente en las reformas del sector de la salud. *Rev. Panam. Salud Publica* , 8 (1-2), 126-134.
- Murrieta-Flores, P., Wheatly, D. & García-Sanjuán, L. (2011). Antes de los mapas: navegación y orientación terrestre en la Prehistoria Reciente Ibérica. *Patrimonio Histórico* (77), 85-88.

- Omran, A. (1971). The Epidemiologic Transition: A Theory of the Epidemiology of Population Change. *The Milbank Memorial Fund Quarterly* , 49 (4), 509-538.
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). (2005). *Estudios de la OCDE sobre los Sistemas de Salud México*. México: Secretaría de Salud.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2016). *Análisis de Situación de Salud - Midiendo el impacto en la salud de las Américas*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2016, de http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9104%3A2013-health-situation-analysis&catid=5657%3Ahealth-situation-analysis&Itemid=40096&lang=es&limitstart=3
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2001). *Instrumento para la Medición del Desempeño de las Funciones Esenciales de Salud Pública: Iniciativa la Salud Pública en las Américas*. Organización Panamericana de la Salud.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2011). *Análisis de la Situación de Salud: Informe Anual del Director*. Organización Panamericana de la Salud.
- Ortiz-Gómez, A., Vázquez-García, V. & Montes-Estrada, M. (2004). La alimentación en México: enfoques y visión a futuro. *Estudios Sociales* , 13 (25), 9-29.
- Peresmitré, G. & Molina, T. (1997). Validez diagnóstica del IMC (índice de masa corporal) en una muestra de escolares preadolescentes y adolescentes mexicanos. *Acta Pediátr, Mex.* , 18 (3), 103-110.
- Pérez-Martínez, T., Íñiguez-Rojas, L., Sánchez-Valdés, L. & Remond-Noa, R. (2003). Vulnerabilidad espacial al dengue. Una aplicación de los sistemas de información geográfica en el municipio Playa de Ciudad de la Habana. *Revista Cubana de Salud Pública* , 29 (4).
- Pérez-Navarro, A., Botella-Plana, A., Muñoz-Bollas, A., Olivella-González, R., Olmedillas-Hernández, J. & Rodríguez-Lloret, J. (2011). *Introducción a los sistemas de información geográfica y geotelemática*. Barcelona: UOC.
- Pfeiffer, D., Robinson, T., Stevenson, M., Stevens, K., Rogers, D. & Clements, A. (2008). *Spatial Analysis in Epidemiology*. Oxford: Oxford University Press.
- Pina, M. d., Ferreira, S., Correia, A. I. & Castro, A. (2010). Epidemiología espacial: nuevos enfoques para viejas preguntas. *Universitas Odontológica* , 29 (63), 47-65.
- Puentes-Rosas, E., Gómez-Dantés, O. & Garrido-Latorre, F. (2006). Trato a los usuarios en los servicios públicos de salud en México. *Rev Panam Salud Pública* , 19 (6), 394-402.
- Quirantes-Moreno, A. J., López- Ramírez, M. & Henández-Meléndez, E. P.-S. (2009). Estilo de vida, desarrollo científico-técnico y obesidad. *Revista Cubana de Salud Pública* , 35 (3), 1-8.

- Ramírez, M. L. (2004). La moderna Geografía de la Salud y las tecnologías de la información geográfica. *Revista Investigaciones y Ensayos Geográficos* , 4 (4), 53-64.
- Ripley, B. D. (2004). *Spatial Statistics*. Wiley.
- Robaina, C. & Sevilla, D. (2003). Epidemiología de las enfermedades relacionadas con la ocupación. *Rev Cubana Med Gen Integr* , 19 (4).
- Roca, A. (2005). Tecnología y salud. *ITAES* , 4, 17-17.
- Rodríguez-Pérez, M., Cabrera, A., Aguirre-Jaime, A., Domínguez, S., Brito, B., Almeida, D. y otros. (2010). El cociente perímetro abdominal/estatura como índice antropométrico de riesgo cardiovascular y de diabetes. *Medicina Clínica*, 134 (9), 386-391.
- Rogerson, P. & Jacquez, G. (2016). Statistical Tests for Clustering and Surveillance. En Lawson, A. y otros. (Ed), *Handook of Spatial Epidemiology* (pp. 161-178). Boca Raton: CRC Press.
- Rosas-Peralta, M., Borrayo-Sánchez, G., Madrid-Miller, A., Ramírez-Arias, E. & Pérez-Rodríguez, G. (2016). El tratamiento de la hipertensión arterial sistémica en pacientes con enfermedad arterial coronaria. *Rev. Med. Inst. Mex. Seguro Soc.* , 54 (5), 636-663.
- Ruiz, C., Delclós, J., García, A., Ronda, E. & Benavides, F. (2013). *Salud laboral. Conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales*. España: Elsevier España.
- Ruiz-Henao, M. I. & Agudelo-Betancur, J. A. (2006). Planificador de Rutas Turísticas Basado en Sistemas Inteligentes y Sistemas de Información Geográfica RUTASIG. *Avances en Sistemas de Información Geográfica* , 3 (2), 43-48.
- Scientific American. (2012). *Best Countries in Science: SA's Global Science Scorecard*. Recuperado el 9 de Septiembre de 2016, de http://www.scientificamerican.com/article/global-science-best-countries-science-scorecard/?WT.mc_id=SA_printmag_2012-10
- Secretaría de Salud (SSa). (2000). *El Sistema de Salud Mexicano, una historia de casi 60 años*. Recuperado el 12 de Agosto de 2016, de http://www.salud.gob.mx/apps/htdocs/gaceta/gaceta_010702/hoja7.html
- Secretaría de Salud (SSa). (2006). *Modelo Integrador de Atención a la Salud: Planeación de Unidades Médicas*. México: Secretaría de Salud.
- Secretaría de Salud (SSa). (2013). *Estrategia nacional para la prevención y el control del sobrepeso, la obesidad y la diabetes*. Recuperado el 20 de diciembre de 2016, de http://promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/estrategia/Estrategia_con_portada.pdf
- Secretaría de Salud (SSa). (2015). *Informe sobre la salud de los mexicanos 2015: Diagnóstico general de la salud poblacional*. Recuperado el 10 de diciembre de 2016, de

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/64176/INFORME_LA_SALUD_DE_LOS_MEXICANOS_2015_S.pdf

Secretaría de Salud (SSa). (2016). *Indicadores Básicos - Situación de Salud en México*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2016, de http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/publicaciones/p_indicadores_gobmx.html

Sistema Geológico Mexicano (SGM). (2014). *Introducción Sistemas de Información Geográfica*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/introduccion-sig>

Sistemas de Información Geográfica S. A. (SIGSA). (2016). *Resolver problemas con análisis espacial*. Recuperado el 20 de Octubre de 2016, de <http://www.sigsa.info/productos/esri/plataforma-arcgis/analisis-espacial>

Tobler, W. R. (1979). Cellular Geography. *Philosophy in Geography* .

Tomintz, M., Kosar, B. & Clarke, G. (2016). smokeSALUD: exploring the effect of demographic change on the smoking prevalence at municipality level in Austria. *Int J Health Geogr* , 15 (36), 1-14.

Torres, F. (1997). *Dinámica Económica de la Industria Alimentaria y Patrón de Consumo en México*. Mexico: UNAM.

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2016). *Clínica Universitaria de Salud Integral (CUSI)*. Recuperado el 2 de Octubre de 2016, de http://medicina.iztacala.unam.mx/web_cusi/

Uribe, M. & Abrantes, R. (2013). Las reformas a la protección social en salud en México: ¿rupturas o continuidades? *Perfiles Latinoamericanos* , 42, 135-162.

Vargas-Palacios, A., Gutiérrez, J. P. & Carreón-Rodríguez, V. (2006). Identificación de estados de salud y su relación con características socioeconómicas y geográficas: análisis de una encuesta poblacional en México. *Salud Pública Mex* , 48 (6), 482-489.

Velázquez-Monroy, O., Rosas-Peralta, M., Lara-Esqueda, A., Pastelín-Hernández, G., Sánchez-Castillo, C., Attie, F. y otros. (2003). Prevalencia e interrelación de enfermedades crónicas no transmisibles y factores de riesgo cardiovascular en México: Resultados finales de la Encuesta Nacional de Salud (ENSA) 2000. *Arch. Cardiol. Méx.* , 73 (1), 62-77.

Villa, A., Escobedo, M. & Méndez-Sánchez, N. (2004). Estimación y proyección de la prevalencia de obesidad en México a través de la mortalidad por enfermedades asociadas. *Gac Méd Méx* , 140 (2), s21-s25.