Nº 69, enero-junio de 2018, pp. 91-106.
ISSN: 0213-4691. eISSN: 1989-9890.
DOI: 10.14198/INGEO2018.69.06

Investigaciones Geográficas
Instituto Interuniversitario de Geografía
Universidad de Alicante

Cita bibliográfica: Mancino, M., Adame Martínez, S., Cadena Vargas, E. e Hinojosa Reyes, R. (2018). Marginación y costos de inundación en el Estado de México, México. *Investigaciones Geográficas,* (69), 91-106. https://doi.org/10.14198/INGEO2018.69.06

Marginación y costos de inundación en el Estado de México, México

Marginalization and flood costs in the State of Mexico, Mexico

Mariana Mancino[1]
Salvador Adame Martínez[2]
Edel Cadena Vargas[3]
Raquel Hinojosa Reyes[4]

Resumen

El presente trabajo presenta el diseño de un estudio multitemporal, principalmente metodológico, para el cálculo de los daños potenciales tangibles directos producidos por inundaciones en las zonas habitacionales del Estado de México, República Mexicana, a una escala de desagregación detallada como son las secciones electorales. Para lograrlo se calculará el Índice de Marginación a nivel sección electoral y se aplicará una metodología ya existente para el cálculo de daños para el periodo 2000-2012.

La investigación se realizó mediante la utilización de software de cálculos estadísticos y Sistemas de Información Geográfica, para el procesamiento, análisis y representación cartográfica de los datos espaciales.

Palabras clave: Inundaciones; costos económicos; Índice de Marginación; Sistemas de Información Geográfica.

Abstract

This paper presents the design of a multi-temporal study, which is mainly methodological, to calculate the potential tangible direct damage caused by floods in the residential areas of the State of Mexico, Mexico, on a detailed disaggregation scale, such as the electoral sections. In order to achieve this, the Index of Marginalization at the electoral section level will be calculated and an existing methodology to calculate damage for the period 2000-2012 will be applied.

The study was carried out using statistical calculations software and Geographic Information Systems GIS, for the processing, analysis and cartographic representation of spatial data.

Key words: Floods; Economic Costs; Index of Marginalization; Geographic Information Systems.

1. Introducción

El riesgo natural es la posibilidad de que un territorio y la sociedad que lo habita sea afectada por un fenómeno natural de rango extraordinario, los cuales son propios de los procesos de la tierra. En este sentido, también se define como la consecuencia territorial de una actuación humana poco acorde con los rasgos del medio donde tiene lugar. Es una infracción que el hombre comete sobre el territorio por

1 Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México, México. mancinomariana@gmail.com
2 Facultad de Planeación Urbana, Universidad Autónoma del Estado de México, México. sadamem@uaemex.mx
3 Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México, México. ecadenav@uaemex.mx
4 Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México, México. rhinojosar@uaemex.mx

Recepción: 02/09/2017. **Aceptación:** 18/10/2017. **Publicación:** 13/06/2018.

Este trabajo se publica bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

la implantación inadecuada de actividades o asentamientos, la cual no se ajusta, por desconocimiento o imprudencia, a las características físicas del medio (Olcina Cantos y Ayala-Carcedo, 2002).

Estos fenómenos naturales, llamados desastres naturales, al momento que afectan a la sociedad, provocan anualmente daños por valor de miles de dólares. Dichos daños son producidos sobre las viviendas, actividades económicas, infraestructuras públicas y vidas humanas.

La inundación es el proceso natural de desbordamiento del agua fuera del cauce de un curso de agua superficial, tanto natural como artificial, y según Gumiel (2002) es el riesgo natural con mayor capacidad destructiva, produciendo numerosas pérdidas de vidas humanas y daños económicos. Sin embargo, y pese a ello, las inundaciones realizan una importante función, cada vez más patente, en los equilibrios ambientales regionales y locales.

En los últimos años, la investigación de los riesgos naturales ha avanzado con la incorporación de nuevas herramientas de gestión y planificación del territorio. La utilización de los Sistemas de Información Geográfica SIG, es una técnica que aporta datos de utilidad para la realización de estudios relacionados con riesgos naturales y sus consecuencias. Los SIG almacenan, gestionan, manipulan y representan gráficamente cualquier conjunto de datos espacialmente referenciados (Chuvieco Salinero, 2002). Permiten realizar los procedimientos diseñados para el análisis y modelado de estos datos, permitiendo la elaboración de una cartografía síntesis que represente correctamente el fenómeno estudiado.

El estudio específico de las inundaciones y el cálculo económico de sus daños no es una tarea sencilla. La planificación, gestión y mitigación de las zonas con riesgo de inundación está dado por el conocimiento profundo de las cuencas fluviales y los procesos que las generan. Es imprescindible, a nivel local, regional y estatal, la tarea de una adecuada ordenación del territorio, teniendo en cuenta un uso adecuado de las zonas sometidas al riesgo.

En el ámbito internacional, el estudio de las inundaciones como riesgo, es una temática trabajada, tanto la realización de cartografía de riesgos, determinación de zonas inundables, sin embargo, solo algunas de ellas, incorporan la determinación de impactos socioeconómicos. En este aspecto se pueden nombrar estudios como: "Guía metodológica para la elaboración de cartografía de peligrosidad por avenidas e inundaciones" (Instituto Geológico y Minero de España [IGME], 2008); la "Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables" (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente [MAPAMA], 2011). De igual forma, la metodología desarrollada por el Forests, Lands, Natural Resource Operations & Rural Development de British Columbia, Canadá (2011); el método elaborado por el gobierno irlandés (Rivers Agency, 2011), el propuesto por el gobierno francés *"L´approche hydrogeómorphologique en milieux méditeranéens. Une méthode de détermination des zones inondables"* (Direction Régionale de l´Environnement [DIREN] y Direction générale de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction [DGUHC], 2007); por último, entre otros, a escala latinoamericana, publicado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) el "*Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los Desastres Naturales*" (CEPAL, 2003).

Debido a su situación geográfica, el territorio mexicano se ve afectado por precipitaciones derivadas de diversos fenómenos meteorológicos, durante las cuatro estaciones del año. En los últimos 15 años se ha estimado un promedio anual de daños por inundaciones del orden de 12 mil millones de dólares, sin incluir daños no cuantificables, como la afectación a las condiciones normales de vida y de producción, así como la muerte de aproximadamente mil personas por año (González Álvarez, 2009).

El Estado de México (EDOMEX) es uno de los treinta y dos estados que conforman la República Mexicana, se localiza en el centro del país y limita al norte con los estados de Querétaro e Hidalgo, al sur con los estados de Morelos y Guerrero; al oeste con el estado de Michoacán, al este con los estados de Tlaxcala y Puebla, y rodea a la Ciudad de México CDMX. Con una superficie total de 22 mil.499,95 Km^2, se divide en 125 municipios y su ciudad capital es Toluca (ver figura 1). Cuenta con una población total de 16 millones 187 mil 608 habitantes siendo la entidad más poblada del país (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2015).

Las inundaciones ocurren prácticamente en todo el territorio nacional y, en el caso particular de EDOMEX, los registros de precipitación más elevados, se producen entre los meses de junio a septiembre, con valores de media anual de 900 mm, produciéndose pérdidas económicas elevadas. El tipo de inundación que se producen, principalmente en las zonas urbanas de la zona de estudio, son generalmente pluviales, producidas por la acumulación de algún tipo de precipitación (lluvia, granizo o nieve) en áreas

de topografía plana o cóncava, incapaz de moverse por sí misma, o que han llegado a su máximo nivel de infiltración, en donde la infraestructura para el manejo de las aguas pluviales es deficiente, ejemplo de ello son las inundaciones generadas por tormentas que generan precipitaciones de gran intensidad, corta duración y extensión (Salas Salinas y Jiménez Espinosa, 2013).

Figura 1. Localización y división municipal del Estado de México a escala nacional y regional



Fuente: INEGI. Elaboración propia.

Dichas tormentas, son producidas por precipitaciones convectiva, a las cuales se le suman los efectos orográficos, característicos del centro del país, originados por el Sistema Volcánico Transversal de México. En el caso de las primeras, son el resultado del excesivo calentamiento de la superficie de la tierra. Cuando el aire próximo a la superficie se calienta más que la masa de aire, se produce una elevación de la misma, provocando la condensación donde se libera el calor latente de la vaporización produciendo una mayor elevación de la misma. El aire que se eleva rápidamente puede alcanzar grandes altitudes donde en algunos casos el agua alcanza el punto de congelación generando granizo (Granados Sánchez, *et al.* 2005).

Unos pocos ejemplos de ello, son las inundaciones ocurridas en septiembre de 2012 en los municipios de Nezahualcóyotl (Méndez, 2012); agosto de 2014 en el municipio de Naucalpan (Jiménez Jacinto, 2014); y las más recientes inundaciones en agosto y primeros días de septiembre de 2017 en los municipios de Tlalnepantla y Cuautitlán Izcalli (Victoria, 2017) y Ecatepec de Morelos (Fernández, 2017), entre otros. En forma general, las afectaciones de dichas inundaciones fueron perdidas de bienes dentro de las viviendas, anegamiento de vías de comunicación principal, daños en hospitales y escuelas, etc., todo ello provocado por la rápida saturación de los drenajes profundos y superficiales.

Sin embargo, no existe un cálculo real de las mismas a una escala de trabajo detalla. A nivel municipal, algunos municipios como San Antonio la Isla (Gobierno del Estado de México [GEM] y Ayuntamiento de San Antonio la Isla, 2016), Lerma (GEM y Ayuntamiento de Lerma, 2016) y San Mateo Atenco (GEM y Ayuntamiento de San Mateo Atenco, 2016) entre otros, han realizado los Atlas de Riesgos con conceptos generales y directrices de elaboración que propuso el Gobierno del Estado.

Además, EDOMEX posee un Atlas de Inundaciones creado por la Comisión de Agua del Estado de México (CAEM), el cual se publica desde el año 2000. En dichos atlas se elabora y publica la cartografía detallada de las zonas inundadas producidas durante el año anterior a la publicación. También se especifican las obras de drenaje realizadas y reincidencia de inundaciones en dichas áreas.

El análisis económico de los daños producidos por una inundación resulta de gran importancia en la administración de riesgos, ya que las aseguradoras pueden categorizar las zonas de mayor susceptibilidad y con ello establecer el monto de las primas, las cuales son utilizadas por los bancos para realizar análisis de la valuación de las propiedades (Baró Suarez, *et al.*, 2012). Además, a escala local, este tipo de análisis es decisivo, ya que las entidades gubernamentales, tanto municipales como estatales, son las que deben tomar la decisión e implementación de medidas preventivas, elaboración de un sistema de alerta temprana, ordenación del territorio y medidas post desastre de las zonas afectadas.

No obstante, para contar con un sistema de análisis del valor de las propiedades afectadas, se requeriría del acceso a las bases de datos catastrales, que son confidenciales, y que además tienen sistemas de clasificación diferente de estado a estado, y de municipio a municipio. Por ello la única posibilidad es utilizar un criterio de estratificación nacional, es el Índice de Marginación (IM), que si bien es cierto no incluye los valores catastrales, si permiten estimar el nivel de bienestar de la población, e incluso algunos bienes. De ahí que, dicho índice haya sido utilizado como criterio estándar para la estimación de los costos por inundación.

Los estudios realizados anteriormente como el de Baró Suarez, *et al.* (2012) y Ceballos Bernal, Baró Suárez y Díaz Delgado (2016), los estudios de cálculos, estimación y determinación de daños económicos por inundación en el Estado de México, no poseen el detalle aquí analizado, ya que se realizaron a través de AGEB`s. De ahí que el uso de este nivel de detalle, y precisión, representa un aporte importante para esta temática.

Por ello, se planteó las siguientes hipótesis: la primera es que, a través del cálculo del IM a un nivel espacial de detalle, como son las secciones electorales, permitirá que la estimación de daños potenciales tangibles directos por inundación se realice con una mayor precisión, y de esta manera, determinar cuáles son los municipios del Estado de México con mayores afectaciones económicas y sociales; la segunda es que, por la naturaleza del EDOMEX, las mayores inundaciones y costos deberán ubicarse en los municipios donde el grado de marginación es Bajo y Muy bajo.

Para lograrlo, el objetivo principal de la presente investigación fue diseñar una metodología de cálculo de costo de inundación en zonas habitacionales por sección electoral en el Estado de México, a través del cálculo del IM por sección electoral a escala nacional, la determinación de las secciones electorales que fueron afectadas por inundaciones en el periodo 2000-2012, y, por último, estimación el costo de daño en zonas habitacionales según su GM por sección electoral.

2. Metodología

La elaboración del presente trabajo se realizó en cuatro fases consecutivas que se describen a continuación:

2.1. Cálculo del Índice de Marginación por sección electoral

El IM fue creado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) con la finalidad de disponer de un indicador comparable en todo el territorio nacional. Se basa en el cálculo de indicadores socioeconómicos, a partir de diferentes variables censales, que permiten medir formas de la exclusión social, indicando el nivel relativo de privación en el que se encuentra la población. Dicha medida es análoga al Índice de Rezago Social IRS del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) y al Índice de Desarrollo Humano (IDH) elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (CONEVAL, 2016; PNUD, 2016).

Además de medir la exclusión social, el IM permite establecer una ordenación entre las unidades de observación como son los estados, municipios, localidades y Áreas Geoestadísticas Básicas AGEB's. Estos 4 índices se encuentran disponibles, de forma gratuita, en la página web oficial del CONAPO (2012).

Según la metodología propuesta por este organismo para la generación del IM se deben seleccionar variables, cuya expresión empírica tengan un claro referente conceptual como indicadores de la margi-

nación social. Dichas variables deben ser conforme a los resultados del *Censo de Población y Vivienda*, realizado por el INEGI (2010).

El diseño del IM permite agrupar las unidades de análisis en cinco conjuntos diferenciados, de acuerdo con la síntesis de las formas de exclusión social. A través de la aplicación de un método estadístico, se divide el IM en cinco estratos, o grados, mediante cuatro puntos de corte. De esta manera, las unidades espaciales de análisis tendrán Muy bajo, Bajo, Medio, Alto o Muy alto grado de marginación GM, según el intervalo en que se ubique el valor de su índice. La técnica estadística utilizada para el cálculo del IM es el de Componentes Principales, que según Pérez (2005), es una técnica de análisis estadístico multivariante, que se clasifica entre los métodos de simplificación o reducción de la dimensión. Se aplica cuando se dispone de un conjunto elevado de variables con datos cuantitativos estandarizados para obtener un menor número de variables, que se denominan componentes principales o factores. Su simplificación permitirá un análisis más simple del problema estudiado. La aplicación es directa sobre cualquier conjunto de variables sin que el investigador haya previamente establecido jerarquías entre ellas, ni necesite comprobar la normalidad de su distribución.

La estratificación de las unidades se realiza mediante el Método de Estratificación Óptima desarrollada por Dalenius y Hodges, la cual consiste en la formación de estratos de manera que la varianza obtenida sea mínima para cada uno de ellos (Cochran, 1977).

En cuanto a la escala de detalle, el cálculo se realizó a nivel de secciones electorales, lo cual permitirá que el cálculo de daños potenciales tangibles directos por inundación se realice con una mayor precisión. Según el Instituto Nacional Electoral (INE) (2017), la sección electoral es la unidad básica para la organización electoral, cuyo criterio de creación tiene como mínimo 50 electores y 1.500 como máximo. Este nivel de desagregación incluye tanto a zonas urbanas como rurales a nivel nacional, contando con más de 68.000 elementos espaciales, a diferencia de las AGEB`s que solo contiene las áreas urbanas y cuenta con 56.000 unidades de análisis.

El cálculo del IM, se llevó a cabo a través de la creación y diseño de una base de datos estadística para el cálculo del IM por sección electoral. El cálculo de los indicadores y construcción del índice se realizó a nivel nacional para las 67.946 secciones electorales, de las cuales solo se retomaron los resultados para el Estado de México, con un total de 5.921 secciones electorales con su respectivo IM.

Caber señalar que el INE y el INEGI, en el año 2005, pusieron a disposición el producto denominado *Estadísticas Censales a escalas Geoelectorales*, que en ese año utilizó la información del conteo de población y en 2010 la del censo. Desde el año 2000, aunque no de manera pública, el INEGI contaba con censos y conteos a nivel de manzana, de difícil acceso. Aun cuando el nivel mínimo de desagregación es la manzana, no fue posible calcular el IM, ya que, con un análisis de valores perdidos, el número de ellos excedía el promedio máximo requerido. En contraste, las *Estadísticas Censales a Escalas Geoelectorales* arrojaron un porcentaje de 3 % de valores perdidos a nivel nacional y un valor cercano a 0% en el Estado de México. Por ello, se determinó realizar la investigación y calcular el IM con dicha base.

La metodología utilizada para el cálculo del IM por sección electoral es la propuesta por el CONAPO. Para su cálculo se utilizaron ocho indicadores relacionados con la exclusión social en México, a partir de 16 variables a nivel nacional y estatal (ver tabla 1). Cabe aclarar que el termino derechohabiencia hace referencia, en México, al derecho de las personas a recibir servicios médicos en instituciones de salud pública o privadas, como resultado de una prestación laboral, adquisición de un seguro médico o por familiar designado (INEGI, 2017).

El cálculo de los ocho indicadores según las variables seleccionadas, utilizando los nemónicos del INEGI, fueron:

- Indicador 1- Porcentaje de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela 2010: Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela (p6a11_noa) más Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela (p12a14noa) entre Población de 6 a 11 años (p_6a11) más población de 12 a 14 años (p_12a14) por 100.
- Indicador 2- Porcentaje de población de 15 años o más sin educación básica completa 2010: Población de 15 años y más sin escolaridad (p15ym_se) más, Población de 15 años y más con primaria incompleta (p15pri_in) más, Población de 15 años y más con secundaria incompleta (p15sec_in) entre Población de 15 años y más (p_15ymas) por 100.

- Indicador 3 - Porcentaje de población sin derechohabiencia a los servicios de salud 2010: Población sin derechohabiencia a servicios de salud (psinder) entre Población total (pobtot) por 100.
- Indicador 4 - Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin agua entubada dentro de la vivienda 2010: Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda (vph_aguafv) entre Total de viviendas particulares habitadas (tvivparhab) por 100.
- Indicador 5- Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin drenaje conectado a la red pública o fosa séptica 2010: Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje (vph_nodren) entre Total de viviendas particulares habitadas (tvivparhab) por 100.
- Indicador 6 - Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin excusado con conexión de agua 2010: Viviendas particulares habitadas (tvivparhab) menos Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario (vph_excsa) entre Viviendas particulares habitadas (tvivparhab) por 100.
- Indicador 7 - Porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso de tierra 2010: Viviendas particulares habitadas con piso de tierra (vph_pisoti) entre Total de viviendas particulares habitadas (tvivparhab) por 100.
- Indicador 8 - Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin refrigerador 2010: Total de viviendas particulares habitadas (tvivparhab) menos Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador (vph_refri) entre Total de viviendas particulares habitadas (tvivparhab) por 100.

Tabla 1. Variables e indicadores utilizados para la elaboración del Índice de Marginación por sección electoral 2010

Número de Indicador	Indicadores socieconomicos calculado	Variables censales para el cálculo del indicador
I 1	Porcentaje de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela Población de 12 a 14 años que no asiste a la escuela → Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela Población de 6 a 11 años Población de 12 a 14 años → Poblacion de 6 a 14 años
I 2	Porcentaje de población de 15 años o más sin educación básica completa	Población de 15 años o más Población de 15 años y más sin escolaridad Población de 15 años y más con primaria incompleta Población de 15 años y más con secundaria incompleta
I3	Porcentaje de población sin derechohabiencia a los servicios de salud	Población sin derechohabiencia a servicios de salud Población total
I 4	Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin agua entubada dentro de la vivienda	Total de viviendas particulares habitadas Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda
I5	Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin drenaje conectado a la red pública o fosa séptica	Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje Total de viviendas particualres habitadas
I6	Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin excusado con conexión de agua	Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado → Viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario Total de viviendas particulares habitadas
I7	Porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	Viviendas particulares habitadas con piso de tierra Total de viviendas particualres habitadas
I8	Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin refrigerador	Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerado → Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador Total de viviendas particualres habitadas

Fuente: *Estadísticas Censales a escala Geoelectorales 2010* INE/INEGI. Elaboración propia.

Una vez calculados los ocho indicadores se analizaron los datos a través de la técnica de Análisis de Componentes Principales. Todos los cálculos estadísticos se llevaron a cabo con el software IBM SPSS Statistics Base 22. Cabe destacar que dicho programa estadístico es apto para la elaboración de este tipo de cálculos y compatible con el formato dBase (.dbf) el cual forma parte de la estructura de los archivos vectoriales Shape (.shp) utilizados por los SIG, permitiendo la compatibilidad entre la información numérica y espacial.

Una vez calculado el índice, la varianza total explicada en el segundo componente fue de 65.3%, lo que valida dicha medida. De los indicadores utilizados, el porcentaje de población de 15 años y más sin educación básica completa y el porcentaje de viviendas particulares habitadas sin refrigerador, son los que explican mayoritariamente el comportamiento del índice.

Una vez aplicado el Análisis de Componentes Principales, se utilizó el Método de Estratificación Óptima desarrollada por Dalenius y Hodges, los cuales fueron clasificados en cinco categorías por grados de marginación GM para una mejor interpretación y representación (ver tabla 2).

Tabla 2. Categorización del Índice de Marginación por Sección electoral 2010

Valores de Índice de Marginación	Grado de Marginación
-1,5 a -1,15	Muy bajo
-1,15 a -0,39	Bajo
-0,39 a -0,017	Medio
-0,017 a 0,73	Alto
0,73 a 2,25	Muy alto

Elaboración propia.

2.2. Determinación de secciones electorales inundadas

Se determinaron las secciones electorales inundadas en el periodo de estudio (2000-2012) a partir de los polígonos de inundación digitalizados por la CAEM escala 1:10,000, y en superposición con la cartografía del INE/INEGI 2010 correspondiente a las secciones electorales del Estado de México.

A través de geoprocesamientos con un SIG, se realizó la unión de trece capas de polígonos de inundación para determinar el área total de inundación y porcentaje de área inundada para cada sección electoral. Posteriormente, superponiendo la capa resultante con la capa base de secciones electorales, se determinaron cuáles fueron las secciones electorales que fueron afectadas por las inundaciones, se calculó el área inundada, el porcentaje de territorio inundado para cada uno de los municipios de este estado.

Además, se asignó el IM a través de la unión de tablas para cada una de ellas, quedando cada sección electoral inundada dentro de una de las cinco categorías de estratificación del IM. Además, en la tabla de atributos final (Polígonos de inundación, área inundada por sección electoral, IM y GM) se añadieron dos variables censales, promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas y totales de viviendas particulares habitadas.

2.3. Estimación de costos por daños potenciales tangibles directos

Finalmente, se calcularon los daños potenciales tangibles directos de las inundaciones en las zonas habitacionales del Estado de México a través de las ecuaciones propuestas en la metodología de Baró Suarez, *et al.* (2012) (ver tabla 3). Las ecuaciones de IM Medio, Bajo y Muy Bajo de viviendas de dos plantas no se aplicaron en este estudio, ya que esta información no es brindada por el Censo de Población y Vivienda INEGI, 2010.

El resultado, en cantidad de salarios mínimos diarios de 2013, fue multiplicado por lo establecido por la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos (CONASAMI) de ese año. Según este organismo, en el Estado de México, se perciben dos tipos de salarios mínimos, el correspondiente al Área Geográfica A, compuesta por 8 municipios con un salario mínimo diario de 67.29 pesos de 2013, y los restantes 117 municipios localizados en el Área Geográfica B, con un salario mínimo diario de 63.77 pesos, dando como promedio de 65.53 pesos diarios para la totalidad del estado.

Tabla 3. Ecuaciones de costos máximos, mínimos y más probables por inundación en función del IM por AGEB´s según GM Muy alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo

Indices de Marginación	Ecuaciones	R2
Muy Alto	DDHmáx= 247,63 Ln(h)+668,44	0,82
	DDHmin= 141,36 Ln(h) +382,45	0,72
	DDHmp= 156,92 Ln(h) +424,33	0,74
Alto	DDHmáx= 289,63 Ln(h)+801,56	0,85
	DDHmin= 228,58 Ln(h)+637,93	0,80
	DDHmp= 280,51 Ln(h)+777,60	0,84
Medio	DDHmáx= 709,63 Ln(h)+1976,04	0,88
	DDHmin= 544,93 Ln(h)+1546,60	0,83
	DDHmp= 685,51 Ln(h)+1931,15	0,87
Bajo	DDHmáx= 877,28 Ln(h)+2479,23	0,88
	DDHmin= 797,24 Ln(h)+2233,19	0,85
	DDHmp= 865,56 Ln(h)+2443,20	0,87
Muy Bajo	DDHmáx= 1521,80 Ln(h)+4051,63	0,92
	DDHmin= 1210,14 Ln(h)+3321,20	0,87
	DDHmp= 1255,78 Ln(h)+3428,17	0,88

R 2: Coeficiente de determinación
DDHmax: Daños directos en zona habitacional Costo máximo
DDHmin: Daños directos en zona habitacional Costo mínimo
DDHmp: Daños directos en zona habitacional Costo más probable
h: altura de la lámina de agua

Fuente: Baró Suarez, et al., 2012. Elaboración propia.

De esta forma, mediante la metodología usada, se obtuvieron los costos económicos más probables de daños potenciales directos tangibles por inundación en las zonas habitacionales del Estado de México en el periodo 2000-2012.

La cuarta y última fase de trabajo fue la representación cartográfica, desarrollada en un ambiente SIG. En la presente investigación, solo se presenta la cartografía, a manera de resumen, de la localización de los municipios con resultados de mayor relevancia.

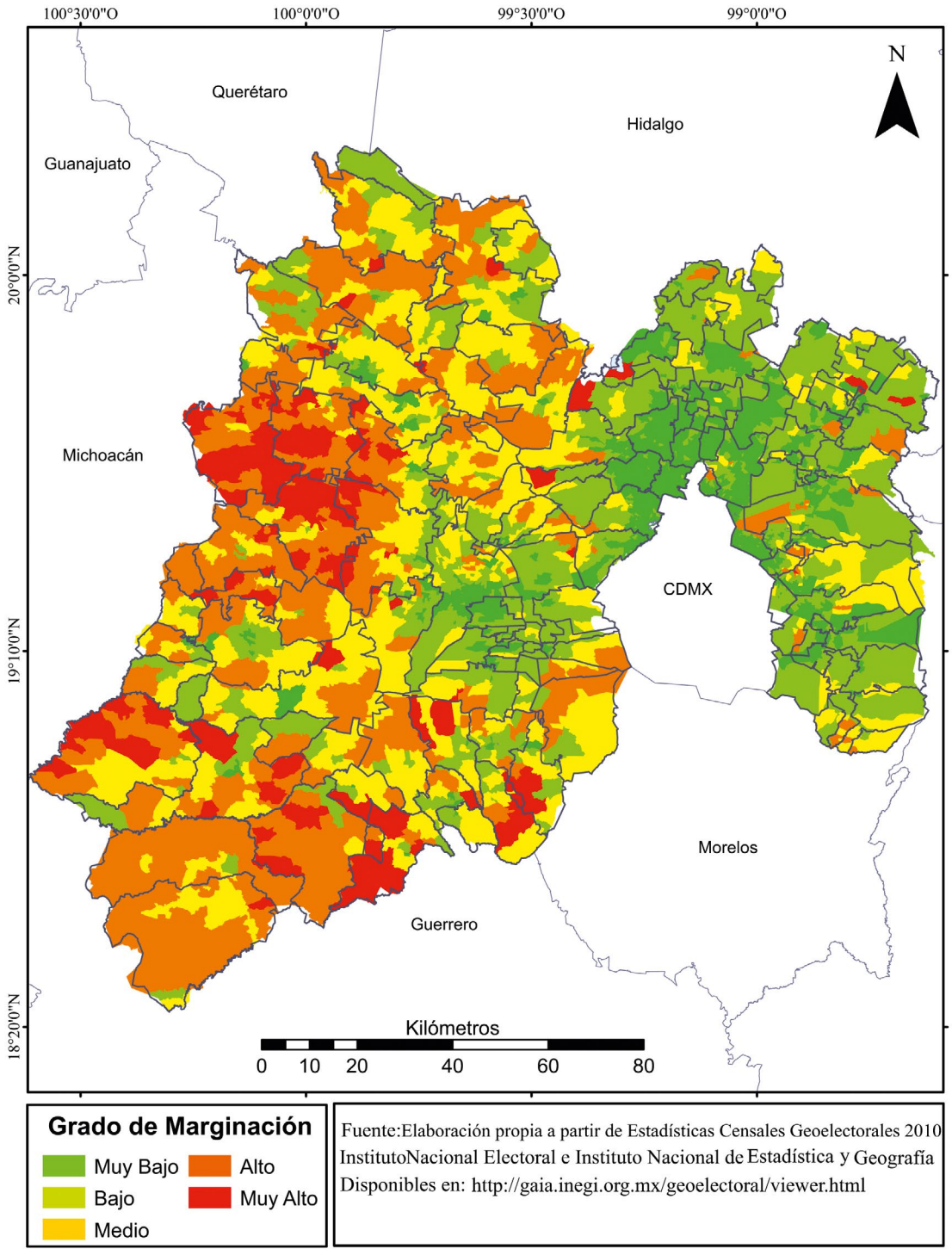
3. Resultados

3.1. Índice de Marginación por sección electoral 2010 en el Estado de México

Según la estimación realizada para el IM por sección electoral 2010 para el Estado de México, se puede observar en la cartografía (ver figura 2), representado según los grados de marginación, que existe una concentración de GM Muy Alto y Alto en el sector oeste y suroeste del estado, con ciertas entidades aisladas en la porción centro y este de dicha entidad. Los GM de Medio, Bajo, y Muy bajo se concentran en el noreste y centro.

Respecto de los tres últimos GM, se observa que en la zona noreste hay una concentración en forma de anillo alrededor de la CDMX. Esto se debe a que doce de los quince municipios de EDOMEX que colindan con esta, como Ecatepec, Naucalpan, Nezahualcóyotl, Tlalnepantla, Tultitlan, etc., forman parte de llamada Zona Metropolitana del Valle de México ZMVM, (décima zona metropolitana más grande del mundo). Se caracterizan por ser homónimos en cuanto a sus características sociodemográficas, con las delegaciones que forman dicha entidad, y, además, corresponden a algunos de los municipios con mayor población del estado con 1.656.107, 833.779, 1.110.565, 664.225 y 524.074 habitantes, respectivamente, según el Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2010).

Figura 2. Índice de Marginación por sección electoral según grado, 2010



Elaboración propia.

En la zona central de la entidad, también se observa una concentración de GM Bajo, Medio y Muy bajo, correspondiente a los municipios que conforman parte de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, como, por ejemplo, Toluca (ciudad capital del estado), Metepec y Lerma. Además, estas dos zonas corresponden a áreas mayormente urbanas e industriales, a diferencia de zonas con GM Altos y Muy altos que corresponden a municipios donde la mayoría de su superficie está destinada a zonas rurales, principalmente para el cultivo del maíz.

3.2. Superficie inundada, viviendas y personas

La superficie total inundada en el conjunto del estado, según los resultados obtenidos, fue de 283 Km^2. En solo quince municipios hay 188.91 Km^2, 67 % de la superficie total inundada, como se puede ver en la tabla 4 y se representa en la figura 3A.

A continuación, se enlistan y representan la localización. Dentro del contexto estatal, los quince municipios con mayor cantidad de secciones electorales inundadas por GM (ver tabla 5 y figura 3B), cantidad de personas damnificadas (ver tabla 6 y figura 3C) y viviendas afectadas por las inundaciones (ver tabla 7 y figura 3D).

Tabla 4. Municipios con mayor superficie inundada en el Estado de México, 2000-2012

		Cantidad de SE por GM				
Nombre del municipio	Superficie inundada en Km2	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Ixtlahuaca	28,14	4	2	6	9	3
Chimalhuacán	20,51	29	86	2	-	-
Ecatepec de Morelos	20,44	556	82	1	1	-
Nezahualcóyotl	19,55	640	13	-	-	-
Toluca	17,46	164	42	19	8	-
Lerma	12,22	11	18	1	-	-
San Mateo Atenco	9,93	2	9	-	-	-
Tultitlán	8,89	152	6	-	-	-
Teoloyucan	8,27	5	2	-	-	-
Tlalnepantla de Baz	7,58	277	13	-	-	-
Cuautitlán Izcalli	7,38	210	4	-	-	-
Chalco	7,36	18	13	5	2	-
Ixtapaluca	7,22	168	23	5	2	-
Metepec	7,16	59	1	-	-	-
Otzolotepec	6,79	1	5	1	1	-
Superficie total inundada en Km2				188,91		
Superficie total inundada del estado en Km2				282,22		

Elaboración propia.

Tabla 5. Municipios con mayor cantidad de SE inundadas según GM en el Estado de México, 2000-2012

Municipio	Total de SE inundadas	Grado de Marginación por SE 2010				
		Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Nezahualcóyotl	371	360	11	0	0	0
Ecatepec de Morelos	344	315	27	2	0	0
Toluca	135	96	18	11	10	0
Naucalpan de Juárez	133	131	2	0	0	0
Chimalhuacán	125	34	87	2	2	0
Cuautitlán Izcalli	125	122	3	0	0	0
Tlalnepantla de Baz	124	120	3	0	1	0
Ixtapaluca	76	66	6	4	0	0
Tultitlán	73	70	3	0	0	0
Chicoloapan	65	54	10	1	0	0
Coacalco de Berriozábal	61	61	0	0	0	0
Atizapán de Zaragoza	53	52	1	0	0	0
Chalco	52	21	26	3	2	0
Metepec	51	44	7	0	0	0
La Paz	49	45	4	0	0	0

Elaboración propia.

Tabla 6. Municipios con mayor cantidad de población afectada por las inundaciones en el Estado de México, 2000-2012

Nombre del Municipio	Población afectada
Nezahualcóyotl	415.905
Chimalhuacán	330.535
Ecatepec de Morelos	301.370
Chicoloapan	76.697
Cuautitlán Izcalli	76.493
Ixtapaluca	74.042
Tlalnepantla de Baz	65.205
Toluca	60.910
Tultitlán	60.010
Chalco	53.684
La Paz	45.786
Cuautitlán	36.746
Coacalco de Berriozábal	36.429
Atizapán de Zaragoza	35.478
Naucalpan de Juárez	35.019
Total de afectado Estado	2.011.261
Total de población 2010	15.180.000

Elaboración propia.

Tabla 7. Municipios con mayor cantidad de viviendas afectada por las inundaciones según GM en el Estado de México, 2000-2012

Nombre del municpio	Total de viviendas inundadas por municipio	Viviendas inundadas por SE según GM				
		Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Nezahualcóyotl	106.897	102.670	4.227	--	--	--
Chimalhuacán	80.704	14.633	64.530	1.534	7	--
Ecatepec de Morelos	77.123	72.477	4.296	350	--	--
Cuautitlán Izcalli	20.575	20.214	361	--	--	--
Chicoloapan	19.415	18.062	1.350	3	--	--
Ixtapaluca	18.900	16.303	2.140	457	--	--
Tlalnepantla de Baz	17.720	17.560	146	--	14	--
Tultitlán	15.176	14.555	621	--	--	--
Toluca	14.996	11.229	1.126	1.819	822	--
Chalco	12.845	4.029	8.594	184	38	--
La Paz	11.705	11.534	171	--	--	--
Atizapán de Zaragoza	10.126	10.072	54	--	--	--
Coacalco de Berriozábal	9.978	9.978	--	--	--	--
Naucalpan de Juárez	9.781	9.645	136	--	--	--
Cuautitlán	9.726	9.726	--	--	--	--
Total de viviendas inundas en el Estado de México	508.778	379.739	118.635	7.663	1.743	998

Elaboración propia.

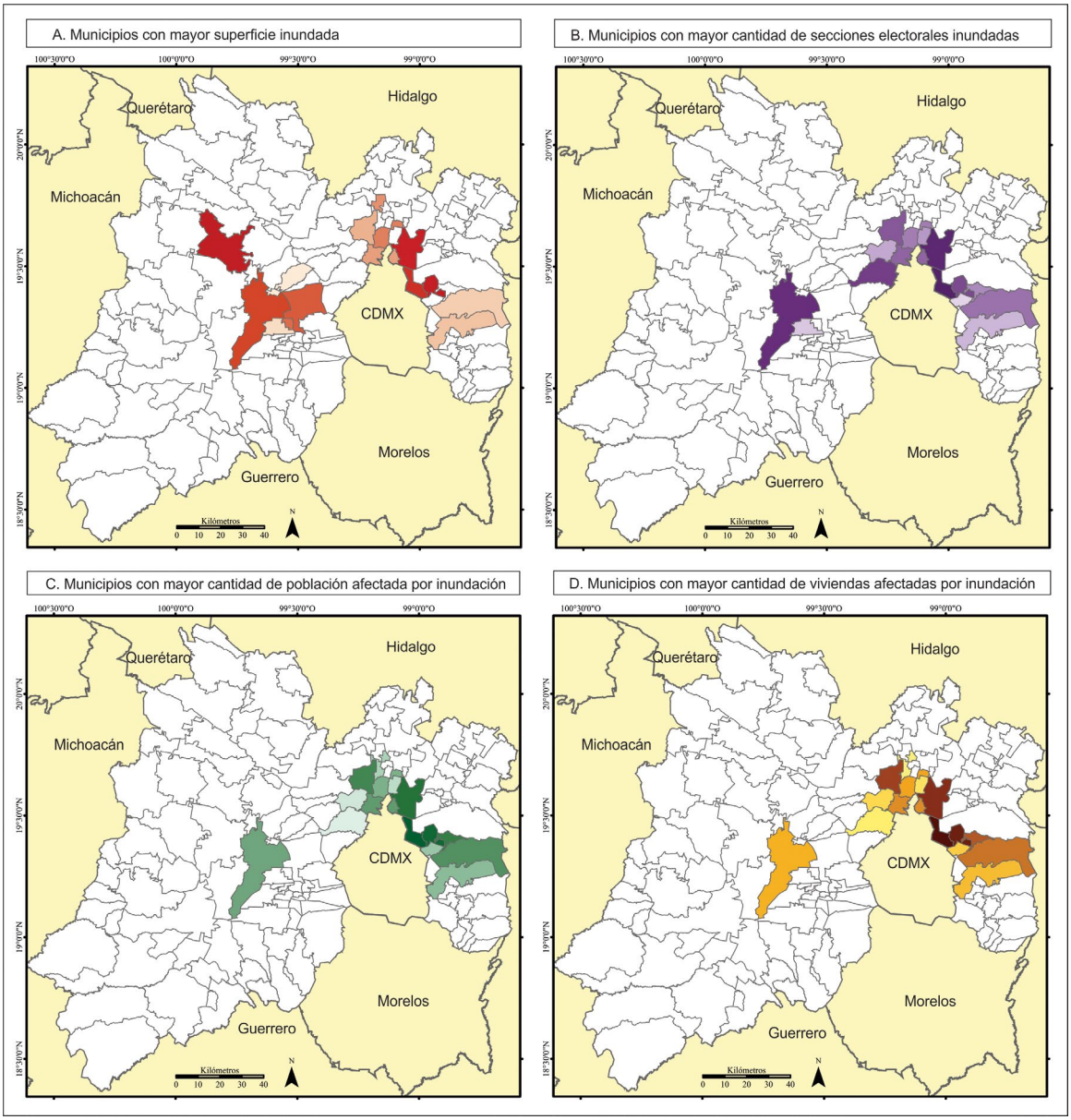
Como se puede observar en las figuras 3A 3B 3C 3D, los municipios con mayor superficie y secciones electorales inundada y cantidad de población y viviendas afectadas por las inundaciones en el periodo 2000-2012, se localizan al centro y centro-este del estado.

Cabe precisar que, según las tablas mencionadas, el listado de municipios de cantidad de viviendas y población afectada es equivalente, pero con distinto orden de relevancia, motivo por el cual se representaron las dos variables. Sin embargo, difieren con el listado de municipios con mayor cantidad de secciones electorales inundadas en el municipio de Metepec y Cuautitlán Izcalli. En el caso de los municipios

con mayor superficie inundada, el listado es disímil con respecto a los anteriores, ya que esta variable no es proporcional a las demás. Las cuatro variables se encuentran representadas en escalas colorimétricas según su orden en la lista, de esta forma, el color más intenso representa el municipio que se encuentra primero, y representando con el color más tenue el que se encuentra en última posición,

Otro de los resultados relevantes de la presente investigación es que, de los 125 municipios que conforman el Estado de México, 76 de ellos se inundaron en el periodo de estudio, es decir el 60% del estado.

Figura 3. Municipios con mayor superficie y secciones electorales inundadas, y personas y viviendas afectadas por la inundación, Estado de México, 2000-2012



Elaboración propia.

3.3. Costos de daños potenciales tangibles directos

En la tabla subsecuente se muestran los costos de daños tangibles directos más probables, máximos y mínimos, cantidad de salarios mínimos y costo en dólares americanos de 2013 en una vivienda según el GM correspondiente y a una altura de la lámina de agua de 0.10 metros (ver tabla 8). Los costos de daños corresponden a valores acumulados en trece años (2000-2012).

Tabla 8. Costos de daños potenciales tangibles directos con una altura de la lámina de agua de 0.10 mts., en Dólares Americanos 2013 para el Estado de México en el periodo 2000-2012

Grado de Marginación	Costo de una vivienda en Salarios Mínimos Altura de la lámina de agua de 0.10 mts			Costo de una vivienda en Dólares Americanos 2013 Altura de la lámina de agua de 0.10 mts			Viviendas inundadas
	Mas probable	Máximo	Mínimo	Mas probable	Máximo	Mínimo	
Muy Bajo	537	548	535	2.636	2.668	2.606	379.739
Bajo	450	459	397	2.211	2.238	1.937	118.635
Medio	335	342	292	1.644	1.668	1.422	7.660
Alto	132	135	112	647	656	544	1.746
Muy Alto	63	98	57	310	479	278	998
						Total	508.778

Elaboración propia.

En la tabla 9, se pueden observar los quince municipios con mayores costos por daños potenciales tangibles directos más probables a una altura de la lámina de agua de 0.10 a 0.50 metros, según la totalidad de las viviendas afectadas de ese municipio en particular, los cuales coinciden con los municipios con mayor cantidad de viviendas afectadas (figura 3D). Al igual que los valores anteriores, los costos de daños corresponden a valores acumulados en trece años (2000-2012) para los municipios seleccionados.

Tabla 9. Costo de daños potenciales tangibles directos más probable por vivienda según altura de lámina de agua (0.10 a 0.50 mts) por municipios en el Estado de México, 2000-2012 (Dólares americanos 2013).

Nombre de Municipio	Viviendas inundadas por SE	Cantidad de salarios minimos	Costo más probable por inundación altura de lámina de agua a 0.10 m	Costo más probable por inundación altura de lámina de agua a 0.20 m	Costo más probable por inundación altura de lámina de agua a 0.30 m	Costo más probable por inundación altura de lámina de agua a 0.40 m	Costo más probable por inundación altura de lámina de agua a 0.50 m
Nezahualcóyotl	106.897	1.899.937	279.991.533	731.451.901	995.545.037	1.182.912.585	1.328.251.875
Chimalhuacán	80.704	1.247.220	183.801.355	440.136.934	590.085.412	696.477.465	778.996.429
Ecatepec de Morelos	77.123	1.364.801	201.129.105	524.508.660	713.677.653	847.888.564	951.994.540
Cuautitlán Izcalli	20.575	366.995	54.083.569	141.579.766	192.762.886	229.075.991	257.243.795
Chicoloapan	19.415	343.375	50.602.776	131.819.053	179.328.551	213.035.432	239.181.472
Ixtapaluca	18.900	328.831	48.459.399	125.542.369	170.633.952	202.625.535	227.440.887
Tlalnepantla de Baz	17.720	316.356	46.621.081	122.148.875	166.330.777	197.676.680	221.991.484
Tultitlán	15.176	269.671	39.741.085	103.806.439	141.283.083	167.871.839	188.496.489
Toluca	14.996	241.658	35.612.801	91.975.843	124.946.715	148.339.044	166.484.043
La Paz	11.705	208.880	30.782.430	80.604.186	109.748.686	130.425.954	146.465.161
Chalco	12.845	203.249	29.952.504	72.973.544	98.139.589	115.995.239	129.844.600
Atizapán de Zaragoza	10.126	180.973	26.669.781	69.895.410	95.181.341	113.121.043	127.036.752
Coacalco de Berriozábal	9.978	178.481	26.302.576	68.967.128	93.924.844	111.631.680	125.366.763
Naucalpan de Juárez	9.781	174.566	25.725.519	67.367.021	91.726.275	109.008.534	122.414.257
Cuautitlán	9.726	173.974	25.638.290	67.225.325	91.552.719	108.812.359	122.200.555

Elaboración propia.

4. Discusión de resultados

Estimar los costos de daños por inundación es no solo una preocupación de orden académico por el reto científico y técnico que implica, sino que es un instrumento de gran utilidad para los tomadores de decisiones. Por ello, la mayor precisión es un horizonte que requiere de contar mejores y mayores insumos, así como el desarrollo o complementación de metodologías al respecto. Además, sería de gran utilidad que este tipo de metodologías fuesen, en primer lugar, la base fundamental para la toma de decisiones, al igual que debieran adaptarse a los distintos contextos de un país, que tiene una gran diversidad climática, económica y social.

La mayor precisión podría lograse, de existir la información por manzana, en virtud de que la sección electoral se compone de un conjunto de manzanas. Mas aun, sería deseable contar con las bases de datos catastrales por predio, pero con un sistema de clasificación estandarizado nacionalmente.

Sin embargo, el uso de las secciones electorales es el primer paso, ya que nos permite hacer estimaciones en pequeñas áreas antes de que suceda el hecho, y no como sucede frecuentemente, como una estimación ex post facto.

Por otro lado, si bien es cierto que la metodología de estimación es un avance considerable en esta dirección, lo cierto es que se requiere su análisis y ajuste a ecuaciones más precisas y adecuadas, dependiendo del tipo de insumo y grado de desagregación de la información disponible.

Además, es justo reconocer que hay un cierto nivel de incertidumbre que es preciso superar, y que se relaciona con el supuesto de que los polígonos de inundación elaborados por el gobierno mexicano estén correctamente elaborados. Dicho escollo podría superarse si es que se dispusiera de alguna técnica de percepción remota que permitiera eliminar este escollo.

En este contexto, es necesario delinear algunas recomendaciones importantes para futuras investigaciones. En primer término, afinar la metodología para el cálculo de costos presentada por Baró Suarez, *et.al.* (2012) ya que en la información censal no existe el registro de la cantidad de niveles que tienen las viviendas, lo cual es un dato relevante. Además, es importante actualizar el costo de los bienes para el cálculo final, ya que van cambiando con el tiempo, además de determinar si otro modelo de regresión estadística se ajusta mejor para la realización de las ecuaciones y curvas de daño.

En cuanto a la escala espacial que se utilizó, podría ser mejorada a través del cálculo de un IM a mayor nivel de detalle como son las manzanas o predios, seleccionando mayor cantidad de variables censales en sus indicadores. De esta manera, se podría lograr mayor precisión en el cálculo de la exclusión social, y el nivel relativo de privación de los beneficios del desarrollo.

De igual forma, seria relevante incluir variables espaciales en la construcción de un índice de marginación, tales como la accesibilidad. Ello porque toda clasificación de la población debe de incluir la posibilidad de acceder fácilmente a ciertos bienes y servicios, sobre todo a quien más lo necesitan. Esto en la literatura especializada le denominan justica espacial, parámetro que parece relevante incorporar.

Por último, es también necesario reconocer que todo modelo es una representación de la realidad, mas no la realidad misma, y que toda estimación, por imprecisa que parezca, es mejor a una especulación o ausencia de un cálculo aproximado.

5. Conclusiones

Si bien es cierto que en México existen planes de ordenamiento territorial, así como normas y regulaciones para la expansión urbana, lo cierto es que dichos planes no se aplican ni los gobiernos de los distintos niveles supervisan ni sancionan la construcción de nuevos asentamientos. El problema más grave radica en que buena parte de la expansión urbana inicia con asentamientos irregulares, en zonas excluidas de los planes de ordenamiento, y que a la larga se convierten en asentamientos regulares. Esto sucede porque los gobiernos de distintos partidos toleran, permiten e inducen este tipo de fenómeno de cambio de votos.

A partir de los resultados obtenidos, es posible concluir que, de los 125 municipios que conforman el Estado de México, 75 de ellos se inundaron en el periodo 2000-2012, es decir el 60% de la totalidad de la entidad. El municipio de Ixtlahuaca debería ser el que reflejara mayores pérdidas económicas en cuantos a los daños tangibles directos, debido a la superficie afectada por las inundaciones en el periodo 2000-2012, sin embargo, los municipios restantes, como Nezahualcóyotl, Chimalhuacán, Ecatepec y Toluca, son lo que reflejan una mayor cantidad de viviendas y población afectada en el conjunto del estado. Por este motivo, los costos de daños son mayores en dichos municipios, sin guardar relación con la mayor superficie afectada. Ya que, por sus características, la mayor parte de las viviendas afectadas se localizan en secciones electorales con un grado de marginación Bajo y Muy Bajo, en virtud que ese es el grado en los municipios que más se inundan.

Continuando con el análisis de los resultados del IM por sección electoral 2010, se puedo observar que la mayoría de las zonas de EDOMEX que poseen un GM Muy Alto y Alto, no coinciden con los municipios en los que se han presentado mayor cantidad de inundaciones en el periodo 2000-2012, según las publicaciones de los Atlas de Inundaciones de la CAEM, por este motivo, las perdidas económicas fueron mayores a las que se esperaban si las inundaciones se daban en zonas de menor IM.

La estimación de los costos de daños potenciales tangibles directos, producidos por las inundaciones, es de suma importancia para la realización de un adecuado plan de ordenación territorial a través de la correcta planificación y gestión del riesgo. Además, es una herramienta útil para la toma de decisiones por

parte, tanto de los gobiernos locales y estatales; además de ser de gran utilidad para el Fondo Nacional de Desastres Naturales de México (FONDEN).

La utilización de los Sistemas de Información Geográfica es imprescindible para este tipo de análisis, tanto como para la homogenización, análisis, procesamiento de la información, así como para su representación final.

Su utilización nos da una visión más clara y precisa de las espacialidad y distribución de los hechos, en el caso específico de esta investigación, la representación del GM nos indica zonas homogéneas, donde luego, a través de la determinación de las zonas inundables, se pudieron realizar las estimaciones de daños concretamente, pero además, se pueden determinar, según los indicadores construidos, otros patrones socioeconómicos que se pueden utilizar para otros estudios relacionados, como el estado general de las viviendas, el cual puede ser útil para la construcción de índices de vulnerabilidad.

De esta manera se verifican las hipótesis que se plantearon al inicio de la investigación, y, de igual forma, se cumplieron los objetivos tanto principal como secundarios.

Referencias

Baró Suárez, J. E., Díaz-Delgado, C., Calderón, G., Esteller, V., Cadena, E. y Franco R. (2012). *Metodología para la valoración económica de daños potenciales tangibles directos por inundación*. México: Universidad Autónoma de Estado de México.

Ceballos Bernal, A.I., Baró Suárez, J. E., Díaz-Delgado, C. (2016). Estimación de pérdidas económicas directas provocadas por inundación. Aplicación de las curvas inundación-daños en países en desarrollo. *Investigaciones Geográficas (Esp)*, 169-180. https://doi.org/10.14198/INGEO2016.65.10

Chuvieco Salinero, E. (2002). *Teledetección ambiental:* la observación de la Tierra desde el espacio. Barcelona: Ariel.

Cochran, W. (1977). *Técnicas de muestreo*. México: Compañía Editorial Continental S.A. de C.V.

Comisión del Agua del Estado de México (CAEM) (2000-2012). Atlas de inundaciones del Estado de México. Recuperado de http://caem.edomex.gob.mx/atlas_de_inundaciones

Comisión Económica para América Latina (CEPAL) (2003). *Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los Desastres*. Serie Medio Ambiente y Desarrollo., Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2016). Índice de Rezago Social *2015 a nivel nacional, estatal y municipal*. México: CONEVAL. Recuperado de: http://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/

Consejo Nacional de Población (CONAPO) (2012). *Índice de marginación por localidad 2010*. México: CONAPO Colección Índices Sociodemográficos. Recuperado de http://www.conapo.gob.mx/

Direction Régionale de l´Environnement (DIREN) y Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction (DGUHC) (2007). *L´approche hydrogeómorphologique en milieux méditeranéens. Une méthode de détermination des zones inondables*. Recuperado de: www.paca.ecologie.gouv.fr y www.equipement.gouv.fr

Fernández, E. (31/08/2017). Por lluvias se desborda Gran Canal de Ecatepec. *Periódico El Universal*. Recuperado de: http://www.eluniversal.com.mx/metropoli/edomex/por-lluvias-se-desborda-gran-canal-en-ecatepec

Forests, Lands, Natural Resource Operations & Rural Development (2011). *Coastal Floodplain Mapping – Guidelines and Specifications*. British Columbian: KWL.

Gobierno del Estado de México (GEM) y Ayuntamiento de San Antonio la Isla. (2016). *Atlas municipal de Riesgos San Antonio la Isla*. Estado de México: Dirección General de Protección Civil del Estado de México (DGPCEM). Recuperado de: http://sanantoniolaisla.gob.mx/

Gobierno del Estado de México (GEM) y Ayuntamiento de San Mateo Atenco. (2016). *Atlas municipal de Riesgos San Mateo Atenco*. Estado de México: (DGPCEM). Recuperado de: http://www.sanmateoatenco.gob.mx/

Gobierno del Estado de México (GEM) y Ayuntamiento de Lerma. (2016). *Atlas municipal de Riesgos Lerma*. Estado de México: (DGPCEM). Recuperado de: http://www.lerma.gob.mx/

González Álvarez, J. (2009). Inundaciones en zonas urbanas y formas de mitigación. *Rizoma, revista de la agencia para la planeación del desarrollo urbano de Nuevo León*. Recuperado de http://www.nl.gob.mx./

Granados Sánchez, D., Hernández García, M.A. y López Ríos, F. (2005). *La cuenca hidrológica: unidad ecológica de manejo*. México: Universidad Autónoma de Chapingo (UACH).

Gumiel, P. (2002). Utilidad de los fractales en la prevención de los riegos naturales. Su aplicación en sismicidad, deslizamientos e inundaciones. En F. J. Ayala Carcedo, y J. Olcina Cantos. (Coords). *Riesgos Naturales* (pp. 173-192). Barcelona: Ariel.

IBM–SPSS Statistic Base 22. (2012). *Manuales de aprendizaje*. New York: IBM Corporation.

Instituto Geológico y Minero de España (IGME) (2008). *Guía metodológica para la elaboración de mapas de peligrosidad de avenidas e inundaciones*. Serie Riesgos Geológicos/Geotecnia N°1. Madrid: IGME.

Instituto Nacional Electoral (INE) (2017). *Marco Geográfico Electoral, geografía electoral y cartografía*. México: INE. Recuperado de: http://cartografia.ife.org.mx/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. México: INEGI. Recuperado de http://www.inegi.org.mx/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). *Marco Geoestadístico versión 5.0*. México: INEGI. Recuperado de http://www.inegi.org.mx/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). *Nota técnica. Estratificación Multivariada*. México: INEGI. Recuperado de http://www.inegi.org.mx/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). *Estadísticas Censales a Escalas Geoelectorales 2010*. Recuperado de http://gaia.inegi.org.mx/geoelectoral/viewer.html

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2013). *Informe estadístico sobre Riesgos Naturales en México*. México: INEGI. Recuperado de http://www.inegi.org.mx/.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2015). *Encuesta Intercensal 2015*. México: INEGI. Recuperado de http://www.inegi.org.mx/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2017). *Glosarios de aspectos normativos y metodológicos*. México: INEGI. Recuperado de http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/aspectosmetodologicos/glosarios/

Jiménez Jacinto, R. (31/08/2014). Lluvia deja inundaciones en Naucalpan, no hay lesionados. *Periódico El Universal*. Recuperado de: http://archivo.eluniversal.com.mx/ciudad-metropoli/2014/inundaciones-naucalpan-lluvias-1034424.html

Méndez, E. (19/09/2012). Inundaciones los dejan sin nada. *Periódico El Universal*. Recuperado de: http://www.eluniversaledomex.mx/nezahualcoyo/nota32312.html

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) (2011). *Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables*. Madrid: Dirección General del Agua.

Olcina Cantos, J. y Ayala-Carcedo, F. J. (2002). Riesgos Naturales. Conceptos fundamentales y clasificación. En F. J. Ayala Carcedo y J. Olcina Cantos. (Coords). *Riesgos Naturales* (pp. 41-73). Barcelona: Ariel.

Pérez, C. (2005). *Técnicas de estadística con SPSS 12. Aplicaciones al análisis de datos*. Madrid: Ed. Pearson Educación.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2016). Índice de Desarrollo Humano. Nueva York: PNUD. Recuperado de: http://hdr.undp.org/en/2016-report

Rivers Agency, Department of Agriculture and Rural Development (2011). *Preliminary Flood Risk Assessment and Methodology for the Identification of Significant Flood risk Areas*. Reino Unido, Irlanda. Recuperado de: http://www.dardni.gov.uk/final-pfra-report.pdf

Salas Salinas, M.A. y Jiménez Espinosa, M. (2013). *Inundaciones*. Serie Fascículos Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y Secretaria de Gobernación. México: CENAPRED.

Victoria, E. (29/08/2017). Al menos 300 viviendas afectadas por inundaciones en Tlalnepantla y Cuautitlán Izcalli. *Periódico El Financiero*. Recuperado de: http://www.elfinanciero.com.mx/nacional/al-menos-300-vivendas-afectadas-por-inundaciones-en-tlalnepantla-y-cuautitlan-izcalli.html