

# Condiciones socioeconómicas y ambientales en los municipios vulnerables al cambio climático

Mónica Velázquez y Arturo Franco\*

## Resumen

A partir de la construcción de un Índice de Vulnerabilidad Social se analizaron las desigualdades multidimensionales de los 319 municipios vulnerables al cambio climático en México, en los que se congrega casi un cuarto de la población total y cuya ubicación se concentra en las áreas urbanas y rurales de la región Sureste del país. Como factores principales que inciden en la vulnerabilidad social asociada al cambio climático destacan el no disponer de medios de comunicación, el analfabetismo y el grado bajo de escolaridad. Asimismo, se evidencia la presión ejercida sobre el medio ambiente a consecuencia de actividades antropogénicas<sup>1</sup> que denotan mejores condiciones de bienestar y desarrollo. Ejemplo de ello son los residuos sólidos urbanos, cuya generación se ha incrementado como resultado del crecimiento urbano; las emisiones de gases por diferentes fuentes contaminantes, principalmente las móviles; y la presión sobre los recursos hídricos, en donde la sobreexplotación de los mantos acuíferos y la contaminación derivan en la menor disponibilidad del recurso para consumo humano y productivo, enfatizando que a menor vulnerabilidad social, mayor es la presión que se ejerce sobre el medio ambiente. Aunado a lo anterior, se contrasta la ausencia de instrumentos de adaptación en aquellos municipios con un grado alto y muy alto de vulnerabilidad social que han sido afectados por desastres asociados a fenómenos naturales.

**Términos clave:** cambio climático, vulnerabilidad social, residuos sólidos urbanos, contaminación del aire, presión hídrica.

## Introducción

México posee una vasta extensión territorial, de la cual 11 122 km corresponden a la franja litoral (69.8% a la línea costera del Océano Pacífico y 29.4% al Golfo de México y el Mar Caribe) (SEMARNAT, 2014a). Asociado a ello, su ubicación geográfica, su variada topografía, las diversas condiciones atmosféricas y su gran variedad de climas<sup>2</sup> lo hacen altamente sensible al cambio climático,<sup>3</sup> fenómeno que en los últimos años ha afectado severamente a los sistemas natural y humano. Esto se ha convertido en uno de los retos más grandes de política pública, ya que tiene efectos significativos en el bienestar de la población, las actividades económicas y los ecosistemas (IPCC, 2007). Se manifiesta en el aumento de la temperatura promedio del planeta, propiciado por la exacerbada concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. La evidencia científica sugiere que de no llevar a cabo acciones para reducirlos, la temperatura media global se incrementará en más de 2°C durante la primera mitad del presente siglo, lo que traerá consecuentes impactos

\* Los autores agradecen las aportaciones del equipo de trabajo de la Dirección de Poblamiento y Desarrollo Regional Sustentable del CONAPO.

<sup>1</sup> Antropogénico es lo resultante o producto de las acciones humanas (FAO, 2015).

<sup>2</sup> En México, el clima está determinado por varios factores, entre ellos la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua. Por lo anterior, el país cuenta con una gran diversidad de climas, que de manera muy general pueden clasificarse, según su temperatura, en cálido y templado; y de acuerdo con la humedad existente, en medio, húmedo, subhúmedo y muy seco (CONAGUA, 2015).

<sup>3</sup> Se define como el cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos comparables (ONU, 1992).

climáticos adicionales (Stern, 2006), relacionados con el aumento en la cantidad e intensidad de huracanes más peligrosos,<sup>4</sup> lluvias extremas asociadas a ciclones tropicales, sequías prolongadas, etcétera.

Los fenómenos hidrometeorológicos no impactarán con la misma magnitud en el territorio, por ejemplo, algunas regiones costeras en las que se ha aglomerado la población, principalmente por la dinámica que ha experimentado el turismo, sufrirán inundaciones por el aumento en el nivel del mar; habrá sequías intensas en la región Norte, la Noroeste, la Península de Baja California y parte del Centro del país, que si bien por la latitud son zonas semiáridas y áridas, el déficit hídrico será más intenso y prolongado; o bien se presentarán aluviones y deslaves o corrimientos de tierra, entre otros, de manera predominante en la región Sur-sureste y en las vertientes del Golfo de México y del Pacífico, al sur del Trópico de Cáncer.

Además de las características fisiográficas del país, existen otros factores derivados de las desigualdades de carácter multidimensional, que se producen por los procesos de desarrollo económico y social que elevan la vulnerabilidad de las personas.<sup>5</sup> Ésta se define como el nivel al que un sistema natural o humano es susceptible o incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático (IPCC, 2001); a la vez que está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a los que está expuesto el sistema, así como de su sensibilidad, de la capacidad de adaptación del mismo. Por ello, para poder valorar los posibles impactos que el cambio climático tendrá en la población se deben tomar en cuenta factores vinculados con el nivel de desarrollo y bienestar, es decir, la vulnerabilidad social (vs).

En este sentido, se propone un Índice de Vulnerabilidad Social asociado a la adaptación al cambio climático (ivs),<sup>6</sup> calculado para los 319 municipios vulnerables al cambio climático (mvcc), mismos que determinó el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), como resultado de un diagnóstico basado en tres estudios: 1) *Estrategia Nacional de Cambio Climático*, Visión 10, 20, 30 (INECC, 2013); 2) *Estudio de vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México* (Gay, 2013); y 3) publicación de Monterroso et al. (2012): *Two methods to assess vulnerability to climate change in the Mexican agricultural sector*.<sup>7</sup> La distribución en el país de los mvcc no es uniforme: Chiapas es la entidad que concentra más dentro de esta clasificación (7.5%), le siguen Veracruz, México, Oaxaca y Yucatán; mientras que el 90 por ciento de los municipios de Campeche son vulnerables al cambio climático, seguido de Tabasco, Sinaloa, Baja California y Baja California Sur, con el 70, 61, 60 y 60 por ciento, respectivamente (véase gráfica 1).

Por otra parte, los problemas medio ambientales han estado relacionados, en su mayoría, con el contexto local. Los efectos del hombre sobre el entorno son diversos, pero al mismo tiempo han sido diferenciados entre las ciudades y el campo: las primeras concentran el mayor volumen de población, son protagonistas de una continua expansión indiscriminada sobre el territorio, aunado a la contaminación del aire, la generación de residuos sólidos urbanos (rsu), la alteración del balance hídrico de las cuencas, etc., que a su vez se materializa en una amenaza constante por la derivada pérdida de servicios ambientales. Mientras que en las zonas rurales se concentra la población con mayor exclusión socioeconómica y una alta dependencia de las actividades de producción agropecuaria que gradualmente han deteriorado la cubierta vegetal para convertir el terreno en áreas de pastoreo o siembra. Tanto el sector como la producción de alimentos básicos a es altamente sensible a las variaciones del clima, traduciéndose en una oferta limitada de productos

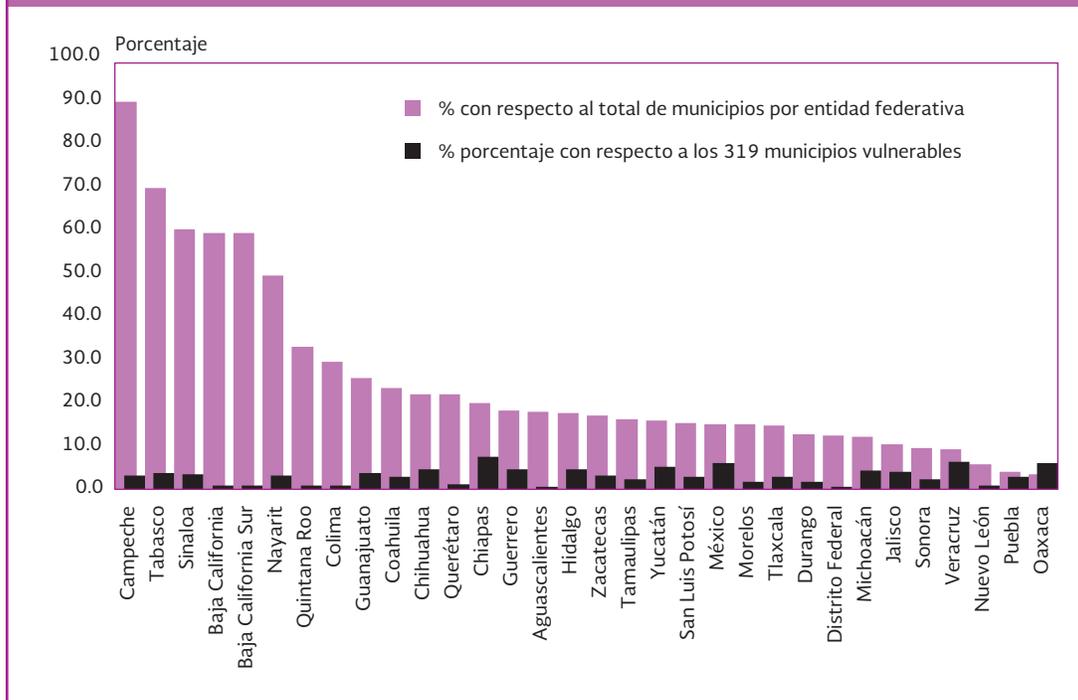
<sup>4</sup> La escala de huracanes de Saffir-Simpson clasifica a los ciclones tropicales según la intensidad del viento. Se consideran huracanes peligrosos los de categoría 3, 4 y 5.

<sup>5</sup> El daño está en función de la exposición del sistema al cambio climático, la capacidad del sistema para adaptarse a las variaciones en el clima y su sensibilidad al cambio climático. La exposición es el carácter, magnitud y tasa de variación de clima a los que está expuesto un sistema, mientras que la sensibilidad es la medida en que un sistema será impactado o responderá al cambio climático y es, básicamente, el elemento biofísico de vulnerabilidad que también puede verse afectado por factores socioeconómicos. Por último, la capacidad de adaptación es el grado en que los ajustes en las prácticas, procesos o estructuras pueden moderar o compensar las posibilidades de perjudicar o aprovechar las oportunidades creadas por el cambio en el clima (BM, 2013).

<sup>6</sup> Se tomaron como referencia variables demográficas y socioeconómicas del Censo de Población y Vivienda 2010 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

<sup>7</sup> Para ampliar la información, consultar el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (SEMARNAT, 2014).

**Gráfica 1.**  
**Porcentaje de municipios vulnerables al cambio climático**



Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (SEMARNAT, 2014).

agropecuarios que impiden satisfacer la demanda de la población urbana y rural; en este sentido, el documento analiza dichos elementos que, además, inciden de manera significativa en la continuidad del cambio climático.

El trabajo se divide en cinco apartados. El primero conceptualiza a la vs y se abordan las aproximaciones teóricas sobre las características y factores que inciden en su relación con el cambio climático; en el segundo, se analizan algunas de las variables que forman parte del Índice de Vulnerabilidad Social (ivs) y los resultados; a través de esta herramienta se destaca que algunas condicionantes de tipo demográfico y económico son las más significativas, asimismo, se enfatiza cuáles son los territorios más susceptibles. El ivs se estimó con la técnica estadística de componentes principales, ya que permite reducir un conjunto de datos con muchas variables a uno menor, perdiendo la mínima cantidad de información posible, toda vez que sintetiza y muestra cuál o cuáles de éstas explican la mayor cantidad de la variabilidad de un fenómeno.

Posteriormente, se aplicó la técnica de estratificación de Dalenius y Hodges para asignar el grado de vs a cada municipio. Es importante señalar que este método tiene la limitante de no ser comparable en el tiempo, pero dado que el objetivo del estudio es ubicar en un determinado espacio temporal a la población vulnerable y las características de la vulnerabilidad, no es de gran significancia la restricción metodológica.

Cabe subrayar que la construcción del ivs tiene la finalidad de aportar una medida de adaptación basada en las carencias sociodemográficas. La selección de las variables que lo conforman se realizó en sentido inverso a las medidas de adaptación, es decir, nuestro objetivo no es, precisamente, conocer la capacidad que tiene la población de los mvcc para adaptarse a las condiciones cambiantes del clima, sino mostrar una serie de insuficiencias que aumentan la vulnerabilidad y generan una menor capacidad de adaptación como consecuencia de las nulas posibilidades de hacer frente a los eventos climáticos frecuentes y extremos. De

igual forma, se pretende exponer una serie de indicadores cuya atención debería ser prioritaria, ya que la intervención oportuna en temas relacionados con la vivienda, el ingreso y el empleo, o bien la población, la educación y la salud, tendría un impacto positivo en la reducción de estas variables y coadyuvaría a la generación de estrategias efectivas de adaptación basadas en la reducción de la vulnerabilidad.

En el tercer apartado se examinan otros indicadores que guardan relación directa con la dinámica socioeconómica de la población y el medio ambiente, contrastando el ámbito rural y el urbano:<sup>8</sup> los residuos sólidos urbanos, la contaminación del aire,<sup>9</sup> y la disponibilidad natural de agua y la presión hídrica. En el cuarto, se analizan las áreas de oportunidad que han limitado la continuidad de la política de adaptación en los mvcc. Por último, se incluyen las consideraciones finales.

## Aproximaciones conceptuales sobre la construcción de la vulnerabilidad social y su relación con el cambio climático

La vulnerabilidad, con relación al cambio climático y su asociación a los desastres, puede, en una primera aproximación, ser definida como la propensión o susceptibilidad de la sociedad -o un componente de la sociedad, los seres humanos y sus soportes productivos, infraestructurales o materiales, en general- de sufrir daños y pérdidas cuando son impactados por eventos o fenómenos físicos externos, y de encontrar dificultades en recuperarse posteriormente, de manera autónoma (Lavell, 2004).

El término tuvo su origen en la literatura sobre seguridad alimentaria y su relación con los peligros naturales, sin embargo, ha sido aplicado para evaluar el impacto del cambio climático, por lo que ha surgido

una gran variedad de definiciones desde diferentes enfoques interdisciplinarios (Vincent, 2004). De manera general, éstos se pueden dividir en tres. El primero señala que la vulnerabilidad es una condición preexistente, es decir, la fuente del riesgo es biofísico (exposición potencial al riesgo); enfatiza que la población se distribuye en zonas de peligro (zonas sísmicas, áreas sujetas a inundación y costeras), y el costo o pérdida se asocia con la ocurrencia de un evento particular (vidas, propiedades). Algunos elementos de este enfoque biofísico son la magnitud, duración, impacto y frecuencia (Timmerman, 1981; Susman *et al.*, 1984; Bogard, 1989; Liverman, 1990; Cutter, 1993; Dow y Downing, 1995; etc.).

El segundo se vincula a los procesos histórico, cultural y económico, que en su conjunto inciden en la capacidad individual o social para hacer frente a los desastres (Bogard, 1989; Bohle *et al.*, 1994; entre otros). El tercer enfoque es una combinación de elementos de ambos planteamientos, es decir, la vulnerabilidad se concibe como el conjunto de componentes biofísicos y las características de la estructura socioeconómica (Cutter, 1996). En este sentido, si la vulnerabilidad a los desastres asociados a fenómenos naturales se da por los patrones de asentamiento y desarrollo de la población, entonces el impacto de un evento catastrófico no es aleatorio, sino que se determina por la interacción social y de organización de una sociedad, además del acceso a los recursos (Ruiz y Grimalt, 2012).

El concepto de *vs* transita entre los límites de diferentes disciplinas, por lo que engloba características psicológicas, sociales, económicas, territoriales, políticas y culturales que condicionan el comportamiento preventivo y la capacidad de respuesta de un grupo social para atender una emergencia, la rehabilitación y la recuperación (Kuroiwa, 2002).<sup>10</sup> Por lo tanto, a través de este concepto se puede predecir y entender la existencia de impactos diferenciados en los distintos grupos de una sociedad, dado que son las características internas de los elementos expuestos a las amenazas las que hacen propensa a la población a sufrir daños ante un cataclismo ambiental (Soares y Gutiérrez, 2011).

<sup>8</sup> Se clasifican como municipios urbanos aquellos donde la mayor parte de la población vive en localidades de 15 mil o más habitantes; semiurbanos, aquellos municipios que tienen este porcentaje de población en rangos de localidades entre 2 500 y 14 999 habitantes; y rurales, donde más del 50 por ciento de las personas reside en localidades censales menores de 2 500 habitantes.

<sup>9</sup> Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC), Hexafluoruro de Azufre (SF<sub>6</sub>).

<sup>10</sup> Es decir, las sociedades más desarrolladas tienen mayor capacidad de responder a los desastres, son más resistentes tanto en la fase de emergencia como en la de recuperación.

Sin embargo, es complejo determinar cuáles son las características o condicionantes que hacen sensible a la población frente a un desastre. Las causas son variadas: la calidad de las construcciones e infraestructuras en el ámbito de la vivienda, la falta de acceso a la información sobre catástrofes y cómo responder ante la misma, la capacidad económica, el acceso a los servicios básicos y de salud, el contexto sociocultural, etc. A pesar de que se conocen muchos de los factores constitutivos de la vs, la mayoría son de tipo cuantitativo,<sup>11</sup> esto es, aquellos que se asocian directamente con la posición socioeconómica: vivienda, ingresos y empleo, aspectos demográficos, educación, salud, etcétera. Diversos estudios miden la vs a través de estas dimensiones, y algunos incorporan variantes de tipo territorial, cultural o institucional, aunque es evidente que el concepto se encuentra en un constante proceso de construcción teórica y metodológica—Cutter *et al.*, 2003; Ruiz y Grimalt, 2012; Almejo, 2011; CENAPRED, 2014; Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), 2012; Hazards and Vulnerability Research Institute—University of South Carolina (HVRI) 2006–2010; entre otros—.

Para poder contextualizar la vs, a través del ivs se establecieron seis dimensiones: vivienda, ingreso y empleo, población, educación, género y salud. Es importante señalar que éstas se seleccionaron con base en los estudios anteriormente descritos, con énfasis en la capacidad de adaptación de la población que vive en los mvcc, no obstante, se carece de información de tipo cualitativo como las acciones y recursos destinados a la adaptación de los ciudadanos a nivel municipal. En el ámbito de la vivienda se incluyeron cuatro variables que sintetizan las principales características que inciden en el bienestar de sus ocupantes. El componente ingreso y empleo se integró por tres indicadores: población con ingresos menores a dos salarios mínimos, personas que laboran en el sector primario de la economía, y población no económicamente activa (PNEA). En la dimensión de población se incorporaron variables relacionadas con dispersión de la población,

etnicidad y niñez (personas de 0 a 11 años), los dos primeros contextualizan la segregación territorial y cultural que afecta el acceso a recursos públicos y servicios básicos antes, durante y después del desastre; el último dimensiona a uno de los grupos más vulnerables al cambio climático.<sup>12</sup>

Por otra parte, se incluyeron criterios de educación como el analfabetismo y el grado promedio de escolaridad; en general, las personas con mayores conocimientos poseen una mejor capacidad de adaptación. En cuanto a género, las mujeres pueden tardar más tiempo en recuperarse de un desastre, debido a la dificultad de encontrar un empleo, estar a cargo del cuidado de los hijos, trabajar en actividades del campo, mantenimiento del hogar o el rol de sustento familiar como jefa de familia con ingresos bajos. Por último, el componente de salud se asocia con un tiempo más prolongado en la recuperación ante un desastre, además de la descapitalización que implica absorber los costos de servicios de salud. La justificación detallada de la elección de los indicadores se puede observar en el cuadro 1.

## Características generales de los mvcc y resultados del ivs

La vulnerabilidad al cambio climático es un fenómeno multidimensional que implica la existencia de territorios biofísicamente susceptibles a la presencia de eventos meteorológicos asociados a la variación climática, así como la coexistencia de características demográficas que derivan en una baja capacidad de respuesta, consecuencia de una serie de desventajas socioeconómicas, culturales, políticas e institucionales. Los mvcc reúnen particularidades que, en conjunto, logran evidenciar la situación adversa que vulnera la integridad física y patrimonial de las personas; los resultados del ivs permiten, precisamente, conocer las particularidades de los municipios en cuestión.

<sup>11</sup> Si bien existen otro tipo de variables, éstas son difíciles de cuantificar, como son los aspectos culturales, comportamientos, percepción del riesgo, etc.; a escala municipal difícilmente se puede determinar la percepción del riesgo en los ciudadanos.

<sup>12</sup> Los adultos mayores son otro grupo altamente vulnerable por la menor capacidad de movimiento para ponerse fuera de peligro, además de la dependencia socioeconómica que representan; se decidió que el grupo fuera excluido debido a la alta correlación con la PNEA, por lo que se optó por mantener este último indicador.

**Cuadro 1.**  
**Indicadores del Índice de vulnerabilidad social para los 319 municipios vulnerables al cambio climático**

Dimensión	Indicadores	Justificación
Vivienda	Porcentaje de viviendas sin servicios públicos <sup>1</sup>	Los servicios públicos básicos en la vivienda denotan la calidad de vida de los ocupantes. La falta de drenaje y de fuentes seguras de suministro de agua repercuten de forma negativa en la salud de la población, ya que, promueven un ambiente insalubre para la población y sobrepasan la capacidad de respuesta de la población ante los desastres asociados a los fenómenos naturales.
	Porcentaje de viviendas construidas con materiales precarios <sup>2</sup>	Una vivienda construida con materiales resistentes disminuye la exposición al riesgo, ya que sirve como refugio ante el impacto de un fenómeno climático, por lo que si están edificadas con materiales de baja calidad o costo, la vulnerabilidad se eleva al ser destruidas o dañadas, generalmente las personas que habitan en este tipo de construcciones son de escasos recursos, motivo que dificultaría la reconstrucción de las mismas (aunque por el tipo de materiales las pérdidas económicas son menores), incluso, estudios recientes señalan que se incrementaría la pobreza de esa población.
	Porcentaje de viviendas con algún nivel de hacinamiento	El hacinamiento está asociado a situaciones de marginación y de dependencia demográfica, por ende afecta la acumulación de activos y vuelve más susceptible a la población a enfermedades infectocontagiosas además de que las condiciones extremas de precariedad aumenta la probabilidad de sucumbir a los desastres naturales.
	Porcentaje de viviendas que no disponen de medios de comunicación <sup>3</sup>	Los medios de comunicación son una variable esencial en el proceso de gestión y reducción de riesgos ante desastres o emergencias, porque la difusión oportuna y transparente de información contribuye a la toma de decisiones, ya que con ello se logra hacer frente a los fenómenos naturales de forma más eficiente.
Ingreso y empleo	Porcentaje de población ocupada en el sector primario de la economía	El sector primario de la economía (agricultura, ganadería, pesca, etc.) es uno de los más sensibles al cambio y la variabilidad climática, en virtud de las potenciales variaciones en los flujos de agua y la degradación de suelos, entre otros efectos que pueden ser causados o exacerbados por estos fenómenos (aunque también estas actividades económicas contribuyen a la variabilidad y al cambio climático). Por ende, las personas ocupadas en este sector económico, la cual en su mayoría se concentra en áreas rurales, donde la producción principalmente es de autoconsumo, además se caracterizan por tener bajos niveles de desarrollo humano y una casi nula capitalización social y productiva especialmente porque los medios de producción se pierden ante un evento adverso.
	Porcentaje de población económicamente activa desocupada (PNEA)	Esta variable fue seleccionada porque además de que metodológicamente resultó apropiada, explica la dependencia económica y social que representan diversos grupos de población vulnerable como los adultos mayores, jóvenes, las personas dedicadas a los quehaceres del hogar, y las que tiene alguna limitación física o mental permanente que les impide trabajar, asumiendo que el tener un empleo reduce la vulnerabilidad al obtener ingresos que permitan recuperarse más rápidamente de un impacto, además de que requieren ayuda económica y social adicional post desastre.
	Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos	Las personas que viven con bajos ingresos están a menudo más expuestas al cambio climático, esto porque generalmente viven en las zonas más precarias tanto urbanas como rurales, además de que disponen de escasos recursos para poder adaptarse, absorber las pérdidas, y resitir el impacto de éste fenómeno.

Continúa...

**Cuadro 1.**  
**Indicadores del Índice de vulnerabilidad social para los 319 municipios vulnerables al cambio climático**

Dimensión	Indicadores	Justificación
Población	Porcentaje de población que vive en localidades rurales aisladas <sup>4</sup>	Los residentes rurales pueden ser más vulnerables debido a los menores ingresos, aunado a ello, por estar aislados el acceso a servicios públicos es limitado, y en caso de un desastre asociado al cambio climático, los servicios y recursos para mitigar el impacto de un fenómeno natural tardarían en llegar.
	Porcentaje de población de mayor de tres años hablante de lengua indígena que no habla español	La población indígena que no habla español es considerada un grupo altamente excluido del desarrollo socioeconómico, las razones son múltiples: culturales, políticas, económicas, sociales, etc. Esta situación los hace especialmente vulnerables a diversos escenarios, entre ellos el que presenta el cambio climático, ya que la capacidad de resiliencia y adaptación es baja o nula. Asimismo las barreras lingüísticas y culturales afectan el acceso a la financiación posterior a los desastres.
	Porcentaje de población de 0 a 11 años <sup>4</sup>	Los niños son un grupo vulnerable frente a los desastres, derivado de su limitada habilidad para ponerse fuera de peligro en caso de una eventualidad adversa, además que la falta de información y experiencia los hace menos capacitados para responder a las consecuencias de un posible desastre.
Educación	Porcentaje de población mayor de 15 años analfabeta	El analfabetismo limita la capacidad para entender la información de advertencia y el acceso a la información de recuperación. Aunado a ello, el analfabeto tiene mayores dificultades de inserción social no sólo a nivel personal (problemas de inclusión social, trabajo precario, altas morbilidades, etc.), sino también a nivel de su grupo familiar (nutrición, higiene, salud y escolaridad de los hijos, entre otros), y a la sociedad (pérdidas de productividad, altos costos para el sistema de salud); además esta condicionante se reproduce a través de los hijos.
	Grado promedio de escolaridad	La educación está vinculada con el nivel socioeconómico; un mayor nivel de instrucción resulta en teoría en mejores ingresos, por lo que se contaría con la capacidad económica para hacerle frente a un desastre asociado al cambio climático. En general, los países con más "capital humano" o conocimientos poseen mayor capacidad de adaptación. La educación y la capacitación para la adaptación han sido reconocidas como la base para generar una población con mejores elementos para la toma de decisiones. A mayor promedio de alfabetismo y nivel de escolaridad, mayor capacidad de adaptación y enfrentamiento al cambio climático.
Género	Porcentaje de hogares con jefatura femenina	Los hogares con jefatura femenina se relacionan con niveles altos de marginación y pobreza, una de los factores asociados es la persistente discriminación de género en diversos ámbitos, por ejemplo en el laboral las mujeres obtienen menores salarios, además, combinan el trabajo asalariado con el doméstico. Las desigualdades de género existentes afectan el acceso y control sobre los recursos, empleo, educación y toma de decisiones, las cuales se podrían agudizar ante los efectos del cambio climático, por lo que la desigual distribución de roles en el ámbito doméstico, aunado a ingresos insuficiente para procurar el bienestar mínimo de la familia, las hace más vulnerables ante este fenómeno.
Salud	Porcentaje de población sin servicios de salud	Según la localización geográfica, el cambio climático traerá como consecuencia el deterioro en la salud, además de otras repercusiones, las causas son múltiples, por lo que contar con asistencia sanitaria permite y permitirá hacerle frente, además de que evita caer en la pobreza a causa de los elevados gastos para cubrir éste servicio.

Notas: 1/ Se refiere a las viviendas sin drenaje conectado a la red pública, sin agua entubada dentro de la vivienda.  
 2/ Viviendas construidas con paredes o techos de materiales de desecho, lámina de cartón o asbesto, paja, palma, carrizo, bambú, palma, bajareque.  
 3/ Este indicador está conformado por aquellas viviendas que no cuentan radio, televisor, teléfono o teléfono celular.  
 4/ De acuerdo con la definición de CONAPO se entiende por localidades aisladas a aquellas que se ubican a más de cinco kilómetros de una localidad de 15 000 o más habitantes, a más de 2.5 kilómetros de una localidad de 2 500 a 14 999 habitantes y a más de tres kilómetros de una carretera pavimentada o revestida.  
 5/ Se tomó este grupo de edad debido a que la PNEA incluye a la población de 12 años en adelante.  
 Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010; Almejo (2011); Calvo (2013), BM (2013); Cutter et al. (2003); CENAPRED (2014); INECC (2012); y SAGARPA (2013).

En el año 2010 vivían más de 26.7 millones de personas en los mvcc, es decir, casi un cuarto de la población total del país (23.8%). Los escenarios futuros de crecimiento poblacional muestran un incremento anual de 1.2 por ciento para 2020 y de 1.0 para la siguiente década. Aunado a ello, la salud de grupos de población vulnerables, como los adultos mayores y niños, es y será afectada por las limitaciones propias de la edad, por lo que, en muchos casos, serán incapaces de combatir las enfermedades relacionadas, directa o indirectamente, con la mayor precipitación, humedad, temperaturas más cálidas y que, en combinación con condiciones sanitarias deficientes, pueden promover un ambiente proclive a desarrollar enfermedades gastrointestinales o transmitidas por vectores.

En este sentido, tres municipios de Quintana Roo<sup>13</sup> y tres de Baja California Sur<sup>14</sup> serán los que registrarán el mayor crecimiento en las próximas dos décadas, lo que es atribuido, principalmente, a las actividades económicas relacionadas con su cercanía al mar. En el lado opuesto están Zirándaro en el estado de Guerrero (-0.4); Álvaro Obregón e Iztapalapa en el Distrito Federal (ambos con -0.2); y El Salvador en Zacatecas (-0.2). Resulta conveniente señalar que si bien la estructura etaria de los municipios es similar a la nacional, caracterizada por concentrar el mayor porcentaje de personas en edad productiva, comienza a ser evidente el envejecimiento gradual de la población.

Por otra parte, 68.8 por ciento de la población de los mvcc habitaba en algún municipio considerado como urbano: 28 pertenecen a alguna zona metropolitana donde residían más de 13 millones de personas, en la mayoría de los casos son áreas centrales de las metrópolis (SEDESOL, CONAPO e INEGI, 2012) y cuatro rebasan el millón de habitantes (Iztapalapa, Ecatepec de Morelos, Tijuana y Juárez), con alta densidad de población (véase cuadro 2).

Asimismo, 8.9 millones de personas vivían en áreas rurales, en éstas, 23 de cada cien habitaban en localidades que además son aisladas, es decir, están ubicadas lejos de un centro urbano, y la carretera pavi-

mentada o revestida más próxima se encuentra a una distancia mayor a tres kilómetros. Lo anterior implica, entre otras cosas, que la conectividad y acceso a los servicios sea limitada, generando así un incremento en la dificultad de evacuar y resistir un fenómeno meteorológico. El aislamiento geográfico relativo, por razones topográficas o por precariedad de las vialidades, aqueja no solo a las zonas rurales sino también a las urbanas, ya que 0.31 por ciento de la población de éstas vive en asentamientos aislados, aunque la diferencia radica en que la vs es menor en el ámbito urbano, por lo que sus condiciones de exclusión son diferentes a las que afrontan las poblaciones rurales.

Al analizar los datos por dimensión, en el ámbito de la vivienda, en 282 mvcc más del 50 por ciento de las viviendas no disponía de instrumentos de comunicación que permitieran a la población anticipar una acción concreta antes y después de una situación de peligro. San Juan Petlapa en Oaxaca tiene el mayor porcentaje de viviendas sin medios de comunicación (95.9%), en el lado opuesto se encuentra la delegación Álvaro Obregón en el Distrito Federal, en la que poco más de la cuarta parte del total de las viviendas (27.6) tiene esta carencia; es importante destacar que este indicador es el que aporta la mayor variabilidad al modelo. Por otra parte, el uso de materiales precarios en la construcción de paredes o techos asciende a más del 50 por ciento en 92 mvcc, siendo Chalchihuitán (Chiapas) el que reporta mayor porcentaje de viviendas con estas características (91.2), seguido de Calakmul (Campeche) con 90.1, mientras que Luis Moya (Zacatecas) es el municipio que posee el menor porcentaje de viviendas construidas con materiales de desecho, lámina de cartón o asbesto, paja, palma, entre otros (2.6).

Además, se distingue que en el 17 por ciento de los mvcc, más de la mitad de los habitantes no disponía de servicios públicos básicos; Batopilas (Chihuahua) concentra el mayor porcentaje de viviendas sin drenaje conectado a la red pública o sin agua entubada dentro de la vivienda (77.5), mientras que Luis Moya en Zacatecas registra el menor, con 2.3 por ciento. Por su parte, el promedio de ocupantes por vivienda en los mvcc (4.2) es superior al observado a nivel nacional (3.9). Además, en 47 por ciento de los

<sup>13</sup> Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos (ambos municipios crecerán en el orden de 2.5%) y Lázaro Cárdenas (2.4).

<sup>14</sup> La Paz, Mulegé (ambos con 2.3) y Comondú (2.1).

**Cuadro 2.**  
**Municipios metropolitanos vulnerables al cambio climático**

Nombre de la zona metropolitana	Nombre del municipio	Tipo de municipio	Población	Densidad de población hab/Km <sup>2</sup>
Tijuana	Tijuana	Central	1 559 683	1 246
Mexicali	Mexicali	Central	936 826	59
La Laguna	Matamoros	Central	107 160	134
Saltillo	Saltillo	Central	725 123	130
	Ramos Arizpe	Central	75 461	11
Colima-Villa de Álvarez	Comala	Exterior*	20 888	67
Juárez	Juárez	Central	1 332 131	372
	Iztapalapa	Central	1 815 786	16 135
	Ecatepec de Morelos	Central	1 656 107	10 669
Valle de México	Chimalhuacán	Central	614 453	11 350
	Álvaro Obregón	Central	727 034	7 624
	Chalco	Central	310 130	1 384
Acapulco	Coyuca de Benítez	Exterior**	73 460	41
Ocotlán	Poncitlán	Central	48 408	58
Toluca	Temoaya	Exterior*	90 010	481
Zamora-Jacona	Zamora	Central	186 102	559
	Ayala	Central	78 866	210
Cuatla	Yecapixtla	Central	46 809	266
Querétaro	Querétaro	Central	801 940	1 185
Guaymas	Guaymas	Central	149 299	19
Villahermosa	Centro	Central	640 359	373
Tampico	Altamira	Central	212 001	129
Matamoros	Matamoros	Central	489 193	107
	San Francisco Tetlanohcan	Central	9 880	251
Tlaxcala-Apizaco	Contla de Juan Cuamatzi	Central	35 084	1 349
Coatzacoalcos	Coatzacoalcos	Central	305 260	981
Córdoba	Córdoba	Central	196 541	1 235
Celaya	Comonfort	Exterior**	77 794	161

Notas: \* Definido con base en criterios estadísticos y geográficos.

\*\* Definido con base en criterios de planeación y política urbana.

Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en SEDESOL, CONAPO e INEGI (2010).

municipios, más de la mitad de sus habitantes vive en hacinamiento, Tehuipango y Filomeno Mata en Veracruz; y San Juan Cancuc, Sitalá y Chilón en Chiapas, son ejemplo de esto. En cuanto a los menores porcentajes, se ubican en algunos municipios de Chihuahua como Huejotitán; la capital de Querétaro; La Paz en Baja California Sur; Álvaro Obregón en el Distrito Federal, y Saltillo, Coahuila. Es importante destacar que las condiciones dignas de vivienda, al igual que el acceso a servicios básicos, permiten actuar de forma

inmediata como uno de los principales recursos materiales que garanticen salvaguardar la integridad física de las familias, es por ello que las cifras reflejadas en el análisis permiten identificar algunas de las acciones en los distintos niveles de responsabilidad.

En cuanto al ingreso y empleo, en más del 35 por ciento de los municipios, entre 75 y 97 por ciento de la población gana menos de dos salarios mínimos. En Chiapas, Oaxaca y Guerrero habita la población con más bajos ingresos, mientras que en el caso de Tijuana

y Mexicali, Culiacán, Sierra Mojada y Saltillo (Coahuila), así como Querétaro y Álvaro Obregón (Distrito Federal) ocurre lo contrario. Además, en 232 mvcc entre el 50 y 77 por ciento de la población es inactiva, donde siete de cada diez personas son mujeres, hecho que exhibe la estructura y composición de los mercados laborales, cuya exclusión del sexo femenino ha logrado incrementar los niveles de desocupación en el mercado formal; Xochiatipan (Hidalgo) tiene las mayores proporciones y Xochistlahuaca (Guerrero), las menores, aunque su porcentaje asciende a 34.6, siendo un valor considerable.

Las potenciales disparidades en los flujos de agua y en la degradación de los suelos, ambos derivados del cambio climático, afectaron a más de 1.6 millones de personas que se dedican a actividades agropecuarias en los mvcc,<sup>15</sup> principalmente en Chiapas, Veracruz, Tabasco, Estado de México, Sinaloa, Guerrero, Michoacán e Hidalgo. Es importante señalar que en 40.4 por ciento de los municipios, más de la mitad de la población se ocupa en este tipo de actividades, cifra que ilustra la grave situación que debe ser atendida mediante la implementación de estrategias puntuales de adaptación que logren mitigar los efectos directos e indirectos de las variaciones climáticas sobre el campo mexicano. Sobra decir que, de no prestarle atención, acentuará las condiciones de pobreza de la población ocupada en este sector. Como ejemplo están los municipios de San Juan Cancuc, Chalchihuitán y Santiago el Pinar (Chiapas), en donde más del 90 por ciento de su población labora en el sector primario de la economía.<sup>16</sup>

La información del componente población reporta que en los mvcc vivían alrededor de 600 mil hablantes de alguna lengua indígena, de los cuales seis de cada diez eran mujeres y se localizaron principalmente en Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Veracruz. Por otra parte, muestra que la presencia del grupo de población de entre 0 y 11 años de edad oscila entre el 22.5 y el 47.6 por ciento; el porcentaje menor corresponde a Álvaro Obregón en el Distrito Federal, mientras que en el extremo opuesto se encuentra San Juan Cancuc y Chalchihuitán en Chiapas. De igual manera, señala que,

con base en la información del CONAPO, más de dos millones de personas viven en localidades rurales que, además, son aisladas.

En el bloque de educación los resultados evidencian que en los mvcc más de 1.4 millones de personas no sabían leer ni escribir. Santa María Asunción (Oaxaca) concentra el mayor porcentaje de población con esta característica (58.4); en términos generales, se aprecia que los municipios ubicados en los estados del Sur y sureste del país son los que tienen el mayor rezaño educativo, en el caso opuesto se encuentra Juárez (Chihuahua), con 1.8 por ciento de su población. Es importante señalar que seis de cada diez personas que no saben leer ni escribir son mujeres, el dato resulta fundamental para el análisis, ya que las condiciones desfavorables que padece la población femenina limitan la capacidad de reacción ante la inminencia de un desastre. Asimismo, está presente una serie de factores que no son excluyentes entre sí, como son las oportunidades restringidas en el mercado laboral y un aumento de la jefatura femenina en los hogares, situación que crea una espiral excluyente del desarrollo social.

El grado promedio de escolaridad en estos municipios es de 6.4 años, lo que significa que el nivel de instrucción no alcanza la educación básica (a nivel nacional es de 8.1, es decir, poco más del segundo año de secundaria); nuevamente, las mujeres están en desventaja, en promedio estudiaron 6.3 años en comparación con los hombres (6.6 años). Solo en 17 municipios el grado promedio superó la educación básica, la mayoría corresponden al Centro y Norte del país, con excepción de Coatzacoalcos, la capital de Campeche y el Centro de Tabasco. En el Sur-sureste se localizan los municipios con menor nivel de educación, en la mayoría de los casos no alcanzan los cuatro años de primaria concluida.

En el aspecto de salud, más de 8.3 millones de personas no tienen este servicio, representando 23 por ciento del total nacional con esta carencia, principalmente son adultos mayores de más de 65 años. En Tehuipango (Veracruz), el 94 por ciento de los habitantes no es derechohabiente, sucede lo contrario en Tahdziú (Yucatán), donde solo el cinco por ciento no tiene acceso. En cuanto a la dimensión de género, del total de hogares, 23.9 por ciento tiene jefatura feme-

<sup>15</sup> INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010, Cuestionario ampliado.

<sup>16</sup> Agricultura, ganadería, silvicultura, caza o pesca.

nina y en ellos vive el 20.5 por ciento de la población de los mvcc, destacando algunos municipios del sur del país con las mayores y menores proporciones como Santa María La Asunción (39.9) y Santa María Temaxcaltepec (35.3) en Oaxaca, así como Chikindzonot (5.4), Chankom (7.2) y Kaua (8.1), de Yucatán. La distribución de la población que vive en localidades rurales aisladas<sup>17</sup> no es homogénea, ya que en todos los municipios existe esta condición, no obstante, sobresalen asentamientos del Sur-sureste del país, por ejemplo, en San Juan Petlapa y San Pedro Sochiápam (Oaxaca) e Ilatlán (Veracruz), donde toda la población vive en localidades aisladas y menores a 2 500 habitantes.

Estas dimensiones se sintetizaron a través del ivs propuesto. Los resultados muestran que 54 municipios se clasifican con grado muy alto de vs, en donde vivía 4.9 por ciento de la población total de los 319 municipios; 88 se consideran con grado alto y en ellos habitaba 8.6 por ciento; 62 con grado medio y 9.0 por ciento de la población; 67 con grado bajo y 16.7 por ciento; y por último 48 municipios con grado muy bajo y 60.9 por ciento (véase mapa 1). Algunos municipios de los estados del Sur-sureste mexicano son los que presentan mayor vs, resaltando Tehuipango con el índice más alto, seguido de San Juan Petlapa (Oaxaca), al igual que San Juan Cancuc, Chalchihuitán y Sitalá (Chiapas). En cuanto los territorios con menor grado se enuncian la delegación Álvaro Obregón y las capitales de los estados de Querétaro, Baja California Sur, Coahuila y Sinaloa.

La vs podría aminorarse de contar con estrategias que impulsen el desarrollo sostenible, la resiliencia y una adaptación efectiva en las distintas unidades territoriales; tales instrumentos de política pública deben estar enfocados en aumentar el acceso a servicios básicos, educación, calidad y espacios en el ámbito de la vivienda, acceso a servicios de salud y mejorar el ingreso, así como fortalecer los instrumentos de preservación ambiental, ya que estos instrumentos deben contemplar que elevar los niveles de desarrollo supone presiones para el medio ambiente en el uso de

recursos y del territorio, que a su vez repercutirán en el cambio climático. Si bien es cierto que se han ejecutado diversos mecanismos de política pública para contrarrestar la vs, tales como la transferencia de capital en programas sociales, la vulnerabilidad es persistente en los mvcc.<sup>18</sup>

## Los residuos sólidos urbanos como uno de los detonantes del cambio climático

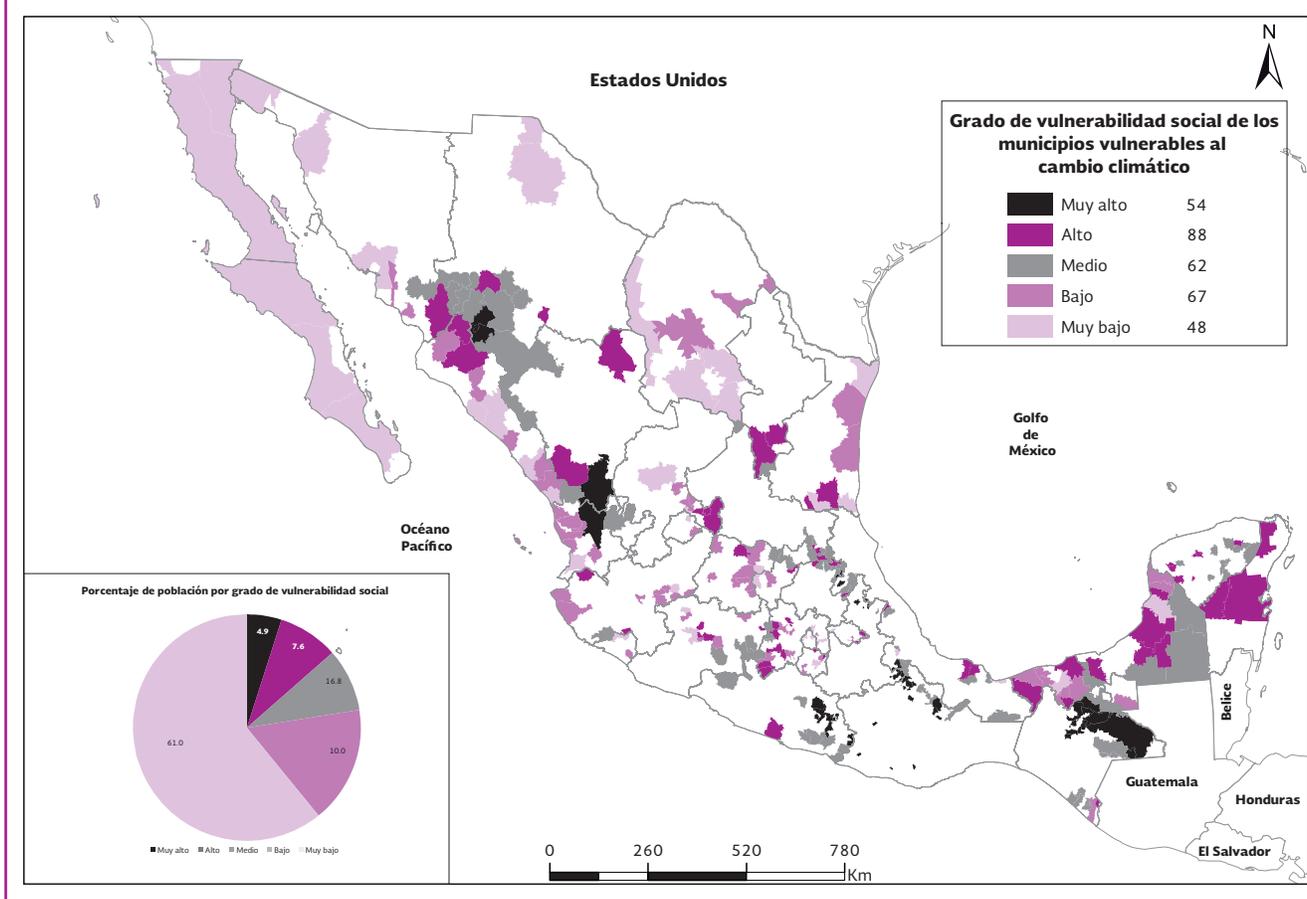
Uno de los componentes de la huella ambiental de la población en el entorno inmediato es precisamente la generación de los rsu, los cuales se definen como el material o producto generado en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales utilizados en las actividades domésticas, de los productos que se consumen y sus envases, embalajes o empaques; así como los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública, con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos (Dof, 2003).

Al analizar este componente, se observa, por un lado, que el principal factor del que depende la composición de los rsu es el patrón de consumo de las personas, y que, por lo general, en países con menores ingresos se producen en menor cantidad y sus componentes son menos reciclables (dominan los de composición orgánica), mientras que en los de mayores ingresos los residuos son predominantemente inorgánicos, debido a que el gasto es más significativo en productos manufacturados (BID-OPS, 1997). Por otro lado, muestra las consecuencias negativas de sus efectos en la salud, en el medio ambiente y, por lo tanto, en las variaciones del clima; la descomposición de los rsu produce biogases que resultan peligrosos debido a su toxicidad o explosividad, algunos de ellos son gases de efecto invernadero que contribuyen al

<sup>17</sup> Son aquellas localidades ubicadas a más de cinco kilómetros de una localidad de 15 000 o más habitantes, a más de 2.5 kilómetros de una localidad de 2 500 a 14 999 habitantes y a más de tres kilómetros de una carretera pavimentada o revestida.

<sup>18</sup> De acuerdo con los datos estimados a partir del INEGI, Sistema Estatal y Municipal de Base de Datos (SIMBAD), en 2010, la inversión pública ejercida en desarrollo social se estimó en 1 600 pesos en promedio por habitante en los mvcc; la información únicamente se pudo obtener para 234 municipios, los restantes no disponen de información.

**Mapa 1.**  
**mvcc y vulnerabilidad social**



Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

cambio climático global (SEMARNAT, 2012),<sup>19</sup> además de otros efectos como la contaminación de suelos y cuerpos de agua y la proliferación de fauna nociva y transmisión de enfermedades.

A nivel nacional, los RSU se han incrementado de manera significativa como resultado del crecimiento urbano, el desarrollo industrial, las modificaciones tecnológicas y el cambio en los patrones de consumo. En el país sucede que existe una diferenciación entre las áreas urbanas y rurales similar a los patrones de con-

sumo entre países de mayor y menor renta, es decir, la población del campo genera RSU en menor cantidad, además de que en muchas ocasiones se ven severamente afectados porque los desechos de las urbes van a parar a tiraderos a cielo abierto, confinados en áreas rurales cercanas a éstas.

En los municipios rurales se desechan en promedio 100 gramos por habitante al día,<sup>20</sup> es decir, se produce 1.1 por ciento del total en los mvcc, destacan-

<sup>19</sup> Destacan el bióxido y monóxido de carbono (co2 y co, respectivamente), metano (ch4), ácido sulfhídrico (H2s) y compuestos orgánicos volátiles (covs, como la acetona, benceno, estireno, tolueno y tricloroetileno).

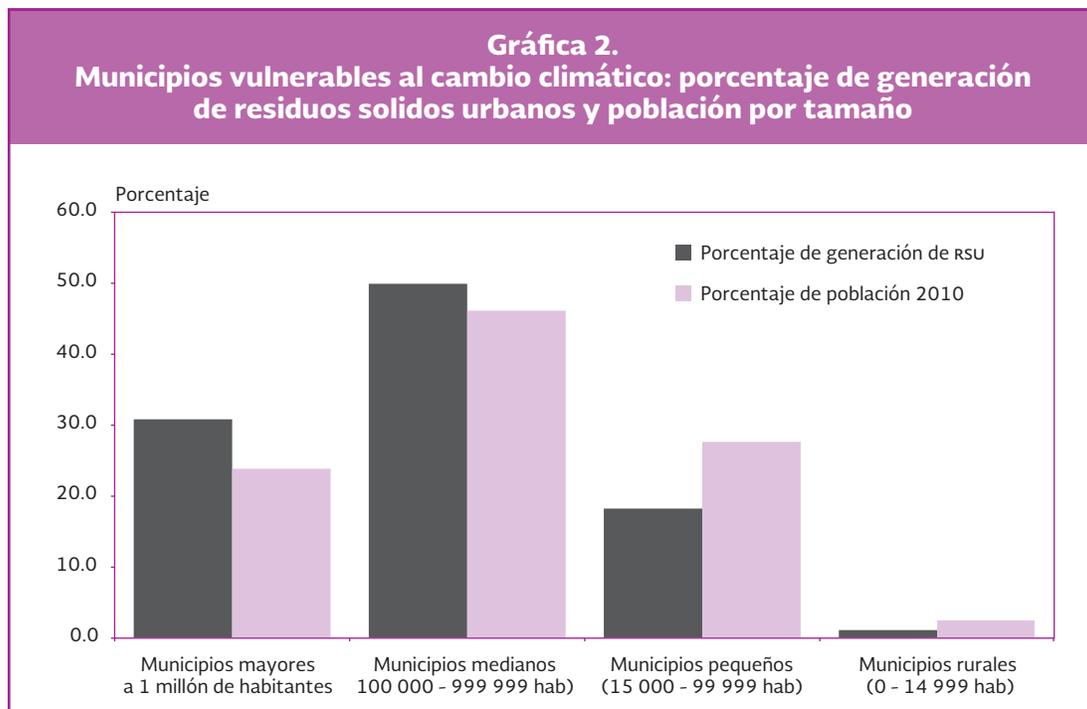
<sup>20</sup> Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Sistema de Consulta de Estadísticas Ambientales (2010a). Los datos no se pudieron calcular en once de los municipios rurales, dos semiurbanos y dos urbanos porque no se dispone de información, lo que no significa que no generen RSU.

do los territorios del estado de Guerrero como los de menor producción. Otro dato a resaltar es que se dispone en promedio de 1.3 camiones para la recolección de RSU; en algunos casos, la falta de esta herramienta, aunada a las costumbres de la población, provoca que estos desechos se quemen (lo que también incide en la contaminación del aire). En el resto de los municipios en promedio se generan 700 gramos por habitante al día; es importante mencionar que en las áreas de entre 100 mil y 999 mil personas la proporción es más alta (véase gráfica 2). Asimismo, sobresale que más del 90 por ciento de los RSU se recolectan de manera no selectiva, lo cual denota la falta de estrategias de recolección que conlleven al aprovechamiento de estos materiales de desecho y con ello a reducir el impacto de la acción humana.

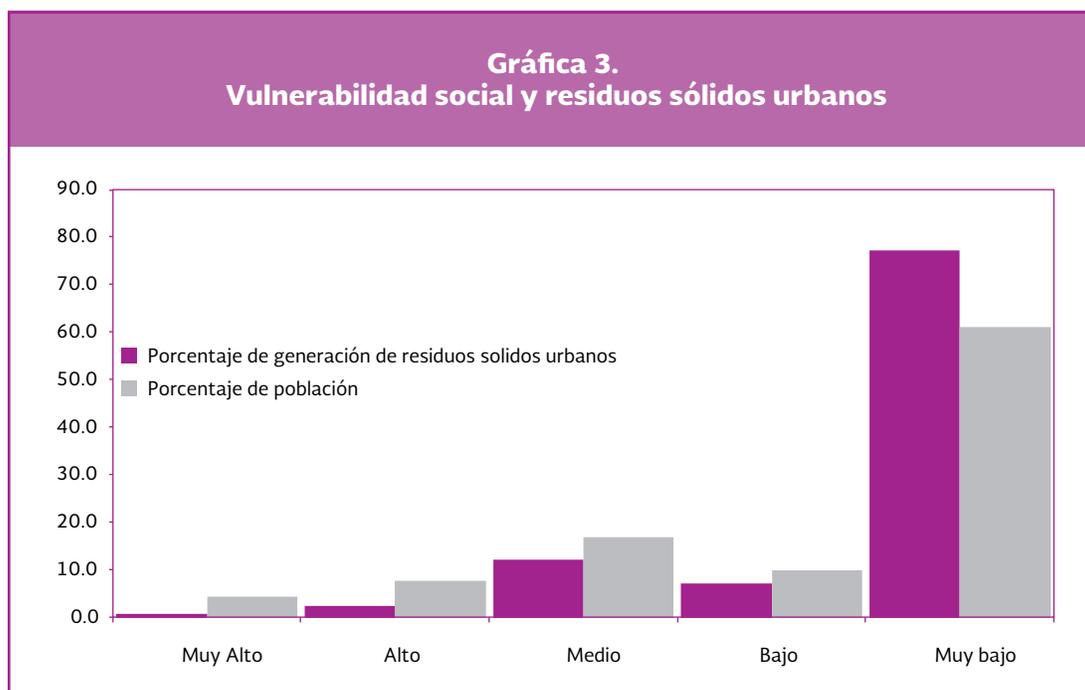
Otra característica relevante es que los municipios con un grado muy alto de vs generan la menor cantidad de RSU, una proporción de 0.9 por ciento, mientras que en el lado opuesto, donde la vs es muy

baja, se origina el 77.1 por ciento del total en los mvcc, además de que en los municipios de la región Norte se observa una mayor concentración con respecto a la Sur-sureste (véase gráfica 3). La importancia de analizar este factor radica en que, de no tener el manejo adecuado, los RSU son uno de los principales contaminantes del suelo, y más aún cuando se trata de residuos peligrosos; estos últimos mezclados con la basura en tiraderos a cielo abierto, en el drenaje, en los cuerpos de agua, lotes baldíos o en las barrancas causan importantes daños al medio ambiente por el metano que se produce, incidiendo en el cambio climático y en la salud de la población.

Es importante resaltar que por medio de las fuentes de información se conoce una tendencia de su manejo a nivel municipal, sin embargo, falta conocer datos absolutos sobre la composición y disposición final de los RSU para poder evaluar su impacto sobre el cambio climático.



Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI (2010a).



Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI (2010a).

## La contaminación del aire en los municipios vulnerables al cambio climático

La calidad del aire es el resultado de fenómenos complejos derivados de las actividades humanas y de la emisión de contaminantes a la atmósfera. Es un factor determinante de la calidad de vida de la población porque su degradación representa un importante riesgo para la salud, además de su estrecha relación con el cambio climático. Se define como la introducción o adición de material perjudicial e indeseable para los seres vivos que cambia la composición de la atmósfera de la Tierra (Turk *et al.*, 2004: 83). Las tendencias en las emisiones son un reflejo de las variaciones en el consumo de combustibles fósiles, así como de los cambios en las actividades de producción agropecuaria, industrial y de servicios, y de aquellas relativas al uso del suelo tanto en el ámbito rural como en las ciudades (SEMARNAT, 2008).

En los mvcc, el 52 por ciento de las emisiones es generado por fuentes móviles,<sup>21</sup> que en su mayoría se refieren a monóxido de carbono; a propósito de ello, dichas fuentes son las que contribuyen en mayor proporción a la contaminación del aire en las áreas urbanas. Existe una relación directa entre el parque vehicular y la población a través del consumo de combustibles y emisiones asociadas. En este sentido, en 2010 había 234.9 automotores por cada mil personas en los municipios vulnerables al cambio climático,<sup>22</sup> tan solo el 65 por ciento corresponde a automóviles, superior a la tasa nacional, 186.6 por cada mil habitantes. La tendencia en el uso de este medio de transporte continuó en ascenso, pues tres años después la tasa se ubicó en 263.8. La dinámica ha sido más intensa en los municipios entre 100 mil y 999 mil, así como en los mayores

<sup>21</sup> Datos estimados con base en la SEMARNAT (2008), Subsistema del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera de México, año 2008; incluyen autos particulares (tipo sedán), camionetas pick-up, vehículos privados y comerciales, autobuses de transporte urbano, tractocamiones, taxis, camionetas de transporte público de pasajeros y motocicletas.

<sup>22</sup> El dato se estimó solo para 301 municipios, los restantes 18 no tienen información disponible.

a un millón de habitantes; en el caso opuesto se encuentran las zonas rurales donde el valor refiere 92.7 por cada mil habitantes, a lo que se agrega también la aplicación de fertilizantes y la combustión agrícola, corrales de engorda, etc.<sup>23</sup>

Para caracterizar esta situación, se analizaron las 581 337 unidades económicas instaladas en los mvcc; al eliminar el efecto que provocan las actividades de comercio al por mayor y al por menor, en los municipios del Norte y el Centro, se revela que dos de cada diez unidades económicas se dedican a la industria manufacturera, generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final y construcción, éstas se clasifican como fuentes fijas y fuentes de área que en conjunto aportan el 35 por ciento de la emisión de gases contaminantes de los municipios analizados.

Por otra parte, uno de los efectos secundarios del cambio climático global es el que afectaría a los asentamientos costeros si aumentara el nivel del mar. En los 44 municipios vulnerables que tienen salida al mar habitan cerca de tres millones de personas; cinco de cada diez establecimientos económicos en estas áreas se especializan, principalmente, en el sector servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas. Si bien son actividades de menor impacto ambiental, en comparación con las actividades de tipo industrial, es importante delimitar la carga sobre el territorio que tiene el turismo en estas zonas, sin embargo, se carece de estadísticas con las que se pueda analizar dicha situación. Asimismo, es importante mencionar que diez por ciento de las unidades económicas de los municipios costeros se ubicaron en alrededor de los 20 metros de la costa, siendo que la normatividad en la materia lo prohíbe (véase mapa 3). Aunado a ello, un incremento en el nivel del mar podría afectar severamente a estos establecimientos, además de los costosos daños, particularmente en términos económicos, por el impacto de tormentas y huracanes cada vez más intensos.

## Presión hídrica, agua y vulnerabilidad social

En México, la distribución espacial del agua no es uniforme. El 50 por ciento de la población cuenta con menos del 20 por ciento de este recurso, mientras que en el Sur-sureste del país, el 20 por ciento de la población tiene más del 50 por ciento del agua. Con poca precipitación en una región y mucha en la otra, el cambio climático podría traducirse, de acuerdo con diferentes escenarios, en escasez de agua en el Norte y exceso en el Sur-sureste (CONAGUA, 2014). Si bien es cierto que más del 60 por ciento de la superficie del país es árida o semiárida, el cielo alimenta las reservas hídricas con poco más de un millón y medio de metros cúbicos de agua de lluvia al año. Se espera que el cambio climático modifique el ciclo hidrológico y que afecte los recursos de agua dulce, además de que sus impactos directos sobre los procesos naturales pueden ser exacerbados por las actividades humanas (UNESCO, 2011).

Dichas actividades antrópicas inciden en la sobreexplotación de los mantos acuíferos, baja eficiencia en el uso del agua, contaminación excesiva, agotamiento de manantiales, contaminación por inclusión salina, reducción y desaparición de cuerpos de agua, al igual que pérdida de ecosistemas y biodiversidad, lo que ocasiona una menor oferta de agua para consumo humano y productivo. A su vez, el agua también puede contaminarse tras tormentas e inundaciones.

De los mvcc, el 37.9 por ciento se sitúa en una cuenca sobre la que se ejerce escasa presión hídrica (<10% del recurso concesionado),<sup>24</sup> aunque en esta clasificación vive menos de una quinta parte de la población; en 31.3 por ciento la presión es medio-fuerte (20-40% del recurso concesionado), donde habita 14.9 por ciento de personas; 24.7 por ciento tiene fuerte presión (>40% del recurso concesionado), donde radican más de tres quintas partes de la población; y en 5.9 por ciento la presión es moderada (10-20% del recurso concesionado), con 3.3 por ciento de habitantes.

Es importante resaltar que en la mayor parte de los municipios rurales se ejerce menos presión sobre

<sup>23</sup> El municipio con la mayor tasa es Comondú en Baja California Sur y el de menor, Huejotitán, Chihuahua.

<sup>24</sup> Datos estimados con base en Cotler, 2010.

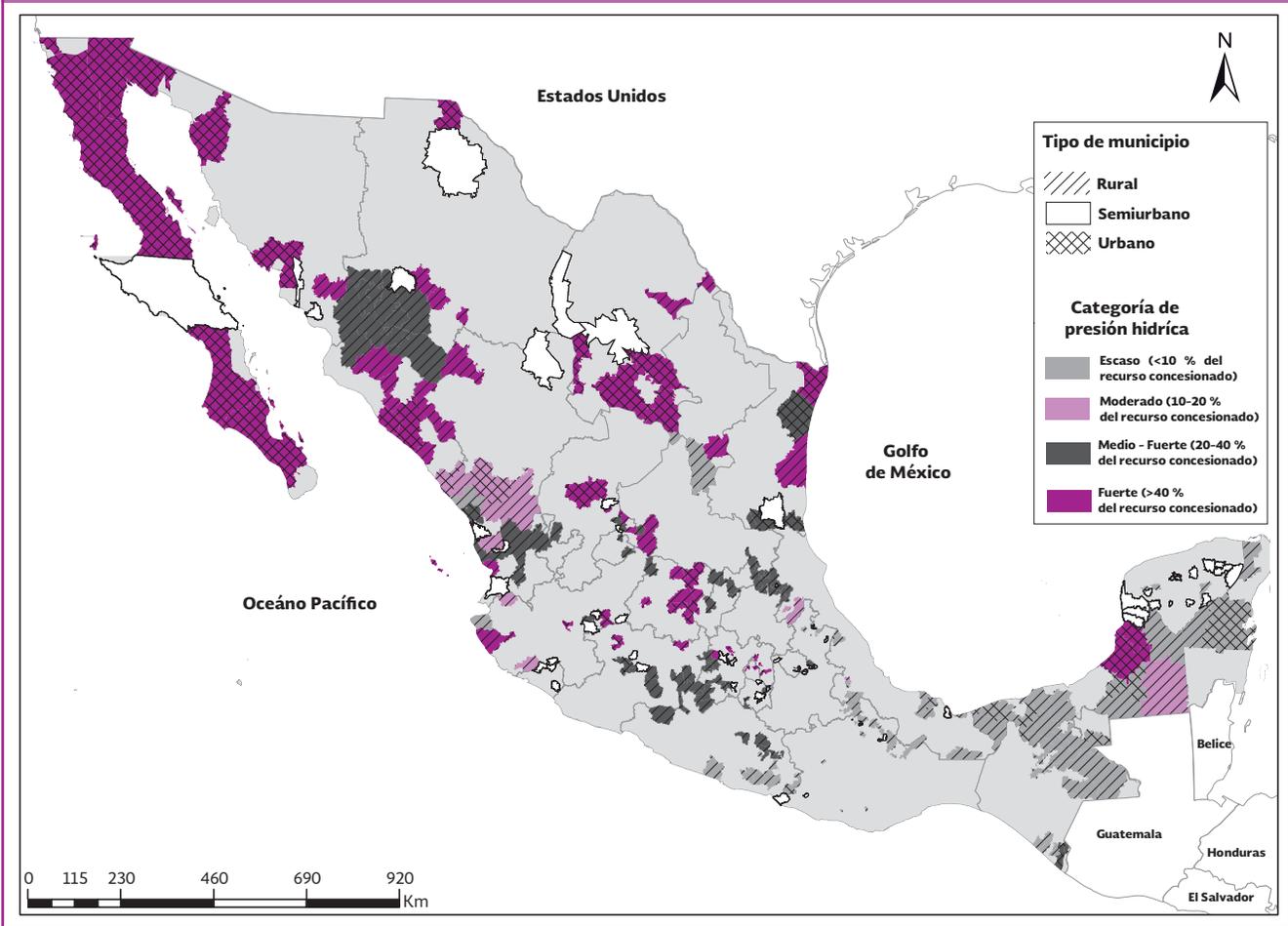
el recurso hídrico, y concentran menos población, no obstante, las actividades económicas que se llevan a cabo en este espacio demandan cantidades importantes de agua para riego y el ganado, además de que el déficit promedio de lluvia con respecto a la media anual comienza a ser significativa. Solo 15 de estos municipios están ubicados en una cuenca con fuerte presión hídrica, principalmente en la región Norte y Centro del país (véase mapa 2). En las ciudades sucede lo inverso, la presión hídrica es fuerte al paralelo de la densidad de población. El agua es un recurso imprescindible para la supervivencia humana, por lo que se debe poner aten-

ción especial a las cuencas: Río Balsas, Cuenca Lerma-Chapala, Río Bravo, Río Nazas, Cuenca de México y Punta Ensenada, que son las que sufren mayor presión en los municipios vulnerables al cambio climático.

Por otro lado, al comparar con el ivs, se distingue que en el grado muy alto no hay municipios con fuerte presión hídrica, en su mayoría se aglomeran en la categoría de baja presión. Lo mismo sucede en términos demográficos, más del 50 por ciento de la población se asienta en espacios con fuerte presión hídrica y muy baja vs.

Del análisis de estas variables resulta que a menor vs, mayor es la presión sobre el medio ambiente en

**Mapa 2.**  
**Presión hídrica en los mvcc**



Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en Cotler (2010).

los 319 mvcc, y será la población de las zonas rurales la que más sufra el impacto del cambio climático, debido a la baja capacidad de adaptación, relacionada con la vulnerabilidad social de la población.

## Instrumentos normativos para la adaptación en los mvcc

En términos de normatividad, el gobierno mexicano ha impulsado una serie de medidas encaminadas a prever los impactos negativos derivados de la ocurrencia de fenómenos naturales que, en combinación con situaciones de vulnerabilidad, pueden ser materializados en desastres. La política de adaptación en México es descrita en tres niveles de acción (nacional, subnacional y sectorial), cuya coordinación permite contribuir con la generación de una política efectiva que atienda, desde sus respectivas responsabilidades, las situaciones de riesgo generadas por la interacción de diversos factores.

A nivel municipal se han diseñado dos instrumentos fundamentales para contribuir con esta línea de acción: el Plan de Acción Climática Municipal (PACMUN) y el Atlas Municipal de Riesgos (AMR), cuya elaboración ha sido mínima dentro de los 319 mvcc,<sup>25</sup> a pesar de haber contado con la emisión de alguna declaratoria<sup>26</sup> y de haber padecido los efectos negativos de los fenómenos naturales extremos.

<sup>25</sup> Información consultada al mes de agosto de 2015.

<sup>26</sup> Una declaratoria por desastre es la manifestación pública por parte de la Secretaría de Gobernación, y a solicitud de alguna entidad federativa o dependencia federal, de que ha ocurrido un fenómeno natural perturbador en un lugar y tiempo determinado, mismo que ha causado daños tanto a la vivienda como a los servicios e infraestructura pública federal, estatal y/o municipal. Una declaratoria por emergencia es el reconocimiento de la Secretaría de Gobernación de que uno o varios municipios o delegaciones políticas de una entidad federativa se encuentran ante la inminencia o alta probabilidad de que se presente un fenómeno perturbador de origen natural, que provoque un riesgo excesivo para la seguridad e integridad de la población. Una contingencia climatológica es la afectación en los activos productivos provocada por la ocurrencia de los siguientes fenómenos climatológicos extremos: sequía, helada, granizada, nevada, lluvia torrencial, inundación significativa, tornado y ciclón en sus diferentes manifestaciones (SEGOB, 2015 y DOF, 2003a). Con base en la información generada por el CENAPRED, se registró un total de 3 134 declaratorias durante el periodo 2000-2014, de las cuales el 96.4 por ciento fue originada por eventos hidrometeorológicos (1 015 lluvias, 851 ciclones tropicales, 434 sequías, 358 nevadas, heladas o granizadas, 232 inundaciones, 120 bajas temperaturas y 12 fuertes vientos), el 2.9 fueron geológicas (30 deslaves y 63 sismos), el

El PACMUN es un programa cuyo propósito es, principalmente, reducir la emisión de gases de efecto invernadero e identificar las vulnerabilidades más notables ante el cambio climático. De igual manera, busca que los gobiernos locales obtengan conocimiento sobre las causas del cambio climático y permite establecer relaciones estratégicas o alianzas entre los municipios participantes, organismos y asociaciones nacionales e internacionales, y gobiernos locales en todo el mundo. La desventaja de los PACMUN es que, hasta ahora, la elaboración de los mismos se ha enfocado en la mitigación de GEI, aunque muchos de ellos ya contemplan algunas acciones para contribuir a la adaptación, tales como: la identificación de los impactos asociados al cambio climático que pueden ocurrir en un municipio; la evaluación del municipio frente a los efectos del cambio climático; la identificación de medidas de adaptación de la localidad y el establecimiento de estrategias y lineamientos en los planes de desarrollo urbano de los municipios.

En 2012, únicamente 24 municipios contaban con PACMUN, lo que representa solo el 7.5 por ciento del total, concentrándose principalmente en los estados de Sinaloa, Campeche y Guanajuato. Es importante subrayar que estos municipios poseen un grado de vs medio, bajo y muy bajo, así como un número de declaratorias que oscilan entre 1 y 15, lo que significa una cifra relativamente baja en comparación con los registros que han tenido los municipios con el mayor número de declaratorias y que no cuentan con PACMUN. Dentro de este rubro hay 295 municipios, entre ellos los que tienen el mayor número de declaratorias (Comondú y La Paz en Baja California Sur y Atzalán en Veracruz). Con el fin de matizar estos casos, conviene señalar que ambos municipios de Baja California Sur gozan de un grado de vs muy bajo, sin embargo, al igual que en los municipios de Veracruz, su ubicación geográfica los vuelve propensos a ser afectados por los fenómenos naturales. Atzalán es uno de los municipi-

0.4, químicas (13 incendios forestales) y únicamente el 0.2 por ciento corresponde a sanitarias (seis mareas rojas). El CENAPRED únicamente posee información para 304 de los 319 municipios vulnerables y no hace mención de las causas de la ausencia de información para los restantes.

pios más susceptibles ante los eventos climatológicos debido al elevado grado de exposición y vs que posee.

Otro instrumento de adaptación a nivel municipal es el AMR, cuyo objetivo es determinar las causas y plantear las medidas para reducir riesgos a través de la identificación de amenazas, peligros, vulnerabilidades y riesgos derivados de los fenómenos naturales que afectan a los asentamientos humanos. En este sentido, se aprecian dos campos de acción distintos: por una parte, el relacionado con la respuesta a emergencias y la recuperación ante situaciones de desastre y, por otra, su vinculación con la regulación de los usos de suelo y el control. La importancia de este instrumento radica en la responsabilidad que guardan los municipios del país en cuanto a ser los otorgantes primarios de los servicios de protección civil, y, por tanto, los primeros responsables, en términos de estructura gubernamental, de prevenir, gestionar y mitigar los riesgos ante los peligros naturales (Ruiz Casado y Sánchez, 2015). Únicamente 45 de los 319 MVCC cuentan con AMR, lo que constituye el 14.1 por ciento, casi el doble de los que tienen el PACMUN.

Al contrario del PACMUN, los municipios con AMR tienen la peculiaridad de ocupar los lugares con el mayor número de declaratorias por la presencia de fenómenos naturales. En términos generales, sobresalen las siguientes características de los municipios con AMR en relación con el número de declaratorias registradas: el 37.8 por ciento de los municipios con AMR se sitúa en la región Norte (Baja California Sur, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Sinaloa, Sonora

y Tamaulipas); el 24.4 se ubica en la Centro (Distrito Federal, Hidalgo, México, Morelos y Puebla); el 20 por ciento, en la región Centro-occidente (Guanajuato, Michoacán y Nayarit) y el 17.8, en la Sur-sureste (Campeche, Tabasco, Veracruz y Yucatán). Estos datos son relevantes ya que, si se considera la regionalización de las declaratorias en los mvcc, se advierte que la Sur-sureste es la más afectada, sin embargo, es la que cuenta con la menor cantidad de AMR (véase cuadro 3).

Es importante destacar la necesidad de continuar mejorando los procedimientos para la elaboración y evaluación de los AMR y transformarlos en instrumentos vinculantes y no solo informativos. De acuerdo con el INECC, “la mayoría de las evaluaciones de la adaptación se han limitado a los impactos, la vulnerabilidad y la planificación de la adaptación, y son muy pocas las evaluaciones realizadas de los procesos de aplicación o los efectos de las medidas de adaptación”, ya que, en la actualidad, es un instrumento orientado primordialmente al ordenamiento territorial en asociación con peligros naturales y no a la protección civil o a la gestión de riesgo. Esto no implica, por supuesto, que no sea reconocida la utilidad de la información contenida para continuar con este proceso de adaptación a nivel local, pues, a pesar de sus limitantes, los AMR siguen siendo los instrumentos directos para la acción preventiva y reactiva a nivel municipal.

Únicamente nueve municipios cuentan con ambos instrumentos, PACMUN y AMR, y todos ellos poseen un grado bajo y muy bajo de vs. Esta evidencia sobre la respuesta favorable en materia de adaptación

**Cuadro 3.**  
**Número y porcentaje de Atlas Nacional de Riesgos y declaratorias emitidas en municipios vulnerables al cambio climático**

Región	Atlas Nacional de Riesgos		Declaratorias en municipios vulnerables al cambio climático	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Norte	17	37.78	752	23.99
Centro	11	24.44	302	9.64
Centro-occidente	9	20	666	21.25
Sur-sureste	8	17.78	1414	45.12

Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en datos del CENAPRED, Subsistema de información sobre riesgos, peligros y vulnerabilidad, 2015; SEDESOL, Atlas de Peligros y Riesgos, 2011; y SEDATU, Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos, 2014.

de algunos municipios (aun cuando los indicadores muestran que son menos susceptibles de sufrir desastres, en el sentido de haber registrado un número bajo de declaratorias y un grado bajo de vs) debe actuar como ejemplo para hacer extensiva la formulación de los PACMUN y AMR, a fin de continuar fortaleciendo la política de adaptación y disminuir la vulnerabilidad que afecta a la población de sus municipios.

La región Sur-sureste del país concentra el mayor número de mvcc, de declaratorias emitidas por desastre, emergencia o contingencia climatológica, y de municipios con un grado alto y muy alto de vs, pero, contradictoriamente, es la región con la menor cifra de instrumentos de adaptación.

La ausencia de estos instrumentos en municipios en los que ha sido emitida algún tipo de declaratoria revela que las políticas elaboradas a nivel nacional se están ejecutando a nivel local de manera parcial, por lo que la información consultada muestra la existencia de una “vulnerabilidad institucional”, que se caracteriza por la implementación de acciones insuficientes en materia de adaptación y hace visible las áreas de oportunidad que deben ser atendidas por los municipios, ya que la interacción entre vs y ocurrencia de fenómenos naturales, aunada a la “vulnerabilidad institucional”, puede propiciar las condiciones necesarias para la presencia de desastres en los municipios del país.

En México existe una política de adaptación que ha generado una serie de instrumentos de aplicación en los tres niveles de gobierno, sin embargo, es necesario continuar con esta línea de acción que refleje el interés y preocupación de las autoridades municipales para proteger a los diversos sectores de la sociedad. La implementación del PACMUN y el AMR en todos los mvcc, su mejora, seguimiento y evaluación permitirá que los temas de prevención y disminución del riesgo sean una constante en los lugares susceptibles de ser impactados por la fuerza y ocurrencia de fenómenos naturales extremos.

## Consideraciones finales

El presente artículo mostró evidencia de la mayor vulnerabilidad de la población con desventajas socioeconómicas frente a la ocurrencia de fenómenos naturales asociados al cambio climático. En las áreas rurales, la vulnerabilidad social es más significativa pues concentra la mayor proporción de población indígena, personas ocupadas en actividades agropecuarias, hogares con jefatura femenina, así como hogares carentes de servicios públicos básicos, mientras que en las ciudades se hace notoria la presencia de otros factores que inciden en el incremento de la vulnerabilidad social, tales como: el hacinamiento, la baja disponibilidad de agua, la contaminación del aire y una mayor generación de residuos sólidos urbanos.

De igual forma, destaca la ausencia de medios de comunicación y el rezago educativo, traducido en analfabetismo y un bajo nivel de instrucción, como los principales factores que acentúan las condiciones desfavorables de la población ante los efectos provocados por las variaciones en el clima. Se sabe que el aumento de los riesgos se producirá principalmente a partir de los peligros ya existentes como inundaciones, tormentas, olas de calor, deslaves y escasez de agua dulce, no obstante, en la medida en que las viviendas sean construidas con materiales de calidad, que tengan acceso a redes de agua potable, drenaje, alcantarillado y que estén asentadas alrededor de caminos habilitados todo el año, para que el acceso a los servicios de emergencia sea oportuno, los habitantes estarán en condiciones de resistir la mayoría de los efectos del cambio climático.

Los municipios de la región Sur-sureste del país, en su mayoría vulnerables al cambio climático y con un grado alto y muy alto de vulnerabilidad social, son protagonistas de la “vulnerabilidad institucional”, caracterizada por la ausencia de instrumentos de adaptación que permitan prever y disminuir el riesgo ante la presencia de fenómenos naturales extremos que pudieran afectar la estabilidad económica y material de las familias, a lo que se añade que es la región con el mayor número de declaratorias emitidas por el CENAPRED. Dichas condiciones han propiciado y acentuado los efectos devastadores de distintos eventos meteorológicos sobre estos municipios, sin embargo, también reflejan

la falta de acciones concretas a nivel municipal que hagan posible contener y disminuir los riesgos implícitos sobre las regiones que reúnen una serie de fragilidades geográficas, sociales, pero, sobre todo, institucionales.

La evidencia revela que las sociedades más desarrolladas en términos socioeconómicos son más resistentes y, por ende, poseen una mayor capacidad de respuesta ante las fases de emergencia y recuperación. En este sentido, la situación de vulnerabilidad podría ser revertida a través de la implementación de instrumentos de política pública orientados a la reducción de la misma.

Aunque no existe una solución o estrategia general para aminorar el impacto del cambio climático en los municipios vulnerables a éste, dado que las condiciones de cada espacio urbano o rural necesitan de políticas y estrategias específicas, sí es posible que las ciudades implementen una serie de acciones concretas como la mejora en su infraestructura, incluyendo las de suministro y tratamiento de agua, los servicios sanitarios, el reciclaje y la reutilización del agua y los residuos sólidos urbanos. Asimismo, resulta fundamental aprovechar sus mejores capacidades para enfrentar los impactos derivados del cambio climático con labores complementarias como la concientización de la población sobre la importancia de llevar a cabo acciones de reciclaje, el uso eficiente del agua, la disminución del uso del automóvil, etc., con el fin de contribuir a la disminución de actividades antropogénicas que derivan en una mayor presión para el medio ambiente y la sociedad.

## Bibliografía

Almejo Hernández, Rubén (2011), "Vulnerabilidad sociodemográfica ante eventos hidrometeorológicos", en CONAPO, *La situación demográfica de México 2011*, México, pp. 209-223.

BID-OPS [Banco Interamericano de Desarrollo-Organización Panamericana de la Salud] (1997), *Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe*, Washington.

BM [Banco Mundial] (2013), *Las dimensiones sociales del cambio climático en México*, mayo.

Bohle, H. et al. (1994), "Climate Change and Food Insecurity: Toward a Sociology and Geography of Vulnerability", en *Global Environmental Change*, vol. 4, issue 1, pp. 37-48.

Bogard, William (1989), "Bringing social theory to hazards research: conditions and consequences of mitigation of environmental hazards", en *Sociological Perspectives*, vol. 31, núm. 2, pp. 147-168.

Calvo, Juan José (2013), *Análisis de las condiciones sociales en América Latina en el contexto del cambio climático: diagnóstico, perspectivas y lineamientos de una política social verde*, CEPAL, Santiago de Chile.

CENAPRED [Centro Nacional para la Prevención de Desastres] (2014), *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y municipales de Peligros y Riesgos, Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social*, versión electrónica, México.

— (2015), Subsistema de información sobre riesgos, peligros y vulnerabilidad, Atlas Municipales de Riesgo. Disponible en línea: <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/index.php/estados-y-municipios/atlas-municipales-de-riesgo>

CONAGUA [Comisión Nacional del Agua] (2014), *Estadísticas del Agua en México*, 2014, México.

— (2015), Sección Web "Clima en México". Disponible en línea: [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=103&Itemid=80](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=80)

Cotler, Helena (2010), *Las cuencas hidrográficas de México, diagnóstico y priorización*, Instituto Nacional de Ecología/Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P., México.

Cutter, Susan (1993), *Living with Risk: The Geography of Technological Hazards*, Arnold Publication Series.

— (1996), "Vulnerability to environmental hazards", en *Progress in Human Geography* 20, 4, pp. 529-539.

— et al. (2003), "Social Vulnerability to Environmental Hazards", in *Social Science Quarterly*, Southwestern Social Science Association, vol. 84, núm. 2, pp. 242-261.

- DOF [Diario Oficial de la Federación] (2003), *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*, México.
- (2003a), Modificaciones y adiciones a las reglas de operación del Programa del Fondo para Atender a la Población Afectada por Contingencias Climatológicas (FAPRAC), publicadas el 27 de mayo de 2003. Disponible en línea: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=672758](http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=672758)
- Dow, K. y T. Downing (1995), *Vulnerability research: where things stand, Human Dimensions Quarterly*, vol. 1, pp. 3 – 5.
- FAO [Food and Agriculture Organization of the United Nations] (2015), *Glosario Técnico*. Disponible en línea: <http://www.fao.org/climatechange/65923/es/>
- Gay, C. (2013), *Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México*. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático, Universidad Nacional Autónoma de México.
- IMCO [Instituto Mexicano para la Competitividad] (2012), *Índice de Vulnerabilidad Climática*, México. Disponible en línea: [http://vulnerabilidad-climatica.org.mx/archivo/ivc\\_reporte\\_final.pdf](http://vulnerabilidad-climatica.org.mx/archivo/ivc_reporte_final.pdf)
- INECC [Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático] (2012), *Adaptación al Cambio Climático en México*, México, pp.75.
- (2013), *Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-30*.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía] (2010), *Censo de Población y Vivienda 2010*, México.
- (2010a), *Sistema de Consulta de Estadísticas Ambientales para el año 2010*.
- IPCC [Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático] (2001), *Third Assessment Report*, Grupo de Trabajo 2, Annex B, Glossary of Terms.
- (2007), *Climate Change 2007 - The Physical Science Basis*, Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge, University Press.
- Kuroiwa, Julio (2002), *Reducción de desastres. Viviendo en armonía con la naturaleza*, Lima.
- Lavell, Allen (2004), “Vulnerabilidad social: una contribución a la especificación de la noción y sobre las necesidades de investigación en pro de la reducción del riesgo”. Ponencia presentada en el Seminario Internacional sobre Nuevas Perspectivas en la Investigación Científica y Técnica para la Atención y Prevención de Desastres, INDECI, Perú, 24-26 de noviembre, 2004.
- Liverman, Diana (1990), “Vulnerability to global environmental change”, en Kaspersen et al. (eds.), *Understanding global environmental change: the contributions of risk analysis and management*, The Earth Transformed Program, Clark University, pp. 27-47.
- Monterroso Rivas et al. (2012), *Two methods to assess vulnerability to climate change in the Mexican agricultural sector*.
- ONU [Organización de las Naciones Unidas] (1992), *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, Nueva York.
- Ruiz, Maurici y Miquel Grimalt (2012), “Análisis de la Vulnerabilidad Social Frente a Desastres Naturales: El Caso de La Isla de Mallorca”, en *Revista Digital del Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG)*, Universidad Nacional de Luján, año 4, núm. 4, sección I, pp. 1-26.
- Ruiz, R., J. M. Casado I. y M. T. Sánchez S. (2015), “Los Atlas de Riesgos Municipales en México como instrumentos de ordenamiento territorial”, en *Investigaciones Geográficas*, Boletín núm. 88, Instituto de Geografía, unam, México, pp. 146-162, [dx.doi.org/10.14350/ig.48326](https://doi.org/10.14350/ig.48326)
- SAGARPA [Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación] (2013), *Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018*.
- SEDATU [Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano] (2014), *Programa de prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos*. Disponible en línea: <http://www.sedatu.gob.mx/sraweb/programas/prah/>

- SEDESOL [Secretaría de Desarrollo Social] (2011), *Atlas de Peligros y Riesgos*. Disponible en línea: [http://www.normateca.sedesol.gob.mx/es/SEDESOL/Atlas\\_de\\_Riesgos\\_2011](http://www.normateca.sedesol.gob.mx/es/SEDESOL/Atlas_de_Riesgos_2011)
- , CONAPO e INEGI (2012), *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010*, México.
- SEGOB [Secretaría de Gobernación] (2015), Sistema Nacional de Protección Civil, Preguntas frecuentes. Disponible en línea: [http://www.proteccioncivil.gob.mx/en/ProteccionCivil/Preguntas\\_Frecuentes#q4](http://www.proteccioncivil.gob.mx/en/ProteccionCivil/Preguntas_Frecuentes#q4)
- SEMARNAT [Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales] (2008), *Subsistema del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera de México*.
- (2009), *México. Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en línea: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/615.pdf>
- (2012), *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental*, México.
- (2014), *Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018*, México.
- (2014a), *Programa Nacional Hídrico 2014-2018*, México.
- (2015a), *Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales*. Disponible en línea: [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/infografias14/info5/5\\_2.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/infografias14/info5/5_2.html)
- Soares, Denise e Isabel Gutiérrez (2011), “Vulnerabilidad social, institucionalidad y percepciones sobre el cambio climático: un acercamiento al municipio de San Felipe, Costa de Yucatán”, en *CIENCIA ergo sum*, vol. 18-3, noviembre 2011-febrero 2012, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, pp. 249-263.
- Stern, S. (2006), *The Economics of Climate Change. The Stern Review*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Susman, P. et al. (1984), “Global disasters: a radical interpretation”, en Hewitt, K. (ed.), *Interpretations of calamity*, Boston, pp. 264-283.
- Timmerman, P. (1981), *Vulnerability, resilience and collapse of society. Environmental Monograph 1*, Institute for Environmental Studies, University of Toronto, Canadá.
- Turk, Amos et al. (2004), *Ecología-Contaminación-Medio Ambiente*, McGraw Hill, México.
- UNESCO [Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura] (2011), *El Efecto del Cambio Climático sobre los Recursos Hídricos: Una Síntesis Global de Descubrimientos y Recomendaciones*.
- Vincent, Katharine (2004), “Creating an index of social vulnerability to climate change for Africa”, en *Tyndall Centre Working Paper 56*, Tyndall Centre for Climate Change Research.