Vol. 9, Núm. 2, mayo-agosto 2018.

ISSN 2007-2961

REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

INTERNATIONAL JOURNAL OF STATISTICS AND GEOGRAPHY

REALITY, DATA AND SPACE

Potenciales de aptitud del territorio y riesgo mayor de reproducción del Pequeño Escarabajo de la Colmena, *Aethina tumida* Murray (*Coleoptera, Nitidulidae*) en México
Armando Bayona Celis, Cesar Valdovinos-Flores, José Antonio Dorantes Ugalde y Luz María Saldaña Loza

Análisis de la calidad de los datos y la tendencia de algunos índices de precipitación en el estado de Jalisco
Gerardo Núñez González y José García Suárez

Caracterización fisicoquímica y direcciones de flujo del agua subterránea en la zona noroeste de la península de Yucatán
Ismael del Carmen Sandoval Montes y José Daniel Heredia Escobedo

La brecha digital y la importancia de las tecnologías de la información y la comunicación en las economías regionales de México
Jordy Micheli Thirión y José Eduardo Valle Zárate

Estimación de las necesidades no satisfechas de anticoncepción en México a través de la ENADID 2014
Cecilia Inés Gayet y Fátima Juárez

Crecimiento urbano y su impacto en el paisaje natural. El caso del Área Metropolitana de San Luis Potosí, México
Benjamín Alva Fuentes y Yesua Martínez Torres

Modelo de información geoespacial multitemática de código abierto
Alejandra Vela Salinas, Silvio Gustavo Villarreal Maces, Juan Antonio Garza Fuentes y Catalina Acosta Mejía

El gran escape
Reseña
Gerardo Leyva Parra

INEGI
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

SNIEG
décimo aniversario
2008 2018

El **Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG)** es el conjunto de Unidades del Estado organizadas a través de los Subsistemas Nacionales de Información, coordinadas por el INEGI y articuladas mediante la Red Nacional de Información, con el propósito de producir y difundir la Información de Interés Nacional.

¿Cuál es el propósito del SNIEG?

Producir Información de Interés Nacional (IIN).
Difundir oportunamente la IIN a través de mecanismos que faciliten su consulta.
Promover el conocimiento y uso de la IIN.
Conservar la IIN.

TÚ HACES
LA ESTADÍSTICA

01 800 111 46 34
www.inegi.org.mx
atencion.usuarios@inegi.org.mx

INEGI Informa

INSTITUTO NACIONAL
DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

Vol. 9, Núm. 2, mayo-agosto, 2018.

REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA
REALITY, DATA AND SPACE INTERNATIONAL JOURNAL OF STATISTICS AND GEOGRAPHY

Contenido

Potenciales de aptitud del territorio y riesgo mayor de reproducción del Pequeño Escarabajo de la Colmena, *Aethina tumida* Murray (*Coleoptera*, *Nitidulidae*) en México 4
Land Suitability Potentials and Major Reproduction Risk of the Small Hive Beetle, Aethina tumida *Murray* (Coleoptera, Nitidulidae) *in Mexico*
Armando Bayona Celis, Cesar Valdovinos-Flores, José Antonio Dorantes Ugalde y Luz María Saldaña Loza

Análisis de la calidad de los datos y la tendencia de algunos índices de precipitación en el estado de Jalisco 14
Analysis of Data Quality and the Trend of Some Indices of Precipitation in the State of Jalisco
Gerardo Núñez González y José García Suárez

Caracterización fisicoquímica y direcciones de flujo del agua subterránea en la zona noroeste de la península de Yucatán 28
Physicochemical Characterization and Directions of Underground Water Flow in the Northwest Area of the Yucatan Peninsula
Ismael del Carmen Sandoval Montes y José Daniel Heredia Escobedo

La brecha digital y la importancia de las tecnologías de la información y la comunicación en las economías regionales de México 38
The Digital Divide and the Importance of ICT in Regional Economies of Mexico
Jordy Micheli Thirión y José Eduardo Valle Zárate

Estimación de las necesidades no satisfechas de anticoncepción en México a través de la ENADID 2014 54
Unmet Need for Contraception Estimation in Mexico through the ENADID 2014
Cecilia Inés Gayet y Fátima Juárez

Crecimiento urbano y su impacto en el paisaje natural. El caso del Área Metropolitana de San Luis Potosí, México 66
Urban Growth and its Impact on the Natural Landscape. The Case of the Metropolitan Area of San Luis Potosi, Mexico
Benjamín Alva Fuentes y Yesua Martínez Torres

Modelo de información geoespacial multitemática de código abierto 78
Open Source Multi-Thematic Geospatial Information Model
Alejandra Vela Salinas, Silvio Gustavo Villarreal Maces, Juan Antonio Garza Fuentes y Catalina Acosta Mejía

El gran escape 88
The Great Escape
Reseña
Gerardo Leyva Parra

Colaboran en este número 100

INEGI
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

Presidente del Instituto
Julio Alfonso Santaella Castell

Vicepresidentes
Enrique de Alba Guerra
Mario Palma Rojo
Paloma Merodio Gómez

Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas
Edgar Vielma Orozco

Dirección General de Estadísticas de Gobierno, Seguridad Pública y Justicia
Adrián Franco Barrios

Dirección General de Estadísticas Económicas
José Arturo Blancas Espejo

Dirección General de Geografía y Medio Ambiente
Claudio Martínez Topete, encargado de despacho

Dirección General de Integración, Análisis e Investigación
Enrique Jesús Ordaz López

Dirección General de Coordinación del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica
María Isabel Monterrubio Gómez

Dirección General de Vinculación y Servicio Público de Información
Eduardo Javier Gracida Campos

Dirección General de Administración
Marcos Benerice González Tejeda

Contraloría Interna
Francisco Hugo Gutiérrez Dávila, encargado de despacho

Realidad, Datos y Espacio Revista Internacional de Estadística y Geografía

Editor responsable
Enrique Jesús Ordaz López

Editor técnico
Gerardo Leyva Parra

Coordinación editorial
Virginia Abrín Batule y Mercedes Pedrosa Islas

Corrección de estilo
José Pablo Covarrubias Ordiales y Laura Elena López Ortiz

Corrección de textos en inglés
Gerardo Piña

Diseño y formación edición impresa
Juan Carlos Martínez Méndez y Eduardo Javier Ramírez Espino

CONSEJO EDITORIAL

Enrique de Alba Guerra
Presidente del Consejo

Fernando Cortés Cáceres
Profesor Emérito de FLACSO
PUED de la UNAM
México

Gerardo Bocco Verdinelli
Universidad Nacional Autónoma de México
México

Juan Carlos Chávez Martín del Campo
Banco de México
México

Lidia Bratanova
UNECE Statistical Division
Switzerland

Tonatiuh Guillén López
El Colegio de la Frontera Norte, AC
México

Víctor Manuel Guerrero Guzmán
Instituto Tecnológico Autónomo de México
México

Indizada en: Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal *Latindex Catálogo*; Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades (*CLASE*) y en la Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento (REDIB).

REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, Vol. 9, Núm. 2, mayo-agosto, 2018, es una publicación cuatrimestral editada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Avenida Héroe de Nacozari Sur 2301, Fraccionamiento Jardines del Parque, 20276 Aguascalientes, Aguascalientes, Aguascalientes, entre la calle INEGI, Avenida del Lago y Avenida Paseo de las Garzas, México. Teléfono 55 52781069. Toda correspondencia deberá dirigirse al correo: rde@inegi.org.mx

Editor responsable: Enrique Jesús Ordaz López. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título Núm. 04-2012-121909394300-102, ISSN Núm. 2007-2961, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido Núm. 15099, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Domicilio de la publicación, imprenta y distribución: Avenida Héroe de Nacozari Sur 2301, Fraccionamiento Jardines del Parque, 20276 Aguascalientes, Aguascalientes, Aguascalientes, entre la calle INEGI, Avenida del Lago y Avenida Paseo de las Garzas, México.

El contenido de los artículos, así como sus títulos y, en su caso, fotografías y gráficos utilizados son responsabilidad del autor, lo cual no refleja necesariamente el criterio editorial institucional. Asimismo, la Revista se reserva el derecho de modificar los títulos de los artículos, previo acuerdo con los autores. La mención de empresas o productos específicos en las páginas de la Revista no implica el respaldo por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Se permite la reproducción total o parcial del material incluido en la Revista, sujeto a citar la fuente. Esta publicación consta de _____ ejemplares y se terminó de imprimir en _____ del 2018.

Versión electrónica: http://rde.inegi.org.mx
ISSN 2395-8537

Editorial

En primera instancia se presenta el artículo *Potenciales de aptitud del territorio y riesgo mayor de reproducción del Pequeño Escarabajo de Colmena*, Aethina tumida *Murray (*Coleoptera, Nitidulidae*) en México* (*Land Suitability Potentials and Major Reproduction Risk of the Small Hive Beetle*, Aethina tumida *Murray (*Coleoptera, Nitidulidae*) in Mexico*). Sus autores plantean el desarrollo de un sistema de información geográfica para dar seguimiento al avance, comportamiento o combate, pues ya fue catalogado como plaga endémica para colonias de abejas.

Análisis de la calidad de los datos y la tendencia de algunos índices de precipitación en el estado de Jalisco (*Analysis of Data Quality and the Trend of Some Indices of Precipitation in the State of Jalisco*) es el segundo trabajo, en el cual se muestra la importancia de contar con registros climatológicos exactos para lograr un mejor entendimiento de la variabilidad climática; por ello, esta investigación se orientó en la evaluación tanto de la calidad de los datos de lluvia correspondientes a las estaciones ubicadas dentro de esa entidad federativa como del cálculo de cinco índices y las tendencias observadas en éstos.

Enseguida, el artículo *Caracterización fisicoquímica y direcciones de flujo del agua subterránea en la zona noroeste de la península de Yucatán* (*Physicochemical Characterization and Directions of Underground Water Flow in the Northwest Area of the Yucatan Peninsula*) es producto de una investigación del acuífero de esa área geográfica a través de muestras de agua subterránea colectadas en estiaje y lluvia, la cual evidenció su vulnerabilidad. Concluye que es necesario un seguimiento y monitoreo de la hidrodinámica con el fin de evitar su deterioro, principalmente como fuente principal de abastecimiento de agua para uso y consumo humano.

La brecha digital y la importancia de las tecnologías de la información y la comunicación en las economías regionales de México (*The Digital Divide and the Importance of ICT in Regional Economies of Mexico*) es un documento de sustrato estadístico cuyos objetivos son mostrar una actualización de la medición de las diferencias en el desarrollo de los estados que emplean medios digitales en su quehacer y de presentar la asociación entre la brecha digital y las condiciones estructurales del empleo al nivel estatal.

El indicador de necesidades no satisfechas de anticoncepción es una medida central para el monitoreo de los derechos reproductivos y la provisión de servicios de planificación familiar, al cual México ha intentado acercarse con la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENADID); por esto, *Estimación de las necesidades no satisfechas de anticoncepción en México a través de la ENADID 2014* (*Unmet Need for Contraception Estimation in Mexico through the ENADID 2014*) presenta ese algoritmo internacional, muestra su aplicación e indica cómo se puede extender el uso para mujeres solteras sexualmente activas.

Crecimiento urbano y su impacto en el paisaje natural. El caso del Área Metropolitana de San Luis Potosí, México (*Urban Growth and its Impact on the Natural Landscape. The Case of the Metropolitan Area of San Luis Potosi, Mexico*) es un artículo que plantea que aquellos desarrollos urbanos que no cuentan con un marco orientado a la sustentabilidad enfrentarán serios obstáculos y propone, considerando el suelo como el recurso natural, un aprovechamiento para la ciudad bajo una visión responsable y de equilibrio para garantizar la calidad de vida de las próximas generaciones.

En el artículo *Modelo de información geoespacial multitemática de código abierto* (*Open Source Multi-Thematic Geospatial Information Model*), los autores consideran que la implementación de este modelo permite definir estrategias y acciones para facilitar a los usuarios el análisis espacio-temporal y transversal de la información en una delimitación territorial, así como atender los mandatos normativos del INEGI y del paradigma de que los datos se producen para ser utilizados.

Por último, esta edición cierra con la reseña del libro *El gran escape. Salud, riqueza y los orígenes de la desigualdad* (*The Great Escape. Health, Wealth, and the Origins of Inequality*), de Angus Deaton, que trata sobre la epopeya del desarrollo en la que millones de habitantes del mundo han logrado librarse de la pobreza y la muerte prematura, lo cual ha abierto una brecha notable entre los que han podido escapar a ello y los que no lo han logrado.

http://rde.inegi.org.mx

Potenciales de aptitud del territorio

y riesgo mayor de reproducción del Pequeño Escarabajo de la Colmena, *Aethina tumida* Murray (*Coleoptera*, *Nitidulidae*) en México

Land Suitability Potentials

and Major Reproduction Risk of the Small Hive Beetle, *Aethina tumida* Murray (*Coleoptera*, *Nitidulidae*) in Mexico

Armando Bayona Celis,* Cesar Valdovinos-Flores,**
José Antonio Dorantes Ugalde* y Luz María Saldaña Loza*****

* abayonacelis@gmail.com

** Departamento de Medicina Genómica y Toxicología Ambiental, Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-228, 04510, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, y Laboratorio de Sanidad y Diagnóstico Apícola Ollin Alexis Benhumea Hernández del Centro Apícola Comandanta Ramona, AGLEA Maseual Kuanek Piani, San Luis Potosí, vinosvaldo@hotmail.com

*** Servicios Apícolas de Querétaro, SC de RL, mujeresapicolas@gmail.com y abeja_negra@hotmail.com, respectivamente.

Nota: los autores agradecen tanto a las organizaciones de apicultores que participaron en los proyectos de experimentación y capacitación *Elaboración de un prototipo, con pruebas de campo, de trampa y venenos contra el escarabajo* Aethina tumida *Murray en la península de Yucatán* y el *Proyecto para combatir al pequeño escarabajo de la colmena, en los estados de Guanajuato, Michoacán* [*sic*], *Tamaulipas y Veracruz* [*sic*] que, ante las solicitudes, se amplió a San Luis Potosí, Querétaro, Chiapas, Zacatecas y Puebla, como al MVZ Francisco José Gurría Treviño y su equipo de trabajo de la Coordinación General de Ganadería de la SAGARPA por su respuesta ante esta emergencia de fomento de la apicultura en México; asimismo, agradecemos a los revisores de este artículo para su publicación en la presente revista por la cuidada revisión y atinadas observaciones.

Adultos de *Aethina tumida* en una colmena. Foto: Hermes Dorantes Avendaño

Se presentan, en forma cartográfica, resultados de regionalización de la República Mexicana (considerando la temperatura y la humedad del suelo) clasificada según su aptitud para el desarrollo del Pequeño Escarabajo de la Colmena, *Aethina tumida* Murray 1867, así como el riesgo de reproducción de esta plaga en estados y municipios conforme a la densidad de colmenas de *Apis mellifera* L. 1758 que hay en ellos. Este pronóstico se basa en resultados de bioensayos reportados por diversos autores.

Las áreas más aptas para el desarrollo de este escarabajo se localizan sobre todo en zonas cálidas y húmedas del sureste del país (península de Yucatán y la zona Lacandona, de Chiapas), donde existe gran número de colmenas.

Palabras clave: Pequeño Escarabajo de la Colmena; *Aethina tumida*; apicultura; SIG; mapa; colmenas; miel; cartografía; temperatura; humedad en el suelo; municipios; México.

Recibido: 8 de agosto de 2016.
Aceptado: 8 de enero de 2018.

Hereby we present the results of regionalization of Mexico´s terrains, temperatures and soil humidity. They are shown in cartographic form, according to their suitability for the development of the Small Hive Beetle (SHB), *Aethina tumida*, as well as the risk of reproduction of this pest in both states and municipalities, according to the beehives' density. This forecast is based on bio-essay's results reported by several authors. The maps of suitability and risk are represented both at country and municipality levels.

The most suitable areas for the development of SHB are located in warm and humid zones at the Southeast of the Country. The most risky areas are those in which these conditions coincide with great quantities of beehives, such as in the Yucatan Peninsula and the Lacandona zone in Chiapas.

Key words: Small Beehive Beetle; *Aethina tumida*; GIS; maps mapping; Beehives; Beekeeping; Honey; Temperature; Soil moisture; Municipalities; Mexico.

Introducción

El Pequeño Escarabajo de la Colmena (PEC), *Aethina tumida* Murray 1867, es un insecto parásito y depredador de la cría de la *Apis mellifera* L. 1758 y de colonias de otras abejas sociales nativas de África subsahariana, donde se le considera, por lo general, como una plaga menor. La larva y el adulto del PEC viven y se reproducen dentro de las colmenas (donde se alimentan de polen, miel, crías y desechos), mientras que el estado de pupa se lleva a cabo en el suelo (Saldaña *et al*., 2014; Hood, 2004).

En 1996 se descubrió al PEC fuera de su área de origen en colonias de subespecies europeas de abejas melíferas en el sureste de los Estados Unidos de América (EE.UU.) (Elzen *et al*., 1999; Hood, 2004). Desde entonces, su presencia se ha reportado en otros países (Neumann y Elzen, 2004; Ellis y Munn, 2005; Neumann y Ellis, 2008). En más de una década se ha dispersado prácticamente por todo el territorio de EE.UU. y la costa oriental de Australia (Neumann y Ellis, 2008). En México se reportó de manera oficial a partir del 2007 (Organización Mundial de Sanidad Animal, OIE, 2016) cuando, en octubre de ese año, se encontró en Coahuila de Zaragoza (OIE, 2016) y, desde entonces, se ha extendido a 14 estados más, causando daños que varían de acuerdo con factores ambientales, adaptación y manejo que se le ha dado. A marzo del 2016 se ha detectado, además, en Guanajuato (2008); Nuevo León y Tamaulipas (2010); San Luís Potosí, Quintana Roo y Yucatán (2012); Michoacán de Ocampo (2013); Chihuahua y Jalisco (2014); Veracruz de Ignacio de la Llave y Campeche (2015); Oaxaca, Aguascalientes y Querétaro (2016) (OIE, 2016). Este insecto ya ha sido catalogado en el país como plaga endémica (*Diario Oficial de la Federación*, 2016; OIE, 2016).

La actividad del PEC causa daño estructural a los panales (Neumann, 2004). Las deyecciones de adultos y larvas provocan que la miel se fermente, por lo que la plaga está ya impactando el inventario de colmenas y la cantidad y calidad de la miel mexicana. En 2013, México contaba con 1 933 105 colmenas de *A. mellifera* que produjeron 56 907 toneladas de este producto (SAGARPA, 2014). Los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo producen 40% del total (SIACON, 2015) que se exporta a Alemania, España, Suiza, Italia, Francia, EE.UU., Arabia Saudita, Bélgica y, recientemente, a Portugal, Colombia, Panamá y Canadá (SAGARPA, 2014). En su mayoría, esta actividad se lleva a cabo por pequeños y medianos productores campesinos (Saldaña *et al*., 2014).

Meikle y Patt (2011) encontraron que existe una relación clara (más que con otros factores, como el tipo de alimentación) entre la temperatura ambiente y los tiempos tanto de eclosión de la larva (de 61 a 22 horas en temperaturas de entre 21 y 35° C) como en el periodo de pupación (de 33 a 15 días en estas mismas temperaturas); a mayor temperatura se acorta de forma significativa el ciclo de vida del escarabajo y se detiene por debajo de 10° C en el caso de los huevos y de 13.5 en el de larvas y pupas. También se ha observado relación entre la mayor sobrevivencia de las pupas en el suelo y temperaturas mayores.

Todas las observaciones relacionadas con el efecto de este factor en el desarrollo del ciclo de vida del PEC a la fecha se han hecho a través de bioensayos, donde las temperaturas se mantuvieron constantes en cada grupo de larvas o pupas. En consecuencia, no es válido inferir las respuestas probables de éstas ante los cambios que suceden a lo largo del día o del año en diferentes regiones.

Algo similar ocurre con las observaciones de humedad en el suelo. Se ha visto una relación entre ésta y la sobrevivencia de las pupas, que va desde nula en suelos secos y que se incrementa hasta cierto punto con contenidos de agua mayores hasta un óptimo de 0.56 m^3 de agua por m^3 de suelo, entre los tres valores del experimento (0.37, 0.56, 0.73 m^3 de agua por m^3 de suelo), y luego desciende cuando existe mayor humedad (Ellis *et al*., 2004; Bernier *et al*., 2014).

Conocer el ciclo de vida y la ecología del PEC es esencial para el diseño de políticas y estrategias para enfrentar la plaga. Para contribuir a este cono-

cimiento, se planteó el desarrollo de un sistema de información geográfica (SIG) que pueda dar seguimiento al avance, comportamiento o combate en el espacio geográfico y caracterizar las condiciones ambientales que propician o inhiben el desarrollo y propagación del escarabajo.

Materiales y métodos

Para dar cumplimiento a dicho objetivo, el SIG se desarrolló en una primera etapa para los tres estados de la península de Yucatán (Yucatán, Campeche y Quintana Roo) y, más tarde, se amplió a nivel nacional.

En el SIG se han integrado una serie de capas geográficas básicas (como relieve, caminos, localidades, cuerpos y corrientes de agua, límites estatales y municipales) todas provenientes de la cartografía generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)[1] a escala 1:50 000.

Asimismo, otra serie de capas corresponde a diversos factores o rasgos ambientales (temperatura; lluvia; evaporación; tipo de clima; humedad en el suelo; pendiente; tipo, profundidad, textura y permeabilidad del suelo; así como el tipo de vegetación y uso del suelo), las cuales se han obtenido a partir de varias fuentes: el INEGI, el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México y la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO).[2]

En el SIG del PEC se integraron datos sobre la actividad apícola a partir de estadísticas de la Coordinación General de Ganadería de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y el INEGI (2015), por ejemplo: número de colmenas y unidades de producción por cada municipio (ver mapas 1 y 2).

La información mínima esencial que se consideró para dar seguimiento al avance de la plaga consistió de tres datos: identificación plena del escarabajo, coordenadas geográficas de cada colmena (o apiario) positiva y fecha de la primera observación. Desafortunadamente, por diversos motivos no fue posible contar con estos datos, ya que solo se tuvo una minoría de observaciones que no representan la dinámica del problema. Lo que sí se pudo realizar fue una primera aproximación para clasificar las diversas áreas del territorio mexicano de acuerdo con su mayor o menor aptitud para el desarrollo de la pupa de *A. tumida*, que está relacionada con la temperatura ambiente (Meikle y Patt, 2011) y humedad en el suelo (Ellis *et al*., 2004; Bernier *et al*., 2014), factores que, como se mencionó arriba, influyen en el tiempo de eclosión y desarrollo de la larva y el tiempo de pupación, así como la humedad del suelo que propicia o no el desarrollo adecuado.

Al integrar estos datos, fue posible obtener una primera aproximación preliminar de regionalización de áreas en el país que tienen mayor potencial para la sobrevivencia y desarrollo más rápido de la plaga a través de temas como el mapa de humedad del suelo (INEGI, 2005), el cual muestra el número de meses completos que el suelo permanece húmedo, en promedio, al año; también, el de temperatura media anual (INEGI, 2007) es un indicador razonable de las máximas y mínimas predominantes, así como de la marcha anual de la misma dentro del territorio de México.

No se emplearon herramientas para modelar la distribución de la especie, como pudieran ser GARP (Boston y Stockwell, 1994) o Maxent (Phillips *et al*., 2017) porque, por una parte, la plaga se ha encontrado en muy diversas condiciones ambientales en casi todo el país y, además, porque no se cuenta con observaciones georreferenciadas sobre el tiempo de eclosión de las pupas.

En consecuencia, se definieron en forma cualitativa cinco clases de aptitud de los terrenos para el desarrollo de la plaga de acuerdo con rangos de la temperatura media anual que corresponden a grandes regiones del país y el probable comportamiento del ciclo biológico del PEC (ver cuadro 1). El resultado se presenta en el mapa 1.

1 www.inegi.org.mx
2 www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

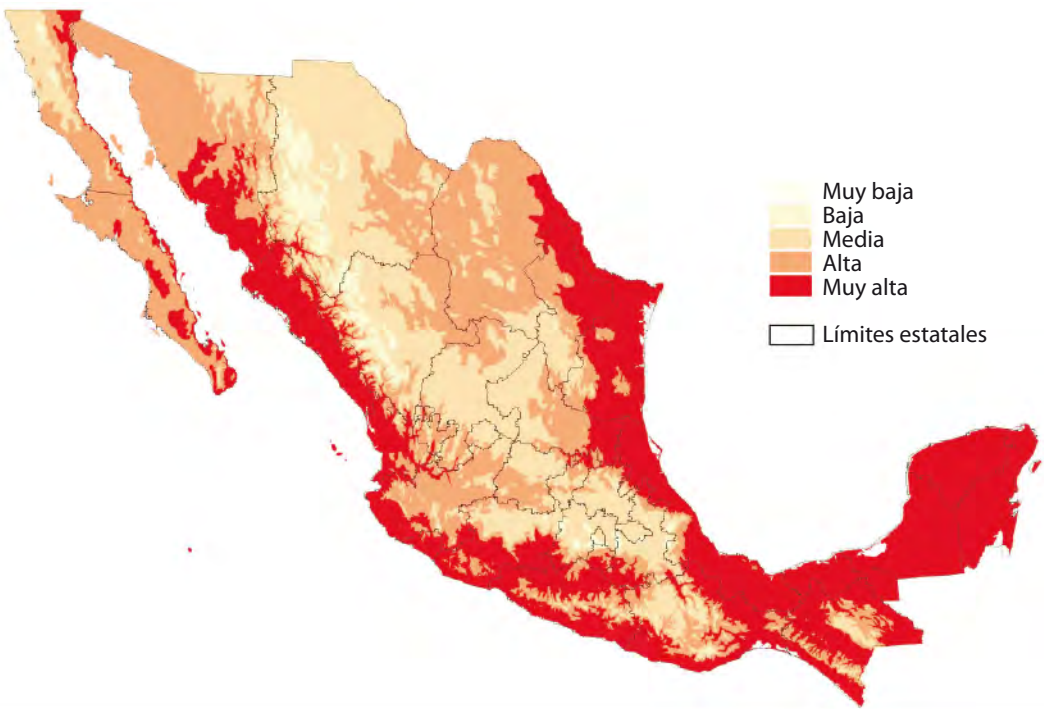
Cuadro 1

Zonificación de la aptitud del territorio para el desarrollo del PEC por temperatura media anual (TMA)

Clase	Aptitud	TMA ° C	Descripción
0	Muy baja	< 8	Terrenos de alta montaña con temperaturas mínimas menores a 10° C en los meses más cálidos y menores a 0° C muchos días del invierno. Desarrollo nulo o muy difícil o lento del escarabajo.
1	Baja	8 a 12	Zonas serranas boscosas con inviernos fríos y veranos frescos. Tiempos largos de desarrollo de la pupa y probablemente inviables en invierno.
2	Media	12 a 18	Zonas del altiplano o desérticas con lluvias de verano (excepto en Baja California), veranos cálidos e inviernos frescos o fríos. Periodo largo de desarrollo de la pupa en invierno y menor en verano. En zonas secas, inviable en invierno-primavera.
3	Alta	18 a 24	Zonas cálidas, desde secas hasta subhúmedas, y de extremosas a isotermales. Desarrollo rápido de larvas y pupas. En zonas secas, inviable en invierno-primavera.
4	Muy alta	> 24	Zonas bajas húmedas o subhúmedas con temperaturas altas durante todo el año. Desarrollo de pupa muy rápido; limitado o inviable en zonas inundables o muy saturadas.

Mapa 1

Zonificación de la aptitud del territorio por TMA para el desarrollo del PEC



Fuente: SIG apícola con datos del INEGI (2007).

En el caso de la humedad en el suelo, se llevó a cabo un ejercicio semejante al anterior, el cual se describe en el cuadro 2 y su distribución espacial, se observa en el mapa 2.

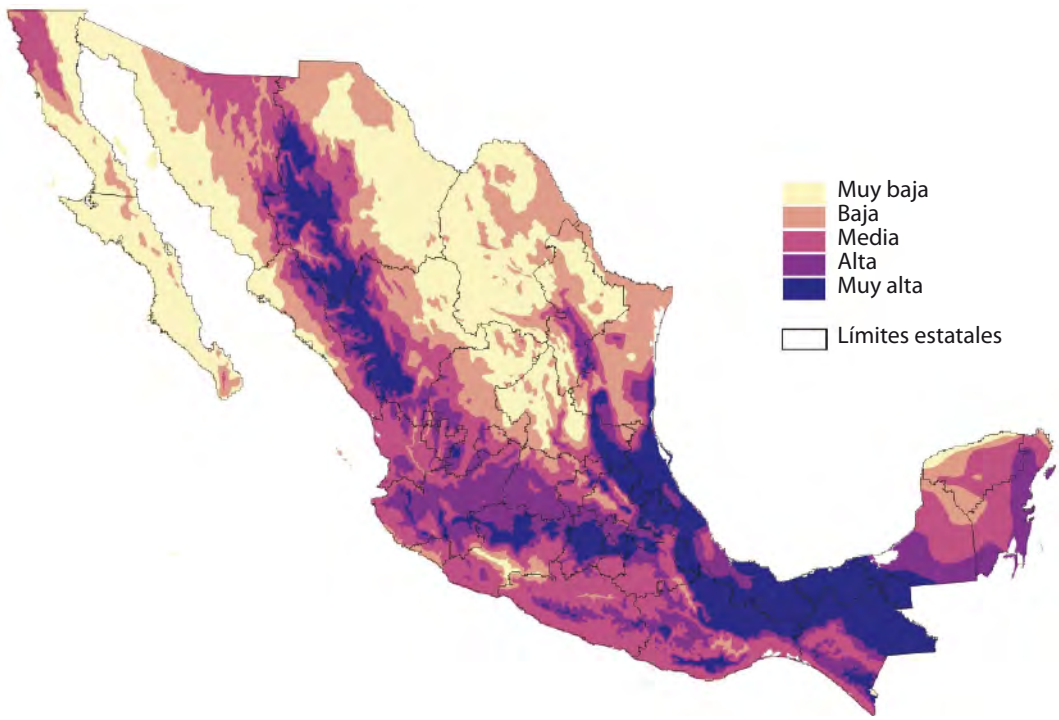
Cuadro 2

Zonificación de la aptitud del territorio para el desarrollo del PEC, por humedad en el suelo

Clase	Aptitud	Meses húmedos	Descripción
0	Muy baja	<1	Zonas desérticas con muy baja humedad. Viabilidad de la pupa muy baja o nula.
1	Baja	1 a 3	Zonas con un largo periodo de sequía; suelo húmedo solo en pocos meses del verano.
2	Media	3 a 6	Humedad media en el suelo, apta para el desarrollo de la pupa entre tres y seis meses. Colindantes con zonas áridas, laderas bajas y medias.
3	Alta	6 a 8	Zonas con suficiente humedad, aptas para el desarrollo de la pupa durante la mitad del año. Altiplano y bosques de encino.
4	Muy alta	> 8	Zonas muy húmedas, tanto cálidas como frescas, aptas para el desarrollo de la pupa por humedad en el suelo la mayor parte o todo el año.

Mapa 2

Zonificación de la aptitud del territorio por humedad en el suelo para el desarrollo del PEC



Fuente: SIG apícola con datos del INEGI (2007).

Se procedió luego a combinar los dos mapas para producir una capa que contuviera ambos factores, al multiplicar entre sí los valores de los cuadros 1 y 2. El resultado fue un mapa con valores desde cero (0 x 0) hasta 16 (4 x 4), que se clasificaron en el SIG con el método de rupturas naturales (Jenks, 1967) en cinco clases (ver mapa 3), que es consistente con la geografía física del territorio y los mapas 1 y 2.

Para tener una aproximación a las unidades administrativas, los valores del mapa 3 se interpolaron a las áreas municipales (áreas geoestadísticas municipales del INEGI, 2010) y, de la media de los valores, se obtuvo un mapa de aptitud por municipio (ver mapa 4) y, aunque requeriría una escala mucho mayor para utilizarse en planeación o proyectos, la capa vectorial se puede obtener solicitándola a los autores vía correo electrónico.

Por último, se realizó un análisis del mapa de aptitud por municipio (ver mapa 6) ponderado con el número de colmenas en cada uno de los municipios (ver mapa 5) de acuerdo con la Coordinación General de Ganadería y el INEGI (2015).

En el mapa 6, a un municipio con mayor número de colmenas o mayor aptitud para el desarrollo del PEC se le asigna mayor riesgo, de acuerdo con un indicador que se genera estandarizando tanto los valores de aptitud como el número de colmenas en cada zona, a valores que van de 0 a 1 y, multiplicándolos, las clases son, una vez más, cualitativas. Las que se presentan en el cuadro 3 están en escala logarítmica.

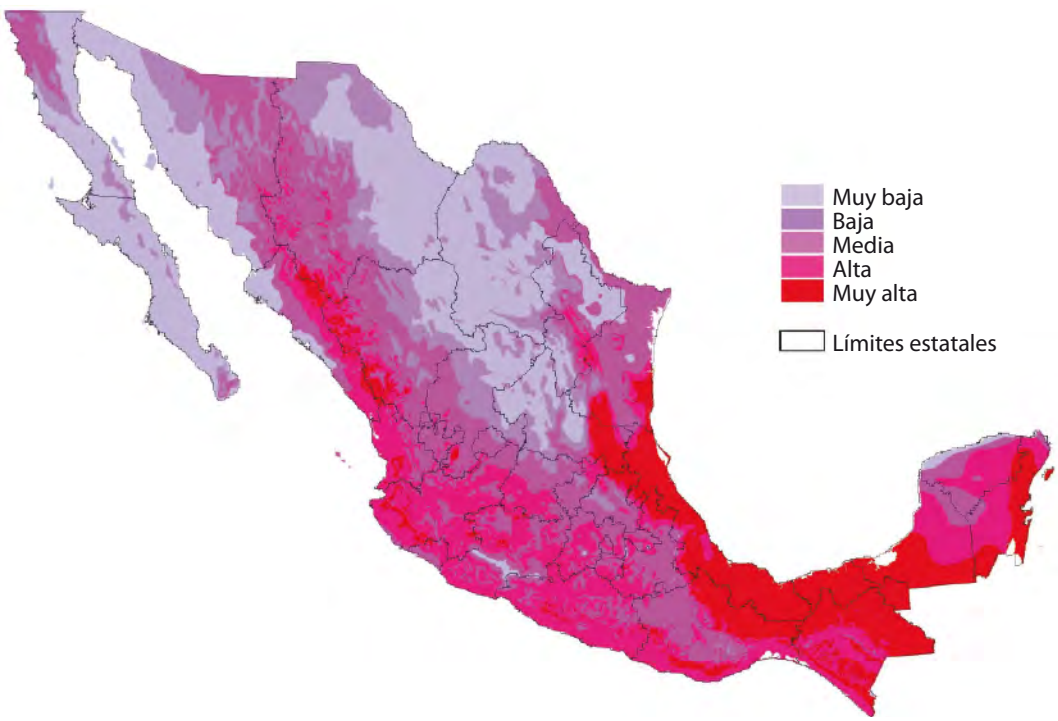
Cuadro 3

Valor del indicador de riesgo: aptitud*Núm. de colmenas

Riesgo	Valor del indicador
Nulo	0 (no se da la actividad)
Muy bajo	0.0000 a 0.0001
Bajo	0.0001 a 0.001
Medio	0.001 a 0.1
Alto	0.1 a 0.2
Muy alto	0.2 a 1

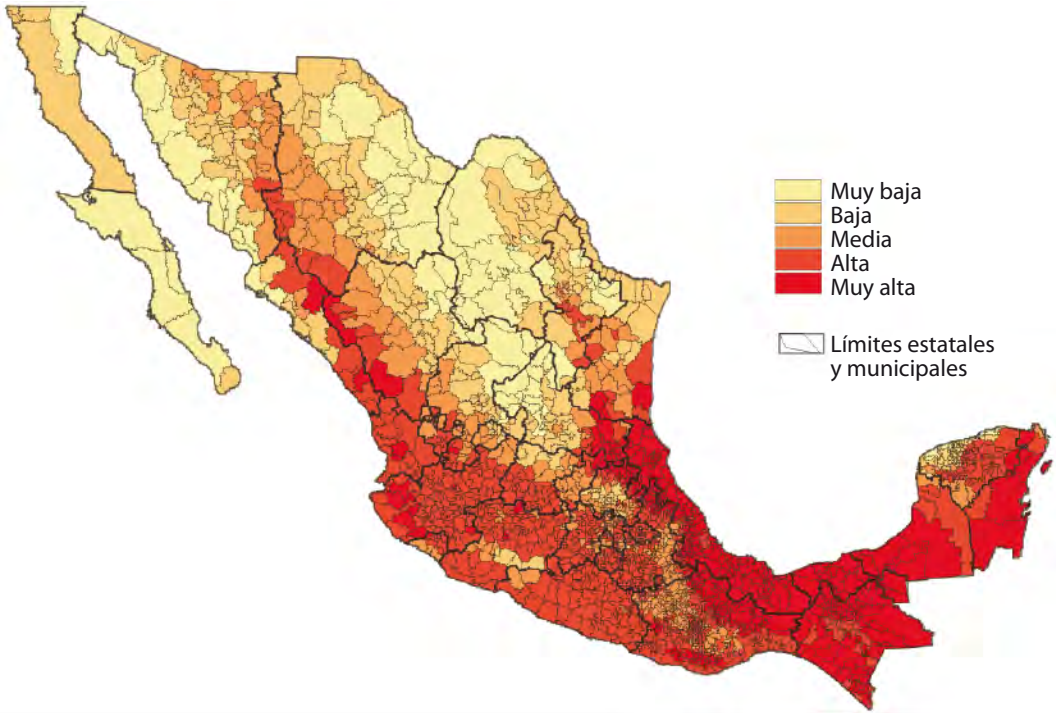
Mapa 3

Zonificación de la aptitud del territorio por temperatura y humedad del suelo para el desarollo del PEC



Mapa 4

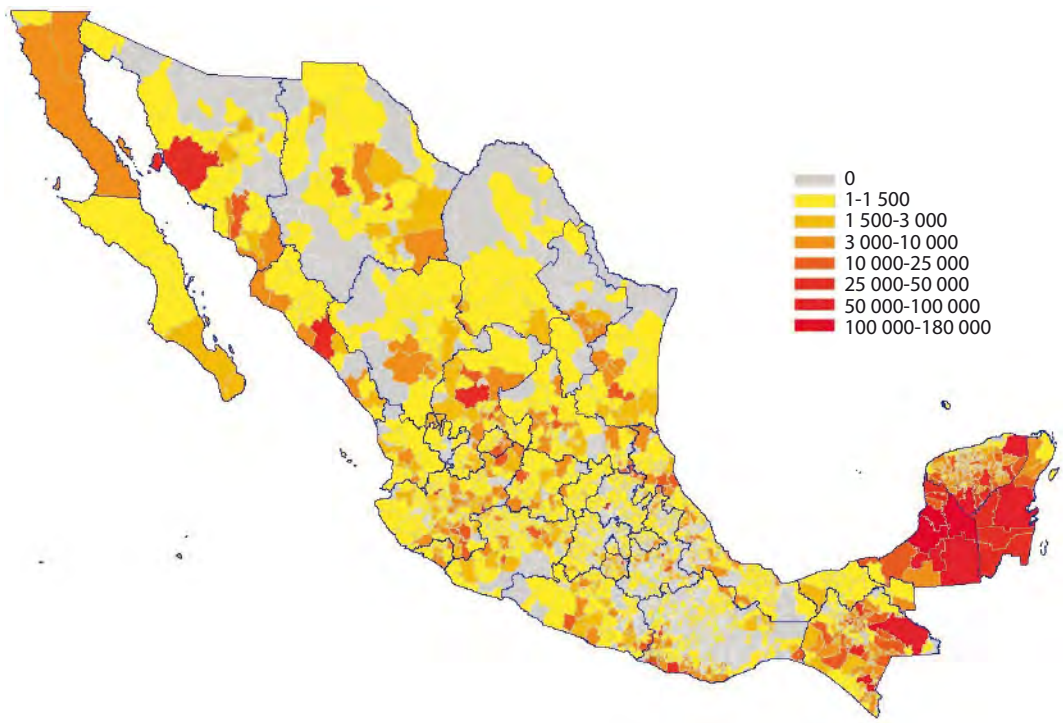
Aptitud por temperatura y humedad para el desarrollo del PEC por municipio



Fuentes: INEGI. *Integración territorial*. 2010.
Mapa 3.

Mapa 5

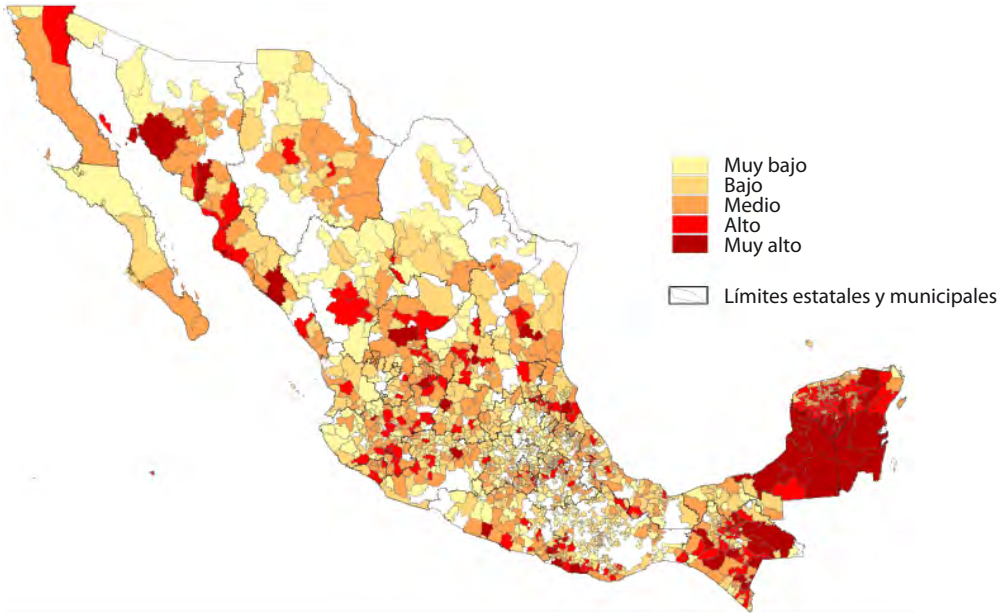
Número de colmenas por municipio



Fuente: SAGARPA-INEGI. 2015.

Mapa 6

Riesgo de PEC por aptitudes y número de colmenas por municipio



Discusión y conclusiones

Ésta es una primera aproximación para diagnosticar el mayor o menor potencial de aptitud de los terrenos y del riesgo de infestación de las colmenas por el PEC en función de la temperatura media anual y la humedad en suelos típicos. Se trata de indicadores cualitativos, basados en información tanto de laboratorio como de campo. Al continuar con el acopio de datos georreferenciados, éstos se podrán ajustar para mejorar aproximaciones de la distribución de la plaga y riesgo de infestación.

En los mapas de aptitud (1 a 4) se observa que las zonas más propicias (aptitud muy alta) para el desarrollo del PEC incluyen a todo el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, parte de las sierras del norte de Puebla e Hidalgo, la zona Lacandona de Chiapas, la totalidad de Tabasco, la mitad suroeste de Campeche, el este de Quintana Roo, el norte y algunos municipios del sur de Oaxaca, la Huasteca de San Luis Potosí, el sur de Tamaulipas, varios municipios de la Sierra Madre del Sur en Jalisco y las laderas bajas de la Sierra Madre Occidental de Sinaloa. Como zonas con aptitud alta se encuentra casi la totalidad de Guerrero, Michoacán de Ocampo salvo algunos municipios de Tierra Caliente, amplias partes del Altiplano (desde Jalisco hasta Puebla), casi todo Nayarit, la llanura costera al sur de Sinaloa y la parte central de la península de Yucatán.

En contraste, las zonas con poca aptitud coinciden con las mesas Central y del Norte (Desierto de Chihuahua) y los desiertos de Sonora y Baja California; es decir, áreas de clima seco y suelos secos durante muchos meses; además de, en general, un número no muy considerable de colmenas.

En cuanto al riesgo, la península de Yucatán y la zona Lacandona tienen los valores más altos, así como algunos municipios del centro y noroeste del país. No así Veracruz de Ignacio de la Llave donde, a pesar de tener aptitud alta para el desarrollo del PEC, el número de colmenas es relativamente bajo, aunque aumenta por temporadas debido al movimiento de colmenas que los apicultores de los estados de Puebla, Morelos, México y Tlaxcala realizan durante la primavera para la polinización de cítricos y otros frutales comerciales.

Para conocer y realizar el manejo del PEC, es muy importante tener los datos de ubicación con precisión de algunos metros sobre el terreno de las unidades de producción y colmenas, más allá del nombre del municipio al que pertenecen. Esta

labor es mucho más sencilla en la actualidad que hace solo unos pocos años con la tecnología GPS.

Hace falta conocer de manera clara el movimiento de colmenas a lo largo del país por parte de los productores (como servicio de polinización o búsqueda de floración), ya que es uno de los principales mecanismos de distribución del PEC. La intensa dinámica de movimiento de colmenas y comercialización de reinas y núcleos hace prever que la diseminación de la plaga, una vez declarada endémica, se incremente rápidamente. Los productores han observado[3] que las poblaciones de este escarabajo aumentan en la temporada de lluvias, momento en que la reproducción de las abejas baja, por lo que es necesario considerar la implementación de nuevas formas de manejo en la apicultura que consideren a la plaga, además de elaborar calendarios regionales para el control del PEC; a la fecha no hay autorización oficial para usar algún producto para atacarla, por lo que su contención será tarea compleja.

Es esencial la integración precisa de todas las unidades de producción en el SIG que, aunada al mayor conocimiento de los requerimientos ambientales del PEC, permitirá análisis que darán la pauta para la distribución más eficaz de las políticas y acciones de combate de la plaga en el espacio y el tiempo.

Fuentes

Bernier, M., V. Fournier and P. Giovenazzo. "Pupal Development of *Aethina tumida* (*Coleoptera*: *Nitidulidae*) inThermo-Hygrometric Soil Conditions Encountered in Temperate Climates", en: *Journal of Economic Entomology*. 107(2), 2014, pp. 531-537. Entomological Society of America.

Boston, T. and D. R. B. Stockwell. *Interactive species distribution reporting, mapping and modelling using the World Wide Web*. Computer Networks and ISDN Systems, 28, 1994, pp. 231-238.

Ellis, J. D. y P. A. Munn. "The worldwide health status of honey bees", en: *Bee World*. 86(4), 2005, pp. 88-101.

Ellis, J. D., R. Hepburn, B. Luckman y P. J. Elzen. "Effects of Soil Type, Moisture, and Density on Pupation Success of *Aethina tumida* (*Coleoptera*: *Nitidulidae*)", en: *Environmental Entomology*. 33(4), 2004, pp. 794-798.

Elzen, P. J., J. R. Baxter, D. Westervelt, C. Randall, K. S. Delaplane, L. Cutts y W. T. Wilson. "Field control and biology studies of a new pest species, *Aethina tumida* Murray (*Coleoptera*: *Nitidulidae*), attacking European honey bees in the Western Hemisphere", en: *Apidologie*. 30, 1999, pp. 361-366 (DE) http://dx.doi.org/10.1051/apido:19990501

Hood, W. M. "The small hive beetle, Aethina tumida: a review", en: *Bee World*. 85 (3), 2004, pp. 51-59.

INEGI. *Conjunto de datos vectoriales escala 1:1 000 000 de temperatura media anual*. 2007 (DE) http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=70282526755 consultado el 6 de octubre de 2014.

_____ *Conjunto de datos vectoriales escala 1:1 000 000 de humedad en el suelo*. 2005 (DE) http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825267537 consultado el 6 de octubre de 2014.

_____ *Marco Geoestadístico 2010 versión 4.3*. *Censo de Población y Vivienda 2010* (DE) http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825217341 consultado el 6 de octubre de 2014.

Jenks, George F. "The Data Model Concept in Statistical Mapping", en: *International Yearbook of Cartography*. 7, 1967, pp. 186-190.

Meikle, W. G. y J. M. Patt. "Temperature, diet and other factors on development, survivorship and oviposition of the Small Hive Beetle, *Aethina tumida* Murray (*Col: Nitidulidae*)", en: *Journal of Economic Entomology*. 104, 2011, pp. 753-763.

Neumann, P. y P. Elzen. "The biology of the small hive beetle. *Aethina tumida*", en: *Apidologie*. (35)3, 2004, pp. 229-247.

Neumann, P. y J. D. Ellis. "The small hive beetle *Aethina tumida* Murray (*Coleoptera: Nitidulidae*): distribution, biology and control of an invasive species", en: *Journal of Apicultural Research*. 47(3), 2008, pp. 180-183 (DE) http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.47.3.01

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). Base de datos del Sistema Mundial de Información Zoosanitaria (WAHIS Interface) Versión 1. (DE) http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Diseaseinformation/statusdetail consultado el 14 de mayo de 2016.

Phillips, Steven J., M. Dudík y R. E. Schapire. *Maxent software for modeling species niches and distributions* (*Version 3.4.1*) (DE) http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/ consultado el 21 de agosto de 2017.

SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2014 (DE) http://infosiap.siap.gob.mx/ consultado el 22 de abril de 2015.

Saldaña, L. M., L. G. Lara y J. A. Dorantes. *Manual nuevos manejos en la apicultura para el control del Pequeño Escarabajo de la Colmena* Aethina tumida *Murray*. México, DF, 2014.

Secretaría de Gobernación. *Diario Oficial de la Federación*. México, 4 de mayo de 2016 (DE) http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5436016&fecha=04/05/2016 consultado el 19 de junio de 2016.

Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). *Base de datos de la actividad agrícola, pecuaria y pesquera*. 2010 (DE) http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap consultado el 11 de enero de 2015.

3 Entrevistas directas en campo en Valladolid, Yucatán, y Ciudad Victoria, Tamaulipas, 2015.

Análisis de la calidad de los datos y la tendencia de algunos índices de precipitación en el estado de Jalisco

Analysis of Data Quality and the Trend of Some Indices of Precipitation in the State of Jalisco

Gerardo Núñez González y José García Suárez*

En este trabajo se presentan los resultados del análisis de la calidad de los datos y la tendencia de cinco índices de precipitación calculados a partir de las series de tiempo de 48 estaciones ubicadas dentro del territorio del estado de Jalisco. Los índices fueron determinados de acuerdo con la metodología propuesta por el Equipo de Expertos en el Monitoreo y Detección de Cambio

In this paper, we show the results from the analysis of data quality, as well as the trend of five precipitation indices calculated from the time series of 48 stations located within the state of Jalisco. Precipitation indices were computed according to the methodology proposed by the Expert Team on Climate Change Monitoring, Detection and Indices. The results of the data quality

* Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur, gerardo.nunez@cucsur.udg.mx y josegar@cucsur.udg.mx, respectivamente.

Nota: el primer autor agradece al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) por el apoyo otorgado para la realización del proyecto de investigación titulado: *Análisis de la información disponible en la red de estaciones climatológicas del estado de Jalisco: disponibilidad, calidad y homogeneidad de las series de tiempo históricas de temperatura y precipitación*.

Scenic View Of Calm Sea Against Sky/ Anthony Roberson / EyeEm/Getty Images

Climático e Índices. Los resultados muestran que existen algunos problemas relacionados con la homogeneidad de las series de datos. En cuanto a las tendencias, el índice de precipitación total anual muestra una disminución en 71% de las series, mientras que en el caso del de días consecutivos secos se observa un aumento en 85% de los casos analizados.

Palabras clave: índices de precipitación; cambio climático; Jalisco.

Recibido: 26 de agosto de 2016.
Aceptado: 8 de enero de 2018.

analysis show some problems related to the homogeneity of the data series. Likewise, the Annual Total Precipitation Index shows a downward trend in 71% of the time series, while in the case of consecutive dry days index, an upward trend is observed in 85% of the analyzed series.

Key words: Rainfall indices; Climatic change; Jalisco.

Introducción

Desde la publicación del primer reporte del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) en 1990, el tema del calentamiento global se ha vuelto una de las principales preocupaciones (IPCC, 2007; Houghton, 2005; Prabhakar and Shaw, 2008). En México, en los últimos años, se ha observado un interés creciente por parte de las instancias gubernamentales y no gubernamentales con fines aplicados o académicos por lograr un mejor entendimiento de la variabilidad climática; su estudio, partiendo de cambios en los eventos extremos utilizando datos diarios, constituye el ingrediente fundamental para determinar el comportamiento del clima en la actualidad (Burgos y González, 2012). Para ello, es indispensable contar con datos de calidad, ya que solo a partir de ahí se podrán estudiar de manera confiable las variaciones y cambios en el clima.

La exactitud de los registros climatológicos puede verse afectada por cambios en las condiciones ambientales o técnicas en las cuales se realizan las mediciones (Aguilar *et al*., 2003; Auer *et al*., 2005). La no homogeneidad de los datos puede notarse a partir de fuertes saltos en el comportamiento de las variables registradas e incrementos graduales sesgados respecto a las verdaderas características macroclimáticas. En este sentido, es muy importante que antes de realizar cualquier estudio enfocado al análisis de la variabilidad climática se evalúe y corrija cualquier anomalía que se considere que no representa el comportamiento real del clima.

La temperatura, la precipitación y el nivel del mar son tres variables muy importantes que se han registrado de manera más o menos regular en nuestro país. Las series, sin embargo, distan mucho de ser las óptimas para realizar los estudios pertinentes tendientes a estimar de forma confiable lo ocurrido en México durante el siglo XX (Gay *et al*., 2010). Lo anterior ha traído como consecuencia que nuestro país no haya sido tomado en cuenta en algunos estudios globales enfocados al análisis y detección del cambio climático, como es el caso del llevado a cabo por Frich *et al*. (2002).

Sin embargo, a nivel nacional, desde 1994 (cuando se hizo el taller Estudio de País[1]), en México se ha realizado una serie de trabajos enfocados a la investigación del cambio climático y sus posibles efectos (Martínez, 2007).

En el caso particular del estado de Jalisco (a partir de los distintos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero) se ha proyectado que la precipitación total anual disminuirá entre 5 y 10% para el 2020 y, a largo plazo (para el 2080), entre 5 y 15% (Greenpeace, 2010; INECC, 2016).

Con base en el contexto anterior, el objetivo de este trabajo consistió, por un lado, en la evaluación de la calidad de los registros de precipitación correspondientes a las estaciones ubicadas dentro de Jalisco y, por el otro, al cálculo de cinco índices de precipitación y las tendencias observadas en éstos, tratando de verificar los resultados de las proyecciones mencionadas con anterioridad.

Datos y métodos

Se obtuvieron series de precipitación de la base de datos CLICOM del Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2015); dentro de ella se identificaron 268 estaciones para Jalisco, de las cuales solo 172 contaban con registros mayores a 20 años.

La evaluación de la calidad de los datos es un requisito indispensable para llevar a cabo el cálculo de tendencias. De esta manera, el control de su calidad en este trabajo consistió de dos etapas: una enfocada a la evaluación de la consistencia interna de las series y la otra, para determinar la homogeneidad de los registros de precipitación disponibles para el estudio. En la primera se analizó la cantidad de datos faltantes, la duplicación de registros y la presencia de valores atípicos, entre otros, mientras que la segunda se basó en la aplicación de una prueba de homogeneidad.

La evaluación de la homogeneidad y los ajustes necesarios son tareas complejas (Aguilar *et al*., 2003; Vincent *et al*., 2005), ya que se requiere información detallada sobre la operación de la estación (metadatos) o, en su defecto, información de calidad de estaciones vecinas. De esta manera, en el análisis de la homogeneidad de las series de tiempo consistió solo en la identificación de problemas potenciales a través de la metodología propuesta por Wang *et al.* (2010), la cual identifica cambios en el comportamiento de una serie de tiempo al comparar el ajuste de un modelo de regresión de dos fases con la tendencia lineal de la serie de tiempo.

Para evaluar la tendencia de la precipitación, se decidió calcular cinco índices (ver cuadro 1) con base en la metodología desarrollada por el Equipo de Expertos en el Monitoreo y Detección de Cambio Climático e Índices (ETCCDMI, por sus siglas en inglés); las virtudes de éstos es que son fáciles de calcular y actualizar, de interés y validez a escalas global, regional y local, así como sencillos de entender y comparar, al mismo tiempo que tienen un claro significado físico (Brunet, 2010). Una descripción detallada puede ser consultada en Peterson *et al*. (2001).

Una vez calculados los índices de precipitación se determinó la tendencia lineal de las series de cada uno de ellos utilizando el estimador de pendiente propuesto por Sen (1968), el cual se basa en la prueba de rangos de Kendall y corresponde a la mediana de las pendientes obtenidas de los

1 Realizado en 1994 por el Instituto Nacional de Ecología y la Universidad Nacional Autónoma de México.

Cuadro 1

Índices de precipitación

ID	Índice	Definición
PRCPTOT	Precipitación total anual	Precipitación total anual (RR> = 1mm)
SDII	Índice simple de intensidad diaria	Precipitación total anual dividida entre el número de días con lluvia
RX1day	Precipitación máxima en un día	Máximo de precipitación en un día
CDD	Días consecutivos secos	Número máximo de días consecutivos con RR<1mm
CWD	Días consecutivos con lluvia	Número máximo de días consecutivos con RR> = 1mm

pares de puntos de la serie. La elección del estimador se basó en que éste es robusto a los efectos producidos por datos atípicos (Vincent *et al*., 2005; Zhang *et al*., 2005), por lo que ha sido ampliamente utilizado para el cálculo de tendencias en series hidrometeorológicas.

El análisis de la tendencia se realizó tomando en cuenta dos periodos diferentes: en el primero se utilizó la longitud total de las series y el segundo, para el lapso de registro común comprendido entre 1980 y el 2010, esto con el propósito de tomar en cuenta el comportamiento histórico de las series de precipitación por un lado y, por el otro, para poder comparar bajo las mismas condiciones el observado en la precipitación durante un periodo de registro común. La evaluación de la calidad de los datos, así como el cálculo de los índices de precipitación se apoyó en los paquetes de *software* estadístico *R* denominados *Rclimdex* y *RHtestV3*, los cuales fueron desarrollados en el Departamento de Investigación del Servicio Meteorológico de Canadá. El procedimiento para su utilización se presenta en el apéndice de este trabajo.

Cuadro 2

Continúa

Estaciones utilizadas para el cálculo de los índices de precipitación

ID	Nombre de la estación	Ubicación		Periodo de registro		Precipitación observada (mm)	
		Latitud	Longitud	Inicio	Fin	Media	Desv. est.
14066	Guadalajara (DGE)	20.676	-103.339	1930	2012	995.4	177.5
14017	Atotonilco El Alto	20.550	-102.508	1942	2012	878.0	218.0
14122	San Bernardo	21.632	-102.390	1942	2012	566.9	153.0
14018	Atoyac	20.010	-103.508	1943	2012	659.2	113.7
14100	Mexticacán	21.265	-102.779	1943	2012	715.6	179.5
14123	San Diego de Alejandría	20.994	-102.000	1943	2012	654.5	254.1
14118	Quito	19.525	-103.441	1944	2012	894.8	163.8
14125	San Gregorio	20.621	-104.576	1944	2012	1 301.6	200.1
14028	Cihuatlán (DGE)	19.238	-104.559	1946	2012	942.4	290.3
14052	El Nogal	19.897	-103.796	1946	2012	781.0	160.8
14180	Quitupan	19.927	-102.881	1946	2012	805.9	141.1
14156	Tuxcueca	20.154	-103.186	1946	2012	750.8	144.8
14099	Mazamitla	19.916	-103.017	1947	2012	1 000.3	269.2
14080	La Cuña	21.007	-102.830	1949	2012	813.5	170.7
14081	La Desembocada	20.729	-105.203	1949	2012	1 100.2	214.8

Cuadro 2 Concluye

Estaciones utilizadas para el cálculo de los índices de precipitación

ID	Nombre de la estación	Ubicación		Periodo de registro		Precipitación observada (mm)	
		Latitud	Longitud	Inicio	Fin	Media	Desv. est.
14072	Huerta Vieja	20.426	-103.237	1950	2012	894.8	166.0
14016	Atequiza	20.395	-103.136	1951	2012	855.0	147.5
14038	Cuixtla	21.052	-103.441	1954	2012	860.1	148.9
14048	El Chiflón	19.292	-104.559	1954	2012	1 431.2	224.3
14089	La Vega	20.592	-103.864	1954	2012	908.6	156.6
14067	Higuera Blanca	19.994	-105.153	1955	2012	644.4	235.8
14136	Santa Rosa	20.906	-103.729	1955	2012	920.6	139.9
14026	Casa Llanta	22.059	-103.356	1957	2012	703.5	195.5
14144	Tenasco	22.157	-103.220	1957	2012	673.8	354.4
14036	Cuautitlán	19.451	-104.356	1958	2012	1 685.5	258.7
14002	Acatlán de Juárez	20.421	-103.593	1961	2012	794.8	139.2
14011	Apazulco	19.306	-104.898	1961	2012	894.7	300.4
14035	Corrinchis II	20.501	-104.779	1961	2012	1 184.2	167.9
14056	El Salitre	20.510	-103.864	1961	2012	906.0	147.1
14087	La Red	20.725	-102.813	1961	2012	874.2	157.3
14266	San Gaspar de los Reyes	21.285	-102.491	1961	2012	672.0	137.6
14155	Tuxcacuesco	19.697	-103.983	1961	2012	711.8	142.2
14157	Unión de San Antonio	21.131	-102.000	1961	2012	682.1	171.4
14053	El Pinito	22.609	-103.949	1964	2012	634.2	96.6
14070	Huascato	20.481	-102.237	1964	2012	806.6	154.0
14046	El Chante	19.719	-104.203	1969	2012	863.4	204.9
14029	Concepción de Buenos Aires	19.978	-103.254	1970	2012	959.9	215.9
14034	Contla	19.753	-103.169	1970	2012	1 130.1	212.6
14329	La Experiencia	20.670	-103.288	1978	2012	921.6	160.9
14311	Canoas	19.574	-103.915	1979	2012	503.9	122.3
14317	Mixtlán	20.438	-104.407	1979	2011	1 047.7	175.2
14324	Temastián	21.974	-103.525	1979	2012	844.4	463.0
14337	Apozol	21.018	-102.830	1980	2012	714.6	149.5
14339	El Cuale	20.596	-105.220	1980	2012	1 663.9	293.0
14336	El Guayabo	19.265	-103.288	1980	2012	786.8	195.6
14349	El Rodeo	20.252	-104.593	1980	2012	984.6	179.0
14350	El Rosario	19.649	-104.000	1980	2012	624.1	130.6
14320	La Sauceda	21.353	-101.847	1980	2012	605.5	147.6

Resultados

De las 172 estaciones con registros mayores a los 20 años, 106 contaban con menos de 10% de datos faltantes, razón por la cual se decidió tomar solo a éstas como la muestra de estudio para el análisis de calidad y homogeneidad de los datos. En las series analizadas no se encontraron problemas serios en el caso de datos duplicados, inconsistencias y saltos fuertes en las observaciones de un día para otro. Sin embargo, los datos atípicos y los registros consecutivos de la misma magnitud se observaron casi en todas las estaciones, errores que pueden ser producto del proceso de observación, en el primer caso, y de la transcripción a los cuadernos meteorológicos y transferencia a los archivos centrales de la red, en el segundo (Brunet, 2010).

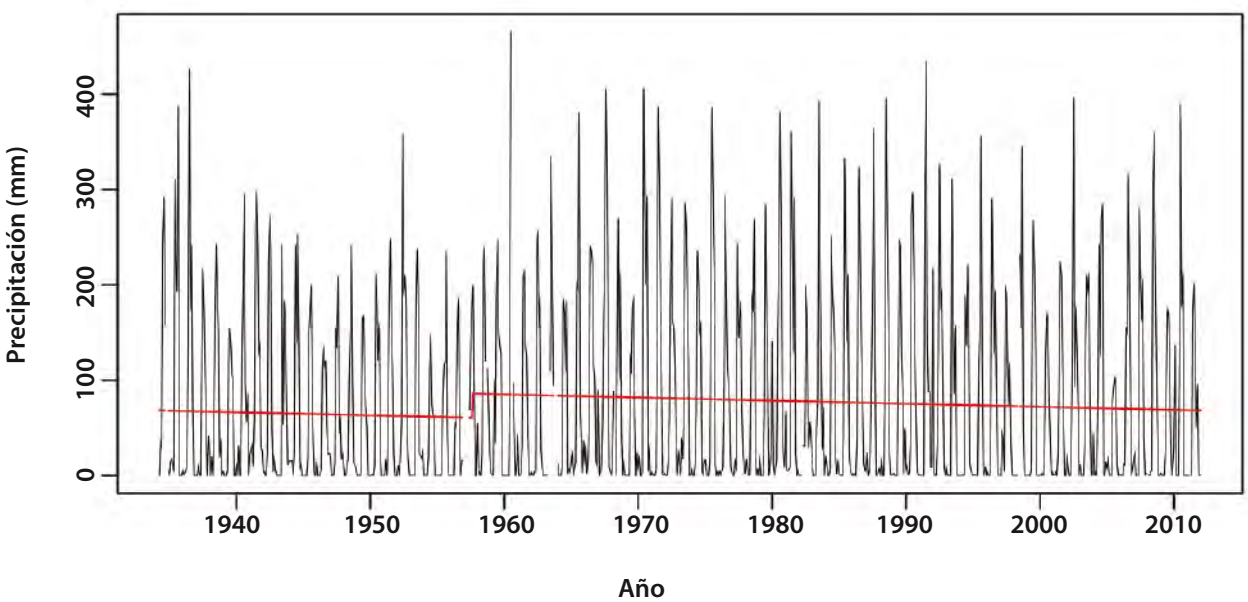
Por otro lado, en el caso de la homogeneidad, se encontró que 72 de las series analizadas pasaron esta prueba realizada a escala mensual, mientras que las restantes mostraron entre uno y tres saltos estadísticamente significativos, como puede observarse en los ejemplos de la gráfica 1 (a, b y c). A las 72 estaciones que sí la pasaron se les aplicó un filtro para discriminar las que tenían registros hasta el 2010, obteniendo como resultado que solo 48 cumplían con este criterio (ver cuadro 2); de éstas, se encontró que 10 contaban con datos para un periodo mínimo de 30 años, mientras que en el resto iba de los 40 a los 80 años, con lo cual cumplían los criterios recomendados por la Organización Meteorológica Mundial para el análisis de tendencias (Vázquez-Aguirre, 2010).

En el cuadro 3 se presentan los estadísticos descriptivos de la tendencia observada en los índices de precipitación para el periodo completo de registros de las 48 estaciones bajo estudio, los cuales ayudan a comprender el comportamiento histórico de la precipitación. De acuerdo con los resultados mostrados se puede ver, en el caso del índice de precipitación total anual (PRCPTOT), una tendencia a la disminución de la precipitación acumulada, pues de las 48 estaciones analizadas, 71% mostró una tendencia negativa, que representaría una disminución de 6.5 mm en un lapso de 10 años si se tomara el promedio para todas éstas, observándose que, incluso, la disminución podría llegar a ser de hasta 56 mm en 10 años en el caso más

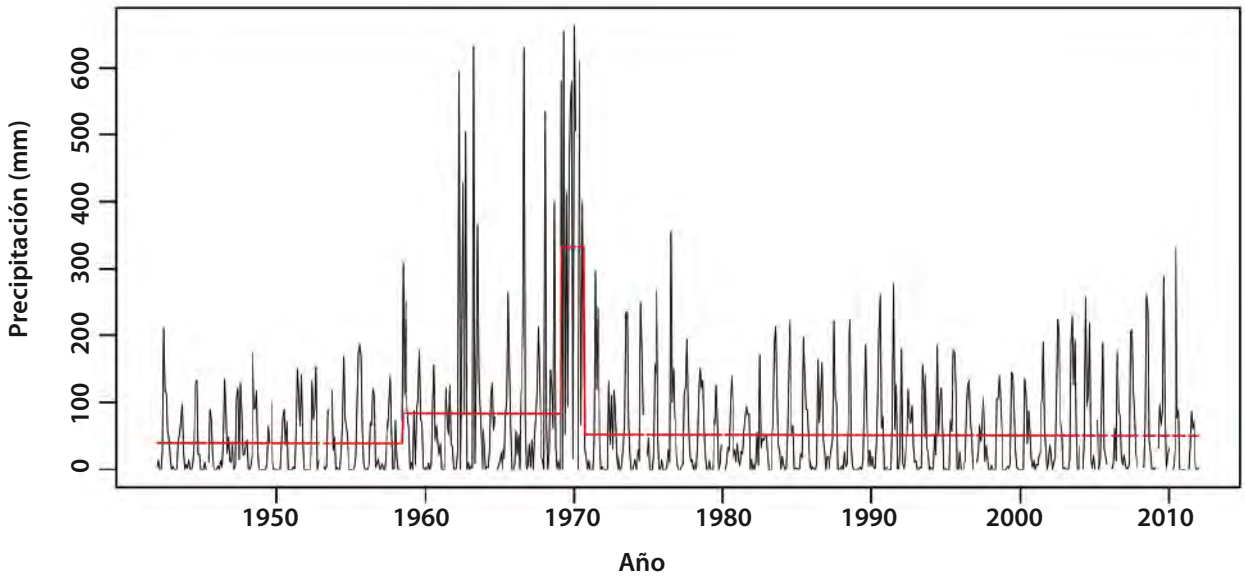
Gráfica 1

Resultados de la aplicación de la prueba de homogeneidad

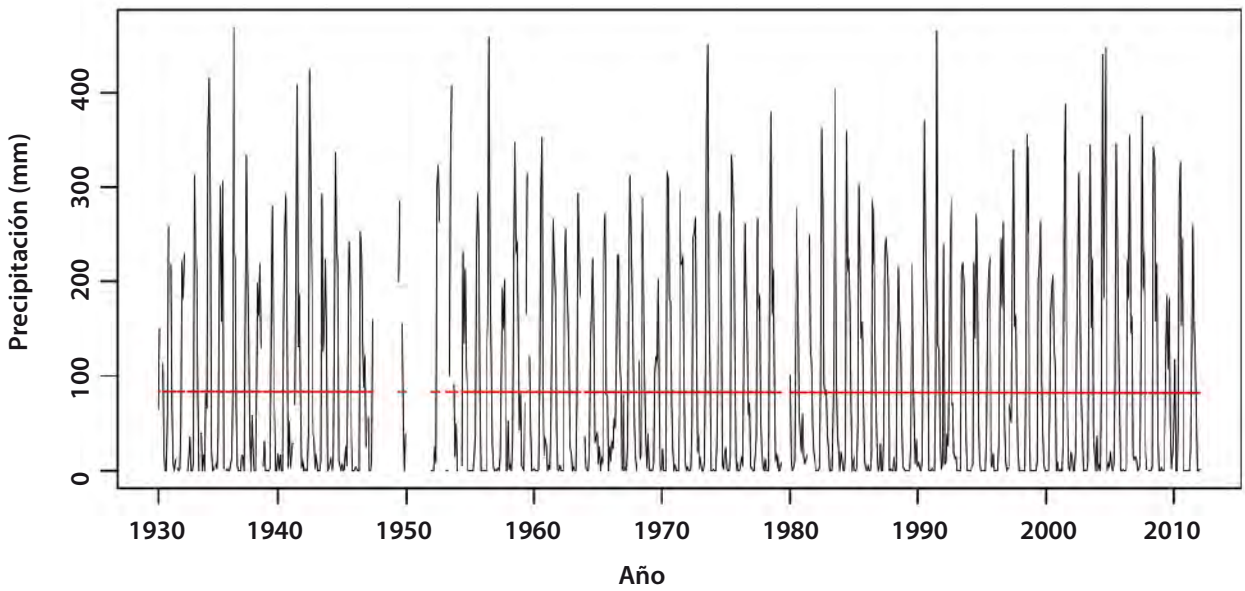
a) Estación 14040 Chapala (un salto)



b) Estación 14084 Lagos de Moreno (tres saltos)



c) Estación 14066 Guadalajara DGE (homogénea)



extremo. En el mismo sentido, en la gráfica 2 se presentan dos ejemplos de la tendencia observada para el PRCPTOT en dos estaciones con los periodos de registros más amplios; se observan pendientes negativas de -0.567 para la estación 14066 Guadalajara y de -0.704 para la 14016 Atequiza.

Por otro lado, en cuanto al índice simple de intensidad diaria (SDII), en el cuadro 3 se ve una tendencia al incremento, de acuerdo con 77% de tendencias positivas encontradas en los resultados. No obstante, la magnitud promedio observada en la tendencia de este índice puede considerarse pequeña debido a que, en el caso más extremo, el incremento en este índice representaría un aumento en la intensidad diaria de menos de 0.15 mm/día.

Por otra parte, en lo que se refiere al índice de precipitación máxima en un día (RX1DAY) se observó una tendencia positiva en 71% de los casos. La magnitud promedio encontrada para las 48 estaciones analizadas en este índice indica un aumento de cer-

Cuadro 3

Estadísticos descriptivos de la tendencia observada en los índices de precipitación calculados para el periodo completo de registros

Estadístico	PRCPTOT (mm/año)	SDII (mm/d)	RX1DAY (mm/d)	CDD (días/año)	CWD (días/año)
Mínima	-5.61	-0.067	-0.35	-0.97	-0.16
Máxima	9.01	0.14	1.59	2.01	0.07
Media	-0.65	0.02	0.17	0.62	-0.03
Desviación típica	2.96	0.04	0.37	0.62	0.04
Tendencias negativas	34	11	14	7	37
Tendencias positivas	14	37	34	41	11
Tendencias significativas a 5%	6	8	6	13	4
Tendencias significativas a 10%	4	6	1	0	5

ca de 2 mm/día en un periodo de 10 años, mientras que para la estación donde se observa el caso más extremo pudiera llegar a ser de hasta 16 milímetros.

En el mismo sentido, para el índice de días consecutivos secos (CDD) se encontró que en 85% de los resultados la tendencia fue positiva, observándose en promedio para las 48 estaciones un incremento de seis días, tomando como base un periodo de 10 años, mientras que, para la estación con la condición más extrema, el número de días consecutivos secos podría incrementarse, de acuerdo con la tendencia encontrada, 20 días. En la gráfica 3 se presenta la tendencia para el CDD en dos de las estaciones con los periodos de registro más amplios, en cuyos casos el valor de la pendiente fue de 0.55 para la 14066 Guadalajara y de 0.964 para la 14016 Atequiza.

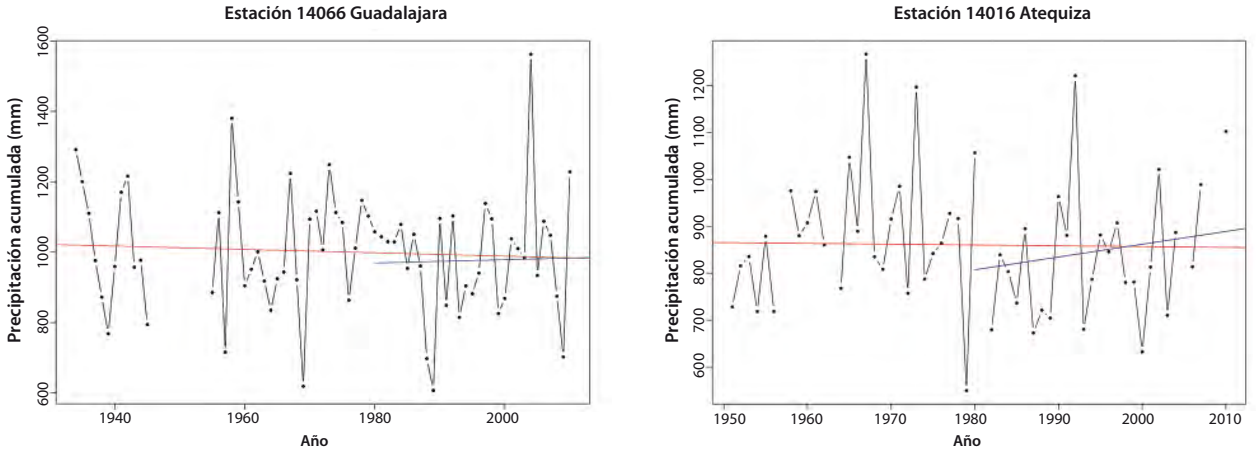
Por último, para el índice de días consecutivos con lluvia (CWD) se observó una tendencia contraria al CDD, pues en el CWD se pudo apreciar una disminución en el número de días consecutivos con lluvia en 77% de las estaciones; cabe mencionar que la magnitud para este índice fue pequeña, ya que ésta se encontró, en promedio para las 48 estaciones, en -0.3 días en un periodo de 10 años.

De forma similar, en el cuadro 4 se presenta un resumen con los estadísticos descriptivos de la tendencia observada en los índices de precipitación calculados para el periodo común de registros comprendido entre 1980 y el 2010, el cual permite analizar y comparar el comportamiento de la precipitación en los últimos años entre las 48 estaciones bajo estudio. Se puede ver que el índice de precipitación total, de manera contraria a lo encontrado para el lapso completo de registros, no muestra una tendencia bien definida, ya que en los resultados para este índice se aprecia que en 54% de los casos fue positiva, mientras que en el resto se observó una negativa.

La magnitud de la tendencia promedio para las 48 estaciones analizadas fue de 0.72 mm/año, misma que para las que tenían la condición más extrema pudieron llegar a ser de -5.66 mm/ en el caso de las tendencias negativas y de 11.72 mm/año, para las positivas.

Gráfica 2

Tendencia observada en el índice PRCPTOT para el periodo completo de registro y para el común 1980-2010



Al igual que para el periodo completo de registros, en la gráfica 2 se puede apreciar la tendencia para el índice de precipitación total cuando es calculado para el lapso 1980-2010, observándose una tendencia opuesta a la mencionada con anterioridad para el periodo completo de registros, ya que para el de 1980-2010 el valor de la pendiente para dicho índice fue de 1.497 mm/año para la estación 14066 Guadalajara y de 0.777 mm/año para la 14016 Atequiza.

En el caso de los índices SDII, RX1DAY y CWD, los resultados fueron muy parecidos a los observados para el periodo completo de registro; se encontró que la magnitud promedio de la tendencia para las 48 estaciones fue de 0.04 mm/día, 0.39 mm/día y -0.04 días/año, respectivamente, mientras que en el caso de la tendencia dominante se observó 77% de tendencias positivas para el SDII y 73% para el RX1DAY, así como 67% de negativas para el CWD.

Por su parte, el CDD calculado para el periodo 1980-2010 refuerza lo observado para el lapso completo de registros, pues en este caso se encontró que 85% de las tendencias fueron positivas, con una tendencia promedio para las estaciones bajo análisis de 1.16 días/año, lo cual implica que en un

Cuadro 4

Estadísticos descriptivos de la tendencia observada en los índices de precipitación calculados para el periodo 1980-2010

Estadístico	PRCPTOT (mm/año)	SDII (mm/d)	RX1DAY (mm/d)	CDD (días/año)	CWD (días/año)
Mínima	-5.66	-0.11	-0.59	-0.97	-0.23
Máxima	11.72	0.41	3.75	4.5	0.14
Media	0.72	0.04	0.39	1.16	-0.04
Desviación típica	4.22	0.09	0.80	1.09	0.07
Tendencias negativas	22	11	13	7	32
Tendencias positivas	26	37	35	41	16
Tendencias significativas a 5%	1	9	3	5	3
Tendencias significativas a 10%	2	0	2	4	6

periodo de 10 años se tendría un aumento en la cantidad de días acumulados secos de 10 días en el promedio general, mientras que para la estación con las condiciones más severas el incremento podría llegar a ser de casi cinco por año. En la gráfica 3 se muestran dos ejemplos del comportamiento de este índice, donde se ve que, para la estación 14066 Guadalajara, la tendencia observada en los últimos 30 años fue de 0.562 (valor muy parecido al observado para el periodo completo de registros), mientras que en el caso de la estación 14016 Atequiza se aprecia un valor de la pendiente de este índice de 1.838, el cual corresponde prácticamente al doble del valor observado en el análisis para el periodo completo de registros.

En cuanto a la distribución espacial de las tendencias, en los mapas 1 y 2 se presenta la distribución geográfica de la de los índices PRCPTOT y CDD, ya que éstos fueron los que mostraron las tendencias más importantes. En los mapas se tiene como fondo una interpolación realizada a partir del coeficiente de variación de la precipitación para el periodo completo de registros, lo cual se hizo con el propósito de identificar si las tendencias de mayor magnitud se encontraban asociadas a regiones donde la variabilidad en el comportamiento de la precipitación era muy alta.

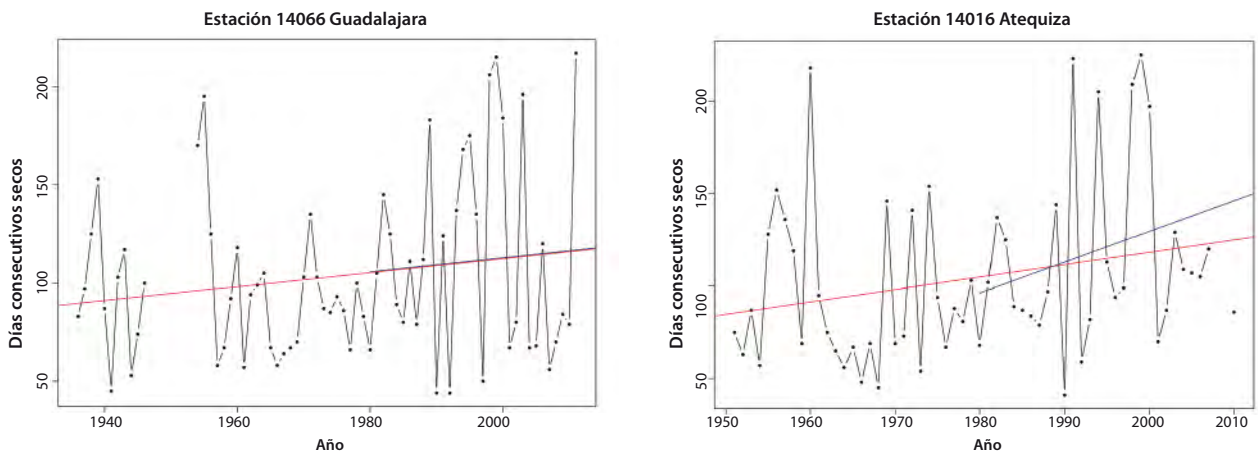
Además, en ambos mapas se presentan de manera superpuesta las tendencias encontradas para el periodo completo de registros, así como la observada para el de 1980-2010. En el mapa 1 se puede apreciar para el periodo completo de registros que las tendencias tanto negativas como positivas se encuentran distribuidas sobre todo el territorio del estado sin mostrar un patrón bien definido que permita regionalizar la ocurrencia de algún tipo de tendencia. En el mismo sentido, en el caso de la distribución de las tendencias para el lapso 1980-2010 se observa una distribución balanceada de las tendencias positivas y negativas al interior de la entidad, aunque se destacan hacia el centro y sur de la zona una serie de estaciones que cambiaron el signo de su tendencia al ser analizadas solo para los últimos 30 años de registros.

Por otro lado, para el CDD, en el mapa 2 se puede apreciar (tanto para el periodo completo de registros como para el de 1980-2010) la dominancia de la tendencia positiva a lo largo de todo el estado de Jalisco, ya que las negativas son apenas algunos casos registrados en la parte sur del estado.

Para el CDD fueron pocos los casos donde se observó un cambio en el signo de la tendencia al realizar el análisis solo para los últimos 30 años de

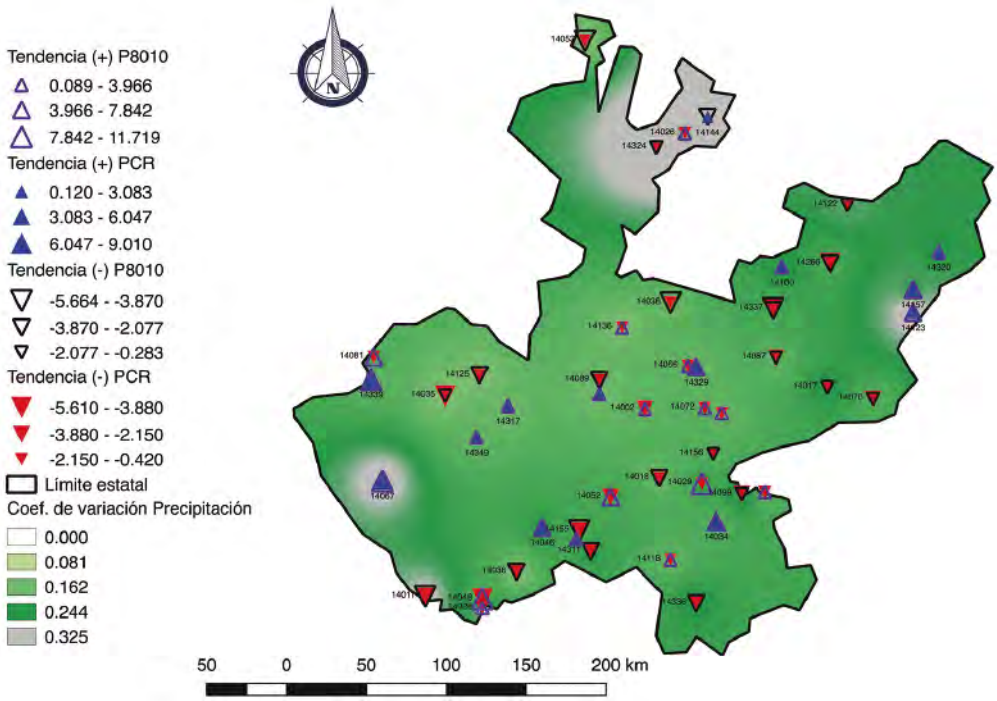
Gráfica 3

Tendencia observada en el índice CDD para el periodo completo de registro y para el común 1980-2010



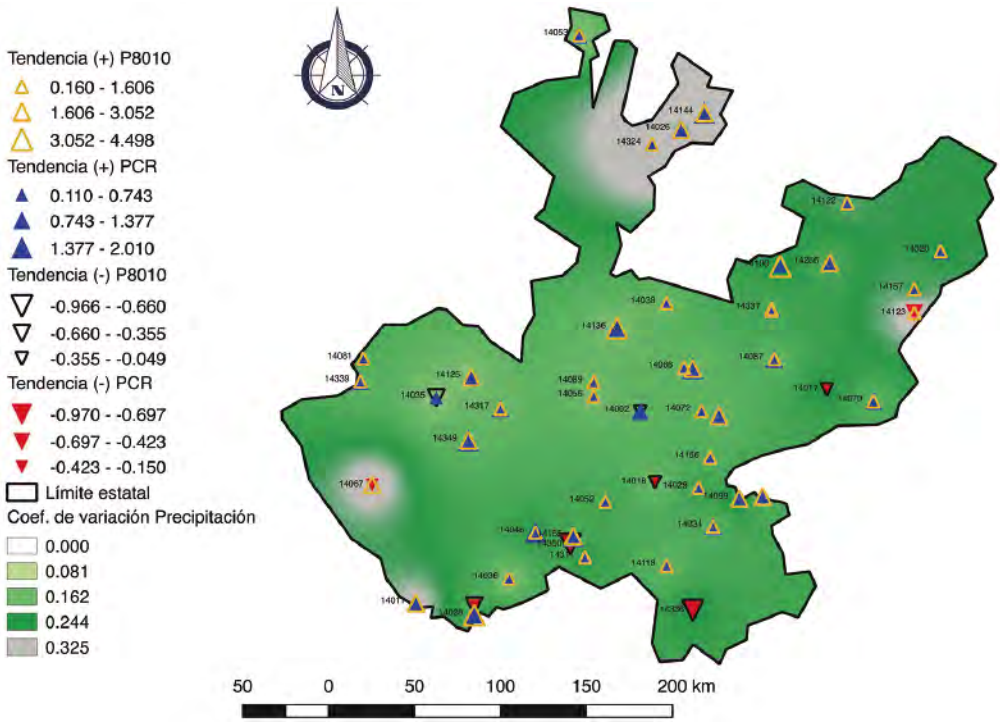
Mapa 1

Distribución espacial de la tendencia del índice PRCPTOT para el periodo completo de registro y para el común 1980-2010



Mapa 2

Distribución espacial de la tendencia del índice CDD para el periodo completo de registro y para el común 1980-2010



registros, ya que este comportamiento se encontró únicamente en dos estaciones donde hubo un cambio de tendencia de positiva a negativa; en otras dos estaciones, la tendencia fue inversa.

Discusión

El control de calidad y la homogenización de las series temporales del clima es un proceso previo, ineludible y clave al uso de los datos, el cual nos asegura que los resultados alcanzados por los diversos estudios climáticos son suficientemente robustos como para poder confiar en ellos (Brunet, 2010). A nivel mundial se ha reconocido que la disponibilidad de bases de datos globales y de calidad son aún insuficientes para llevar a cabo estudios relacionados con la detección del cambio climático (Frich *et al*., 2002; Vincent *et al*., 2005).

En el caso particular de México, Gay *et al*. (2000) señalan que, aunque la temperatura y la precipitación se han registrado de manera más o menos regular en nuestro país, las series distan mucho de ser las óptimas para realizar estudios tendientes a estimar de forma confiable lo ocurrido durante el siglo XX. En este sentido, los resultados de la prueba de homogeneidad aplicada a las series de precipitación de las estaciones ubicadas en el estado de Jalisco confirman esta problemática, ya que del total de las ubicadas dentro de la entidad, solo 48 fueron utilizadas en este trabajo debido a problemas de calidad y completitud de la información disponible. En cuanto a la calidad de la información, el principal problema detectado es la falta de homogeneidad de los registros, la cual no se puede corregir de manera confiable debido a que, en la mayor parte de los casos, no se cuenta con metadatos disponibles para homogeneizar las series, como ya ha sido señalado por Gay *et al*. (2000).

La tendencia de los índices de precipitación parece confirmar lo señalado por Greenpeace (2010) y el INECC (2016) en el sentido de que en Jalisco se puede esperar una disminución de la precipitación en el mediano y largo plazos. Los principales índices que apoyan esta hipótesis son el PRCPTOT y el índice de días cosecutivos secos.

La tendencia a la disminución coincide con lo reportado por Ruiz (1998) —citado por Ruiz *et al*. (2000)—, quien informa que la precipitación anual en Jalisco disminuyó de 33.22 mm como promedio estatal para el periodo 1947-1996, además de lo encontrado por Méndez *et al*. (2008) en su estudio realizado sobre la tendencia de la precipitación a nivel nacional, donde señalan que la disminución más notable en las lluvias se registra en la región que denominaron como costas centrales del Pacífico mexicano, ubicada en Jalisco.

Cabe destacar, sobre todo en el caso del PRCPTOT, que la tendencia a la disminución se observa cuando el análisis se lleva a cabo para el periodo completo de registros, ya que los resultados para el de 1980-2010 no muestran una tendencia clara. Lo anterior puede ser por la alta variabilidad que presenta la precipitación, además de la corta longitud de los registros pues, como lo señala la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2011), 30 años no suelen constituir un periodo óptimo de análisis para la precipitación. Este resultado indica la importancia de tomar en cuenta en los estudios enfocados al análisis del comportamiento de la precipitación a las series completas de datos, incluso cuando entre las distintas estaciones no se cuente con un periodo común de registros.

Conclusiones

Las series de precipitación del estado de Jalisco presentan algunos problemas relacionados con su calidad, ya que la mayor parte de ellas muestran inconsistencias en cuanto a la homogeneidad de los registros históricos, problema que ha sido detectado y documentado en diversos estudios tanto a nivel nacional como internacional. Lo anterior pone de manifiesto la necesidad de llevar a cabo proyectos enfocados a la recuperación de información que permita realizar el proceso de homogenización de dichas series y, con ello, ampliar la cobertura de los análisis tanto en el espacio como en el tiempo.

La tendencia de los índices de precipitación analizados apoya las proyecciones de cambio climático señaladas por Greenpeace (2010) y el INECC (2016), sobre todo para los de precipitación total anual y de días consecutivos secos, encontrando una tendencia a la disminución en 71% de los casos para el primero (de acuerdo con el periodo completo de registros), así como una al aumento en 85% para el segundo. Aunque en ambos casos se debe tomar en cuenta que la cantidad de series analizadas fue de solo 48 para todo el estado y que, de ellas, la cantidad de tendencias estadísticamente significativas fue baja.

Los resultados plantean la necesidad de trabajar en la planeación de estrategias enfocadas a reducir o evitar problemas relacionados con la disminución de la precipitación y con el aumento del número de días secos, ya que este tipo de situaciones puede generar impactos importantes en los sectores social y productivo.

Fuentes

Aguilar E., I. Auer, M. Brunet, T. C. Peterson and J. Wieringa. *Guidelines on climate metadata and homogenization*. WCDMP No. 53, WMO-TD No. 1186. Switzerland, World Meteorological Organization, 2003.

Auer, I., R. Böhm, A. Jurkovic´, A. Orlik, R. Potzmann, W. Schöner, M. Ungersböck, M. Brunetti, T. Nanni, M. Maugeri, K. Briffa, P. Jones, D. Efthymiadis, O. Mestre, J. M. Moisselin, M. Begert, R. Bradzil, O. Bochnicek, T. Cegnar, M. Gagić-Ĉapka, K. Zaninović, Z. Majstorović, S. Szalai, T. Szentimrey and M. Mercalli. "A new instrumental precipitation dataset for the greater Alpine region for the period 1800-2002", en: *International Journal of Climatology*. 25: 139-166, Wiley, 2005.

Brunet, I. M. "Datos e indicadores para detectar y atribuir eventos al cambio climático: los registros históricos del clima y su problemática", en: *Realidad, Datos y Espacio Revista Internacional de Estadística y Geografía*. 1-1: 19-27. México, INEGI, 2010.

Burgos, F. Y. y G. I. González. "Análisis de indicadores extremos climáticos en la isla de Cuba", en: *Revista de Climatología*. 12: 81-91. España, 2012.

Frich, P., L. V. Alexander, P. Della-Marta, B. Gleason, M. Klein Haylock, A. M. G. Tank and T. Peterson. "Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century", en: *Climate Research Journal*. 19: 193-212. Inter-Research, 2002.

Gay, G. C., P. F. Estrada y L. B. Martínez. "Cambio climático y estadística oficial", en: *Realidad, Datos y Espacio Revista Internacional de Estadística y Geografía*. 1-1: 1-6. México, INEGI, 2010.

Greenpeace. "Jalisco y el cambio climático", en: Greenpeace. 2010 (DE) consultado el 3 de agosto de 2016 en http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2010/5/jalisco-y-el-cambio-climatico.pdf

Houghton J. "Global Warming", en: *Reports on Progress in Physics*. 68: 1343-1403. IOPscience, 2005.

INECC. *El cambio climático en México: información por estado y por sector*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2016 (DE) consultado el 3 de agosto de 2016 en http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/jalisco.html

IPCC. "Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability-Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change", en: *Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK, Cambridge University Press, 2007.

Magaña V., C. Conde, O. Sánchez and C. Gay. "Assessment of current and future regional climate scenarios for Mexico", en: *Climate Research*. 9: 107-114. Inter-Research, 1997.

Magaña, R. V. (ed.). *Los impactos del niño en México*. México, Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría de Gobernación, 2004.

Martínez, A. P. F. *Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México*. México, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2007.

Méndez, G. J. "Análisis de tendencias de precipitación (1920-2004) en México", en: *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. 65: 38-55. UNAM, 2008.

OMM. *Guía de prácticas climatológicas*. Suiza, Organización Meteorológica Mundial, 2011.

Peterson T. C., C. Folland, G. Gruza, W. Hogg, A. Mokssit and N. Plummer. *Report on the activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998-2001*. WCDMP-47, WMO-TD 1071. Switzerland, WMO, 2001.

Prabhakar S. V. R. K., R. Shaw. "Climate change adaptation implications for drought risk mitigation: a perspective for India", en: *Climatic Change. 88*: 113-130. Springer, 2008.

Ruiz C. J. A., D. J. L. Ramírez, M. F. J. Flores y G. J. J. Sánchez. "Cambio climático y su impacto sobre la estación de crecimiento de maíz en Jalisco, México", en: *Revista Fitotecnia Mexicana*. 23-2: 169-181. Sociedad Mexicana de Fitogenética, 2000.

Sen, P. K. "Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau", en: *Journal of American Statistical Association*. 63: 1379-1389, American Statistical Association, 1968.

Servicio Meteorológico Nacional. Información climatológica. Servicio Meteorológico Nacional, 2015 (DE) consultado el 20 de julio de 2015 en http://smn.cna.gob.mx/es/?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75

Vázquez-Aguirre, J. L. *Guía para el cálculo y uso de índices de cambio climático en México*. México, Instituto Nacional de Ecología, 2010.

Vincent, L. A., T. C. Peterson, V. R. Barros, M. B. Marino, M. Rusticucci, G. Carrasco, E. Ramírez, L. M. Alves, T. Ambrizzi, M. A. Berlato, A. M. Grimm, J. A. Marengo, L. Molion, D. F. Moncunill, E. Rebello, Y. M. T Anunciação, J. Quintana, J. L. Santos, J. Baez, G. Coronel, J. Garcia, I. Trebejo, M. Bidegain, M. R. Haylock and D. Karoly. "Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960-2000", en: *J Climate*. 18: 5011-5023. American Meteorological Society, 2005.

Wang X., H. Chen, Y. Wu , Y. Feng, Q. Pu. "New techniques for detection and adjustment of shifts in daily precipitation data series", en: *J Appl Meteor Climatol*. 49: 2416-2436. 2010.

Zhang X., E. Aguilar, S. Sensoy, H. Melkonyan, U. Tagiyeva, N. Ahmed, N. Kutaladze, F. Rahimzadeh, A. Taghipour, T. H. Hantosh, P. Albert, M. Semawi, M. K. Ali, M. H. S. Al-Shabibi, Z. Al-Oulan, T. Zatari, I. A. D. Khelet, S. Hamoud, R. Sagir, M. Demircan, M. Eken, M. Adiguzel, L. Alexander, T. C. Peterson and T. Wallis. "Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003", en: *Journal Geophysical Research*. 110: D22104, Wiley, 2005.

Apéndice

Metodología para el análisis de la calidad de los datos con *Rclimdex*

Rclimdex es una rutina que corre sobre la plataforma de análisis estadístico *R* que se enfoca en el control de calidad y cálculo de índices de cambio climático. Para su ejecución, es necesario verificar que dentro de la plataforma *R* se tenga instalado y activo el paquete *tkrplot*. Una vez hecho esto, se carga la interfaz gráfica de *Rclimdex* —con la orden: *source*('*RclimDex.r*')—; dentro de ella, la primera opción que aparece es la necesaria para cargar los datos y correr el análisis de calidad de los mismos. Al activarla, se abrirá el explorador de navegación para elegir el archivo que contiene los datos por analizar. Los datos deben estar en el formato *Rclimdex*, el cual consiste en un archivo de seis columnas sin encabezados en las que se colocan en el orden indicado año (YYYY), mes (MM), día (DD), precipitación (en mm), temperatura máxima (en ºC) y temperatura mínima (en ºC); los valores faltantes se codifican con -99.9. Si los datos contenidos en el archivo se encuentran en el formato correcto, el sistema enviará un mensaje indicando que se han cargado de forma correcta y señalando que se continuará con el análisis de calidad. Como resultado de la ejecución de la rutina se crea una carpeta denominada *log* en la que se encuentran los resultados del análisis realizado.

Metodología para realizar la prueba de homogeneidad con el paquete *RHTest*

Dentro de la plataforma *R* se manda llamar la rutina bajo la instrucción: *source*('*RhtestV3.r*'), seguida del comando *StartGUI()*, con lo cual se abrirá una interfaz gráfica donde se encuentra el menú principal de *RHTest*.

Dentro de la prueba de homogeneidad de las series se recomienda comenzar el análisis a escala mensual; para ello, el siguiente paso dentro del análisis consiste en realizar la transformación de datos diarios a mensuales para lo que se utiliza la opción *Transform data* del menú principal.

Con el fin de realizar la prueba de homogeneidad se debe seleccionar la función que se utilizará para realizar la prueba de los datos; para ello, la rutina cuenta con las siguientes opciones:

- *FindU* para probar la homogeneidad de las series mensuales sin utilizar series de referencia.
- *FindU.wRef* para probar la homogeneidad de las series mensuales utilizando series de referencia.
- *FindUD* para probar la homogeneidad de las series diarias sin utilizar series de referencia.
- *FindUD.wRef* para probar la homogeneidad de las series diarias utilizando series de referencia.

Como resultado de la ejecución de la función elegida se creará una serie de archivos con las denominaciones *No. Estación_prcpMLY_mCs.txt*, *No. Estación_prcpMLY.txt* y *No. Estación_prcpMLY_U.txt*, en caso de que el análisis se haya realizado a escala mensual. El archivo que contiene la información sobre los puntos de cambio que hacen sospechar que la serie no es homogénea es el denominado: *No. Estación_prcpMLY_mCs.txt*.

Caracterización fisicoquímica y direcciones de flujo del agua subterránea en la zona noroeste de la península de Yucatán

Physicochemical Characterization and Directions of Underground Water Flow in the Northwest Area of the Yucatan Peninsula

Ismael del Carmen Sandoval Montes* y José Daniel Heredia Escobedo**

* INEGI, Dirección Regional Sur (DRS), ismael.sandoval@inegi.org.mx
** INEGI, Dirección Regional Sureste (DRSE), jose.heredia@.inegi.org.mx

Sumidero o Cenote en la Riviera Maya, Yucatán - México/cinoby/Getty Images

Parte de la información hidrogeológica generada en el 2014 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para la realización del Estudio Integral del Acuífero Cárstico Península de Yucatán se analizó para el noroeste de la península de Yucatán. Las muestras de agua subterránea colectadas en estiaje y lluvia fueron 101 y 109, respectivamente, a las cuales se les identificaron sus componentes fisicoquímicos. Los resultados fueron procesados con herramientas geoestadísticas y diagramas de Stiff, Piper, Gibbs y Wilcox para analizar su comportamiento geoespacial y plantear hipótesis que identifiquen los factores naturales y antrópicos como fuente de las anomalías reportadas. Con los resultados obtenidos se propone la hidrodinámica de los flujos subterráneos basada en la interpretación de la evolución fisicoquímica a lo largo de esquemas de flujos, considerando la litología, estructuras geológicas, el anillo de cenotes, la Sierrita de Ticul y la falla Hecelchakán-Campeche.

Palabras clave: cárstico; geoestadística; hidrodinámica; diagramas.

Part of the hydrogeological information generated in 2014 by INEGI for the implementation of the Comprehensive Study of Karst Aquifer in Yucatan Peninsula is analysed with the northwest of the Yucatan Peninsula in mind. The universe of water samples collected in both rain and dry seasons are of 101 and 109, respectively. From these, physiochemical analyses were performed. The results were processed using geostatistical tools and Stiff, Piper, Gibbs, and Wilcox diagrams to analyse behaviour and geospatial hypothesize that identify natural and anthropogenic factors as the source of detected anomalies. From these results, we propose groundwater-flow hydrodynamics based on the interpretation of the physicochemical evolution along the flow scheme and after considering the geological environment, lithology and main geological structures, the deep pools ring, the Sierrita de Ticul territory, and Hecelchakán-Campeche.

Key words: Karst aquifer; Geostatistics; Hydrodynamics; Diagrams.

Recibido: 14 de junio de 2017.
Aceptado: 8 de enero 2018.

Generalidades

Localización

La zona de estudio se ubica al sureste de la República Mexicana en el extremo noroeste de la península de Yucatán; comprende la mitad poniente del estado que le da nombre y una pequeña porción del norte de Campeche; abarca una superficie de 24 803.39 km^2 (ver mapa 1); se encuentra dentro de la Región Hidrológica 32, donde —por sus características topográficas, geológicas y capacidad de infiltración del terreno— prácticamente no se presentan escurrimientos superficiales y si los hay, son de corto recorrido, sin embargo, sí se reflejan en flujos subterráneos que descargan en la línea de costa del suroeste, poniente y norte del área, dando origen a cuerpos de agua lagunares que bordean la zona delimitada.

Mapa 1

Localización de la zona de estudio

Fisiografía

El área de estudio se caracteriza por presentar tres grandes rasgos fisiográficos distintivos: el primero (y que ocupa más de las tres cuartas partes de la zona) es la llanura, que va desde los cero metros de elevación en la línea de costa, hasta una decena de metros conforme se interna hacia el centro de la península, predominando la de tipo rocoso sobre la aluvial y ésta, a su vez, sobre los sedimentos de playa, los cuales ocupan una menor extensión, y paralelas a la línea de costa también se presentan llanuras con hondonadas y lomeríos de hasta 50 m de altitud; el segundo lo representa el lomerío bajo con hondonadas, que se ubica al sur-sureste de la zona, con altitudes entre los 10 y 50 m; como tercer rasgo, sumamente distintivo, es la Sierrita de Ticul, que se desarrolla en una franja noreste-suroeste con altitudes de 100 a 200 m como máximo (ver mapa 2).

Geología

El rango cronológico de la columna estratigráfica en la zona comprende del Paleoceno al Holoceno (ver mapa 3), representado por rocas marinas de tipo calcáreo de diferentes ambientes de depósito, donde el principal control de la sedimentación son los cambios eustáticos del nivel del mar o diferentes grados de subsidencia (López-Ramos, 1975), así como la influencia de la actividad neotectónica, lo que originó el levantamiento en forma basculada y con mayor intensidad en el sur de la península de Yucatán (Lugo-Hubb, 1992).

Litología

Caliza-Yeso (TpaCz-Y)
Constituida por rocas calcáreas y evaporitas; son consideras como parte de la Formación Icaiché del Paleoceno y se ubican al sur-suroeste de la zona de estudio. Su desarrollo más importante se presenta en la parte central de la península.

Caliza-Marga (TeCz-Mg)
Identificada como Formación Chichen Itzá del Eoceno, está formada por una secuencia de calizas tipo *grainstone* y *wackestone*, horizontes de margas y brechas calcáreas, las cuales afloran prácticamente al sur y todo el sureste del área.

Caliza-Coquina (ToCz-Cq)
Paquete de rocas carbonatadas de diferentes texturas (*mudstone*, *grainstone* y *budstone*); López-Ramos las describe como margas blancas, grises y gris-crema, margas con intercalaciones de arcillas, así como calizas gris-crema compactas. En algunos cortes litológicos, éstas no se presentan (*hiatus*); el afloramiento principal se ubica al oriente y solo un pequeño manchón se localiza al sur.

Caliza-Coquina (TmplCz-Cq)
La Formación Carrillo Puerto del Mioceno-Plioceno se encuentra representada por un paquete de rocas carbonatadas de diversas texturas y brechas calcáreas; presenta abundancia de macrofósiles. Se encuentra ampliamente distribuida desde el noreste hasta el sureste del área.

Coronando de manera discordante la columna litológica se ubica una serie de depósitos sedimentarios que han sido catalogados como del Holoceno: Lagunar (*Qholg*), Litoral (*Qholi*), Aluvial (*Qhoal*) y Lacustre (*Qholq*).

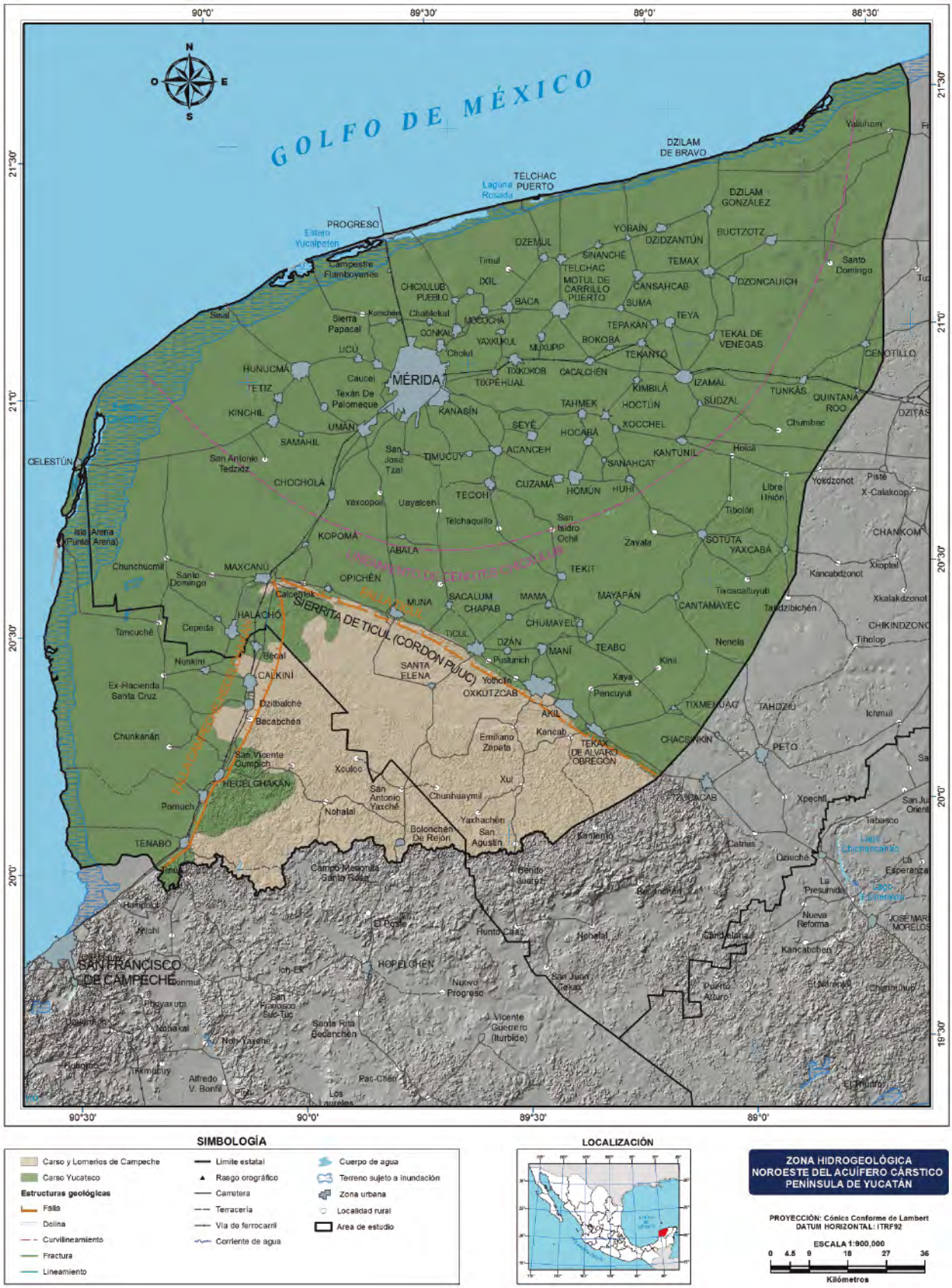
Geología estructural

Las unidades litológicas no presentan deformaciones significativas que revelen procesos tectónicos, ya que solo manifiestan ligeras inclinaciones interpretadas como un basculamiento originado por una tectónica distensiva reciente (SGM, 2006), cuya estructura más representativa es la falla de Ticul, frontera entre las formaciones Carrillo Puerto y Chichen Itzá (ver mapa 3).

Característica principal es la presencia de cenotes dispuestos en forma semicircular, que ha sido interpretada como un reflejo de una estruc-

Mapa 2

Fisiografía del noroeste de la península de Yucatán



tura de impacto, originada por la colisión de un meteorito hace 65 millones de años (Urrutia-Fukugauchi *et al*., 2008), que el SGM registra como un curvilineamiento de 5 a 10 km de ancho, en un semicírculo de más o menos 80 km de radio; la cuenca sedimentaria que se formó por este fenómeno a profundidad pudiera presentar importantes cambios estratigráficos debido a su posterior relleno con parte del material eyectado y la precipitación de los carbonatos del agua de mar.

Al suroeste del área (en los límites con Campeche), el SGM marca una deformación frágil representada por una falla normal (Campeche-Hecelchakán) que se manifiesta en una traza de 45 km de longitud con rumbo N30° E y un echado de 60° NO, localmente, la superficie del espejo de falla se presenta con estrías, fracturamiento, brechas y cataclasitas (SGM, 2006).

Precipitación

Con base en el *Atlas climático digital de México* publicado por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la temporada de lluvias en la zona de estudio es de mayo a octubre; la distribución de las precipitaciones presenta un direccionamiento general sureste-noroeste, registrándose lluvias mayores a 1 000 mm anuales en la mayor parte; conforme se acerca a la línea de la costa, éstas disminuyen, lo que origina una franja de varios kilómetros de ancho con precipitaciones entre 700 y 1 000 mm anuales; la disminución en las precipitaciones conforme se acerca a la línea de la costa da origen a climas hasta de tipo seco en la zona.

Desarrollo del trabajo de campo

Logística

Previo al trabajo de campo se definieron sitios y espaciamiento del muestreo, el cual se sistematizó en lo posible a una rejilla y que lo permitiera la presencia de alumbramientos de agua subterránea y su acceso, con el fin de estar en la posibilidad de utilizar algún método geoestadístico que pudiera apoyar en el análisis temporal y espacial de las variables identificadas; para ello, se adoptaron las *Recomendaciones del Grupo de Trabajo de la Directiva del Agua de la Unión Europea* (Rentier, 2006).

Colecta de muestras y parámetros de campo

El muestreo se realizó en dos temporadas, la primera en mayo (estiaje) y la segunda en octubre (posterior a la temporada de lluvias) con el fin de conocer la posible respuesta de los acuíferos a los eventos hidrometeorológicos que se pudieran presentar en la zona e identificar alguna posible variabilidad en su composición química.

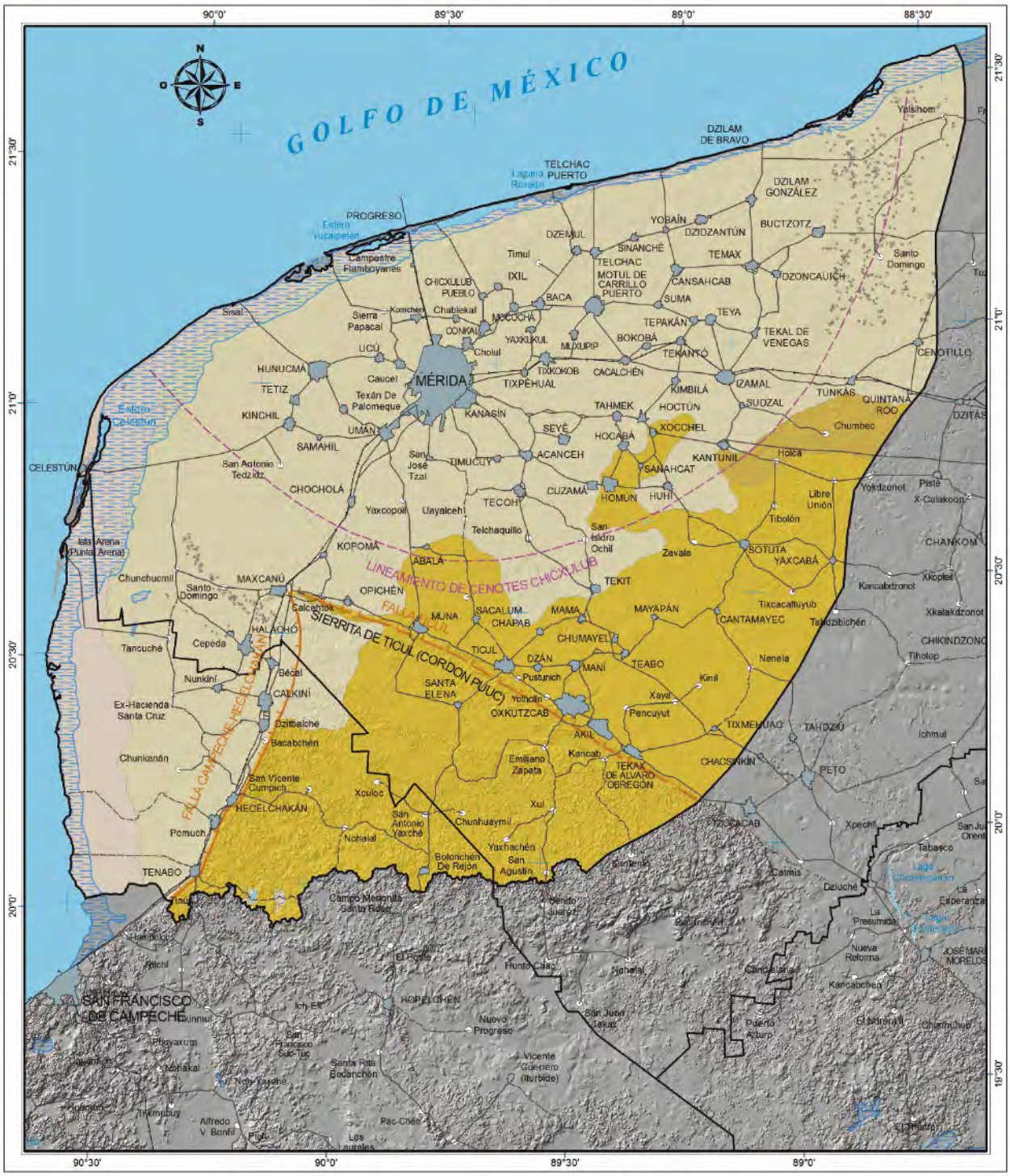
Las muestras de agua se obtuvieron de manera directa de las descargas de los equipos de bombeo o de los cuerpos de agua (101 en la primera etapa y 113 para la segunda), mismas que fueron preparadas de acuerdo con el protocolo de muestreo implementado por el Laboratorio de Análisis de Materiales del INEGI y enviadas para su análisis. Durante el trabajo de campo se utilizó un equipo GPS para su geoposicionamiento, así como uno multiparamétrico de campo marca HATCH modelo HQ40d, con el que se identificó *in situ* el pH, temperatura, conductividad eléctrica (CE) y los sólidos totales disueltos (STD).

Resultados de laboratorio

Con la información reportada por el laboratorio de la primera y segunda etapa de muestro, en la que se les identificaron los cationes y aniones mayoritarios (Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, K^{+}, $SO_4^{=}$, HCO_3^{-}, $CO_3^{=}$, Cl^{-} y NO_3^{-}), se procedió a conocer su electroneutralidad, misma que resultó inferior a 6%, por lo que los resultados fueron considerados como aceptables (Hem, 1985); a cada muestra también se le determinó la dureza, la Relación de Adsorción de Sodio

Mapa 3

Litología y estructuras geológicas



(RAS), pH, CE y STD; es de mencionar que, a solicitud especial, a las muestras de la segunda etapa se les identificó el contenido de fosfatos (PO_4^{3-}).

Distribución espacial e interpretación de parámetros fisicoquímicos

A la información reportada se le aplicó un procesamiento geoestadístico, que consistió en el análisis exploratorio de los datos, el análisis estructural y las predicciones o simulaciones del comportamiento espacial de las variables analizadas. El método de interpolación fue el Kriging; como referencia, se utilizó la *Norma Oficial Mexicana NOM-127- SSA1-1994, salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización*.

Los resultados se presentan en mapas de distribución espacial, en los que se identifican las anomalías hidrogeoquímicas de origen geogénico y antropogénico (para su consulta favor de remitirse al documento original: *Estudio integral del acuífero cárstico península de Yucatán* en http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825086886).

Representación gráfica de calidad y evolución química del agua subterránea

Los métodos gráficos más utilizados para representar la composición química del agua son los diagramas de Stiff, Piper, Wilcox y Gibbs, entre otros, los cuales permiten apreciar, clasificar y comparar los diferentes tipos de agua y analizar cambios en su comportamiento debido a factores climáticos, geohidrológicos o antrópicos.

Diagramas de Stiff

Es un sistema de tres ejes horizontales paralelos con origen en el centro; en los de la izquierda se ubican las concentraciones de los cationes ($Na^+ + K^+$, Ca^{++} y Mg^{++}) y en el de la derecha, los aniones (Cl^-, $HCO_3^- + CO_3^=$ y $SO_4^=$), los cuales se unen mediante líneas contiguas para generar polígonos que representan patrones hidrogeoquímicos en los que se infieren cualitativamente procesos geoquímicos presentes en la zona y que ayudan a definir el origen y evolución de la composición química del agua (el mapa 4 presenta las dos temporadas de muestreo).

Diagramas de Piper

Con el fin de conocer los procesos evolutivos que presentan las muestras de agua en la zona, se utilizó este diagrama, interpretado por Kelly (2005), en el que se identifican las muestras de agua de reciente precipitación e infiltración, así como los procesos geoquímicos evolutivos y de mezclas con agua de mar (ver figura 1).

Diagrama de Wilcox

Con respecto a la clasificación del agua para riego de las muestras colectadas, este diagrama ayudó a identificar las evoluciones que presentan y su tendencia (ver figura 2).

Diagrama de Gibbs

Mediante él se identificaron algunos procesos de evolución, desde la interacción agua-roca, evaporación-precipitación y agua de mar (ver figura 3), lo que confirma los procesos de mezcla e intrusión marina que se presentan en la zona.

Conclusiones

Con base en la información recopilada y analizada, se magnifica la importancia del agua de lluvia en la zona, debido a que es la fuente principal de abastecimiento de la capa de agua dulce que flota sobre la salada debido a la diferencia de densidades (1.0 kg/L *vs*. 1.033 kg/L), de donde se extrae el líquido para uso y consumo humano, por lo que cualquier desequilibrio pudiera acrecentar la invasión con agua de menor calidad fisicoquímica.

La distribución espacial de elementos químicos identificados en el agua subterránea pone en evidencia la vulnerabilidad del acuífero cárstico,

Mapa 4

Diagramas de Stiff de la primera etapa de muestreo

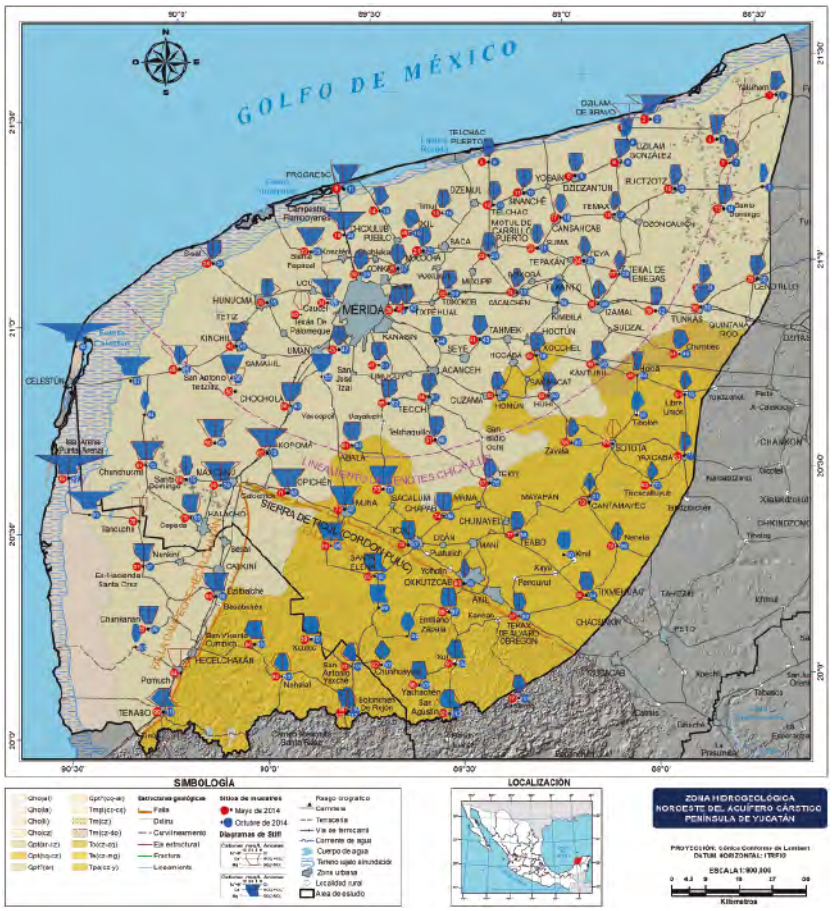


Figura 1

Diagramas de Piper con interpretación de Kelly para las muestras colectadas en la primera etapa de campo

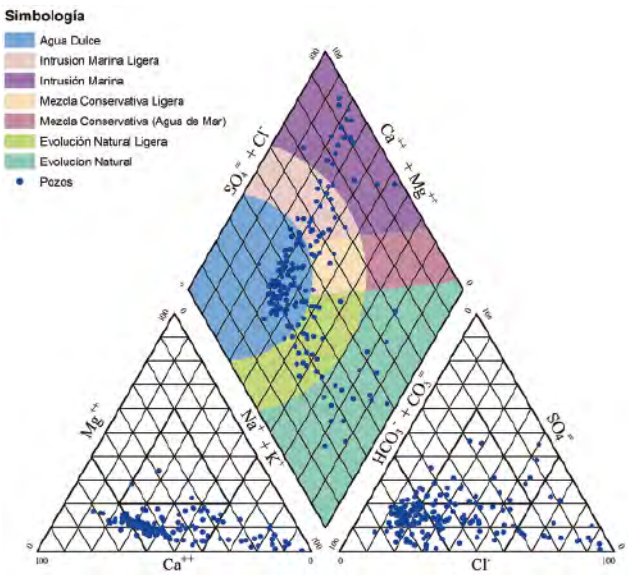


Figura 2

Diagramas de Wilcox para clasificar las aguas de riego e identificar la evolución química del agua de la primera temporada de muestreo

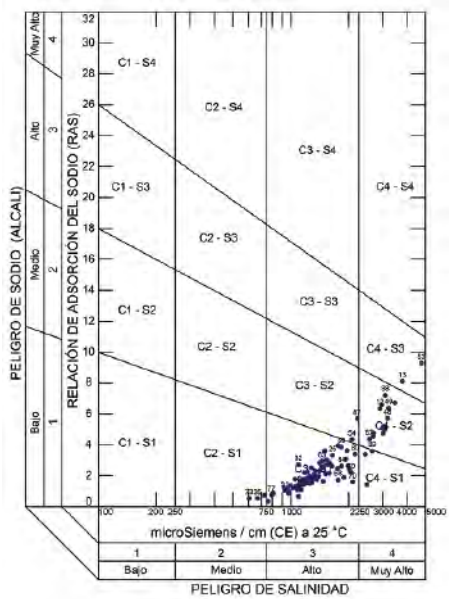
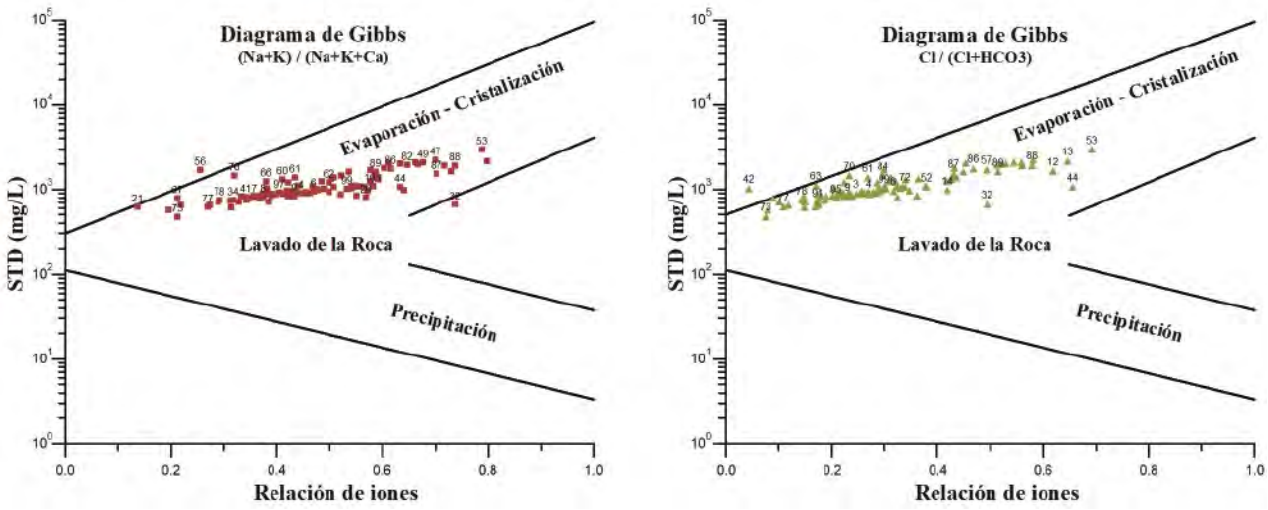


Figura 3

Diagramas de Gibbs para identificar procesos geoquímicos y evolución química del agua subterránea de la primera etapa de campo



lo cual obliga a su conocimiento, difusión y monitoreo con el fin de evitar su deterioro.

El curvilineamiento formado por el anillo de cenotes no presenta desviaciones en las direcciones de los flujos subterráneos, cambios en la calidad del agua o desequilibrios en los niveles, por lo que la zona presenta continuidad geohidrológica.

Las direcciones de los flujos subterráneos obtenidos con base en la hidroquímica no son radiales (ver mapa 5), sino que tienden a seguir cambios litológicos, estructuras geológicas y conductos de disolución (ríos subterráneos).

Fuentes

Gibbs, R. J. "Mechanisms Controlling World Water Chemistry", en: *Science, New Series*. Vol. 170, núm. 3962, 1970, pp. 1088-1090.

Hem, J. D. "Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water", en: *U.S. Geological Survey.* 1985, 272 p.

INEGI. *Estudio integral del acuífero cárstico península de Yucatán.* Aguascalientes, Ags., 2016.

Kelly, D. *Seawater intrusión topic paper (Final). Island County/*WRIA 6 Watershed Planning Process, 2005.

López Ramos, E. "Estudio geológico de la península de Yucatán", en: *Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros. Boletín.* V. 25, 1973, pp. 23-76.

Lugo-Hubp, J., J. F. Aceves-Quesada y R. Espinasa-Pereña. "Rasgos geomorfológicos mayores de la península de Yucatán", en: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas.* Vol. 10, núm. 2, 1992, pp. 143-150. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología.

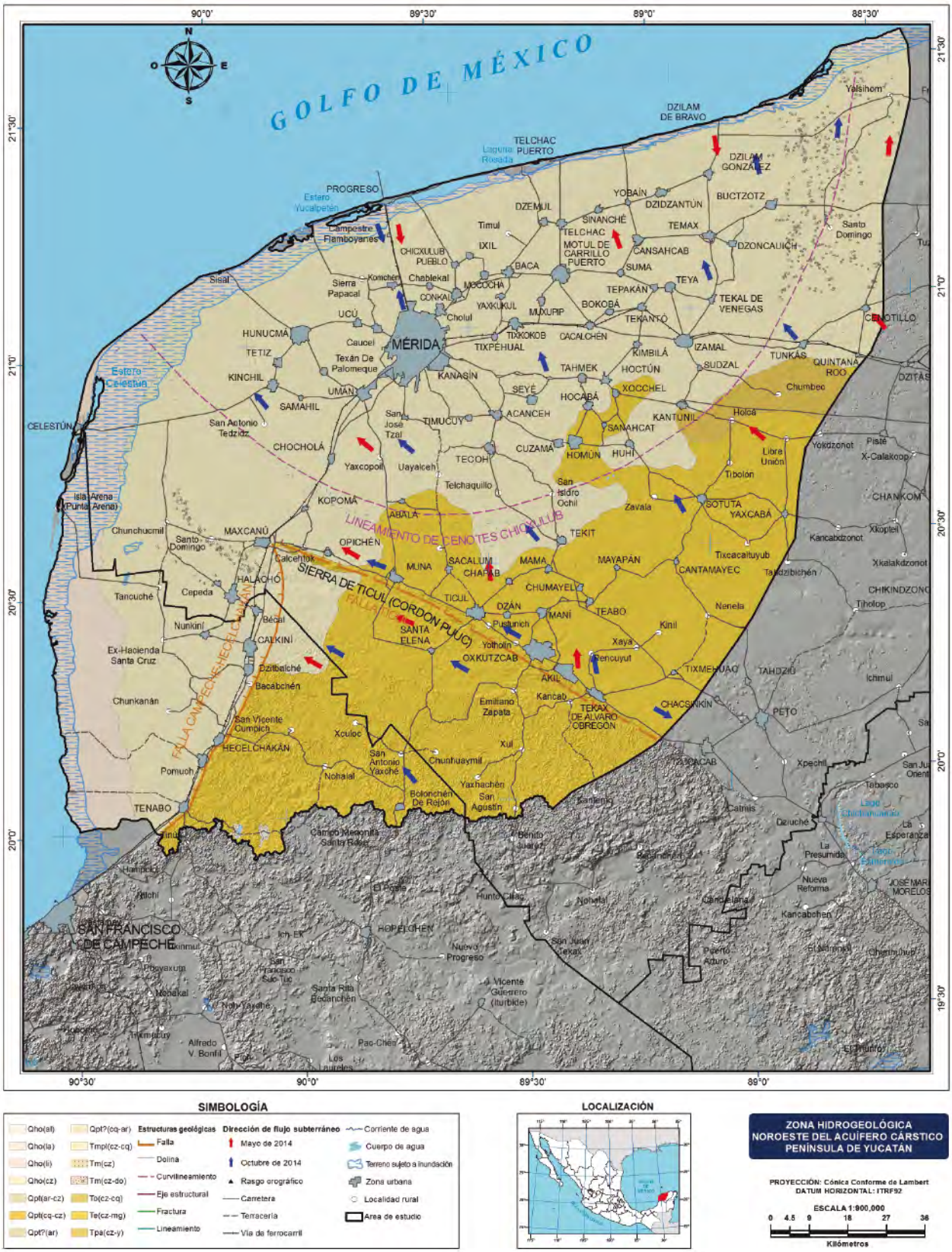
Rentier, C., F. Delloye, S. Brouyere y A. Dassargues. "A framework for an optimised groundwater monitorin network and aggregated indicators", en: *Environmental Geology.* 2006, p. 20.

Servicio Geológico Mexicano. *Carta geológico-minera Mérida F16-10, Yucatán.* 2006.

Urrutia-Fucugauchi, J., J. M. Chávez-Aguirre, L. Pérez-Cruz y J. L. de la Rosa. *Impact ejecta and carbonate sequence in the Eastern sector of the Chicxulub crater.* Académie des Sciences, Elsevier Masson SAS, 2008.

Mapa 5

Definición de los flujos subterráneos con base en la química del agua subterránea en el noroeste de la península de Yucatán



La brecha digital y la importancia

de las tecnologías de la información y la comunicación en las economías regionales de México

The Digital Divide and the Importance of ICT in Regional Economies of Mexico

Jordy Micheli Thirión* y José Eduardo Valle Zárate**

* Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), jordy.micheli@gmail.com
** UAM, edu_valle3@hotmail.com

Nota: los autores agradecemos los comentarios críticos de tres lectores anónimos a la primera versión del documento enviada a la revista; los errores e insuficiencias que permanezcan son nuestra responsabilidad.

Hispanic boy typing on chalk laptop on sidewalk/Paco Navarro/Getty Images

Los objetivos de este documento son, en primer lugar, medir la brecha digital regional en México a partir de una metodología internacional de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y con datos de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de la Información en los Hogares del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Calculamos los factores de acceso, utilización y aptitudes sociales que explican el desarrollo local de las TIC; el resultado nos permite conocer el lugar de cada entidad del país en el contexto de la brecha digital. En segundo término, es asociar esta distribución regional con las estructuras de empleo de cada estado; encontramos consistencia con el sector de servicios avanzados, una evidencia que nos brinda una señal sobre el significado actual del desarrollo local bajo el paradigma de la economía digital.

Palabras clave: brecha digital; México; índice de desarrollo de las TIC; servicios avanzados.

Recibido: 31 de agosto de 2017.
Aceptado: 8 de enero de 2018.

The aim of this paper is to measure the regional digital divide in Mexico according to the International Telecommunications Union's methodology. We work with Mexican official data collected in 2015 and published in 2016. We calculate readiness, use, and capability factors that explain the local development of ICT. The result allows us to know the distribution of the digital divide among the different states, which in turn leads to compare the regional digital hierarchy and the regional employment structures. This exercise yields a consistent relationship between ICT development and the advanced services sector. The evidence provides us with a view on the current meaning of local development under the digital economy paradigm.

Key words: Digital divide; Mexico; Index of ICT Development; Advanced services.

Introducción

La brecha digital es una expresión de índole cuantitativa y comparativa del desarrollo de las sociedades específicas que emplean medios digitales en su quehacer. No tiene sentido fuera de un marco social y territorial concreto.

La relación entre índices de apropiación tecnológica y desarrollo socioeconómico está ligada a la noción del concepto *brecha digital* de la década de los 80 del siglo pasado que expresa el nacimiento de un nuevo factor de inequidad social y económica entre la población, en este caso entre la conectada y la no conectada a internet y, por ende, usuaria y no usuaria de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Un paso adelante en su concepción es la *pobreza digital* (Barrantes, s. f.), la cual es una expresión que conjuga tres factores: consumo, demanda y la capacidad de usar las TIC. Toudert (2013) advierte que la brecha digital es como un nuevo marco intrínseco de relaciones sociales a escala territorial.

Diferentes análisis han intentado generar una comprensión de ésta en las condiciones propias de México. Un trabajo pionero es el de Mariscal (2005), quien demostró que la desigual distribución regional en *teledensidad* que se gestaba a partir de la liberación del mercado de telecomunicaciones tenía que ver, básicamente, con las políticas comerciales de las empresas, y México tenía una brecha digital mayor que la que le correspondería, en teoría, por su alto producto interno bruto (PIB) a nivel de América Latina.

Así, desde inicios de este siglo, México sigue siendo una nación que no ha sabido equiparar su tamaño económico con su apropiación y uso de las TIC por parte de la población. Un estudio del Banco Interamericano de Desarrollo (2013) corroboró que el país ha perdido lugares en clasificaciones internacionales de la sociedad de la información y diagnosticaba el origen de ello en la ausencia de políticas públicas eficaces en materia de las TIC, a pesar de la existencia de una economía de mercado sin restricciones para la competencia privada, desde

fines de la década de los 90 del siglo pasado. La brecha digital es, pues, un tema central que está estancado en la expectativa del desarrollo mexicano.

Este artículo tiene dos objetivos: el primero es mostrar una actualización de la medición de la brecha digital por estados en México, apoyándonos en una metodología internacional; el segundo, presentar una línea de interpretación de la diversidad nacional en materia digital haciendo uso de un instrumento específico de economía regional estructural: la relación entre el empleo en servicios avanzados y el empleo en manufacturas. Por lo tanto, está presente una hipótesis de que existe una relación entre la economía digital y la estructura laboral a nivel local (Micheli, 2014; Micheli, Valle, 2017) y que ella puede ayudar a explicar los alcances y limites de la aportación de las TIC al desarrollo, lo cual es, finalmente, lo que se busca cuando se miden brechas digitales.

Es, entonces, un documento de sustrato estadístico que cubre un objetivo de medición de la brecha digital por estados y otro de asociación entre la brecha digital y las condiciones estructurales del empleo a nivel estatal. En esto radica su aportación fundamental: brindar una base para posteriores líneas de investigación que expliquen las condiciones específicas de cada entidad dentro de una concepción del desarrollo que incorpora tecnologías y quehaceres digitales.

Brecha digital y el desarrollo basado en servicios

La importancia de la brecha digital y de la capacidad de su medición se ha acentuado a medida que ha avanzado la innovación basada en la revolución digital, en una forma que autores como Brynjolfsson y McAffe (2014) definen como *exponencial y combinatoria*. La tendencia de la economía digital es la de constituirse en un sistema que asocie consumo y producción —en un nuevo paradigma que algunos denominan *ciberfísico*— dado que internet constituye una red de intercomunicación entre personas y también entre objetos o *cosas*,[1] por lo que la velocidad y calidad de la adaptación de sociedades específicas a esta nueva fase de la revolución tecnológica es un factor del desarrollo para América Latina (CEPAL, 2016).

Un índice como la brecha digital, que aluda a la sociedad de la información a nivel local, tiene la aspiración de ser una herramienta más en el enfoque del desarrollo local. ¿Cómo podemos emplearla? Vamos a acudir a datos básicos de la fuerza de trabajo en los sectores de manufactura y servicios en los estados y haremos una aproximación exploratoria bajo la siguiente hipótesis: a nivel local, el avance en el índice que mide el grado de desarrollo de las TIC —como apropiación de un quehacer digital por las personas— está relacionado de forma positiva con una estructura de empleos donde las actividades de mayor productividad sean significativas. Para ello, vamos a diferenciar entre empleos tanto en la manufactura como en los servicios avanzados y los no avanzados.

¿Cuál es el criterio que subyace en esta división de mercados de trabajo? En la estructura económica actual, los servicios o sector terciario ocupan ya un papel dominante; si bien este sector es heterogéneo en muchos sentidos, se ha reconocido en las últimas décadas como una de las actividades económicas más relevantes por su aportación al empleo, el comercio, al valor agregado y, gracias a su imbricación con las TIC, a la productividad y la innovación (OECD, 2000). Por lo tanto, para analizar las condiciones del desarrollo contemporáneo, es necesario comprender la emergencia de servicios que estén asociados a mayor productividad e ingresos. En el conjunto de las economías terciarizadas existe una clase de servicios que, en nuestro caso, denominaremos como *avanzados*, que sobresalen por su dinamismo produciendo mayor valor agregado por trabajador. La clasificación de estas actividades es imprecisa si se vislum-

1 Citando a Brian Arthur (CEPAL, 2016, p. 13) señala: "La magnitud de los cambios se aquilata perfectamente en las siguientes consideraciones de Brian Arthur, expresadas ya en 2016: La segunda economía (la digital) es una capa neural de la economía física (…). La segunda economía no es un pequeño aditamento. En dos o tres decenios, será mayor que la economía física (…). No tiene una cota superior, no hay un punto en el que termine (…). Sería fácil subestimar la magnitud del cambio que provocará…".

bran desde la perspectiva de contabilidades macroeconómicas, sin embargo, hay un consenso de que las actividades siguientes (que agruparemos bajo la denominación de servicios avanzados) son representativas: los financieros y de seguros; corporativos; profesionales, científicos y técnicos; los de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación; e información en medios de comunicación masiva.[2] El peso de esta clase de servicios en la estructura del PIB total de servicios de México ha crecido de 12% en el 2003 a 19% en el 2013 y es, de hecho, la única que se ha mostrado dinámica en los Censos Económicos.

Para contextualizar el significado del crecimiento que ha experimentado este sector (Micheli, 2012, 2014; Micheli, Valle, 2017a y 2017b), cabe señalar que su producción ha crecido a un ritmo tal que se ha ido acercando en valor a la producción de las manufacturas. Los datos muestran que la brecha de valor existente entre ambos se redujo 59% desde el 2003 hasta el 2013. En cuanto al empleo, las diferencias son más evidentes: la brecha solo se ha reducido 17% en el periodo mencionado. El sector de servicios avanzados tiene una productividad laboral aparente (valor de la producción entre persona ocupada, anual) que se ha diferenciado cada vez más de la manufactura, la cual se ha mantenido prácticamente estancada. La brecha de productividad en favor de los servicios avanzados ha crecido 67% en el lapso en estudio.

Penetración de las TIC y el modelo de la ITU

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) señala que "…la penetración de Internet en la región, medida como el número de usuarios respecto de la población total, se duplicó con creces en nueve años, pasando del 20,7% al 54,4%. No obstante, en 2015 ese porcentaje continuaba siendo muy inferior al promedio de los países de la (…) OCDE (79,6%), con una brecha de 25,2 puntos porcentuales…". Con respecto a México, se indica que la aportación de internet al PIB es de 1% y se encuentra por debajo de naciones como Brasil , con 1.5%, o bien de Suecia, Reino Unido, Corea, Estados Unidos de América, Taiwán o Malasia, en los cuales esta proporción es de 6 a 4% (CEPAL, 2016, p. 19).[3]

La Asociación Mexicana de Internet (AMIPIC, 2016) afirma que en el país existen 65 millones de usuarios, con 59% de penetración, y que, con esa cifra de usuarios, ocupa el décimo lugar a nivel mundial. Abundando sobre las características sociales y de uso de tecnologías de los usuarios mexicanos, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2016b) señala:

"• Al segundo trimestre de 2015, el 57.4 por ciento de la población de seis años o más en México, se declaró usuaria de Internet.
- El 70.5 por ciento de los cibernautas mexicanos tienen menos de 35 años.
- El 39.2 por ciento de los hogares del país tiene conexión a Internet.
- El uso de Internet está asociado al nivel de estudios; entre más estudios, mayor uso de la red.
- La obtención de información y la comunicación son las principales actividades realizadas en Internet.
- 77.7 millones de personas usan celular y dos de cada tres usuarios cuentan con un teléfono inteligente (*Smartphone*)…".

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU, por sus siglas en inglés) creó el índice de desarrollo de las TIC (IDT), que se nutre de 11 factores que denotan la difusión, acceso y capacidad de aprovechamiento de las TIC en el nivel nacional, lo cual permite comparaciones entre 167 países a tra-

2 Esta gran agrupación de servicios contiene a la producción de *software*, lo cual es una razón importante para considerarla como servicio *avanzado* en los términos que nos interesan.

3 Sobre la caracterización del consumo de internet, el organismo internacional señala: "El consumo privado representa la parte más significativa del aporte de Internet al PIB. Esta contribución es proporcionalmente mayor en las economías emergentes. En el consumo relacionado con Internet, las redes sociales, los juegos, las comunicaciones y el comercio electrónico son las actividades más fáciles de adoptar por los usuarios. En las economías avanzadas, la contribución de Internet mediante sus efectos en la inversión privada y el gasto público es más significativa debido a una mayor adopción tecnológica por las empresas y los gobiernos…" (CEPAL, 2016 p. 19).

vés del tiempo. Para este organismo internacional, el modo y la velocidad con las cuales las sociedades adoptan las TIC son factores para acelerar el progreso humano, superar la brecha digital y desarrollar las sociedades de la información.

Los principales objetivos del IDT son la medición de:

- El nivel y la evolución en el tiempo del desarrollo de las TIC en los países y la experiencia de unos en relación con otros.
- Los progresos alcanzados en el desarrollo de las TIC en las naciones desarrolladas y en desarrollo.
- La brecha digital entre países, es decir, las diferencias que hay entre éstos según sus niveles de desarrollo de las TIC.
- El potencial de desarrollo de las TIC y la medida en que las naciones pueden aprovecharlas para mejorar su crecimiento y desarrollo.

El IDT se divide en tres subíndices: de acceso, de utilización y de aptitudes sociales; éstos co-

Cuadro 1

Subíndices del IDT

Acceso a las TIC (40%)	(%)
1. Abonados a la telefonía fija por cada 100 habitantes	20
2. Abonados a la telefonía móvil celular por cada 100 habitantes	20
3. Ancho de banda de internet internacional (bit/s) por usuario de internet	20
4. Porcentaje de hogares con computadora	20
5. Porcentaje de hogares con acceso a internet	20
Utilización de las TIC (40%)	
6. Porcentaje de personas que utilizan internet	33
7. Abonados a la banda ancha fija por cada 100 habitantes	33
8. Abonados a la banda ancha móvil por cada 100 habitantes	33
Aptitudes para las TIC (20%)	
9. Tasa de alfabetización de los adultos	33
10. Porcentaje bruto de inscripción en enseñanza secundaria	33
11. Porcentaje bruto de inscripción en enseñanza terciaria	33

Fuente: ITU, 2015.

Cuadro 2

El lugar de los primeros 10 países de América Latina en la clasificación mundial del IDT

País	Clasificación 2015	Valor del IDT 2015	Clasificación 2010	Valor del IDT 2010
Corea	1	8.93	1	8.64
Uruguay	49	6.70	52	5.19
Argentina	52	6.40	54	5.02
Chile	55	6.31	59	4.90
Costa Rica	57	6.20	80	4.07
Brasil	61	6.03	73	4.29
Venezuela	72	5.48	71	4.36
Colombia	75	5.32	83	3.91
Panamá	89	4.87	79	4.07
Ecuador	90	4.81	90	3.35
México	95	4.68	86	3.70
Chad	167	1.17	166	0.98

Fuente: ITU, 2015.

rresponden a distintos aspectos del proceso de desarrollo de la apropiación social de las TIC (ver cuadro 1).

En este marco internacional de comparación que provee el ITU, México refleja un pobre desempeño, pues se encontraba situado en el lugar 95 en el 2015, con nueve naciones latinoamericanas por delante de él. El índice correspondiente a nuestro país era de 4.68, con lo cual se encontraba más cerca del último lugar mundial (3.51 puntos de distancia) que del primero (4.25 puntos). Por lo demás, respecto al 2010, mostró un retroceso.

El cuadro 2 muestra la clasificación de los primeros 10 países latinoamericanos, en el 2015 y 2010, en el contexto del primer y último lugares del mundo.

El IDT en México: planteamiento y cálculo

El INEGI es la entidad oficial encargada de construir la información que permita la evaluación nacional sobre el estado que guardan las TIC y cómo se relacionan con nuestra situación económica y social; para ello, ha levantado la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) en dos ocasiones: 2015 y 2016; en este trabajo emplearemos la primera, publicada en el 2016 (INEGI, 2016c).

En el cuadro 3 se muestra la evolución de las principales variables que han medido las ENDUTIH.

Con base en la ENDUTIH 2015 y con la metodología del ITU llevamos a cabo un ejercicio estadístico de construcción de un índice al que le llamamos de desarrollo de TIC México (IDTMex). Este ejercicio no es inédito ya que, en el 2015, Wilfrido Ruiz (2015) elaboró un IDT por entidades federativas que utilizó información del 2010. Su metodología es similar a la nuestra, pues emplea la conceptualización del ITU al construir su índice mediante tres componentes: capital humano, infraestructura y resultados; sin embargo, utiliza 25 variables. El resultado difiere del que aquí presentamos salvo en los estados de los dos extremos, donde existe coincidencia: por una parte, Ciudad de México y Nuevo León ocupan los lugares con mayor avance en el índice y, por la otra, Chiapas, Oaxaca y Guerrero están en los sitios más bajos. En esencia, el índice de Ruiz y el nuestro miden el mismo fenómeno, pero con diferente nivel de complejidad[4] y con datos de años diferentes.

La base de microdatos de 80 125 hogares y de las 292 055 personas que en ellos habitan la procesamos por municipio y, a partir de allí, por estado, con el fin de tener los índices equivalentes a los que utiliza el ITU en sus comparaciones internacionales: obtuvimos resultados para 843 municipios y 32 entidades.

4 El índice calculado por Ruiz (2015) tiene mayor complejidad, pues se nutre de 25 variables, en tanto que el nuestro, de 10. Aquí cabe mencionar ventajas y desventajas de ambos: por una parte, la aspiración de la inferencia estadística es identificar comportamientos con el menor número de variables posible, es decir, un ejercicio de estilización en que se pueda decir lo más con lo menos; por la otra, la utilización de un número grande de variables asegura mayor riqueza factual incorporada al instrumento de medición. En lo primero se corre el riesgo de no incorporar alguna variable que sea significativa; en el segundo, el riesgo es la autocorrelación posible, no solo en términos estadísticos sino en económicos o sociales.

Cuadro 3

Resultados relevantes ENDUTIH

	2015	2016
Usuarios de computadora	55.7 millones	53.3 millones
Usuarios de internet	62.4 millones	65.5 millones
Usuarios de celular	-	81 millones
Usuarios de *smartphone*	-	60.6 millones
Núm. de ciudades de la muestra	32	49
Núm. de viviendas de la muestra	90 030	115 000

Fuentes: INEGI, 2016a; 2017.

Cuadro 4

Comparativo de las metodologías para el IDT y el IDTMex

Metodología ITU para el IDT		Metodología para el IDTMex	
Factor: acceso (40 % en el índice)			
Subfactor		**Subfactor**	
1. Abonados a la telefonía fija por cada 100 habitantes	20%	1. Porcentaje de hogares con telefonía fija	25%
2. Abonados a la telefonía móvil celular por cada 100 habitantes	20%	2. Porcentaje de hogares con acceso a celular (*smartphone*)	25%
3. Ancho de banda de internet internacional (bit/s) por cada usuario de internet	20%	_____	
4. Porcentaje de hogares con computadora	20%	3. Porcentaje de hogares con computadora (PC o *laptop*)	25%
5. Porcentaje de hogares con acceso a Internet	20%	4. Porcentaje de hogares con acceso a internet	25%
Factor: utilización de las TIC (40% en el índice)			
Subfactor		**Subfactor**	
6. Porcentaje de personas que utilizan internet	33%	5. Porcentaje de población que utiliza internet	33%
7. Abonados a la banda (alámbrica) fija por cada 100 habitantes	33%	6. Porcentaje de población con conexión alámbrica	33%
8. Abonados a la banda ancha inalámbrica por cada 100 habitantes	33%	7. Porcentaje de población con conexión inalámbrica	33%
Factor: capacidades (20% en el índice)			
Subfactor		**Subfactor**	
9. Tasa de alfabetización de los adultos	33%	8. Tasa de alfabetización en adultos	33%
10. Porcentaje bruto de inscripción en enseñanza secundaria	33%	9. Porcentaje de población mayor a 18 años de edad con estudios secundarios (nivel bachillerato)	33%
11. Porcentaje bruto de inscripción en enseñanza terciaria	33%	10. Porcentaje de población mayor a 23 años de edad con estudios terciarios (nivel superior)	33%

Fuente: elaboración propia.

El cuadro 4 muestra las semejanzas y ajustes entre la metodología de la ITU y la construcción del IDTMex, el cual se descompone en tres subíndices:

- Acceso a las TIC.
- Utilización de las TIC.
- Capacidades sociales para las TIC.

El primero de ellos hace referencia a la infraestructura para el acceso digital, tomando a los hogares como unidad de muestreo; los dos últimos se refieren al acceso y a las capacidades de las personas que se muestrearon.

El IDTMex se forma por tres factores con participaciones similares a las que describe el IDT como referencia de un ejercicio internacional; la principal diferencia es en cuanto a las participaciones de los subfactores para formar los factores. Esta segunda condición obedece a la disponibilidad de información en la ENDUTIH 2016 como insumo de datos.

El factor *acceso* aporta 40% del valor máximo que puede alcanzar el IDTMex; es decir, cuatro de los 10 puntos máximos los da la evaluación de acceso. A su vez, se integra por cuatro subfactores con pesos similares dentro del factor (25% cada uno). La información para el cálculo de los cuatro subfactores se recupera de la ENDUTIH 2016, en específico de la sección del cuestionario enfocada a *Hogares*, a partir de las siguientes especificaciones:

Subfactor 1. Porcentaje de hogares con telefonía fija. Se retoma la pregunta P4_1_2 excluyendo de la muestra a los cuestionarios que no reportan respuesta a la pregunta.

Subfactor 2. Porcentaje de hogares con acceso a celular (*smartphone*). Se toman en cuenta las respuestas a la pregunta P4_1_9B, considerando la condición de que el instrumento en cuestión esté generalmente disponible para cualquier integrante del hogar; esa condición se determina con las respuestas a la pregunta P4_1_9C.

Subfactor 3. Porcentaje de hogares con computadora (PC o *laptop*). Se calcula con la información de las preguntas P4_2_1 y P4_2_2 que aluden a tener alguno o ambos tipos de computador en casa, definidas en función de si se encuentran separados o integrados físicamente el teclado, monitor y CPU.

Subfactor 4. Porcentaje de hogares con acceso a internet. La información agrupada y analizada proviene de las respuestas a las preguntas P4_5 y P4_5A; la primera hace referencia a la presencia o no de algún tipo de infraestructura que permita el acceso a internet; la segunda, a la condición de que dicho acceso esté disponible para cualquier integrante del hogar.

El factor *utilización* también aporta 40% del valor máximo del IDTMex; sus subfactores son tres y cada uno de ellos da un peso similar (33.33%) para formarlo. La información del subfactor 5 corresponde al apartado *Residentes* del cuestionario aplicado en la ENDUTIH, mientras que los subfactores 7 y 8, de la sección *Hogares*. Las especificaciones en cuanto al origen de los datos son:

Subfactor 5. Porcentaje de población que utiliza internet. La pregunta 3.8 de la base de microdatos aporta la información respecto a qué residentes del hogar han hecho uso de internet durante los 12 meses anteriores a la Encuesta.

Subfactores 6 y 7. Porcentaje de población con conexión alámbrica e inalámbrica. Por la configuración de la Encuesta, la información que se retoma proviene de la sección *Hogares*, específicamente de la pregunta P4_6, tomando en cuenta el número de integrantes del hogar[5] para poder obtener el porcentaje de población que cuenta con alguno de los tipos de conexión o ambas. Si se tiene acceso en las dos, se contabilizan los integrantes tanto en una como en otra.

Por último, el factor *capacidades* aporta 20% al IDTMex y contiene tres subfactores con pesos similares dentro de él, los cuales se forman a partir de información del apartado *Residentes* de la ENDUTIH, bajo los siguientes criterios:

Subfactor 8. Tasa de alfabetización en adultos. Ya que la Encuesta no refleja datos específicos al respecto, se utiliza una variable *proxy*. Se filtra primero a los residentes de edad mayor o igual a 18 años y que tengan como grado mínimo de estudios la educación primaria.

Subfactores 9 y 10. Porcentaje de población mayor a 18 años de edad con estudios secundarios (nivel bachillerato) y porcentaje de población mayor a 23 años de edad con estudios terciarios (nivel superior). Se toman en cuenta la pregunta 3.4 (para determinar los rangos de edad en cuestión de los residentes entrevistados) y la 3.5 (para determinar el nivel de estudios alcanzado).

5 Por ello, la diferencia con la metodología del IDT que refiere a abonados a la banda alámbrica fija e inalámbrica y, en el caso del IDTMex, hace alusión al porcentaje de población en tales condiciones.

En todos los casos, la elaboración de indicadores toma en cuenta el factor de expansión especificado en la Encuesta para cada respuesta y encuesta levantada.

A partir de los datos que nos interesaban de la ENDUTIH (2016) para construir los 10 subfactores listados en el cuadro 4, la ecuación 1 fue utilizada para los primeros cuatro (*acceso*) y la 2, para los otros seis (*utilización* y *capacidades*):

$$sf_m^k = \frac{\sum_1^n H_n^k * FE_n^H \mid k = 1}{\sum_1^n H_n * FE_n^H} ; \forall H_n \in m \quad (1)$$

$$sf_m^k = \frac{\sum_1^n P_n^k * FE_n^P \mid k = 1}{\sum_1^n P_n * FE_n^P} ; \forall P_n \in m \quad (2)$$

donde:

sf_m^k = subfactor de característica k en el municipio m.
k = variable dicotómica con 1 como respuesta afirmativa.
H_n^k = hogar de la muestra n que presenta la característica k.
FE_n^H = factor de expansión correspondiente al hogar encuestado n.
H_n = hogar encuestado de la muestra n.
P_n^k = habitante de la muestra n que presenta la característica k.
FE_n^P = factor de expansión correspondiente al habitante encuestado n.
P_n = habitante encuestado de la muestra n.

Con los valores obtenidos de los subfactores se calcularon los factores para cada municipio m, usando la expresión 3:

$$F_m^K = \sum_1^k \left(\frac{sf_m^k * w_k}{1\,000} \right) \quad (3)$$

donde:

F_m^k = factor del conjunto de características k en el municipio m.
K = conjunto de características evaluadas: *acceso*, *utilización* y *capacidades*.
w_k = peso de cada característica k en F^K

A partir de los factores se obtuvo el IDTMex para cada municipio de la siguiente manera:

$$IDTMex_m = \sum_1^K F_m^K * \frac{W_K}{10} \quad (4)$$

donde:

W_K = peso del factor K en el IDTMex.

Por último, se calculó el indicador para cada una de las entidades del país (e) usando la expresión 5:

$$IDTMex_e = \frac{1}{m} \sum_1^m IDTMex_m \mid m \in e \quad (5)$$

Valor del IDTMex para cada uno de los estados de la República Mexicana

El IDTMex nos permite la comparación entre las entidades del país para proponer una geografía de desarrollo de las TIC a nivel nacional, la cual arroja información interesante: existen estados como Chihuahua, Guanajuato o Querétaro (con importantes características de crecimiento industrial y económico en general) que están en la parte baja del índice que construimos. En cambio, entidades como Quintana Roo y Campeche, del sureste, tienen valores superiores. Ello nos sugiere que, en materia de desarrollo y apropiación social de las TIC, México no tiene, de forma necesaria, la misma geografía que en los indicadores comúnmente utilizados y que dividen al país en una región norte

Cuadro 5

Valor del IDTMex por estado

Alto		Medio alto		Medio bajo		Bajo	
Estado	Valor	Estado	Valor	Estado	Valor	Estado	Valor
Ciudad de México	5.78	Sinaloa	3.69	Guanajuato	3.28	Tabasco	2.97
Baja California	4.91	Quintana Roo	3.67	Nayarit	3.42	Michoacán de Ocampo	2.88
Sonora	4.83	Tamaulipas	3.63	Yucatán	3.18	San Luis Potosí	2.85
Nuevo León	4.45	Coahuila de Zaragoza	3.53	Zacatecas	3.17	Oaxaca	2.83
Baja California Sur	4.16	Morelos	3.53	Chihuahua	3.17	Puebla	2.77
Jalisco	4.00	Campeche	3.45	Hidalgo	3.16	Querétaro	2.71
Colima	3.90	Aguascalientes	3.44	Veracruz de I. de la Llave	3.13	Durango	2.50
		Promedio nacional	**3.42**	Tlaxcala	3.12	Guerrero	2.21
				México	3.12	Chiapas	2.17

Fuente: elaboración propia.

moderna y con mayor desarrollo y una sur tradicionalista y de bajo desarrollo.

En el cuadro 5 y la gráfica 1 se muestra el valor del índice por estado y, como consecuencia, una clasificación en que agrupamos a entidades según los niveles alto, medio alto, medio bajo y bajo.[6]

En los tres cuadros siguientes (6, 7 y 8) se muestra el valor de los tres subfactores del índice por estado, colocando en cada cuadro solo a las entidades que rebasan el valor promedio de cada uno, es decir, son las de la parte *alta* de la clasificación de cada subfactor.

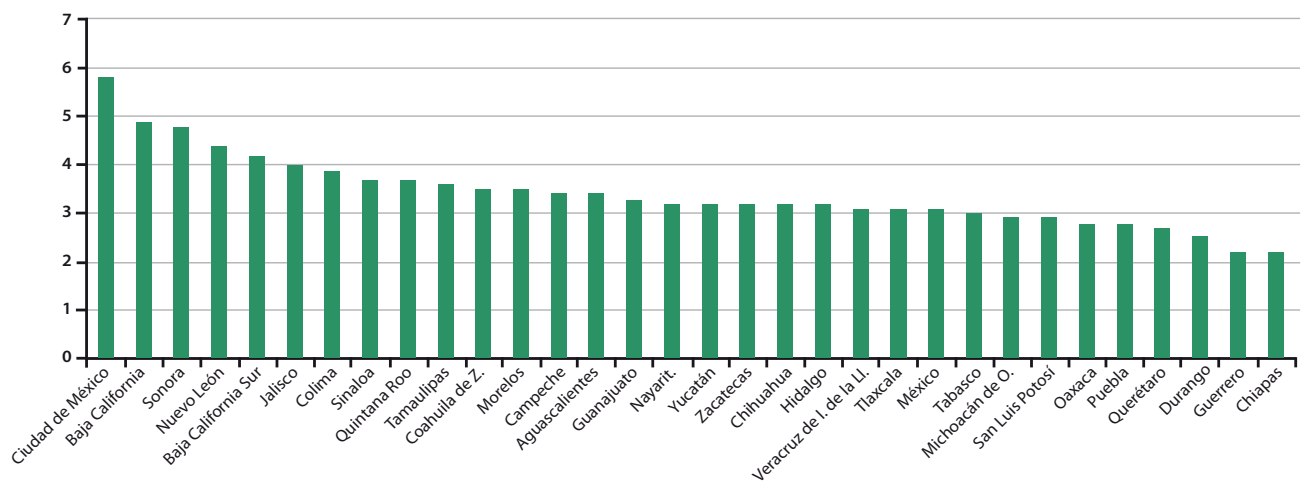
Queremos advertir sobre tres hechos que se muestran al comparar los tres cuadros:

1. Solo cinco entidades (Ciudad de México, Baja California, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora) aparecen de modo simultáneo

6 Esta clasificación se obtiene mediante el análisis exploratorio de datos espaciales usando el sistema de información geográfica GEODA, con su herramienta para calcular *natural breaks* que permite agrupar datos tomando en cuenta la mejor distribución según las cuatro clases mostradas; en general, consiste en dos pasos simultáneos: la minimización de la varianza dentro de cada grupo y la maximización de la varianza entre las medias de cada grupo respecto a la de los otros tres (Anselin, L., Syabri, I. & Y. Kho, 2006).

Gráfica 1

Valor del IDTMex por estado



Fuente: elaboración propia.

en la parte alta de las tres clasificaciones, es decir, tienen alto nivel en *acceso*, *utilización* y *capacidades*.

2. Hay siete estados que aparecen en la parte alta en dos listas (Coahuila de Zaragoza, Colima, Jalisco, Morelos, Nuevo León, Quintana Roo y Tamaulipas). De modo coincidente, son entidades bien clasificadas en *acceso* y *utilización*, pero no en *capacidades*.
3. Dos estados (Aguascalientes y Tabasco) cuentan con niveles altos en *capacidades*, sin embargo, no tienen ni *acceso* ni *utilización* en niveles altos.

En porcentaje de la población nacional, los 14 estados que aparecen en los niveles más altos representan 35.1% y Ciudad de México, Baja California, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora (que aparecen de modo simultáneo en la parte alta de las tres clasificaciones), 15.7 por ciento. Éstas son las dimensiones de la brecha digital en México.

Cuadro 6

Estados con mayor promedio de acceso a las TIC

	Promedio
Ciudad de México	6.40
Baja California	5.18
Sonora	4.93
Nuevo León	4.69
Jalisco	4.44
Baja California Sur	4.30
Colima	4.19
Coahuila de Zaragoza	3.80
Morelos	3.78
Sinaloa	3.75
Tamaulipas	3.71
Quintana Roo	3.70
Campeche	3.59
Promedio nacional	**3.57**

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 7

Estados con mayor promedio de utilización de las TIC

	Promedio
Ciudad de México	5.04
Baja California	4.59
Sonora	4.57
Nuevo León	4.13
Baja California Sur	3.66
Jalisco	3.30
Colima	3.28
Quintana Roo	3.25
Tamaulipas	3.08
Sinaloa	3.03
Morelos	2.89
Yucatán	2.80
Coahuila de Zaragoza	2.78
Campeche	2.76
Promedio nacional	**2.76**

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 8

Estados con mayor promedio de capacidades de uso de las TIC

	Promedio
Ciudad de México	6.02
Sonora	5.14
Baja California	5.00
Baja California Sur	4.89
Sinaloa	4.88
Aguascalientes	4.74
Tabasco	4.72
Promedio nacional	**4.45**

Fuente: elaboración propia

IDTMex y su relación con estructuras productivas locales

El IDTMex, como vector de la apropiación social de tecnologías digitales, ayuda a aterrizar a nivel local la tendencia general de terciarización de la

economía mexicana. El resultado de esta regionalización del fenómeno consistiría, sin duda, en poder generar una mejor comprensión de la geografía económica mexicana a la luz de la reestructuración productiva en una vertiente analítica que fuese capaz de incorporar el fenómeno de terciarización avanzada a la problemática del desarrollo regional.

Tomemos en cuenta que, si bien la manufactura es de amplia difusión en la geografía nacional (14 entidades representan 85% de la producción manufacturera), en los servicios avanzados tan solo Ciudad de México significa 67.3%; si agregamos a Nuevo León, Coahuila de Zaragoza y Jalisco, entonces tendremos 85% de representatividad nacional.

Sin embargo, en perspectiva temporal, ha habido un importante crecimiento de los servicios avanzados en los distintos estados; es decir, en un contexto en el cual por razones del desarrollo económico centralizado del país éstos se concentran en Ciudad de México, se ha producido una expansión de estas actividades a nivel regional. Si lo comparamos, entonces, con la manufactura a nivel regional, podemos decir que los servicios avanzados han sido más dinámicos.

Por ello, nuestro foco de atención se encuentra en la emergencia de los servicios avanzados como indicadores de una nueva fase de avance en términos del desarrollo local. Las capacidades en materia de las TIC (prácticas digitales de las personas y la infraestructura digital disponible para ellas), tal como las miden los diferentes indicadores de la brecha digital, deben ser confrontadas con el aporte de los servicios avanzados al perfil productivo local. Es en este grupo de actividades laborales en el cual las calificaciones digitales generales de las personas se ponen en práctica como parte de su quehacer específico. A falta de estudios de trayectorias formativas y laborales que corroboren y dimensionen esta relación entre competencias digitales y trabajo de servicios avanzados, nuestra relación entre el IDTMex y la estructura laboral muestra que es positiva.

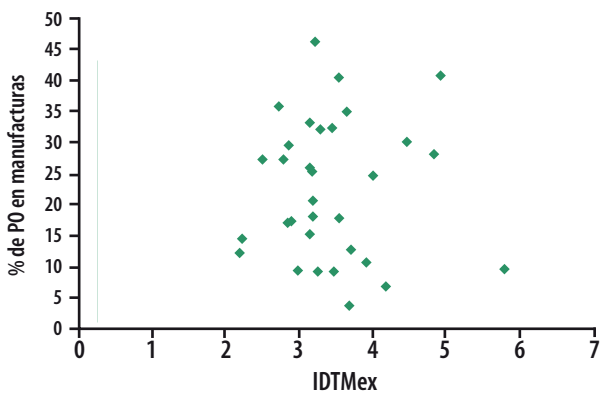
La aproximación estadística consiste en correr regresiones entre el IDTMex y la estructura laboral (proporción de personal ocupado en manufactura, servicios avanzados y servicios no avanzados por separado). No deseamos encontrar causalidades, sino validar la consistencia del IDTMex con la estructura laboral local.

El resultado, como se advierte en las gráficas 2, 3 y 4, es que el nivel de apropiación social de las TIC:

- No guarda relación con la manufactura.
- Está relacionada de manera positiva con los servicios avanzados.

Gráfica 2

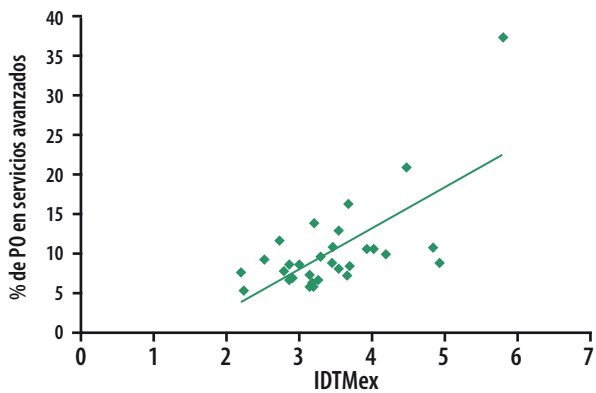
Relación entre el IDTMex y el porcentaje de personal ocupado en manufacturas



Fuente: elaboración propia.

Gráfica 3

Relación entre el IDTMex y el porcentaje de personal ocupado en servicios avanzados



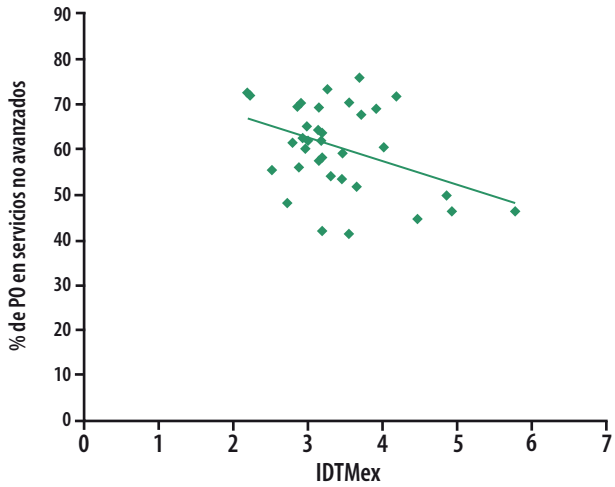
Fuente: elaboración propia.

- Está relacionada de forma negativa con los servicios no avanzados.

Si bien los resultados del IDTMex no presentan relación con el porcentaje de personal ocupado en manufacturas, no es así con el relacionado con los servicios. La gráfica 3 indica una relación directa entre ambos indicadores usando los datos de los Censos Económicos 2014 publicados por el INEGI. Apoyados en el cálculo de la correlación básica lineal entre tales variables tomando como muestra a las 32 entidades del país, se confirma que el IDTMex es estadísticamente representativo para explicar el porcentaje de personal ocupado en servicios avanzados (%_PO_SA), esto según el resultado de la *prob t- statistics* y la *prob F* (menores a 0.05), así como una *R* cuadrada cercana a 50% (ver gráfica 3 y cuadro 9).

Gráfica 4

Relación entre el IDTMex y el porcentaje de personal ocupado en servicios no avanzados



Fuente: elaboración propia.

De igual forma, se realiza el ejercicio respecto al porcentaje de personal ocupado en servicios no avanzados (%_PO_SNA). Los resultados indican, también, significancia estadística respaldada en las mismas pruebas antes mencionadas; sin embargo, la capacidad explicativa es mucho menor, una *R* cuadrada de apenas 16% (ver gráfica 4 y cuadro 10).

Al incluir al IDTMex y el %_PO_SNA como determinantes del %_PO_SA (ver cuadro 11), se obtienen las relaciones o signos esperados; de manera conjunta, se tiene un modelo estadísticamente significativo (Prueba F); sin embargo, el porcentaje de personal ocupado en servicios no avanzados no es significativo individualmente (prueba T). Estos resultados son un indicativo de que los movimientos de personal, asociados al incremento del IDTMex, no son solo de los servicios no avanzados a los avanzados, sino únicamente una parte marginal. Este resultado abre la posibilidad de generar nuevos estudios con otras herramientas estadísticas que permitan medir la reestructuración de personal ocupado en las entidades del país a partir de los incrementos en el IDTMex.

Cuadro 9

Relación de porcentaje de población ocupada en servicios avanzados e IDTMex (lineal)

Source	SS	df	MS		*Number of obs.*	32
					F(1, 30)	28.66
Model	517.84978	1	517.84978		*Prob > F*	0.0000
Residual	542.033154	30	18.0677718		*R-squared*	0.4886
Total	**1059.88293**	**31**	**34.1897721**		*Adj R-squared*	0.4715
					Root MSE	4.2506
%_PO_SA	*Coef.*	*Std. Err.*	*t*	*P>t*	[95% *Conf.*	*Interval*]
IDTMex	5.275467	0.9853971	5.35	0.000	3.263017	7.287916
_cons	-7.776609	3.454147	-2.25	0.032	-14.83092	-0.7222987

Fuente: elaboración propia en *software* estadístico *STATA 11*.

Finalmente, en la gráfica 5 se observa una trayectoria cuadrática que define de mejor manera la relación entre el IDTMex y el %_PO_SA, misma que se confirma al formalizar la relación estadística. Los resultados se muestran en el cuadro 12 e indican significancia estadística, conjunta e individual, tanto para el valor de IDTMex cuadrado, lineal y la constante, alcanzando una capacidad explicativa de la varianza del %_PO_SA de 62 por ciento.

La parábola encontrada abre hacia arriba y el punto de inflexión o vértice se encuentra en el punto donde el IDTMex alcanza un valor de 2.92. Por lo tanto, se puede afirmar que alrededor de ese nivel se encuentra el mínimo para que las variaciones del mismo tengan efectos positivos sobre el %_PO_SA.

Conclusiones

La brecha digital, como constructo e instrumento de evaluación, está vinculada a la problemática del desarrollo local en su dimensión social y económica. Por lo tanto, es un tema en constante dinamismo y que no depende exclusivamente de la actividad pública promotora de las TIC y de las capacidades comerciales de las empresas de TIC. Las expectativas de un país siempre serán las de disminuir la brecha digital en el tiempo tanto en una comparación internacional como en la estructura interna.

Los datos internacionales ubican a México en situación de estancamiento. Estudios que citamos muestran que, desde inicios del siglo, sigue siendo

Cuadro 10

Relación de porcentaje de población ocupada en servicios no avanzados e IDTMex (lineal)

Source	SS	df	MS		*Number of obs.*	32
					F(1, 30)	5.74
Model	506.408787	1	506.408787		*Prob > F*	0.023
Residual	2645.45197	30	88.1817323		*R-squared*	0.1607
Total	**3151.86075**	**31**	**101.672928**		*Adj R-squared*	0.1327
					Root MSE	9.3905
%_PO_SNA	*Coef.*	*Std. Err.*	*t*	*P>t*	[95% *Conf.*	*Interval*]
IDTMex	-5.216865	2.176949	-2.4	0.023	-9.662788	-0.7709416
_cons	78.1808	7.630937	10.25	0.0	62.59635	93.76525

Fuente: elaboración propia en *software* estadístico *STATA 11*.

Cuadro 11

Relación de porcentaje de población ocupada en servicios avanzados, IDTMex y porcentaje de población ocupada en servicios no avanzados (lineal)

Source	SS	df	MS		*Number of obs.*	32
					F(2, 29)	14.61
Model	531.858435	2	265.929217		*Prob > F*	0.0000
Residual	528.0245	29	18.2077414		*R-squared*	0.5018
Total	**1059.88293**	**31**	**34.1897721**		*Adj R-squared*	0.4675
					Root MSE	4.2671
%_PO_SA	*Coef.*	*Std. Err.*	*t*	*P>t*	[95% *Conf.*	*Interval*]
IDTMex	4.895839	1.079743	4.53	0.0000	2.687516	7.104162
%_PO_SNA	-0.0727693	0.0829618	-0.88	0.388	-0.2424452	0.0969066
_cons	-2.087446	7.354726	-0.28	0.779	-17.12955	12.95466

Fuente: elaboración propia en *software* estadístico *STATA 11*.

un país que no ha logrado vincular su gran tamaño económico con su apropiación y uso de las TIC por parte de la población.

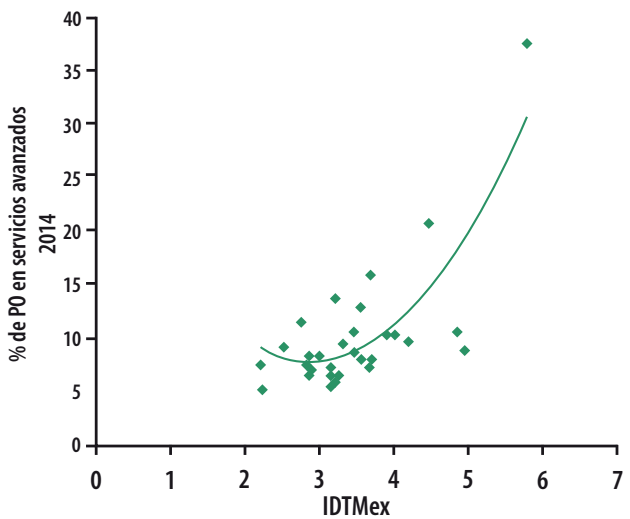
El primer objetivo de este trabajo, el cálculo de la brecha digital en los distintos estados de la República, nos permitió una mirada transversal a nivel local. La evaluación de la brecha digital interna se realizó mediante el IDTMex con base en una metodología internacional y adaptado a la disponibilidad de información nacional para el 2015. Este índice muestra la disparidad entre los distintos estados de la nación. La jerarquización de los estados que arroja el IDTMex confirma los lugares extremos que corresponden en general a la geografía económica y social de México, pero también arroja interesantes resultados en el espacio medio, donde hay entidades de relevancia por su crecimiento reciente que, sin embargo, son débiles en materia de sociedad de la información.

En el segundo objetivo, evaluar la consistencia del índice con las condiciones locales del desarrollo tomando como una dimensión de éste a las estructuras laborales también locales (manufactura, servicios avanzados y servicios no avanzados) en el contexto de las corrientes analíticas de la terciarización de la economía, el índice mostró una relación positiva con los servicios avanzados, el de mayor importancia en términos de productividad y de habilidades de *digitofactura* (Micheli, 2012); en otras palabras, la configuración regional de la brecha digital en México está explicada, entre otros factores aquí no analizados, por la estructura laboral y el papel que tienen en ella los servicios avanzados.

La relación en el ámbito local entre un nivel alto de acceso, utilización y capacidades de las TIC y los empleos en servicios avanzados genera de forma necesaria una alerta de oportunidad para la política del desarrollo: la promoción de las actividades económicas típicamente tecnologizadas y basadas en el conocimiento (como las de servicios avanzados) debe estar unida a la expansión de la infraestructura de las TIC.

Gráfica 5

Relación cuadrática IDTMex y porcentaje de personal ocupado en servicios avanzados



Fuente: elaboración propia.

Cuadro 12

Relación cuadrática descrita entre el porcentaje de población ocupada en servicios avanzados

Source	SS	df	MS		*Number of obs.*	32
Model	684.655722	2	342.327861		*F*(2, 29)	24.5
Residual	405.220823	29	13.9731318		*Prob > F*	0.0000
Total	**1089.87654**	**31**	**35.1573079**		*R-squared*	0.6282
					Adj R-squared	0.6026
					Root MSE	3.7381
%_PO_SA	*Coef.*	*Std. Err.*	*t*	*P>t*	[95% *Conf.*	*Interval*]
IDTMex^2	2.795329	0.7597428	3.68	0.001	1.241481	4.349178
IDTICMex	-16.24245	5.881262	-2.76	0.01	-28.27098	-4.213916
_cons	31.50352	10.99514	2.87	0.008	9.015937	53.99111

Fuente: elaboración propia en *software* estadístico *STATA 11.*

Disociar o ignorar la parte de la estructura laboral —que es reflejo de la económica— de la evaluación de la sociedad de la información puede ser un error que no permita el aprovechamiento de la brecha digital como instrumento de desarrollo. La actual ubicación internacional de México —más cerca de los países de mayor atraso económico que de los de mayor desarrollo— será mejorada en la medida en que los niveles locales se inscriban en un círculo virtuoso de economía basada en servicios avanzados y sociedad de la información.

Éste sería un paradigma moderno, basado en la economía digital, para las demandas del desarrollo en nuestra estructura socioeconómica que es, en la actualidad, muy desigual, pero con potencialidades.

Fuentes

AMIPICI. *Estudio sobre los hábitos de internet en México 2016*. 2016 (DE) consultado el 2 de julio de 2017 en https://www.amipci.org.mx/images/Estudio_Habitosdel_Usuario_2016.pdf

Anselin, L., I. Syabri & Y. Kho. "GeoDa: an introduction to spatial data analysis", en: *Geographical Analysis*. 38(1), 2006, pp. 5-22.

Barrantes, Roxanna. *Análisis de la demanda por TICS, ¿qué es y cómo medir la pobreza digital?* DIRSI, IDRC-CRDI. (s. f.) (DE) consultado el 4 de junio de 2017 en http://www.dirsi.net/files/02-Barrantes_esp_web_18set.pdf

BID. *Documento de debate IDB_DP-235, Diagnóstico del sector TIC en México.* 2013 (DE) consultado el 3 de junio de 2017 en https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/5707/Diagn%C3%B3stico%20del%20sector%20TIC%20en%20M%C3%A9xico%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Brynjolfsson, Erik y Andrew McAffe. *The Second Machine Age*. Boston, WW Norton & Company, 2014.

CEPAL. *La nueva revolución digital. De la internet del consumo a la internet de la producción*. Santiago de Chile, 2016 (DE) consultado el 29 de agosto de 2017en http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38604/4/S1600780_es.pdf

INEGI. *Comunicado de prensa 131/16*. 2016a (DE) consultado el 2 de febrero de 2017 en http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2016/especiales/especiales2016_03_01.pdf

_____ *Estadística a propósito del Día Mundial de Internet.* 2016b (DE) consultado el 2 de febrero de 2017 en http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/internet2016_0.pdf

_____ *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de la Información en los Hogares 2015.* México, INEGI, 2016c.

_____ *Comunicado de prensa 112/17*. 2017 (DE) consultado el 4 de agosto de 2017 en http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2017/especiales/especiales2017_03_02.pdf

ITU. *Informe sobre medición de la sociedad de la información 2014.* Ginebra, Suiza, 2015.

Mariscal, Judith. "Digital Divide in a Developing Country", en: *Telecommunications Policy. Vol. 29*, Issues 5-6, 2005, pp. 409-428.

Micheli, Jordy. *Telemetrópolis. Explorando la ciudad y su producción inmaterial.* UAM Azcapotzalco, Barcelona, Gedisa, UAM, 2012.

_____ "Desarrollo regional en México durante 2003-2011: polarización de la manufactura y diversificación de los servicios", en: Bracamonte, Álvaro y Óscar Contreras (coords.). *Tecnología y competitividad: conceptos, experiencias y prácticas.* El Colegio de Sonora, 2014, pp. 55-78.

Micheli, Jordy y Eduardo Valle. "Los servicios avanzados y la industria automotriz en México. Una propuesta para evaluar el desarrollo local en el periodo 1998-2013", en: Martínez, Adriana y Jorge Carrillo (coords.). *Innovación, redes de colaboración y sostenibilidad. Retos de la relocalización de la industria automotriz.* México, UNAM, El Colegio de Sonora, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, 2017a, pp. 83-102.

_____ "El índice de desarrollo de las TIC en México: una propuesta de medición de la sociedad de la información a nivel estatal", en: Aranha, Marco Iorio *et al*. (eds.). *Communication Policy Research Latin America.* Vol. 11, Cartagena, Colombia, 2017b, 463 p. (DE) consultado el 28 de diciembre de 2017 en https://drive.google.com/file/d/13xINnYgtrqPNmyTGGPw85LTogHeMhyk_/view

OECD. *The Service Economy, Business and Industry.* Paris. Policy Forum Series, 2000.

Ruiz, Wilfrido. "Desigualdades entre entidades en materia de tecnologías de información y comunicación en México", en: *Realidad, Datos y Espacio Revista Internacional de Estadística y Geografía*. INEGI, vol. 6, núm. 1, enero-abril del 2015, pp. 36-49 (DE) consultado el 24 de enero de 2017 en http://www.inegi.org.mx/RDE/rde_14/doctos/rde_14_opt.pdf

Toudert, Djamel. "La brecha digital en los contextos de marginación socioterritorial en localidades mexicanas: exploración y discusión", en: *Comunicación Sociedad.* Núm. 19, 2013 (DE) consultado el 15 de enero de 2017 en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-252X2013000100007&script=sci_arttext&tlng=pt

William, Brian Arthur. "The Second Economy", en: *McKinsey Quarterly.* Octubre, 2011, citado en CEPAL, 2016.

Estimación de las necesidades no satisfechas de anticoncepción en México **a través de la ENADID** 2014

Unmet Need for Contraception Estimation in Mexico **through the ENADID** 2014

Cecilia Inés Gayet* y Fátima Juárez**

* Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) México, cgayet@flacso.edu.mx
** El Colegio de México, fjuarez@colmex.mx

Worker inspecting pills on blisterpack conveyer belt/ PhotoAlto/Sigrid Olsson/Getty Images

El indicador de necesidades no satisfechas de anticoncepción es una medida central para el monitoreo de los derechos reproductivos y la provisión de servicios de planificación familiar. México cuenta con la serie de la Encuesta Nacional de Dinámica Demográfica (ENADID), pero solo la del 2014 tiene las preguntas que se requieren para estimar este indicador, de acuerdo con la metodología internacionalmente acordada. El objetivo de este artículo es presentar el algoritmo para su estimación con esta encuesta, incluir los principales resultados de la aplicación del mismo, extender el uso del algoritmo para mujeres no unidas, comparar la situación de México con la de otros países y proponer mejoras para su medición con los futuros levantamientos de la ENADID.

Palabras clave: necesidades no satisfechas de anticoncepción; uso de anticonceptivos; ENADID 2014.

Unmet need for contraception is a key measure for monitoring reproductive rights and the provision of family planning services. Mexico has a series of national demographic dynamic surveys (ENADID), but only the ENADID 2014 included the questions required for estimating the international indicator of unmet need for contraception. The objective of this article is to present the algorithm for its estimation with the ENADID 2014, include main findings of the application of the algorithm, extend its use to women not in union, comparison of the situation of Mexico and other countries, and propose improvements for its measurement in future ENADID surveys.

Key words: unmet need for contraception; contraceptive use; ENADID 2014.

Recibido: 1 de septiembre de 2017.
Aceptado: 20 de marzo de 2018.

Introducción

El crecimiento de la población de México a mediados del siglo XX llevó a un gran cambio en las políticas de población. A mediados de la década de los 70 se establecieron políticas para reducirlo, respaldadas a nivel constitucional, pues la Carta Magna mexicana garantiza, a través de su artículo 4.º, el derecho de las personas a decidir de manera libre, responsable e informada sobre el número y el espaciamiento de sus hijos (DOF, 31 de diciembre de 1974).

México ha sido pionero en la inclusión de la planificación familiar en un marco de derechos. En el *Reglamento de la Ley General de Población* se establece, además, que los servicios relativos a la planificación familiar serán gratuitos cuando sean prestados por dependencias y organismos del sector público (DOF, 17 de noviembre de 1976).

Para llegar a metas de crecimiento poblacional reducidas, se ha implementado un amplio programa de planificación familiar desde hace cuatro décadas, que ha alcanzado a poblaciones urbanas y rurales de todo el país. Además, a partir de la década de los 90 se llevaron a cabo acciones para brindar servicios de anticoncepción a la población adolescente (Juárez y Gayet, 2005). Gracias a estos esfuerzos se dio un pronunciado descenso de la fecundidad, pasando de siete hijos por mujer a mediados de la década de los 70 a alrededor de 2.2 a mediados de la década del 2010 (Zavala, 2014; CONAPO, 2016).

Estas políticas se insertan, además, en los distintos compromisos internacionales que tiene el país. Así —como parte de las mejoras en salud reproductiva y materna que han sido planteadas en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), Objetivo 5b, y en los posteriores Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)—, se requiere cumplir con el de acceso universal a servicios de planificación familiar.

Entre las metas de los ODS figura que para el 2030 se debe "…garantizar el acceso universal a los servicios de salud sexual y reproductiva, incluidos los de planificación de la familia, información y educación, y la integración de la salud reproductiva en las estrategias y los programas nacionales…" (ONU, 2017). Con el fin de evaluar los avances en el logro de estos objetivos, es importante contar con instrumentos apropiados. Para ello, se necesitan fuentes de información específicas que brinden los insumos para generar los indicadores validados de manera internacional.

La Encuesta Nacional de Dinámica Demográfica (ENADID) está diseñada para observar los cambios en la fecundidad, en las preferencias reproductivas y en el uso de métodos anticonceptivos, entre otros temas. Se cuenta con una serie larga en el tiempo que permite estudiar la experiencia de las mujeres de distintas cohortes y evaluar el alcance de los programas de planificación familiar. Esta encuesta se ha realizado en distintos años (1992, 1997, 2006, 2009 y 2014) y tiene representatividad nacional y estatal (INEGI, 2017a). En noviembre del 2014 se publicó el acuerdo por el que se determina que el proyecto de generación de la ENADID es "Información de Interés Nacional" (DOF, 10 de noviembre de 2014) y, posteriormente, se publicó el acuerdo por el que se aprobó la adición de un conjunto de indicadores clave en materia de población y dinámica demográfica al *Catálogo Nacional de Indicadores* (DOF, 20 de julio de 2016). Entre los indicadores clave que se estiman con la Encuesta figura la prevalencia de uso de métodos anticonceptivos de mujeres en edad fértil sexualmente activas. A través del análisis de la serie de la ENADID es posible observar que tanto el conocimiento como el uso de métodos de anticoncepción han aumentado de forma considerable a lo largo de estas cuatro décadas. Las encuestas previas a la ENADID dieron cuenta de la prevalencia anticonceptiva al inicio del programa de planificación familiar que se puso en marcha a mediados de la década de los 70. Con la Encuesta Mexicana de Fecundidad realizada en México en 1976 se estimó que, para ese año, 89% de las mujeres unidas de 15 a 49 años de edad conocía algún método anticonceptivo y 30% lo utilizaba (CONAPO, 1999). En 1992, 95% de las mujeres unidas en edad fértil declararon conocer alguno y 63% los usaba (CONAPO, 1999). En el 2014, 99% los conocía y 72% los empleaba (CONAPO, 2015).

El indicador de necesidades no satisfechas de anticoncepción (NNSA) es una medida central para el monitoreo de los derechos reproductivos y la provisión de servicios de planificación familiar. En México, si bien ha habido intentos de aproximarse a este indicador con información de la ENADID, solo recién con la del 2014 es que se cuenta con todas las preguntas necesarias para su estimación.

El objetivo principal de este artículo es de orden metodológico. Dado que, por primera vez, puede estimarse el indicador con la metodología internacionalmente acordada, un primer objetivo es presentar el algoritmo, señalar cuáles son las preguntas de la ENADID 2014 necesarias para su estimación y mostrar su aplicación e indicar, además, cómo puede extenderse para mujeres solteras sexualmente activas. Un objetivo adicional es presentar los resultados de la aplicación del algoritmo internacional para el caso de México y compararlo con otros países. Para finalizar, se proponen mejoras para su medición en las siguientes ENADID.

Algoritmo internacional para la estimación de necesidades no satisfechas de anticoncepción

El indicador de NNSA considera tanto los deseos reproductivos como el uso o no de métodos para lograrlos. Ha sido uno de los indicadores que se acordaron para evaluar el avance en los ODM (indicador 5.6) y se requiere ahora para ver el avance en los ODS, donde se incluye el indicador 3.7.1, que se refiere a la proporción de mujeres unidas en edad reproductiva (de 15 a 49 años) que tienen sus necesidades de planificación familiar satisfechas con métodos modernos (United Nations, 2017a). El numerador de este indicador es el porcentaje de mujeres en edad reproductiva que están usando (o cuya pareja sexual usa), al menos, un método moderno de anticoncepción y el denominador es la demanda total de planificación familiar, que se forma por la suma de la prevalencia anticonceptiva —cualquier método— y la necesidad no satisfecha de planificación familiar (United Nations, 2017b).

Se evidencia, así, la relevancia de realizar la estimación de las necesidades no satisfechas de anticoncepción tanto para los objetivos de política nacional como para evaluar los avances de los compromisos internacionales.

De manera sintética, se puede decir que este indicador es una medida agregada que muestra la proporción de mujeres que, de acuerdo con las preferencias reproductivas expresadas, debería estar utilizando métodos para evitar los embarazos y no lo está haciendo. Fue propuesto por Westoff en 1978 y se ha perfeccionado a lo largo del tiempo; como afirman Bradley y Casterline (2014), el concepto tuvo su origen con las primeras encuestas de fecundidad y planificación familiar que se llevaron a cabo en distintos países en la década de los 60, a través de las cuales se estimó el *KAP-gap* (la brecha entre el conocimiento, las actitudes y la práctica de planificación familiar). Se observó que en casi todas las sociedades existía una discrepancia entre las preferencias reproductivas de las mujeres y el comportamiento de anticoncepción. En ese momento, se consideraba que los destinatarios de esta medida eran los países en desarrollo que deseaban frenar el excesivo crecimiento de la población.

Más adelante, en las décadas de los 70 y los 80 se implementó el programa de la Encuesta Mundial de Fecundidad (*World Fertility Survey*), del que México formó parte con la Encuesta Mexicana de Fecundidad. En 1978, Westoff substituyó la expresión *KAP-gap* por *necesidades no satisfechas de planificación familiar* y con estas nuevas encuestas se dio a la tarea de generar una medida más refinada (Bradley y Casterline, 2014). Ese proyecto fue reemplazado con el desarrollo de la Encuesta Demográfica y de Salud (DHS, por sus siglas en inglés) en sus distintos levantamientos, que siguen vigentes a la fecha y que dieron la oportunidad de seguir mejorando la medición de este indicador. Este concepto, comparado con el *KAP-gap*, representa un cambio de énfasis, ya que se enfoca más en las intenciones reproductivas de las familias que en las necesidades de los programas nacionales de frenar el crecimiento poblacional (Bradley y

Casterline, 2014); además, sirve como un indicador de la violación de los derechos reproductivos de las mujeres y como uno de los fundamentos de su empoderamiento.

Si bien el concepto desarrollado por Westoff no ha cambiado, el algoritmo ha tenido refinamientos con el tiempo (Bradley y Casterline, 2014). En su versión actual, se trata de un algoritmo complejo que requiere utilizar alrededor de 15 preguntas de las encuestas (Bradley *et al*., 2012). El indicador toma en cuenta las respuestas de las entrevistadas para establecer la exposición a la actividad sexual, la infertilidad, las preferencias reproductivas de las mujeres, la duración del periodo de postparto y amenorrea, así como el uso de anticonceptivos, y estima las necesidades de anticoncepción tanto para espaciar como para limitar los nacimientos.

El diagrama 1 muestra el algoritmo para establecer las necesidades no satisfechas de anticoncepción a partir de la última revisión de un equipo de expertos (Bradley *et al*., 2012) y puede verse la construcción de cada caja. Como se aprecia, el objetivo es situar a cada mujer encuestada en uno de los cuatro grandes grupos[1] y en cada uno de los subgrupos. Cabe destacar que el algoritmo internacional se aplica para mujeres unidas al momento de la encuesta (sea unión formalizada o consensual) de 15 a 49 años de edad. El algoritmo permite ubicar a cada una de las mujeres en una categoría para, finalmente, establecer con precisión quiénes tienen necesidades no satisfechas de anticoncepción.

Como se observa, entre estas mujeres se considera también a embarazadas o en periodo de amenorrea postparto que usualmente no se incluían en los estudios sobre anticoncepción. Si bien esto parecería extraño, la razón para incluirlas es que si ellas están en ese estado al momento de la encuesta es porque no practicaban la anticoncepción aun cuando no quisieran embarazarse. En el caso extremo, si no hubiera que esperar un tiempo para lograr la concepción, todas las mujeres con necesidades no satisfechas de anticoncepción estarían embarazadas o con amenorrea postparto al momento de la encuesta (Bradley y Casterline, 2014).

Aplicación del algoritmo internacional con la ENADID 2014

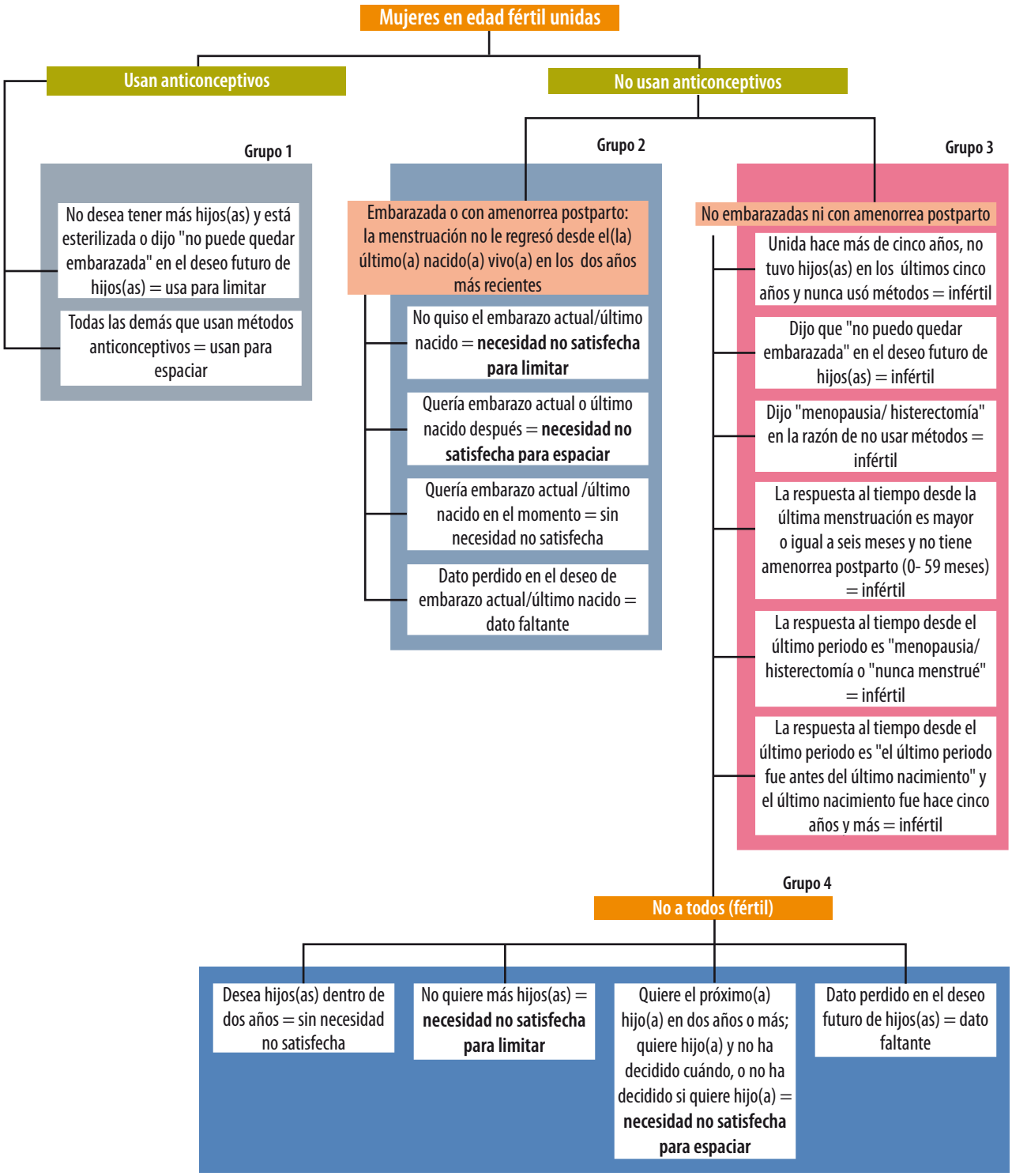
A nivel internacional, las DHS han incorporado las preguntas requeridas para la estimación de este indicador. Así, se tiene información de un número importante de países en desarrollo que da cuenta de las necesidades no satisfechas de anticoncepción (Alkema *et al*., 2013; United Nations, 2015). En México, país que no cuenta con estas encuestas, pero sí con la ENADID, se incluyó la mayoría de las preguntas necesarias desde 1992, pero solo la del 2014 tuvo la totalidad de éstas. Cabe destacar que las variables indispensables para la estimación del indicador no han sido incluidas de forma sistemática en sus distintas ediciones y se han tenido que realizar numerosos supuestos con estas encuestas para estimar las necesidades no satisfechas de anticoncepción. Por otra parte, como cambio fundamental, la ENADID 2014 incluyó la pregunta sobre el deseo del(la) último(a) hijo(a) nacido(a) vivo(a), que no estaba en los cuestionarios anteriores. Dada la distinta forma en que se calculó el indicador en cada una de las ediciones de la ENADID, no es posible su comparación en el tiempo. El cuadro 1 presenta las variables que se necesitan para el cálculo del algoritmo usando la ENADID 2014.

En ediciones previas de la Encuesta se temía que las mujeres no estuvieran dispuestas a responder que no habían deseado tener al(la) último(a) hijo(a) nacido(a) vivo(a). Sin embargo, la ENADID 2014 mostró que la mayoría de ellas sí respondió a esta pregunta y que 18% de las mujeres unidas dijo que hubiera preferido tenerlo(a) después y que 19% hubiera optado por no haberse embarazado de ese(a) hijo(a); es decir, casi 40% fue capaz de responder que no era el momento adecuado para tener el(la) último(a) hijo(a).

1 1. Mujeres usuarias de anticonceptivos; 2. Mujeres que no usan anticonceptivos, embarazadas o en periodo de amenorrea postparto; 3. Mujeres que no usan anticonceptivos que no están embarazadas ni en periodo de amenorrea y se consideran infértiles; y 4. Mujeres que no usan anticonceptivos que no están embarazadas ni en periodo de amenorrea y no son infértiles.

Diagrama 1

Algoritmo para la estimación de necesidades no satisfechas de anticoncepción



Fuente: Bradley *et al.*, 2012; traducción propia.

Cuadro 1

Preguntas del cuestionario de la ENADID 2014 indispensables para la estimación de necesidades no satisfechas de anticoncepción

p5_2. Edad
p5_17. Fecha de nacimiento de los(as) hijos(as)
p7_1. Si está actualmente embarazada
p7_2. Si quería embarazarse, si quería esperar
p7_7. Si le gustaría tener hijos(as) —para quien no ha tenido
p7_9. Motivos por los que no puede tener hijos(as)
p7_11. Si le gustaría tener otro(a) hijo(a) —para quien ya ha tenido
p7_13. Por qué no puede tener más hijos(as)
p8_4. Uso de método anticonceptivo alguna vez
p8_5. Filtro: con operación femenina o alguna vez usuaria
p8_6. Uso actual de método —sí o no
p8_7. Si está operada
p8_8. Qué método está usando actualmente
p8_19. Razón de no uso actual de método
p8_41. Tiempo de la última regla
p9_30. Deseo del(la) último(a) hijo(a) nacido(a) vivo(a), si quería embarazarse o quería esperar
p10_1. Situación conyugal
p10_3. Fecha de inicio de la última unión —para matrimonios
p10_6. Fecha de inicio de la última unión —para cohabitación

Situación de las necesidades no satisfechas de anticoncepción en México

La estimación para México con información de la ENADID 2014 puede verse en el diagrama 2. Con la aplicación del algoritmo, la proporción estimada de mujeres unidas en edad reproductiva (de 15 a 49 años) con necesidades no satisfechas de anticoncepción es de 11.4%, que se descompone en necesidades para espaciar (5.1%) y para limitar (6.3%).

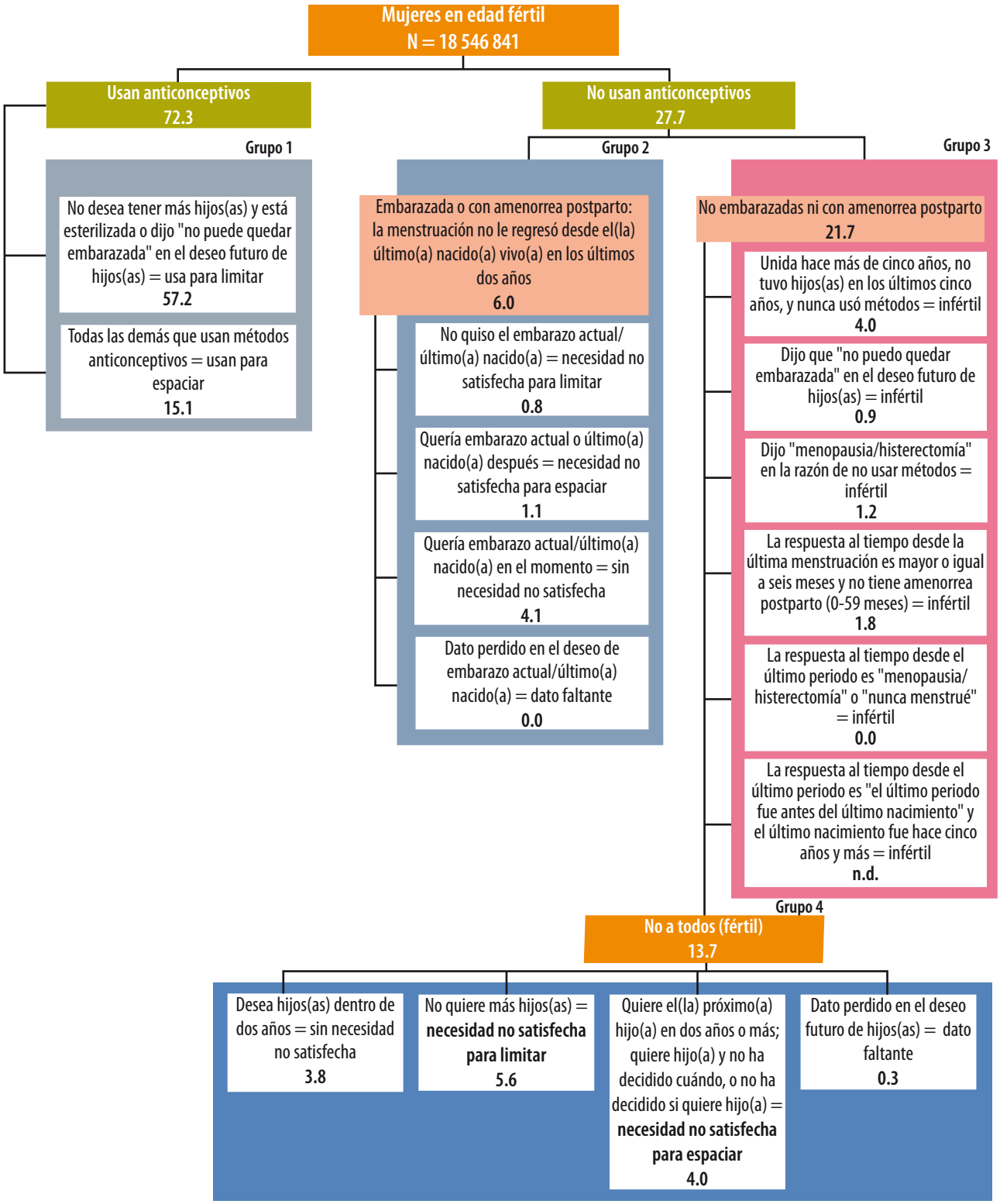
Extensión del algoritmo para mujeres solteras sexualmente activas en México

El indicador desarrollado para la comparación internacional de necesidades no satisfechas de anticoncepción se estima para mujeres unidas. Sin embargo, se ha propuesto estudiar también a las no unidas sexualmente activas. Para esto, algunas investigaciones incluyen a las no unidas que han tenido relaciones sexuales en los tres meses previos a la encuesta (Sedgh, Ashford y Hussain, 2016). En México, cobra relevancia este análisis por la fecundidad temprana y las preocupaciones públicas sobre el embarazo en la adolescencia, tal como se evidencia en la Estrategia Nacional para la Prevención del Embarazo en Adolescentes (Gobierno de la República, México, 2015).

En el cuadro 2 puede observarse la estimación de las necesidades no satisfechas de anticoncepción para mujeres solteras que no han tenido ninguna unión previa. El algoritmo se modifica poco. En lugar de seleccionar a las mujeres unidas, se debe seleccionar a las solteras que hayan tenido relaciones sexuales en los tres meses previos a la encuesta. Además, no se realiza la estimación del primer subgrupo del grupo 3, que tiene por objetivo dar cuenta de las mujeres infértiles unidas. El resultado de la aplicación del algoritmo para México muestra que las necesidades no satisfechas de anticoncepción para mujeres solteras son mucho más

Diagrama 2

Algoritmo de necesidades no satisfechas de anticoncepción para mujeres unidas de 15 a 49 años de edad con base en la ENADID 2014 (porcentajes)



Fuente: estimación propia con base en la ENADID 2014.

Cuadro 2

Necesidades no satisfechas de anticoncepción de mujeres solteras (nunca unidas) sexualmente activas por grupos de edad, México, ENADID 2014

	Para limitar	Para espaciar	Total
	%	%	%
Total	**7.9**	**20.9**	**28.8**
Por grupos de edad			
15-19 años	6.8	35.7	**42.5**
20-24 años	4.6	25.1	**29.7**
25-29 años	5.9	17.1	**23.0**
30-34 años	9.1	16.2	**25.3**
35-39 años	18.0	5.6	**23.6**
40-44 años	21.3	1.6	**22.9**
45-49 años	14.9	0.6	**15.5**

Fuente: Gayet y Juárez, 2016.

altas que para las unidas. El cuadro 2 muestra que la proporción de mujeres solteras con necesidades no satisfechas de anticoncepción es de 28.8%, que se forma de 7.9% para limitar y 20.9% para espaciar. Son las adolescentes quienes tienen mayores necesidades no satisfechas, superando 40% (Gayet y Juárez, 2016).

Comparación de la situación de México con otros países de América Latina

Gracias a que con la ENADID 2014 fue posible estimar las necesidades no satisfechas de anticoncepción utilizando una metodología internacional, se pudo cotejar la situación de las mujeres unidas de México con la de otras naciones del mundo. En este apartado, se presenta la comparación con otros países de América Latina que tienen encuestas DHS recientes, la cual es relevante para situar el nivel de México en el ámbito regional y, en especial, entre naciones con nivel de desarrollo similar.

Como se advierte a partir de las cifras del cuadro 3, existe un amplio rango en la proporción de mujeres unidas con necesidades no satisfechas de anticoncepción entre los diferentes países. Hay un grupo de ellos con porcentajes mayores a 20%, uno intermedio (entre los que se encuentra México) con un rango de 10 a 15% y un tercero donde la situación ha mejorado mucho, con una proporción menor a 10% (Colombia y Perú).

Cuadro 3

Indicadores seleccionados de anticoncepción en países de América Latina y el Caribe. Mujeres unidas en edad reproductiva

		Tasa global de fecundidad 15-49	Mujeres unidas que usan algún método de anticoncepción	Necesidades no satisfechas de anticoncepción para espaciar	Necesidades no satisfechas de anticoncepción para limitar	Total de necesidades no satisfechas de anticoncepción
País	Encuesta					
Bolivia	2008 DHS	3.5	60.5	6.2	14.0	20.2
Colombia	2015 DHS	2.0	81.0	3.3	3.7	7.0
Guatemala	2014-2015 DHS	3.1	60.6	8.4	5.5	13.9
Guyana	2009 DHS	2.8	42.5	9.4	19.1	28.5
Haití	2012 DHS	3.5	34.5	15.7	19.7	35.4
Honduras	2011-2012 DHS	2.9	73.2	6.2	4.5	10.7
Perú	2012 DHS	2.6	75.5	4.0	5.3	9.3
República Dominicana	2013 DHS	2.5	71.9	6.9	4.0	10.9
México	**ENADID 2014**	**2.2**	**72.3**	**5.1**	**6.3**	**11.4**

Fuente: *DHS Program STATcompiler* y estimaciones propias con la ENADID 2014.

La situación de México parece paradójica; a pesar de haber iniciado el programa de planificación familiar hace varias décadas y que considera el acceso a métodos anticonceptivos como un derecho central, no está entre las naciones con menores demandas no satisfechas de anticoncepción. Si se comparan Colombia y México, que son países con fecundidad cercana al nivel de reemplazo, nuestra nación muestra mayores necesidades no cubiertas, en particular, para limitar los nacimientos. En un futuro, si se cubren estas necesidades, es de esperarse que la fecundidad en México descienda por debajo del nivel de reemplazo.

Cuando se analiza por edad la situación de las mujeres unidas, se observa que las más jóvenes son quienes tienen mayores necesidades no satisfechas de anticoncepción en ambos países mencionados, en especial las adolescentes (ver cuadro 4); pero, en comparación, sorprende el nivel de necesidades no satisfechas de anticoncepción para limitar de las mujeres jóvenes unidas de México, que duplica el de las colombianas; esto significa que hay un grupo de mexicanas que ya alcanzó el número total de hijos(as) deseados(as) antes de los 25 años y no está teniendo acceso a los métodos para no tener más hijos(as).

Uso del algoritmo para otros indicadores sobre planificación familiar en México

Otros indicadores que requieren la estimación de las necesidades no satisfechas de anticoncepción son el de demanda de planificación familiar y la proporción de demanda satisfecha de planificación familiar (Bradley *et al*., 2012). En el cuadro 5 pueden verse las definiciones de estos indicadores y la forma de calcularlos.

Cuadro 5

Definiciones de indicadores sobre demanda y planificación familiar

Demanda total de planificación familiar	Necesidades no satisfechas de planificación familiar + uso actual de anticonceptivos (cualquier método)
Proporción de demanda satisfecha	Uso actual de anticonceptivos (cualquier método) ÷ (necesidades no satisfechas de planificación familiar + uso actual de anticonceptivos —cualquier método—)
Proporción de demanda satisfecha de métodos modernos	Uso actual de anticonceptivos modernos ÷ (necesidades no satisfechas de planificación familiar + uso actual de anticonceptivos —cualquier método—)

Fuente: Bradley *et al*., 2012, pp. 39.

Cuadro 4

Necesidades no satisfechas de anticoncepción de mujeres unidas en edad reproductiva para espaciar y limitar, por grupos de edad. Colombia, 2015 y México, 2014

	Necesidades no satisfechas de anticoncepción					
	Colombia 2015 DHS			México 2014 ENADID		
Grupo de edad	Espaciar	Limitar	Total	Espaciar	Limitar	Total
Total	3.3	3.7	**7.0**	5.1	6.3	**11.4**
15-19 años	15.8	3.5	**19.3**	21.9	6.2	**28.1**
20-24 años	9.1	2.6	**11.7**	15.4	6.4	**21.8**
25-29 años	4.3	2.3	**6.6**	8.6	6.5	**15.1**
30-34 años	2.3	2.5	**4.8**	3.7	6.7	**10.4**
35-39 años	0.9	3.8	**4.7**	1.6	6.9	**8.5**
40-44 años	0.4	4.8	**5.2**	0.4	6.5	**6.9**
45-49 años	0.3	6.4	**6.7**	0.1	5.1	**5.2**

Fuente: *DHS Program STATcompiler* y estimaciones propias con base en la ENADID 2014.

El último indicador del cuadro 5 es el que se necesita para dar seguimiento al objetivo 3 de los ODS. Para México, con información de la ENADID 2014, la estimación para mujeres unidas de la demanda de planificación es de 83.7%; la proporción de demanda satisfecha, de 86.4%; y la de demanda satisfecha de métodos modernos, de 81.6 por ciento.

Mejoras que se proponen para aplicar el algoritmo a nuevas encuestas en México

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) se encuentra en etapa de preparación de la ENADID 2018 (INEGI, 2017b). Para mejorar la estimación del indicador de necesidades no satisfechas de anticoncepción se requerirían pocos cambios respecto a la edición 2014. Uno de ellos, son las opciones de respuesta de la pregunta 8.41, sobre la fecha de la última menstruación. Para seguir el algoritmo, se requieren tres opciones de respuesta adicional (a. Histerectomizada, b. Menopáusica y c. Antes del último nacimiento). Por otra parte, convendría ampliar las respuestas a la pregunta sobre cuándo fue su última relación sexual, para incluir la actividad sexual de las jóvenes que tienen relaciones sexuales de manera esporádica o de las esposas de migrantes internacionales (hace un mes, tres meses, seis meses, un año o más de un año), situaciones relevantes para México.

Conclusiones

El indicador de necesidades no satisfechas de anticoncepción es esencial para monitorear el cumplimiento de los derechos de salud reproductiva en México y dar cuenta del avance en el Objetivo 3 de los ODS. La ENADID es la fuente de datos específica para su estimación y la edición del 2014 tiene las preguntas necesarias para aplicar el algoritmo que se utiliza a nivel internacional. Como recomendación para el diseño del siguiente levantamiento, se podría mejorar la captación de información específica con la ampliación de las categorías de respuesta en algunas preguntas.

Asimismo, permite comparar la situación de México con la de otras naciones de América Latina y se verifica que este país tiene un nivel intermedio comparado con otros de la región, a pesar de contar con un programa de planificación familiar de larga data. Las jóvenes, tanto unidas como solteras, son quienes tienen las mayores necesidades no satisfechas. Estos resultados muestran la necesidad de diseñar los programas de planificación familiar con un mejor enfoque en la población joven. Además, también se podrían hacer mayores esfuerzos para alcanzar un nivel más bajo de necesidades no satisfechas de anticoncepción para el conjunto de las mujeres, tal como lo muestra la situación de países como Colombia y Perú. Estos resultados son un llamado de atención para el programa de planificación familiar, ya que significan la falta de cumplimiento del derecho establecido en las leyes mexicanas.

Fuentes

Alkema, Leontine; Vladimira Kantorova; Clare Menozzi y Ann Biddlecom. "National, regional, and global rates and trends in contraceptive prevalence and unmet need for family planning between 1990 and 2015: a systematic and comprehensive analysis", en: *The Lancet*. 2013; 381: 1642-52 (DE) http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(12)62204-1, consultado el 18 de julio de 2017.

Bradley, Sarah E. K. y John B. Casterline. "Understanding Unmet Need: History, Theory, and Measurement", en: *Studies in Family Planning*. 2014; 45[2]: 123-150 (DE) http://onlinelibrary.wiley.com/wol1/doi/10.1111/j.1728-4465.2014.00381.x/full, consultado el 18 de julio de 2017.

Bradley, Sarah E. K.; Trevor N. Croft; Joy D. Fishel y Charles F. Westoff. *Revising Unmet Need for Family Planning*. DHS Analytical Studies. No. 25. Calverton, Maryland, ICF International, 2012 (DE) https://dhsprogram.com/pubs/pdf/AS25/AS25%5B12June2012%5D.pdf, consultado el 24 de marzo de 2017.

Consejo Nacional de Población (CONAPO). "Fecundidad", en: *Situación de la salud sexual y reproductiva. República Mexicana*. 95-104. México, CONAPO, 2016 (DE) https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/237216/Cuadernillo_SSR_RM.pdf, consultado el 3 de abril de 2018.

_____ *La situación demográfica de México, 1999*. México, DF, CONAPO, 1999 (DE) http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/La_Situacion_Demografica_1999, consultado el 18 de julio de 2017.

_____ *La situación demográfica de México, 2015*. Ciudad de México, CONAPO, 2015 (DE) http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/La_Situacion_Demografica_de_Mexico_2015, consultado el 18 de julio de 2017.

DHS Program STATcompiler (DE) http://www.statcompiler.com/en/, consultado el 14 de julio de 2017.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 31 de diciembre de 1974.

_____ 17 de noviembre de 1976.

_____ 10 de noviembre de 2014.

_____ 20 de julio de 2016.

Gayet, Cecilia y Fátima Juárez. "Necesidades no satisfechas de métodos anticonceptivos", en: CONAPO. *Situación de la salud sexual y reproductiva. República Mexicana*. 197-204. México, CONAPO, 2016 (DE) https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/237216/Cuadernillo_SSR_RM.pdf, consultado el 3 de abril de 2018.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Encuestas en hogares. Especiales. Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENADID)*. 2017a (DE) http://www.beta.inegi.org.mx/datos/?init=2, consultado el 14 de julio de 2017.

_____ *Formato de consulta. Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica 2018*. INEGI, 2017b (DE) http://www.beta.inegi.org.mx/app/formatoopinion/, consultado el 14 de julio de 2017.

Juárez, Fátima y Cecilia Gayet. "Salud sexual y reproductiva de los adolescentes en México: un nuevo marco de análisis para la evaluación y diseño de políticas", en: *Papeles de Población*. Vol. 11, núm. 45, 2005, pp. 177-219 (DE) http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11204508, consultado el 14 de julio de 2017.

Gobierno de la República. *Estrategia Nacional para la Prevención del Embarazo en Adolescentes*. México, Gobierno de la República, 2015.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). *Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades*. 2017 (DE) http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/, consultado el 14 de julio de 2017.

Sedgh, Gilda; Lori S. Ashford y Rubina Hussain. *Unmet Need for Contraception in Developing Countries: Examining Women's Reasons for Not Using a Method*. Nueva York, Guttmacher Institute, 2016 (DE) http://www.guttmacher.org/report/unmet-need-for-contraception-in-developingcountries, consultado el 14 de julio de 2017.

United Nations. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *Trends in Contraceptive Use Worldwide 2015*. United Nations, 2015 (ST/ESA/SER.A/349).

United Nations. *SDG Indicators*. 2017a (DE) https://unstats.un.org/sdgs/metadata/, consultado el 14 de julio de 2017.

_____"Indicator 3.7.1: Proportion of women of reproductive age (aged 15-49 years) who have their need for family planning satisfied with modern methods", en: *Metadata repository*. 2017b (DE) https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-03-07-01.pdf, consultado el 14 de julio de 2017.

Zavala, María Eugenia. "La transición demográfica de 1895-2010: ¿una transición original?", en: Rabell, Cecilia (coord.). *Los mexicanos. Un balance del cambio demográfico.* México, Fondo de Cultura Económica, 2014, pp. 80-114.

Crecimiento urbano y su impacto en el paisaje natural.

El caso del Área Metropolitana de San Luis Potosí, México

Urban Growth and its Impact on the Natural Landscape.

The Case of the Metropolitan Area of San Luis Potosi, Mexico

Benjamín Alva Fuentes* y Yesua Martínez Torres**

La sustentabilidad en la ciudad es un compromiso de los gobiernos a nivel mundial establecido en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (objetivo 11) y la *Nueva Agenda Urbana* que impulsa la Organización de las Naciones Unidas; se enfoca sobre todo en el crecimiento económico, el aprovechamiento responsable de los recursos, así como en enfrentar el problema que tienen las ciudades al crecer de manera extensiva sobre las áreas verdes; acerca de esto último, destaca la pregunta: ¿cómo está afectando el crecimiento urbano al paisaje natural? El propósito de esta investigación es analizar el patrón de extensión que sigue la ciudad de San Luis Potosí, advertir sobre sus riesgos y recomendar algunas acciones de planeación y diseño urbano que permitan su crecimiento más sustentable.

Palabras clave: paisaje natural; desarrollo sostenible; planeación urbana; desarrollo urbano sustentable.

Sustainability in urban areas is a worldwide governmental commitment. It was established in the Sustainable Development Objectives (objective 11) and in the *New Urban Agenda* promoted by the United Nations. It focuses mainly on economic growth, responsible exploitation of natural resources, and the problems that result from cities' extensive expansion on green areas. This arises the following question: how does urban growth affect the natural landscape?

The aim of this research is to analyse the extension pattern in San Luis Potosi, point out the involved risks, and recommend some planning and urban-design measures in order to make this city's growth more sustainable.

Key words: natural landscape; sustainable development; urban planning; sustainable urban development.

Recibido: 4 de octubre de 2017.
Aceptado: 23 de marzo de 2018.

* Universidad Autónoma de San Luis Potosí, benjamin.alva@uaslp.mx
** yesuamt@gmail.com

Real de Catorce, San Luis Potosí, México /Memo Vásquez/Getty Images

Introducción

El crecimiento de la población se ha dado preferentemente en áreas urbanas. Más de la mitad de la población vive en ciudades (UN, 2016); sin embargo, el patrón de crecimiento expansivo y fragmentado que caracteriza a la mayoría de los asentamientos humanos implica diversos retos y dilemas sin resolver en su relación con el medio ambiente natural (BID,2014; Lezama & Domínguez, 2006; Iracheta, 2005).

Una de las principales paradojas en la ciudad se refiere a la sustentabilidad. Por un lado, organismos internacionales y reconocidos académicos sostienen que es el espacio menos sustentable, primero porque es poco clara su definición y amplia utilización —desde la Conferencia Hábitat II parece que no hay precisión y consenso de lo que realmente representa la sustentabilidad urbana (Satterthwaite, 1998)—, como segundo argumento, en la urbe se registran altos niveles de consumo de recursos y contaminación, que cuestiona precisamente el aprovechamiento responsable para no afectar a las generaciones futuras. En este sentido, Lezama & Domínguez (2006) señalan que el significado moderno de ciudad representa, en muchos sentidos, la antítesis de la sustentabilidad.

Por el otro lado, están aquellos que apoyan las ideas de la sustentabilidad en la ciudad e impulsan propósitos hacia su consecución. En términos institucionales, el concepto se plantea en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)[1] y en la *Nueva Agenda Urbana (NAU)* de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y, por lo tanto, constituye un compromiso de casi todos los países. Desde la perspectiva académica, Barton (2006) señala que es un proceso de toma de decisiones —"a través de la planificación estratégica"— con la finalidad de lograr el equilibrio entre el medio ambiente, la actividad económica y la equidad social; además, sostiene que solo a través del buen desarrollo de las ciudades será posible lograrla.

1 Objetivo 11: lograr ciudades incluyentes, seguras, resilientes y sostenibles.

Sin ahondar en la discusión semántica, de significado compartido o consenso académico e institucional no se puede cuestionar el hecho de que la acelerada urbanización no ha mantenido una relación de equilibrio o *armónica* con el medio ambiente; tampoco parece existir responsabilidad en el crecimiento urbano intergeneracional, sin embargo, la sustentabilidad urbana ya forma parte de las agendas globales de desarrollo. ¿Sería posible pensar en ella cuando no se cumplen, en esencia, los preceptos de responsabilidad, largo plazo y aprovechamiento racional de los recursos?, paradójicamente, la ciudad concentra la mayor cantidad de población, de actividades económicas y, de acuerdo con el *Informe Brundtland*,[2] es la escala más apropiada y efectiva para lograr los grandes propósitos de desarrollo sostenible (Barton, 2006).

Asimismo, señala que, a pesar de las iniciativas mundiales, es claro que las áreas metropolitanas que no cuentan con un marco orientado a la sustentabilidad enfrentarán serios obstáculos. El Área Metropolitana de San Luis Potosí (AMSLP) se ha convertido en un referente nacional (es la undécima ciudad más grande del sistema urbano); como resultado de la dinámica económica, el crecimiento de la superficie urbana duplica a la tasa de crecimiento de su población, tiene un patrón fragmentado en la cuarta parte de su territorio derivado de la falta de una relación *armónica* con el medio ambiente y es una ciudad que *sufre* por el agua potable en suministro y calidad, sin embargo, cuando llueve se registran inundaciones en gran parte de sus vialidades; la construcción de fraccionamientos en parte de la sierra que rodea a la ciudad ha provocado que la cantidad de agua que escurre se duplique y la velocidad con la que baja se triplique.

Considerando el suelo como el recurso natural que debe ser aprovechado bajo una visión responsable y de equilibrio para garantizar la calidad de vida de las próximas generaciones, la presente investigación tiene el objetivo de plantear criterios de sustentabilidad urbana para la ciudad de San Luis Potosí a partir de su patrón de crecimiento urbano y su impacto en el paisaje natural. A manera de resultado, se presenta una agenda para incorporar la sustentabilidad en la ciudad, desde un enfoque de responsabilidad ambiental, con una visión a largo plazo, basada en uno de los tres principios de la NAU: el diseño y la planeación urbana.[3]

Este artículo se organiza en tres apartados: el primero, de forma más conceptual, organiza ideas para considerar la sustentabilidad en la ciudad; el segundo analiza el crecimiento urbano de la ciudad de San Luis Potosí, sus características y tendencias, destacando algunas implicaciones sobre el paisaje natural; al final, se propone la agenda orientada a la sustentabilidad en la urbe.

Importancia ambiental en la ciudad

Desde la segunda década del siglo pasado, las agendas globales y autoridades de los gobiernos de diferentes países se han comprometido con las metas del desarrollo sustentable; ciudades latinoamericanas han emprendido programas a largo plazo con la finalidad de enfrentar los grandes problemas ambientales (Satterthwaite, 1998). La ONU reconoce que solo logrando la prosperidad en las ciudades se podrán cumplir las metas de desarrollo sostenible establecidas en el objetivo 11 de los ODS.

Existe una amplia diversidad de enfoques, debates y dilemas. La ambigüedad del significado permite que grandes organismos internacionales aseguren ser líderes en ciudades sustentables, cuando en realidad solo contribuyen al crecimiento de urbes que no cumplen las metas establecidas (Satterthwaite, 1998).

Como principal origen se reconoce que el concepto moderno de sustentabilidad surge con el *Informe Brundtland*, el cual mostró la preocupación global por atender los temas ambientales relacionados con el desarrollo económico y definió el de-

2 Publicado en 1987 y cuyo nombre original es *Nuestro futuro común*.

3 Los tres principales elementos son: a) planeación y diseño urbano, b) financiamiento y economía urbana y c) normatividad e instituciones.

sarrollo sustentable como: "…satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades…"; además, explicaba que era posible mantener la esencia de la sociedad industrial moderna pero, además, corregir los excesos y recuperar la Naturaleza perdida (Lezama & Domínguez, 2006).

Existen dos principios identificados en la definición del *Informe*: a) la responsabilidad del uso de recursos y b) el enfoque de largo plazo, intergeneracional; sin embargo, debido a los grandes problemas que se observan en la ciudad, mantenerla funcionando de manera sostenible representa uno de los mayores desafíos de este siglo (Bouskela *et al*., 2016). Para Meadows (1992), la sociedad sustentable es aquella que persiste a través de generaciones, que en el tiempo administra y no agota su sistema físico y social; una sociedad no sería sostenible en caso de que dejara de funcionar y no pudiera mantenerse por tiempo prolongado (Heinberg, 2010).

¿Debemos referirnos a sustentabilidad o sostenibilidad urbana? Se hace referencia al primer concepto en la mayoría de los casos; las diferencias provienen de la traducción y de las referencias de los estudios especializados: artículos científicos traducen *sustainanility* como sostenibilidad y otros lo hacen como sustentabilidad. Así, aunque parece solo una cuestión lingüística, el significado implica una diferencia, mientras que la sustentabilidad es una defensa, la sostenibilidad implica el mantenimiento de un proceso (Cortés Mura & Peña Reyes, 2015).

En este orden de ideas, existen dos implicaciones: la aspiracional hacia un nivel de desarrollo positivo y el resultado del análisis de los impactos negativos del hombre en su entorno natural (Bybee, 1991). Entender la sustentabilidad como proceso ha significado el desarrollo de nuevas líneas de estudio, como el desarrollo urbano sustentable y la planificación estratégica sustentable. Como instrumento del primero, la segunda es una reorientación de la planificación estratégica, es una práctica a largo plazo e integral del espacio urbano que busca disminuir los impactos de la gestión urbana neoliberal que se basa en indicadores de crecimiento económico y en una expansión sobre el suelo rural dirigida por el mercado (Barton, 2006).

De esta manera, el futuro de las ciudades podría depender en gran medida de resolver sus dilemas urbanos con el medio ambiente, uno de ellos referente al crecimiento urbano, su expansión y el mantenimiento de las áreas naturales (Lois, González & Escudero, 2012). En relación con el paisaje, es importante mencionar que, como recurso natural de la ciudad, su vínculo con la sustentabilidad no se limita a promover la permanencia del paisaje natural, sino que debe incluir la garantía de acceso equitativo, igualitario y democrático del patrimonio natural socialmente generado (Lezama & Domínguez, 2006). Así, la sustentabilidad urbana implica también el acceso social a los recursos naturales.

En resumen, entender el concepto de sustentabilidad urbana requiere tanto de analizar los problemas en la ciudad, su dinámica y procesos resultado principalmente de la concentración, el consumo y el crecimiento (López, 2004) como de una reforma legal y de las instituciones para la asignación de nuevas responsabilidades, estrategias e instrumentos de planeación y gestión urbana.

La definición de sustentabilidad y su aplicación en la ciudad implica una relación de equilibrio con el medio ambiente natural, de responsabilidad para asegurar el crecimiento urbano de las futuras generaciones; tiene un horizonte de largo plazo y un enfoque al proceso de crecimiento, expansión y densidad. La planificación estratégica con enfoque sustentable pretende orientar el crecimiento para evitar las prácticas de mercado del suelo en la periferia a ultranza de los recursos naturales. En esta lógica, éste se convierte en el recurso estratégico para el desarrollo urbano: a) garantizar el acceso de futuras generaciones al suelo urbano ordenado y b) lograr una mejor posición y menor impacto para pasar de la expansión a su aprovechamiento natural.

Principios metodológicos para el estudio del crecimiento urbano

México es una de las naciones más urbanizadas de América Latina: el sistema urbano nacional está integrado por más de 400 ciudades y 59 zonas metropolitanas que concentran 85% de la población urbana del país (Garza, G., 2002). Ciudad de México forma parte de un corredor urbano de gran importancia latinoamericana.

Los cambios en los ritmos de urbanización y la emergencia del fenómeno urbano acentuaron el consumo de recursos naturales en pequeñas partes del territorio; el suelo urbano, el agua y la energía comenzaron a ser las preocupaciones respecto a las formas de cómo estaban creciendo las ciudades; por ejemplo, el proceso de cambio de uso de suelo de forma drástica, su afectación en las áreas agrícolas y la modificación de la producción de recursos para la ciudad (Cruz, 2002). Con la dinámica de crecimiento urbano se hizo más difícil determinar el límite de la ciudad, medir impactos ambientales y realizar acciones de planeación y diseño urbanos.

El crecimiento de las ciudades ha llevado a la conformación de metrópolis; su definición, delimitación y gestión son temas de difícil precisión, en particular, en el caso de establecer límites, existe poca experiencia en México (CONAPO, 2017). En términos normativos, el reconocimiento a la *metrópoli* se dio recientemente en el 2016 con la nueva *Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano*; esto influye tanto en la planeación como en el financiamiento del desarrollo urbano; por ejemplo, el acceso a recursos del Fondo Metropolitano está limitado a las ciudades reconocidas en el estudio *Delimitación de las zonas metropolitanas* elaborado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO).

En el 2017, el CONAPO publicó el estudio para delimitar 74 zonas metropolitanas en México con información del 2015; la metodología aplicada incluyó una revisión de experiencias sobre criterios en la conformación a nivel mundial y consideró, principalmente, la contigüidad física de la superficie urbana. Con la finalidad de precisar y avanzar en los métodos para definir las metrópolis, en el siguiente apartado se expone el proceso metodológico para la definición del área metropolitana de San Luis Potosí.

¿Zona o área metropolitana? Precisiones conceptuales

El término zona metropolitana hace referencia a la superficie urbana y rural de las conurbaciones acotadas por límites municipales. Las instituciones responsables de establecer los linderos de las ciudades en México no especifican la forma o el método de delimitar el área urbana, de tal manera que se circunscribe a las fronteras político-administrativas de la organización territorial del gobierno local (los municipios) incluyendo áreas urbana y rural.

La ciudad es el área contigua edificada, habitada o urbanizada con usos de suelo de naturaleza no agrícola y que, partiendo de un núcleo, presenta continuidad física en todas direcciones hasta que sea interrumpida en forma notoria por terrenos de uso no urbano (Unikel *et al*., 1978). Su proceso de crecimiento sobre los límites administrativo-municipales es referido como *metropolización* y la superficie integrada por las entidades político-administrativas se denomina zona metropolitana, término que para Unikel *et al*. (1978) es el conjunto de unidades político-administrativas que incluye la ciudad central y las contiguas a ésta, que están conurbadas y tienen características que comparten sitios de trabajo o lugares de residencia de trabajadores dedicados a actividades no agrícolas; mantienen una interrelación socioeconómica directa, constante e intensa. Graizbord y Salazar (1986) señalan que sus límites no son irregulares y tampoco dinámicos, ya que se definen por mismos límites municipales; de esta manera incluyen áreas urbana y rural.

También se entiende como el conjunto de dos o más municipios que integran una ciudad de 50 mil habitantes o más, cuya área urbana, funciones y ac-

tividades sobrepasan el límite municipal, incorporando ayuntamientos vecinos predominantemente urbanos con los que mantiene un alto grado de integración socioeconómica; esta definición incluye, además, municipios que son relevantes para la planeación y política urbanas (CONAPO, 2007).

Sobrino (1993) define el área metropolitana como el espacio urbano construido y continuo, con límites irregulares que finaliza cuando la superficie deja de presentar uso de suelo urbano; es resultado del crecimiento de las ciudades dispersas y fragmentadas; su delimitación es difícil y complicada, ya que es altamente dinámica y requiere de métodos propios (Sorribes *et al*., 2012).

La influencia urbana del área metropolitana y las interacciones que ocurren entre sus unidades involucradas no están delimitadas por el uso de suelo urbano, alcanzan áreas no conurbadas donde existe población en localidades rurales plenamente involucradas en la vida urbana (Sobrino, J., 1993).

Para efectos del análisis de las implicaciones del crecimiento urbano sobre el paisaje natural, se emplea el término de área metropolitana; sin embargo, se reconoce la dificultad de su delimitación y, por ello, se generó un proceso que se aplicó en el caso del AMSLP a partir de los avances tecnológicos que se han registrado y han hecho posible el trabajo sofisticado con imágenes de satélite y sistemas de información geográfica (SIG).

Una propuesta para definir el área metropolitana de SLP

La presente investigación partió de reconocer de forma clara el crecimiento urbano de San Luis Potosí para enero del 2017; ésta, tal vez, representa la principal ventaja, es decir, diario (o conforme se tiene el registro de una imagen de satélite) es posible identificar el límite de la ciudad, su dinámica de crecimiento, dirección e implicaciones inmediatas.

La metodología que se empleó es análoga a la definida en el índice de prosperidad urbana para México que emplea la ONU en su programa de Asentamientos Humanos ONU-Hábitat. Se busca responder a la pregunta: ¿cómo y hacia dónde ha crecido la ciudad de San Luis Potosí?, con especial interés en las áreas o afectaciones sobre el paisaje natural.

La superficie del área metropolitana no es uniforme y continua sobre el territorio. La delimitación de polígonos incluye el área urbana de la ciudad central y otras que se identifican como de crecimiento discontinuo, pero que también integra el área metropolitana; las variables que incluye son en unidades de superficie. Los años que se considera son el 2010 a partir de las áreas geoestadísticas básicas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la cartografía de uso del suelo; la superficie del 2017 se calculó con la metodología descrita a continuación.

Como primera parte se diseñó un SIG para el procesamiento y análisis de percepción remota de una imagen *Landsat* con una resolución de 30 metros obtenida del *U.S. Geological Survey*. Después, se aplicó un análisis de falso color para clasificar y seleccionar unidades con características urbanas y no urbanas. Como tercer paso, se *vectorizó* la imagen *raster* de la ciudad, se integró un polígono de la ciudad central y fragmentos que forman el área metropolitana, se contabilizó la superficie urbana de los polígonos según su clasificación y se determinó el límite y la superficie del área metropolitana actualizada a febrero del 2017.

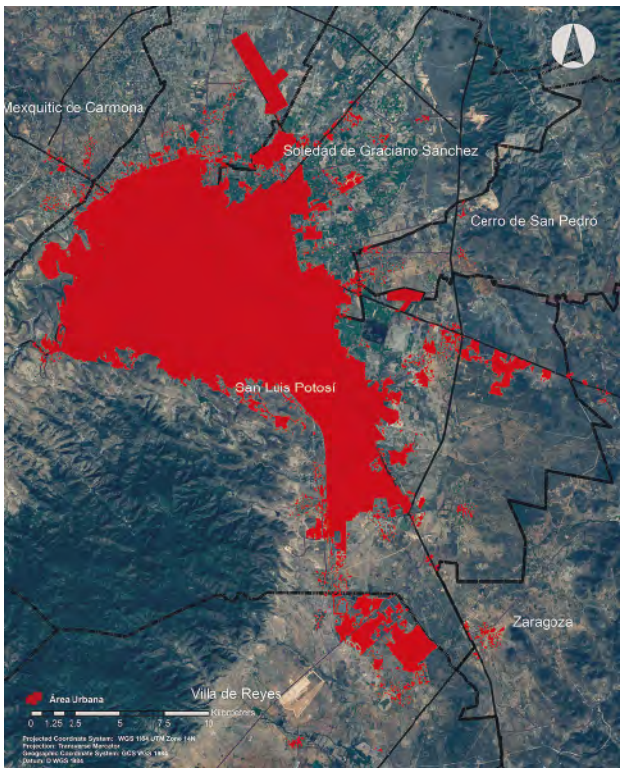
Esta investigación partió del estudio realizado por Huang *et al*. (2007) y da continuidad al trabajo de diseño urbano y fragmentación metropolitana en San Luis Potosí (Alva *et al*., 2016). Con la finalidad de estudiar las implicaciones sobre el paisaje natural, se analizó el suelo agrícola y la vegetación con cartografía del INEGI, se realizó una sobreposición,[4] se contabilizó la superficie urbana sobrepuesta y se identificó la superficie natural afectada.

4 También permitió identificar grados de afectación según tipo y uso de suelo clasificado por el INEGI.

Así, el AMSLP en el 2017 está integrada por la superficie urbana de seis municipios, un polígono central que incluye dos ayuntamientos y espacios fragmentados de los de la capital: Soledad de Graciano Sánchez, Mexquitic de Carmona, Villa de Reyes, Cerro de San Pedro, así como una incipiente conurbación hacia Zaragoza, lo cual permite clasificar al área metropolitana con una forma fragmentada (ver imagen 1).

Imagen 1

Área Metropolitana de San Luis Potosí, 2017



Fuente: Alva y Martínez, 2017.

Crecimiento del AMSLP y sus implicaciones ambientales

De acuerdo con el Consejo Nacional de Población (2007), en México existen 59 zonas metropolitanas, la de San Luis Potosí (ZMSLP) ocupa el lugar 23 por su ritmo de crecimiento y el 28 por la extensión de la superficie urbana; sin embargo, es la quinta ciudad con mayor densidad de población.

Los principales problemas ambientales que se observan en el AMSLP[5] son: a) falta de definición del límite urbano, de ordenamiento y de instrumentos de gestión urbana integrados; b) crecimiento desordenado discontinuo y fragmentado (en especial sobre la sierra de la periferia); c) amplia diferencia en las densidades; d) gran cantidad de *vacíos* urbanos; y, sobre todo, e) falta de áreas verdes con capacidad de recreación y absorción, lo que produce inundaciones en las vialidades.

Crecimiento urbano en el AMSLP

Según las recomendaciones del Programa de Ciudades Emergentes y Sostenibles[6] del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la relación del ritmo de incremento de la población entre la tasa de crecimiento de la superficie debe ser igual o menor a 1; sin embargo, con el análisis desarrollado para el AMSLP, este indicador es equivalente a 0.57, es decir, está creciendo por encima del incremento de la población, lo cual la colocaría como una ciudad poco sustentable.

En el periodo comprendido entre 1990 y el 2010, tanto la población como la superficie aumentaron, en promedio, 2% anual; sin embargo, a partir del 2010 y hasta el 2017 se registró un aumento de la superficie mayor a 3.5% anual, casi el doble de la población; también, se cuantificó que 25% del área metropolitana se encuentra fragmentada, es decir, está integrada por la superficie de los pequeños polígonos alrededor del de la ciudad central.

El crecimiento de la superficie del AMSLP en febrero del 2017 alcanzó las 23 599.28 hectáreas, casi las 25 338.09 que se esperaban para el 2025, según datos del *Plan de Centro de Población Estratégico San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez* autorizado en el 2003. La actualización de ese mismo

5 Según lo definido en el apartado ¿Zona o área metropolitana?... de este artículo, se refiere solo a los problemas dentro del área urbana continua sin considerar la rural de los municipios que integran la ZMSLP.

6 Define una serie de parámetros entre los que se ubica la densidad y el crecimiento de la población y de la superficie urbana que permiten clasificar la sustentabilidad en la ciudad; para más información ver la *Guía metodológica Programa de Ciudades Emergentes y Sostenibles*. Tercera edición, 2016.

plan en el 2017 solo describe la dirección del crecimiento hacia los conjuntos habitacionales, en particular Desarrollo del Pedregal, Villa Magna y Ciudad Satélite.

El área urbana se caracteriza, también, por un patrón desigual de ocupación: más de 1 millón de habitantes (70%) habita en 39% del territorio (según los datos del censo del 2010); la densidad media en esta área es superior a los 75 habitantes por hectárea, similar a lo que sucede en León de los Aldama, Guanajuato o Santiago de Querétaro, Querétaro; o bien, 50% de la población se ubica en 29% de la superficie urbana, considerada zona de muy alta densidad; en esta superficie el valor es por arriba de 100 habitantes por hectárea, equivalente o mayor a la densidad media de la Ciudad de México. En el siguiente apartado se analiza cómo este patrón expansivo, fragmentado y desequilibrado se relaciona y afecta las áreas naturales.

Implicaciones del crecimiento urbano en el paisaje natural

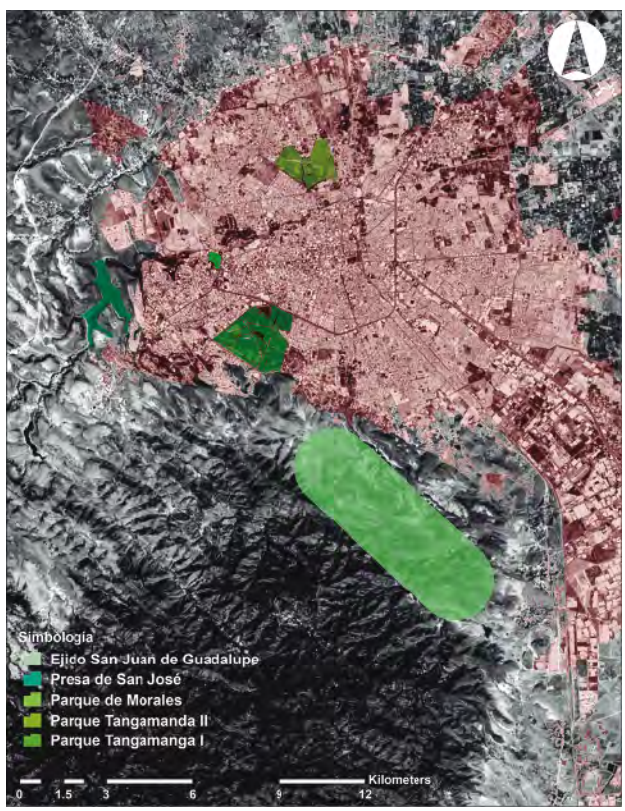
De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), se recomienda que por cada habitante existan al menos 9 metros cuadrados de áreas verdes en un radio de cobertura menor a 500 metros o en una distancia de 15 minutos caminando (Meza & Moncada, 56). Los reglamentos de construcción de fraccionamientos en San Luis Potosí determinan un destino del área verde equivalente a 15% del total de la zona vendible, aunque en fecha reciente se modificó a 20 por ciento.[7] En el caso del Programa de Ciudades Emergentes y Sostenibles (BID, 2016), el valor de referencia debe ser mayor a 10% para ser considerado sustentable, menor a 7% es bajo.

A principios de siglo, el área verde del AMSLP representaba 7% de la superficie urbana; en el 2010 disminuyó a 6.2% y para el 2015 bajó hasta 5.9%; a pesar de que esta proporción está bajando conforme aumenta la superficie urbana, se mantiene en el estándar recomendado por la OMS, aunque no se cumple el criterio de distribución (cobertura de 500 metros o tiempo de recorrido) y es casi la mitad del parámetro del BID; de continuar esta tendencia, para el 2020 ya no se cubrirá el criterio de 9 metros cuadrados por habitante y se considerará una ciudad poco sustentable.

Más de la mitad de esta superficie corresponde a los parques urbanos (Tangamanga 1 y 2); adicionalmente, el Paseo la Presa representa 3% de la superficie urbana del área metropolitana, así como el Área Natural Protegida Parque Urbano Ejido San Juan de Guadalupe, con una superficie equivalente a casi 8%; es decir, considerando estos dos parques urbanos, el porcentaje podría alcanzar casi 17% de la zona urbana. La distribución de estos espacios en la ciudad se muestra en la imagen 2.

Imagen 2

AMSLP, distribución de las áreas verdes, 2017



Fuente: elaboración propia a partir de imágenes *Landsat 8*. 2017.

7 Está señalado en el documento de consulta de la *Actualización del Plan de Centro de Población Estratégico San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez 2017.*

En la actualidad, en San Luis Potosí no existe una proporción recomendable entre el área urbana y la natural atendiendo al criterio de distribución y calidad, lo cual representa un riesgo de equilibrio ambiental; además, la población no está distribuida de manera homogénea.

De acuerdo con el análisis de la superficie urbana y el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas del INEGI, en la zona sur-poniente de la ciudad el crecimiento sobre la sierra de San Miguelito ha incrementado la cantidad de escurrimientos (0 a 20% en el coeficiente), cuya velocidad se ha triplicado y, por supuesto, ha disminuido la capacidad de absorción del suelo.

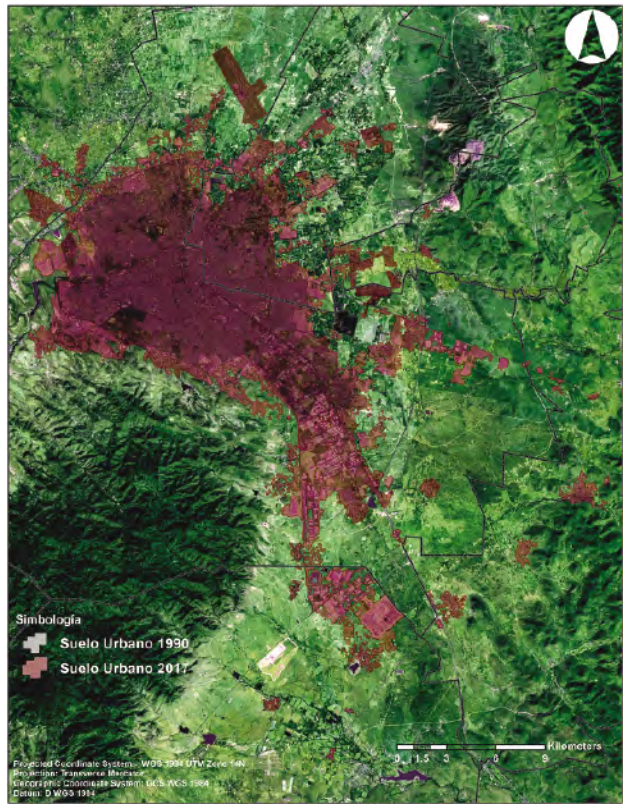
Algunas de las principales implicaciones del crecimiento urbano acelerado, fragmentado y poco planificado[8] es la disminución de paisaje natural y, con ello, alteraciones en la calidad del aire, abasto de agua, erosión e inundaciones, las cuales afectan drásticamente la movilidad en el AMSLP.

Entre 1997 y el 2000, la superficie urbana creció por encima de 4% en promedio anual, sin embargo, el área verde decreció; el primer lustro de la década pasada, el área urbana bajó su ritmo y las áreas verdes aumentaron, pero no alcanzó a modificar la pérdida de área natural que ya se había registrado.

A partir del 2005, esto afectó principalmente el pastizal en las zonas con pendiente alta y el uso de suelo agrícola. En la imagen 3 se muestran dos superficies del AMSLP, la más pequeña representa el crecimiento en 1990 y la otra, la cubierta hasta febrero del 2017 sobre las áreas de pastizal y agrícola. En la zona norte, el crecimiento disperso y fragmentado ha ocupado las partes agrícolas de riego y temporal.

Imagen 3

AMSLP, crecimiento urbano y paisaje natural, 1997-2017



Fuente: elaboración propia a partir de imágenes *Landsat 8*. 2017.

Mientras que el crecimiento de la superficie urbana alcanzó más de 4%, el ritmo con el que disminuye el paisaje natural es de 2.5% (ver cuadro); en este sentido, se identifica un dilema ambiental en el AMSLP referente hacia dónde y cómo va a crecer en los siguientes años, o bien, privilegiar la recuperación del paisaje natural.

En síntesis, actualmente, en el AMSLP no existe un crecimiento sustentable, responsable en el largo plazo con el suelo y el paisaje que deriva en problemas y representa un riesgo al equilibrio ambiental, ¿qué podríamos hacer?

Una planeación urbana responsable debería incorporar el diseño urbano y del paisaje como parte del crecimiento de la ciudad, que garantice la superficie de áreas verdes como recurso natural estratégico; generar espacios públicos con un radio de influencia menor a 1 km, basados en una cubierta vegetal que canalice el agua al subsuelo

8 San Luis Potosí presenta un rezago en materia de instrumentos de planeación. En 1993 surgió el primer plan de centro de población de la conurbación San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez; en el 2003 se actualizó y en febrero del 2018 concluyó la consulta de la actualización del 2017. No se cuenta con un plan con visión metropolitana que incluya los seis municipios de integran el AMSLP.

Cuadro

AMSLP, superficie urbana y del paisaje, 2017

	Superficie (ha)					Tasa de crecimiento medio anual			
Superficie	1997	2000	2005	2010	2017	1997-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2017
Área urbana	15 053	17 086	17 300	18 444	23 599	4.31%	0.25%	1.29%	3.58%
Paisaje natural	34 778	32 746	32 531	31 388	26 232	-1.99%	-0.13%	-0.71%	-2.53%

o al sistema de ríos con los que cuenta la ciudad e incluir un plan integral de infraestructura para la captación, manejo y aprovechamiento del agua de lluvia. Estas ideas se desarrollan a manera de agenda para el AMSLP en el siguiente apartado.

Hacia una planeación ordenada y sustentable

Es cierto que una ciudad no puede dejar de crecer y que sigue tendencias que son difíciles de revertir; en esta situación, la planeación y el diseño urbano permiten orientar y generar el valor de la expansión y densificación de la ciudad con la finalidad de aprovechar los beneficios de la urbanización.

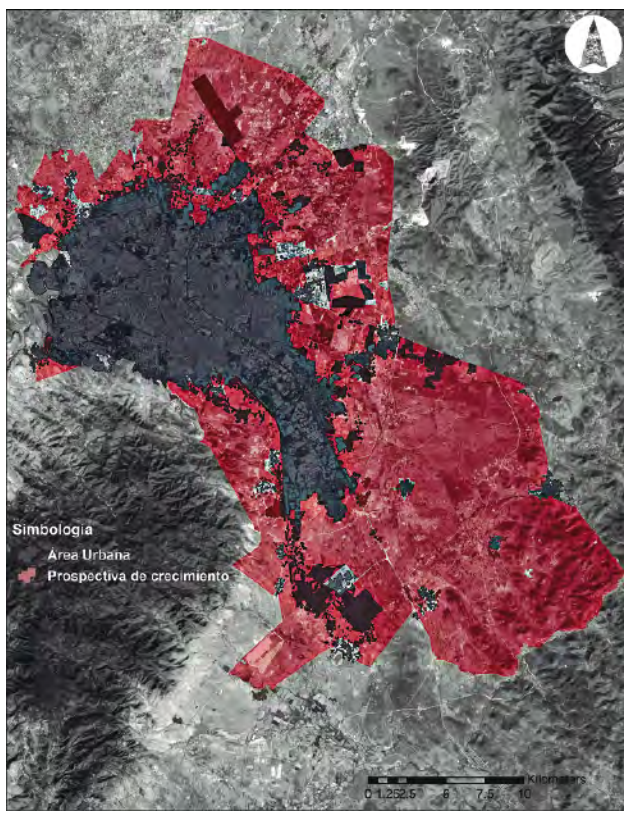
Los retos más complejos que enfrenta el país están relacionados con las ciudades: son de orden metropolitano principalmente; en el futuro inmediato se concentrarán en la movilidad, el medio ambiente (suelo, agua y energía) y en economía urbana (innovación, financiamiento y competitividad) (BID, 2014).

Como ya se mencionó, en el AMSLP hay una desigual distribución de la población como en todas las ciudades: la mitad de los habitantes vive en la tercera parte de la superficie urbana con densidades de entre 100 y 300 habitantes por hectárea; sin embargo, existe 25% de la ciudad con baja densidad que está fragmentada. La extensión urbana está creciendo a un ritmo superior al de la población, lo cual genera también un patrón expansivo. Consolidar la cuarta parte del territorio metropolitano tardaría 13 años, pero crear un nuevo polígono central, más de 100. En principio, se debe aumentar la densidad en la zona norponiente y surponiente, sobre todo, en dirección a Zaragoza, construir infraestructura y generar áreas verdes antes de continuar la expansión.

De acuerdo con el patrón de crecimiento, es posible identificar una hipótesis para la planeación más responsable, identificar un contorno que agrupe los fragmentos y consolide el crecimiento en esta superficie antes de continuar la expansión como se muestra en la imagen 4.

Imagen 4

AMSLP, polígono de consolidación del crecimiento y paisaje urbano



Fuente: elaboración propia a partir de imágenes *Landsat 8*. 2017.

El polígono del área urbana consolidada incluiría una superficie posible de urbanizar superior a 55 600 hectáreas para los próximos 118 años al ritmo de crecimiento actual, contener la expansión y lograr densificar de manera estratégica; esto último representaría aumentar la relación de la población sobre la superficie en áreas urbanizables y hasta 200 habitantes por hectárea en sectores de la periferia o de baja densidad, así como incrementar el territorio natural hasta poco más de 5 mil hectáreas dentro del polígono consolidado.

En los compromisos de las agendas globales, la forma de crecimiento del AMSLP es condicionante para el logro de las metas, y destacan las siguientes premisas de planeación, diseño y sustentabilidad urbana:

- Proyecto de ciudad. Generar una visión del crecimiento sustentable, es decir, una estrategia o ruta que guíe las acciones en el mediano y largo plazos, que dé orden, certidumbre y articule el crecimiento económico, tecnológico, urbano y ambiental para la ciudad bajo una idea de equilibrio y equidad pero, sobre todo, orientado a las personas, que son la razón de ser en la planeación y el diseño urbano.
- Resolver el dilema ambiental. El crecimiento del AMSLP tiene que direccionarse, no puede continuar creciendo e intentar administrar los problemas de inundaciones recurrentes a partir de construir colectores, mejor debe contener el crecimiento e incrementar las áreas naturales para recuperar zonas de absorción y modificar las escorrentías. La dirección debe basarse en la dinámica de crecimiento de la población, de la superficie urbana, la distribución de las densidades y la delimitación para incrementar la proporción de áreas verdes distribuidas dentro de las 24 mil hectáreas del AMSLP y de su futura consolidación, lo cual permitirá que la relación de crecimiento de la población sobre el aumento de la superficie sea igual o superior a 1, lo cual recomienda el BID para una ciudad sustentable.
- Generación de activos. Monitorear el crecimiento urbano y preservar el paisaje natural permiten generar activos que pueden ser utilizados desde el punto de vista cultural y turístico hacia las personas; con ello, proporciona un valor agregado en la ciudad. En el periodo analizado, el suelo urbano del AMSLP se incrementó más de 11 mil hectáreas, principalmente sobre el paisaje agrícola, pastizal natural y matorrales en las áreas correspondientes a San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez y Villa de Reyes. La superficie natural dentro del contorno urbano debería representar entre 10 y 15% para considerarse sustentable según parámetros del BID, pero en mejores condiciones de equilibro, más de 50 hectáreas por cada 100 mil habitantes.

El AMSLP está enfrentando nuevos retos de una ciudad de más de 1 millón de habitantes que crece rápidamente; su crecimiento responsable y sustentable está en riesgo ante el patrón expuesto; la política urbana debe ser oportuna y expedita para asegurar mejores condiciones urbanas en convivencia con la Naturaleza, para las futuras generaciones.

Fuentes

Alva, B. "Desarrollo urbano sustentable, ¿una utopía o un proyecto viable?", en: *Convergencia*. 1998, pp. 97-118.

Alva, B., M. López & G. Durán. "Diseño urbano y fragmentación metropolitana en San Luis Potosí", en: Moreno, A. *Medio ambiente urbano, sustentabilidad y territorio en ciudades mexicanas*. San Luis Potosí, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2016, pp. 139-155.

Alva, F. B. & T. Y. Martínez. "Realidades y desafíos del crecimiento urbano en San Luis Potosí", en: *Universitarios Potosinos*. (214), 2017, pp. 4-10. (DE) http://www.uaslp.mx/Comunicacion-Social/Paginas/Divulgacion/Revista/UPcatorce/Universitarios-Potosinos-214.aspx

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). *LAC 2025*. BID, 2014.

_____ *Guía metodológica del Programa de Ciudades Emergentes y Sostenibles*. Tercera ed. Washington, DC, BID, 2016.

Barton, J. "Sustentabilidad urbana como planificación estratégica", en: *EURE*. Santiago de Chile, 2006, pp. 27-45.

Bouskela, M., M. Casseb, S. Bassi, C. de Luca & M. Facchina. *La ruta hacia las* Smart Cities: *migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente*. Washington DC, BID, 2016.

Bybee, R. "Planet Earth in crisis: how should science educator respond?", en: *The American Biology Teacher*. Vol. 53, No. 3. University of California Press, 1991, pp. 146-153.

Camino, D. J., O. M. Gimeno & O. A. Ramón. "Las unidades ambientales homogéneas como herramienta para la ordenación territorial y la caracterización de litorales áridos", en: *Vegueta. Anuario de la Facultad de Geografía e Historia*. 2014, pp. 199-228.

Canosa Zamora, E. S. "Metodología para el estudio de los parques urbanos: la Comunidad de Madrid", en: *GeoFocus*. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*. 2003.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2012 (DE) http://www.conanp.gob.mx/index.php

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *Biodiversidad mexicana*. (DE) http://www.biodiversidad.gob.mx/, consultado el 28 de julio de 2016.

Consejo Nacional de Población (CONAPO). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México*. México, CONAPO, 2007.

_____ *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015*. México, CONAPO, 2017.

Cortés Mura, G. & J. Peña Reyes. "De la sostenibilidad a la sustentabilidad. Modelo de desarrollo sustentable para su implementación en políticas y proyectos", en: *Revista EAN. Escuela de Administración de Negocios*. (78) enero-junio de 2015, pp. 40-54.

Cruz, R. M. "Procesos urbanos y ruralidad en la periferia de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México", en: *Estudios Demográficos y Urbanos*. 2015, pp 39-76.

Garza, G. & M. Schteingart (coords.). "Desarrollo urbano y regional", en: Ordorica, M. & J. Prud'homme. *Los grandes problemas de México*. Vol. II. México, El Colegio de México, 2010.

Garza, G. "Evolución de las ciudades mexicanas en el siglo XX", en: *Notas*. *Revista de Información y Análisis*. (19), México, 2002, pp. 7-16.

Graizbord, B. & H. Salazar. "Expansión física de la ciudad de México", en: Garza, G. *Atlas de la ciudad de México*. México, El Colegio de México, 1986, pp. 120-125.

Heinberg, R. "What Is Sustainability?", en: Heinberg, R. & L. Daniel. *The Post Carbon Reader*: *Managing the 21st Century's Sustainability Crises*. California, USA, Watershed Media, 2010.

Huang, H., H. Lu & M. Sellers. "A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing", en: *Landscape and urband planning*. 2007, pp. 184-197.

Iracheta Cenecorta, A. "Las revoluciones que transforman al mundo", en: *Bitácora Urbano Territorial*. (9). Enero-diciembre de 2005, pp. 54-63. Consultado en línea.

Lezama, J. L. & J. Domínguez. "Medio ambiente y sustentabilidad urbana", en: *Papeles de Población*. 49, 2006, pp. 153-176.

Lois, G. R., P. M. González & G. L. Escudero. "El futuro de las ciudades", en: Lois, G. R. *Los espacios urbanos: el estudio geográfico de la ciudad y la urbanización*. Madrid, Editorial Biblioteca Nueva, SL, 2012, pp. 403-433.

López, B. O. "La sustentabilidad urbana", en: *Revista Bitácora Urbano Territorial*. Vol. 1, núm. 8, 2004, pp. 8-14.

Martínez de la V. G. *La investigacion faunística en el estado de San Luis* Potosí. Tesis profesional. Aguascalientes, Ags., Universidad Autonoma de Aguascalientes, 1995, p. 182.

Meadows, D. *Más allá de los límites del crecimiento*. Aguilar, 1992.

Meza, M. & J. Moncada. "Las áreas verdes de la ciudad de México. Un reto actual", en: *Scripta Nova*. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. U. de Barcelona Ed., 2010, p. 331.

Rodríguez, G. M. & B. J. López. "Caracterización de unidades biofísicas a partir de indicadores ambientales en Milpa Alta, Centro de México", en: *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía UNAM*. 2006, pp. 46-61.

Sandoval, M. *Vegetación actual y potencial y su restauración experimental en el área Parque Urbano Paseo la Presa*, *San Luis Potosí, SLP.* San Luis Potosí, SLP, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2007.

Satterthwaite, D. "¿Ciudades sustentables o ciudades que contribuyen al desarrollo sustentable?", en: *Estudios Demográficos y Urbanos*. 1998, pp. 5-47.

Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental. (DE) http://www.segam.gob.mx/index.htm, consultado el 27 de julio de 2016.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente", en: *Diario Oficial de la Federación*. México, DF, 28 de enero de 1988.

_____ "Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección", en: *Diario Oficial de la Federación*. México, DF, 30 de mayo de 2000.

Sobrino, J. *La urbanización en el México contemporáneo. Reunión de expertos sobre Población Territorio y Desarrollo Sostenible.* Santiago de Chile, CEPAL, 16-17 de agosto de 2011.

Sobrino, J. *Gobierno y administración metropolitana y regional*. Ciudad de México, Instituto Nacional de Administración Pública, 1993.

Sorribes, J., R. del Romero, S. Marrades, D. Boix, A. Galindo, G. Porcar y otros. *La ciudad. Economía, espacio, sociedad y medio ambiente*. Valencia, Tirant Humanidades, 2012.

Terraza, H., B. D. Rubio & F. Vera. *De ciudades emergentes a ciudades sostenibles*. Washington, DC, BID, 2016.

UN. *World Cities Report 2016*. Nairobi, Kenya, United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), 2016.

Unikel, L., G. Garza & C. Ruiz. *El desarrollo urbano en México: diagnóstico e implicaciones futuras*. México, El Colegio de México, 1978.

Modelo de información geoespacial multitemática de código abierto

Open Source Multi-Thematic Geospatial Information Model

Alejandra Vela Salinas, Silvio Gustavo Villarreal Maces, Juan Antonio Garza Fuentes y Catalina Acosta Mejía*

Railroad Track On Field Against Cloudy Sky/José Manuel Espinola Aguayo/ EyeEm /Getty Images

Se presenta un modelo en el cual las unidades del Estado pueden basar sus políticas para la gestión pública en un esquema colaborativo fundamentado en estándares para incorporar los registros administrativos de las propias unidades, además de que, en conjunto con la información estadística y geográfica del INEGI y de otras fuentes, interactúen en un entorno geoespacial para proveer de resultados que coadyuven a la toma de decisiones a partir de un análisis espacio-temporal y la utilización de soluciones geomáticas.

Palabras clave: modelo municipal; código abierto; análisis espacial; soluciones geomáticas; información multitemática.

We present an open-source multi-thematic information model, upon which State Units may base their policies for public management. This model is a collaborative scheme based on standards to incorporate the administrative records, which together with the statistical and geographical information of INEGI and other sources, interact in a geospatial environment to provide results that contribute to decision making.

Key words: government model; open source; spatial analysis; geomatic solutions; multi-thematic information.

Recibido: 16 de agosto de 2017.
Aceptado: 4 de abril de 2018.

* Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), alejandra.vela@inegi.org.mx, silvio.villarreal@inegi.org.mx, juan.garza@inegi.org.mx y catalina.acosta@inegi.org.mx, respectivamente.
Nota: los autores agradecen a Oscar Gasca Brito y Rolando Almaguer Simental, de la Coordinación General de Operación Regional, así como a Carlos Enrique Martínez Juache, Ramón Violante Loya y Diana Lizbeth Loera Domínguez, de la Dirección de Geografía de la Dirección Regional Noreste, ambas instancias del INEGI.

Introducción

Con la promulgación de la *Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (LSNIEG)*, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) se transformó en un organismo con autonomía técnica y de gestión, facultado para desempeñar una dualidad de funciones en el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG): por un lado, como ente normativo en la producción nacional de información estadística y geográfica y, por el otro, como coordinador del Sistema (INEGI, 2008).

En el artículo 4, fracciones II y III, de la LSNIEG se establecen en particular los objetivos del Sistema para difundir de manera oportuna la información a través de mecanismos que faciliten su consulta y promuevan el conocimiento y su uso.

Bajo esta premisa, el INEGI establece en su página oficial esquemas de acceso a la información para ofrecer a los usuarios servicios de consulta y descarga, disponibles de manera gratuita, sencilla y directa, aprovechando el desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación.

Adicionalmente, el Instituto promueve un mecanismo de atención dirigida a las unidades de Estado (UE) —a quienes la LSNIEG define como: "…áreas administrativas que cuenten con atribuciones para desarrollar Actividades Estadísticas y Geográficas o que cuenten con registros administrativos, que permitan obtener Información de Interés Nacional…" (INEGI, 2008)— con la finalidad de maximizar el uso de la información estadística y geográfica que coadyuve a la toma de decisiones.

El INEGI, a través de un convenio de colaboración, define el mecanismo de atención a estas UE como Servicio de Información Georreferenciada (SEIG), sitio diseñado con la plataforma de código abierto MxSIG (desarrollada por el Instituto) para integrar información propia y de las UE.

Resultado del diagnóstico conjunto entre ambos actores, se considera la incorporación de los registros administrativos[1] al SEIG, en particular los de accidentes de tránsito e incidencia delictiva, por contar con un esquema metodológico para su captura (INEGI, 2016; SESNSP, 2017; INEGI, 2011).

Los registros evaluados presentan imprecisiones en la denominación de las vialidades, lo que limita su correcta *espacialización*; por lo tanto, es imperativo aplicar los criterios definidos en la *Norma Técnica sobre Domicilios Geográficos* (INEGI, 2010), como apoyo en su georreferenciación.

Su incorporación e integración de información de otras fuentes para su explotación incentivó la construcción de soluciones geomáticas y originó la evolución del SEIG hacia un concepto más robusto y de mayor alcance: el modelo de información geoespacial multitemática de código abierto. La información geoespacial deriva de datos del mundo real, cuya representación necesita de un sistema de referencia y de otro de coordenadas. Así, provista de latitud, longitud e, incluso, altitud, posibilita su correlación y superposición con información geoespacial[2] de distinto origen (Bernabé-Poveda & López-Vázquez, 2012).

Código abierto e Infraestructura de Datos Espaciales

En 1984, Richard M. Stallman comenzó a trabajar en el proyecto GNU (acrónimo recursivo que significa *GNU is Not Unix*) para desarrollar un sistema operativo libre y, en 1985, creó la Fundación del *Software* Libre. Para soportar el concepto, los programas deben contar con las siguientes características de libertad: 1) de ejecutarlo para cualquier propósito, 2) para estudiar y adaptar su funcionamiento, 3) para distribuir copias y 4) para distribuir copias de las versiones modificadas (Neteler & Mitasova, 2013; Stallman, 2015).

1 Su aprovechamiento para la generación de estadísticas es un tema de relevancia en el SNIEG, porque permite obtener información de interés nacional (INEGI, 2008); en este contexto, el proceso consiste en recabar una serie de datos sobre las características de las personas y las organizaciones, conforme a un sustento legal (INEGI, 2012).

2 En este documento, los términos referidos a información geoespacial, georreferenciada y *espacializada* se consideran como sinónimos.

Dentro de la filosofía de *software* libre existen librerías de código abierto que se pueden utilizar en un entorno de los sistemas de información geográfica (SIG) por usuarios que no pueden o no quieren usar productos comerciales.

En la actualidad, es más común el uso de soluciones de código abierto; en concordancia con esta tendencia, los gobiernos federales de distintos países, en la gestión de la información geoespacial, tratan de que más usuarios adopten estas soluciones y den retroalimentación sobre sus mejoras (UN-GGIM, 2013).

Con los avances en tecnología de servicios web, los SIG fueron sometidos a un cambio substancial, desde aplicaciones de escritorio a arquitecturas de sistemas distribuidos en Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) (Masser, 2005), la cual se define como la integración de una serie de componentes, entre ellos: datos, tecnología, institucionalidad, comunidad, políticas y estándares, que crean una plataforma para que las partes interesadas, tanto usuarias como productoras, accedan, compartan y utilicen los datos espaciales de forma eficiente y eficaz (Randolf Pérez *et al*., 2015).

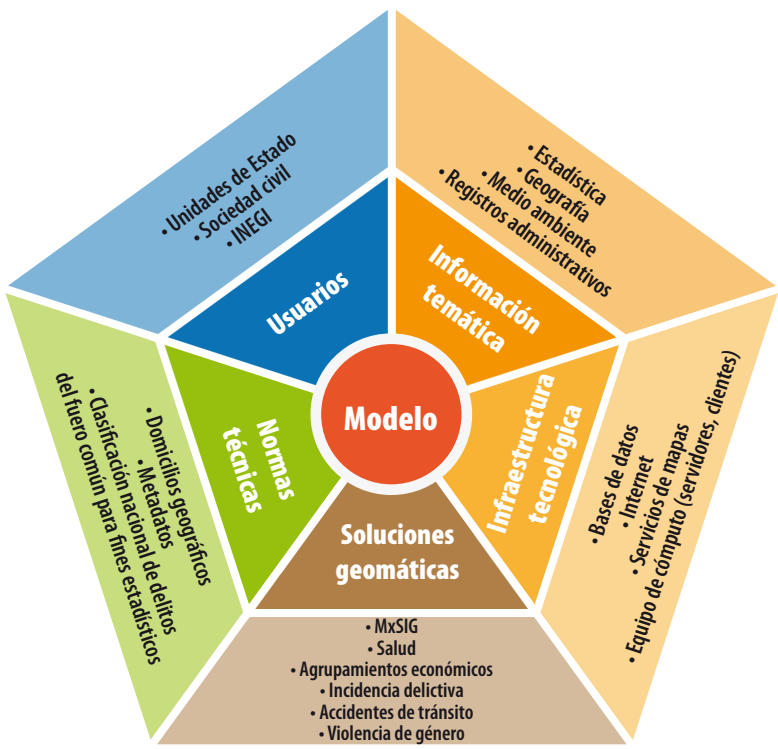
Para el caso de México, en el artículo 26 de la LSNIEG se define la IDE del país con la componente geográfica del Subsistema Nacional de Información Geográfica y del Medio Ambiente,[3] la cual está constituida por los siguientes grupos de datos: marco de referencia geodésico; límites costeros, internacionales, de las entidades federativas, municipales y las demarcaciones territoriales de Ciudad de México; datos de relieve continental, insular y submarino; datos catastrales, topográficos, de recursos naturales y clima; así como nombres geográficos.

De manera conveniente, para el desarrollo de un proyecto IDE es importante incluir la componente social, representada por los usuarios finales (ciuda-

3 Hoy Subsistema Nacional de Información Geográfica, Medio Ambiente, Ordenamiento Territorial y Urbano.

Figura 1

Componentes del modelo de información geoespacial multitemática de código abierto



danos, organismos públicos o privados, empresas y universidades responsables de definir los requerimientos de una IDE).

Resulta útil que los usuarios encargados de la toma de decisiones (generalmente con poca experiencia en la Geomática) puedan explotar una IDE que les permita consultar la información geográfica específica con el apoyo de aplicaciones basadas en servicios web, con una interfaz sencilla y amigable (Bernabé-Poveda & López-Vázquez, 2012).

En el 2011, la Dirección Regional Noreste inició, con la Dirección General de Geografía y Medio Ambiente (ambas, instancias del INEGI), el uso de código abierto en algunos proyectos orientados al análisis espacio-temporal de variables climáticas, así como de información económica con la Secretaría de Desarrollo Económico de Nuevo León.

El modelo

Este concepto es utilizado en distintas áreas del conocimiento; por ejemplo, en la Geografía Física, los modelos se utilizan como ayuda en la explicación de los fenómenos naturales que nos rodean y para entender su complejidad de manera simplificada (Pidwirny, 2006); tomando en cuenta este argumento, se adopta este término para conceptualizar y definir el proyecto que se presenta en este trabajo.

Con referencia al concepto descrito, el modelo es un esquema de representación de los procesos del mundo real en forma de mapas (realidad simplificada), representados por diferentes tipos de datos —*raster*, puntuales, de área, línea y geoestadísticos— (Lloyd, 2011), desarrollado con el objetivo de comprender y explicar la dinámica espacial que permita caracterizar patrones de los fenómenos estudiados en un territorio determinado.

El que ahora nos ocupa fundamenta su estructura en una IDE y se compone por los segmentos de usuarios, información temática, infraestructura tecnológica, soluciones geomáticas y normas técnicas (ver figura 1).

La geotecnología utilizada en él se ha dividido en infraestructura tecnológica y soluciones geomáticas con la finalidad de simplificar la explicación.

El modelo de infraestructura geoespacial multitemática de código abierto aplica una arquitectura orientada a servicios de información; como parte de su infraestructura tecnológica utiliza un modelo cliente-servidor; el servidor aloja las aplicaciones, páginas web (*Apache Tomcat*), mapas (*Mapserver*) y bases de datos (*PostgreSQL-PostGIS*), y el cliente accede a los servicios web a través de un visualizador y el uso de intranet o internet como protocolos de comunicación.

Las soluciones geomáticas se desarrollan para facilitar a las UE el análisis de su información georreferenciada; de esta manera, se cuenta con una gama de información multitemática: violencia de género, incidencia delictiva, embarazos en adolescentes, accidentes de tránsito y de agrupamientos económicos (*clusters*).

Las herramientas informáticas incorporadas a las soluciones geomáticas ofrecen a los usuarios crear y visualizar mapas, su despliegue, selección y consulta, elaborar reportes, realizar análisis estadístico, digitalización, análisis multitemporal, localizar lugares y la caracterización de zonas definidas (utilizando áreas de influencia), entre otras funciones.

El utilizar componentes de código abierto permite, además de construir diferentes aplicaciones multipropósito, aplicar estándares de interoperabilidad geoespacial del *Open Geospatial Consortium (OGC)*, así como la posibilidad de acceder a geoservicios, como *Web Map Service (WMS)*, *Web Feature Service (WFS)*, *Web Coverage Service (WCS)* y *Catalog Service for the Web (CSW)*, solo por mencionar algunos.

Aplicaciones

En este trabajo se describen algunos ejemplos que resuelven situaciones específicas en términos de políticas, tecnologías, estándares y recursos. Para ello,

Cuadro

Relación de direcciones de las aplicaciones del modelo

Modelo	Liga
i-cluster	http://www.icluster.inadem.gob.mx/
Secretarías de Economía y del Trabajo	http://mapas.nl.gob.mx/SEDET
SIG Rural	http://sigrural.nl.gob.mx/SEDAGRO/
Apodaca Inteligente	http://www.apodaca.gob.mx/ http://200.239.58.170/mxSIGMA/
Sistema de Información Municipal (SIM) de Nuevo Laredo, Tamaulipas	https://nld.gob.mx/inicio http://201.144.104.22/SIMNLAREDO

Nota: consultados en marzo del 2018.

se han considerado casos con propósitos y visiones diferentes a niveles federal, estatal y municipal.

Es importante considerar las políticas de accesibilidad definidas por las UE, pues estas restringen el acceso público en función del grado de sensibilidad de la información involucrada; esta restricción requiere definir perfiles de usuarios con accesos específicos para garantizar la reserva de la información.

Las dependencias del estado de Nuevo León donde el modelo se implementó con éxito son el municipio de Apodaca, el Instituto Estatal de las Mujeres, además de las secretarías de Economía y Trabajo, de Seguridad Pública (C5), de Salud y de Desarrollo Agropecuario. En Tamaulipas se replicó en el municipio de Nuevo Laredo.

Las aplicaciones de acceso público del modelo se listan en el cuadro.

Particular relevancia reviste la participación de la Dirección Regional Noreste del INEGI en la elaboración del mapa de México a nivel internacional para la representación de *clusters* (ver figura 2), trabajo colaborativo con el Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM). En este proyecto se homologan las metodologías utilizadas en el *Cluster Mapping* de Estados Unidos de América, el cual considera el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN, 2007 & 2013) para los Censos Económicos 2009 y 2014 y las 67 definiciones de *clusters* de Delgado, Porter & Stern (2012); actualmente, el mapa mexicano integra 51 de estas definiciones.

Adicionalmente, a los *clusters* se les incorpora información elaborada por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) para el INADEM sobre sectores estratégicos por entidad federativa.

Para el nivel estatal, se utilizó el modelo denominado SIG Rural (ver figura 3), adoptado por la Secretaría de Desarrollo Agropecuario. Su objetivo es promover la recopilación, procesamiento e integración de datos geográficos del sector con el fin de proporcionar información especializada de los ámbitos agropecuario, ambiental y del medio rural a productores, dependencias gubernamentales y agentes económicos para facilitar su toma de decisiones.

La información incorporada por la Secretaría fue: almacenes de grano; cultivos de cítricos; huertos de manzana y de nogales; pozos de agua; acuíferos sobreexplotados; embalses; unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre; casetas fitozoosanitarias; corrales de engorda y de exportación; granjas avícolas, porcícolas y de caprinos; hatos lecheros; rastros y centros de sacrificio; entre otra.

Figura 2

Mapeo de *clusters* de México

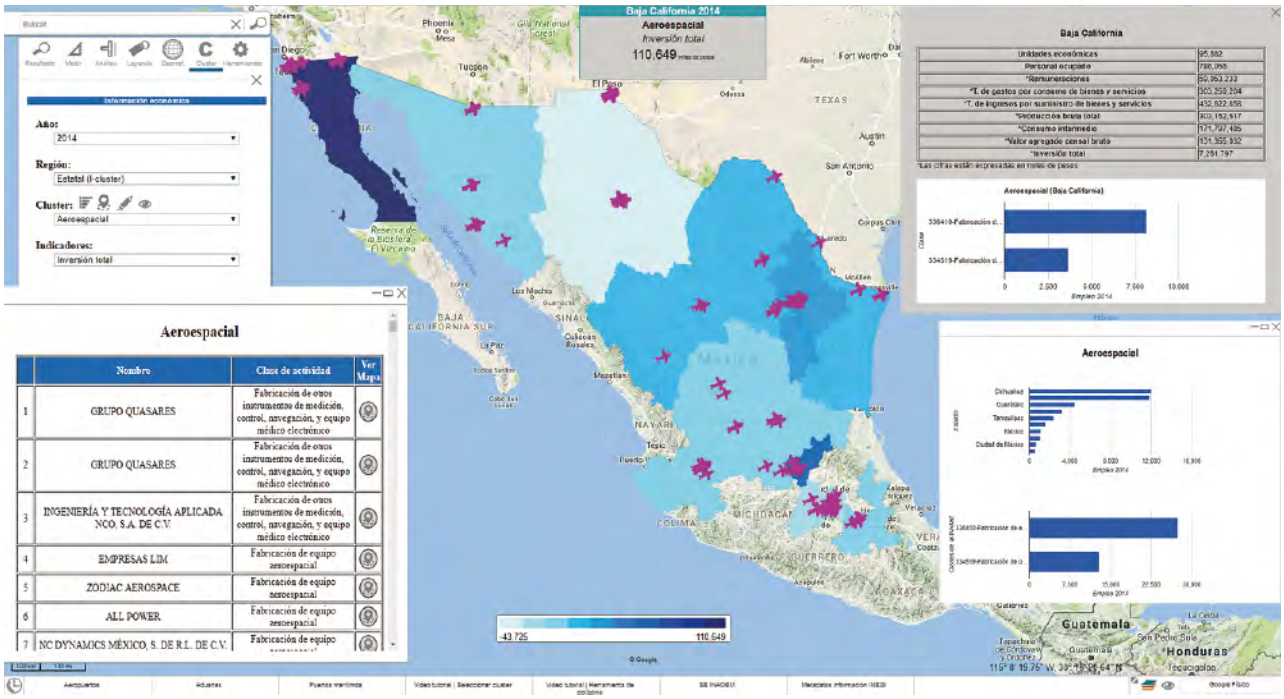


Figura 3

Modelo SIG Rural Nuevo León, acceso público

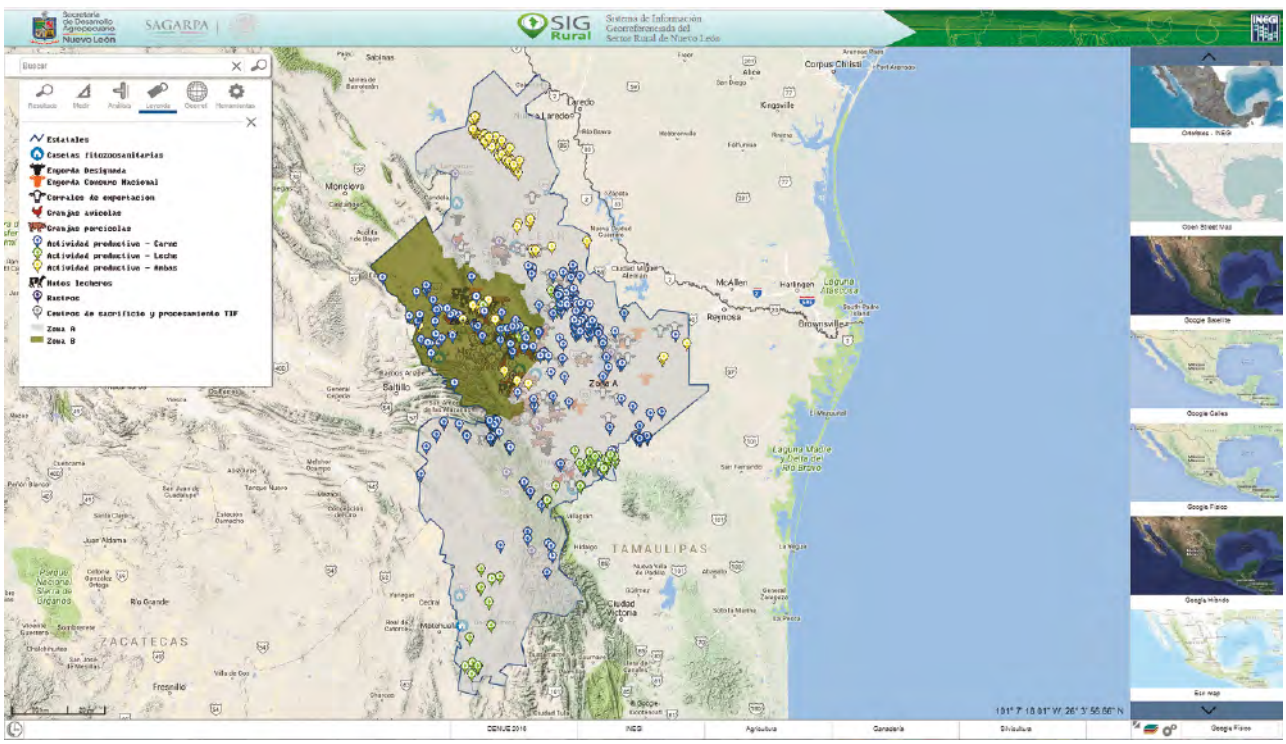
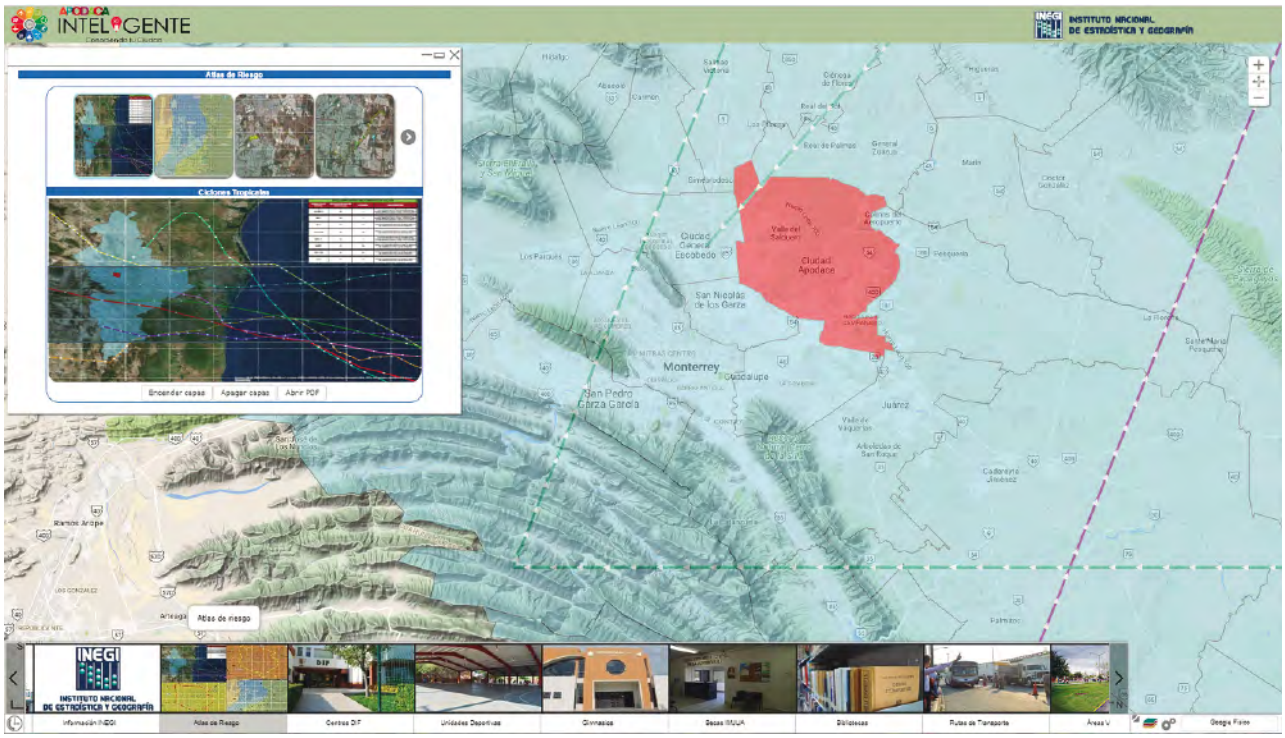


Figura 4

Modelo municipal Apodaca Inteligente, acceso público



El modelo representativo a nivel municipal es Apodaca Inteligente (ver figura 4), el cual contiene información multitemática que coadyuva en la definición de las políticas para la gestión pública municipal en un esquema colaborativo fundamentado en estándares para incorporar los registros administrativos que, en conjunto con la información estadística y geográfica del INEGI y otras fuentes, interactúan en un entorno geoespacial para proveer de resultados que apoyen la toma de decisiones.

A continuación, se lista la información contenida en el modelo, agrupada en dos categorías: pública y de reserva.

Pública

- Mercados rodantes.
- Bibliotecas.
- Hoteles, haciendas, parques acuáticos y autódromo.
- Albergues temporales, estaciones de bomberos y bases de Cruz Roja.
- Edificios municipales.
- Áreas verdes.
- Empresas en parques industriales.
- Centros DIF.
- Gimnasios.
- Atlas de riesgo.
- Rutas de transporte urbano.
- Áreas inundables.

De reserva

- Accidentes de tránsito.
- Incidencia delictiva.
- Agrupamiento de empresas (clusters).
- Plan de Desarrollo 2020.
- Delimitación de parques industriales.
- Programas de asistencia social.
- Infraestructura hidráulica.
- Violencia contra las mujeres.
- Vecinos ruidosos.

Para el análisis multitemporal de accidentes de tránsito (ver figura 5), se incorporó una solución geomática. Su acceso es reservado.

Para todos los modelos descritos, la información espacial que provee el INEGI depende de las necesidades y vocaciones de las instancias; sin embargo, existe una serie de información geográfica mínima necesaria:

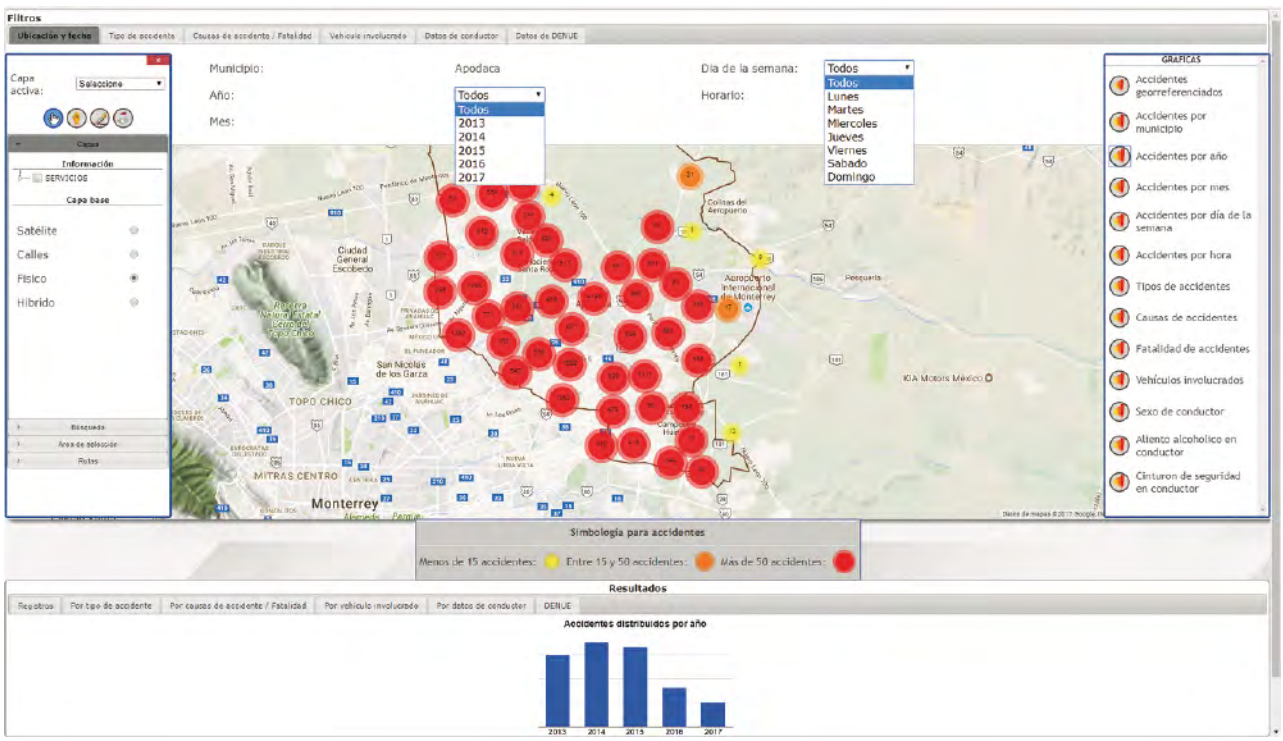
- Marco Geoestadístico: límites estatales, municipales, localidades, vialidades, áreas geoestadísticas básicas (AGEB) urbanas y manzanas.
- Datos del relieve: curvas de nivel.
- Aguas superficiales: subcuencas, corrientes de agua y cuerpos de agua.
- Vías de comunicación: vías férreas.
- Infraestructura hidráulica: canales.
- Geología.
- Edafología.
- Climas.
- Sanitario-ambientales: plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Infraestructura educativa: escuelas.
- Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE): datos de identificación, ubicación, actividad económica y tamaño de los negocios activos en el territorio nacional.
- Inventario Nacional de Viviendas: datos de las viviendas habitadas o no.
- Características de las viviendas particulares habitadas: viviendas que cuentan o no con servicios, piso u ocupantes.
- Características de la población: total de habitantes, población por rangos de edad, población con discapacidad y promedio de escolaridad.

Es fundamental diagnosticar la información o registros generados por la UE para evaluar su factibilidad de uso; de igual manera, se trata de detectar las demandas de capacitación en materia de generación de datos geográficos; es importante considerar la aplicación de normas técnicas para la normalización y estandarización de la información en el proceso de adopción del modelo.

Otros requisitos a considerar son contar con un servidor y con servicios web como medio de ac-

Figura 5

Solución geomática *Accidentes de tránsito*, acceso reservado



ceso a los usuarios y tener personal especializado para realizar actividades de administración, actualización y adecuación de la plataforma, tomando en cuenta su proceso evolutivo. Por lo pronto, la replicación del modelo que aquí nos ocupa se otorga de una manera colaborativa entre el INEGI y las dependencias de gobierno, mientras el uso de componentes de código abierto por las instancias gubernamentales se generaliza.

Conclusiones

La implementación del modelo de información geoespacial multitemática de código abierto permite definir estrategias y acciones para facilitar a los usuarios el análisis espacio-temporal y transversal de la información, esto es, combinar y focalizar los referentes a fenómenos sociales, actividades económicas y recursos naturales en una delimitación territorial, así como atender los mandatos normativos del INEGI y del paradigma de que la información se produce para ser utilizada.

La adopción de este modelo facilita la explotación intensiva e incrementa la calidad de los registros administrativos georreferenciados contribuyendo, de esta manera, en la gestión gubernamental para la aplicación de políticas públicas más acotadas a la realidad y su entorno. Un ejemplo de ello lo constituyen los accidentes de tránsito que, para el caso del municipio de Apodaca, NL, elevó en 45% la calidad en la componente espacial de sus registros.

La aplicación de estándares garantiza contar con información organizada y, si se continúa con la implementación en mayor cantidad de estados y municipios, coadyuvará a que el SNIEG sea más robusto y establecerá las bases para incrementar la información de interés nacional.

El modelo coadyuvó a las dependencias gubernamentales (dependiendo de su vocación) en la elaboración de proyectos productivos: atracción de inversión, apoyos en los centros de atención empresarial para establecer micronegocios, promoción turística, soluciones de ingeniería vial, cadenas productivas, incidencia delictiva, infraestructura médica y caracterización de problemas de salud, entre otros.

El uso de código abierto es, sin duda, la clave para establecer las bases de la construcción de modelos cada vez más complejos, facilitando a las unidades del Estado las acciones y estrategias requeridas para analizar sus hechos y datos que permitan aportar elementos para la consolidación de las ciudades inteligentes.

La implementación del modelo en las UE requiere una inversión para la infraestructura de los servicios de cómputo, así como de la remuneración al personal asignado a las actividades de administración del servidor y actualización de la información, en contraste con la posible disminución del presupuesto destinado a la contratación de licenciamiento de *software* comercial para su operación.

Retos del INEGI

- Revisar y evaluar la calidad de la información que se capta y georreferenciarla para el análisis de los fenómenos y las posibles soluciones.
- Promover con los gobiernos locales el aprovechamiento de sus registros administrativos con el fin de generar información de interés que minimice la realización de levantamientos en campo.
- Brindar asesoría y capacitación al personal de las entidades federativas y los municipios para generar información propia con estándares establecidos con el objetivo de apoyar sus planes y programas, así como dar certidumbre en la distribución y aplicación de los recursos orientados al bienestar de la sociedad en general.
- Sensibilizar a las autoridades de gobierno sobre la adopción de este tipo de esquemas abiertos, lo cual permitirá establecer mejores prácticas y cumplir con los preceptos de transparencia gubernamental.

- Si bien en la actualidad el gobierno federal está realizando esfuerzos para la construcción y publicación de datos abiertos, es necesario hacer extensiva esta práctica a los gobiernos locales para que éstos cuenten con mayores elementos encausados a la generación de políticas públicas.
- Extender este modelo a más instancias no gubernamentales con el fin de generalizar el uso de soluciones de código abierto.
- Considerar la evolución de las IDE para incorporar información de otras fuentes, en tiempo real y con una mayor rapidez de actualización; el uso intensivo de dispositivos móviles por la sociedad deberá tomarse en cuenta para la construcción de contenidos temáticos.

Fuentes

Bernabé-Poveda, M. Á. & C. M. López-Vázquez. *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE).* Madrid, UPM Press, Universidad Politécnica de Madrid, 2012.

Delgado, M., M. Porter & S. Stern. *Clusters, convergence, and economic performance.* National Bureau of Economic Research. 2012 (DE) http://www.nber.org/papers/w18250.pdf, consultado en marzo del 2018.

Gobierno de la República. Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (SESNSP). *Catálogo Nacional Incidentes Emergencia 911*. Gobierno de la República, 2017.

INEGI. *Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica.* México, INEGI, 2008 (DE) http://www.snieg.mx/contenidos/espanol/normatividad/marcojuridico/LSNIEG.pdf, consultado en marzo del 2018.

_____ *Norma Técnica sobre Domicilios Geográficos.* 2010 (DE) http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/normastecnicas/doc/dof_ntdg.pdf, consultado en marzo del 2018.

_____ *Norma Técnica para la Clasificación Nacional de Delitos del Fuero Común para Fines Estadísticos.* 2011 (DE) http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/aspectosmetodologicos/clasificadoresycatalogos/doc/nt_cndfcfe.pdf, consultado en marzo del 2018.

_____ *Proceso estándar para el aprovechamiento de registros administrativos.* INEGI, 2012 (DE) http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/metodologias/est/proc_estandar_registros.pdf, consultado en marzo del 2018.

_____ *Síntesis metodológica de la estadística de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas 2016.* 2016 (DE) http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825087999.pdf, consultado en marzo del 2018.

_____ *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN).* México, INEGI, 2007 (DE) http://www.inegi.org.mx/sistemas/scian/contenidos/SCIAN%20M%C3%A9xico%202007%20(26enero2009).pdf, consultado en marzo del 2018.

_____ *SCIAN*. México, INEGI, 2013 (DE) http://www3.inegi.org.mx/sistemas/SCIAN/scian.aspx, consultado en marzo del 2018.

Lloyd, C. D. *Local Models for Spatial Analysis.* Boca Ratón, Florida, CRC Press, 2011.

Masser, I. *GIS worlds: creating spatial data infrastructures*. Vol. 338. ESRI press Redlands, CA, 2005.

Neteler, M. & H. Mitasova. *Open source GIS: a GRASS GIS approach.* Vol. 689. Springer Science & Business Media, 2013.

Pidwirny, M. *Humans and Their Models. Fundamentals of Physical Geography.* 2006 (DE) http://www.physicalgeography.net/fundamentals/4a.html, consultado en marzo del 2018.

Randolf Pérez, D., D. Ballari & L. M. Vilches-Blázquez. "Participación y dinamicidad en las Infraestructuras de Datos Espaciales: una propuesta de indicadores para medir su impacto en la sociedad", en: *Revista Cartográfica.* 91, 2015, pp. 175-191.

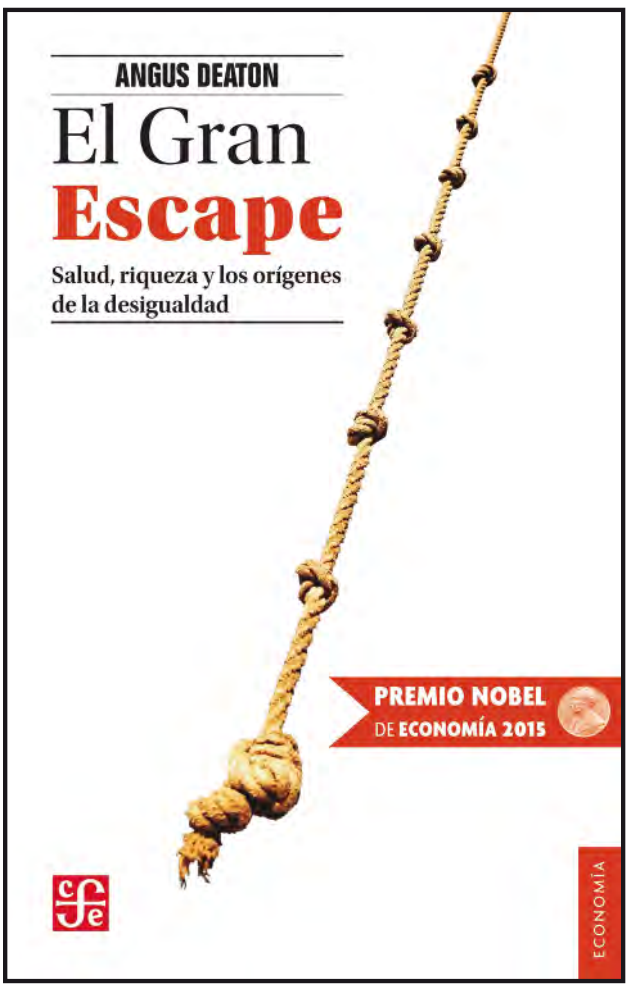
Stallman, R. M. *Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman*. Tercera ed. Boston, Massachusetts, Free Software Foundation, Inc., 2015.

UN-GGIM. *Tendencias a futuro en la gestión de información geoespacial: La visión de cinco a diez años.* Iniciativa de las Naciones Unidas sobre la Gestión Global de la Información Geoespacial. 2013.

El gran escape

The Great Escape

Deaton, Angus.
El gran escape. Salud, riqueza y los orígenes de la desigualdad.
México, Fondo de Cultura Económica, 2015, 403 pp.



Reseña

Gerardo Leyva Parra*

Prolegómenos

El gran escape al que se refiere Angus Deaton no es el de la película en la que el personaje protagonizado por Steve McQueen, junto con un grupo de más de 50 prisioneros, logra de manera audaz escabullirse de un campo de prisioneros nazi durante la Segunda Guerra Mundial. Si bien el paralelo le resulta retóricamente provechoso, el gran escape al que alude Deaton es el de la epopeya del desarrollo, en la que muchos millones de personas alrededor del mundo han logrado librarse de la pobreza y de la muerte prematura, con lo cual se ha abierto una brecha notable entre quienes han podido escapar y los que no. Tal como el propio autor lo expresa: "…Este libro trata de la danza sin fin entre el progreso y la desigualdad, y cómo la desigualdad en ocasiones puede ser útil —al mostrar a otros el camino o proveer incentivos para remontar la brecha— y a veces inútil —cuando quienes lograron escapar protegen sus posiciones destruyendo las rutas de escape que quedaron detrás de ellos…".

Deaton argumenta de manera convincente que progreso y desigualdad están vinculados de forma

* Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), gerardo.leyva@inegi.org.mx

tan intrínseca, que cuando hablamos de la historia del desarrollo en el mundo no es posible entender adecuadamente al uno sin la otra. Se trata de un recuento de aspectos relevantes en la evolución de la humanidad, concebida ésta desde una perspectiva multidimensional en espíritu, pero bidimensional en la práctica, pues si bien hace referencia al marco teórico de capacidades de Amartya Sen —que se sustenta en las libertades para ser o hacer en una amplia gama de aspectos del desarrollo humano—, en la práctica, para los fines del libro al que aquí nos referimos, se concentra en solo dos dimensiones: dinero (o sea ingreso) y salud física. En este proceso, el autor reconoce que no aborda otras dimensiones relevantes del bienestar como: "…libertad, educación, autonomía, dignidad y capacidad de participar en sociedad…" y, si bien el estudio está limitado a dos de las tres consideradas por el índice de desarrollo humano del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) —falta el tema de educación—, su aportación y ventaja principal radica en la claridad y profundidad del análisis que presenta.

Más allá del ingreso y la salud, hay una tercera dimensión que, a pesar de no pertenecer al pensamiento de Sen, es rescatada por Deaton por su valor como punto de contraste: el bienestar subjetivo. El tema se presenta como un referente global que ayude a balancear la parcialidad de las dos dimensiones seleccionadas y como un elemento de validación de la relevancia del bienestar material y físico en el marco del bienestar en general, en el que intervienen diversos elementos inmateriales, relacionales y emocionales asociados con la salud psicológica.

Se toma su tiempo para demostrar que hay una relación positiva entre el bienestar subjetivo (evaluación de la vida con la Escalera de Cantril[1]) y el producto interno bruto (PIB) per cápita de los países, de manera que cada dólar adicional aporta incrementos cada vez menores en bienestar subjetivo, si bien aumentos porcentuales iguales del PIB per cápita resultan en incrementos similares en el indicador de bienestar subjetivo, lo cual le permite subrayar que la evidencia disponible no muestra un punto de saciedad respecto al ingreso ni tampoco un proceso de adaptación que haga a los pobres indiferentes de su pobreza en términos de su satisfacción con la vida, por lo que el ingreso permanece como una variable importante, que merece seguir siendo estudiada para el análisis del bienestar (incluso en los países más ricos), pero sin dejar de reconocer que el bienestar en general va mucho más allá del ingreso.

También, aprovecha para argumentar de forma breve su posición largamente sostenida de que las mediciones de bienestar subjetivo tienen limitaciones de origen que obligan a usarlas con precaución y que desaconsejan utilizarlo como la única y principal métrica del progreso social, lo cual contrasta de manera radical con la perspectiva de Richard Layard, otro destacado economista británico (Layard es inglés y Deaton es escocés). Por último, señala que si se elige medir el bienestar subjetivo por la vía del balance de las emociones positivas y negativas de corto plazo (por ejemplo, correspondientes al día anterior a la entrevista), se observa una menor correlación con el PIB entre países que si se usa una medición menos emotiva y más evaluativa, como la satisfacción con la vida o la Escalera de Cantril.

Entre sus reflexiones preliminares considero destacable en especial la relacionada con la importancia de conocer la información, pues señala que "…sin datos, cualquiera que haga algo es libre de reclamar éxito…". Más aún, indica que no basta con tenerlos a la mano sino hay que saber usarlos: "…a menos que entendamos cómo es que se acopian los datos y qué significan, corremos el riesgo de ver problemas donde no los hay, de soslayar necesidades urgentes que se pueden solucionar, de experimentar ira ante meras fantasías al tiempo que soslayamos horrores reales, y de recomendar políticas fundamentalmente equivocadas…".

1 Esta métrica valora el bienestar subjetivo de los entrevistados en una escala del 0 al 10 a partir de la representación de una escalera con 11 peldaños en la que el más bajo hace referencia a la peor vida posible y el más alto, a la mejor vida posible. A partir de este conjunto de opciones, se pide al entrevistado o entrevistada que seleccione el peldaño que mejor represente la valoración que él o ella hace de su vida. Para mayor detalle, ver Cantril, H. *The pattern of human concerns*. New Brunswick: Rutgers University Press, 1965. Una explicación especialmente sencilla se encuentra en: http://news.gallup.com/poll/122453/understanding-gallup-uses-cantril-scale.aspx

Salud

Deaton se encarga de recordarnos que el ingreso y la esperanza de vida están muy asociados, de manera que los países con mayor PIB per cápita tienden a reportar mayores esperanzas de vida. Más aún, a medida que avanza la tecnología médica y sanitaria, la esperanza de vida asociada con cada nivel del PIB per cápita se ha incrementado, sin dejar de reconocer que los sistemas de salud en un momento dado pueden diferir de manera importante entre los países, llegando a presentarse casos como el de Cuba con una esperanza de vida por encima de lo que su nivel de ingreso haría suponer o el de Estados Unidos de América (EE.UU.) con una menor a la que le correspondería dado su ingreso.

Más allá de la tecnología y la eficiencia de los sistemas de salud, que empujan la esperanza de vida condicional al PIB per cápita hacia adelante y hacia arriba, el autor nos recuerda que el escape no está asegurado y que choques negativos como epidemias, guerras y políticas equivocadas pueden darle marcha atrás. En particular, los gobiernos tienen siempre la posibilidad de echar las cosas a perder al implementar políticas que les alejen de manera importante de su potencial de esperanza de vida, como lo muestra el caso paradigmático de la hambruna en la China de Mao ocurrida de 1958 a 1961 en la que murieron más de 35 millones de personas y dejaron de nacer otros 40 millones.

Bajo la premisa de que "no hay ningún muerto sano", Deaton nos ofrece un primer vistazo a la historia de la salud pública a partir de cifras de esperanza de vida y tasas de mortalidad. En el proceso, nos recuerda las limitaciones del cálculo de ésta que, por construcción, refleja la mortalidad para cada cohorte en un momento dado, por lo que puede cambiar de forma drástica de un año a otro en el caso de un choque temporal importante, como lo fue, por ejemplo, la epidemia de influenza de 1917. Asimismo, nos dice que la esperanza de vida es más sensible a cambios de la mortalidad en las cohortes de menos edad, por lo cual se debe estar consciente de que el uso de este indicador como objetivo de política tiende a favorecer la disminución en la mortalidad infantil por sobre la de los adultos mayores. Nos muestra cómo la esperanza de vida de las mujeres es, en general, mayor que la de los hombres, así como la manera en que ambas han crecido en los últimos 100 años.

Desde una perspectiva más de largo plazo, muestra cómo el cambio de vida del nomadismo de caza-recolección al sedentarismo —que derivó del surgimiento de los asentamientos humanos y el dominio de la agricultura y la ganadería— estuvo asociado con la presencia de una serie de nuevas enfermedades propiciadas por el mayor riesgo de contagio al tener más personas juntas, por el deterioro en la calidad de la alimentación, la transmisión de enfermedades tanto del ganado como de otras especies animales hacia las personas y por inadecuadas prácticas de higiene y de manejo de los materiales fecales, lo cual solo comenzó a atenderse con diversos esfuerzos de alcances no muy claros a partir del movimiento de la Ilustración, posiblemente con algún éxito para los integrantes de la aristocracia, pero que comenzó a revertirse de manera clara y generalizada hasta la aparición de la teoría microbiana de las enfermedades en la segunda mitad del siglo XIX, vinculada con la implementación de políticas de salud pública enfocadas de forma particular en el manejo apropiado de las aguas residuales de las ciudades.

Las innovaciones tecnológicas que permitieron reducir las tasas de mortalidad en los países industriales (prácticas higiénicas, medidas específicas de salud pública, vacunas, control de vector y antibióticos) gradualmente se fueron generalizando entre su población y luego en la de otras naciones que pudieron comenzar un proceso de convergencia en materia de esperanza de vida, en el que aquellos que entraban más tarde a su adopción tendían a presentar mejoras relativamente más aceleradas de sus respectivas esperanzas de vida. Estos progresos han venido en muchos casos acompañados de incrementos en la educación y bajas en el número de hijos por mujer, avances que, a su vez, refuerzan la disminución en la mor-

talidad infantil, dado que madres mejor educadas y con menos hijos están en mejores condiciones de proteger la salud de cada uno de ellos (así como la suya propia).

Cuando a estos elementos se les suma un sector público eficaz y un rápido crecimiento económico —lo que no ha ocurrido en la generalidad de los países atrasados—, el círculo virtuoso es completo. Sin embargo, apoyándose en Preston, Deaton señala que es muy probable que las enfermedades características de los países pobres estén más directamente ligadas a políticas inadecuadas que a la pobreza en sí misma. Más aún, muestra que, en la práctica, la disminución a largo plazo de la tasa de mortalidad tiene muy poco o nada que ver con la de crecimiento económico a largo plazo de los países. Lo que juega un papel fundamental es la educación y la gobernanza: "…sin una población educada y sin capacidad de gobierno —una estructura administrativa efectiva, núcleos de burócratas educados, un sistema estadístico y un marco legal bien definido y aplicado—, es difícil o imposible que los países suministren un sistema de salud apropiado…".

En todo caso, las naciones que empezaron primero y que han permanecido a la vanguardia de la innovación por muchas décadas mantienen una ventaja absoluta que se manifiesta en contrastes y desigualdades aún muy grandes, tanto que sigue habiendo muchos países pobres en los que la mortalidad infantil tiene aún un rezago de cerca de 100 años respecto a la de los más avanzados: millones de niños siguen muriendo por enfermedades que podrían ser atendidas con un buen pronóstico si no fuera porque esos infantes "…nacieron en los países equivocados…". Por otra parte, si bien las naciones se dirigen hacia una convergencia en sus esperanzas de vida —la cual está ocurriendo muy rápido en algunos casos—, las más desarrolladas no han dejado de seguir avanzando en sus logros para reducir la mortalidad de la población, pero ahora en los grupos de edad *provecta*.

Por construcción, las mismas disminuciones en la tasa de mortalidad de población más vieja tienen menor impacto en la esperanza de vida que cuando ocurren en población infantil o joven, por lo que la tasa de convergencia en esperanza de vida tendería a sobrestimar la convergencia en la salud de la población. Los avances en el combate a las enfermedades cardiovasculares y en el tratamiento a otros males crónico-degenerativos han permitido un incremento sustancial en la esperanza de vida de la población de 50 años y más de edad a partir de mediados de la década de los 60 del siglo pasado.

Por otro lado, a sabiendas de que se mete en camisa de 11 varas, Deaton se atreve a reportar que las ventajas de salud de los países más desarrollados han tenido efectos acumulados que se reflejan en los cuerpos y las capacidades intelectuales promedio de sus habitantes. Nos dice que estudios serios soportan (con metodologías y evidencias sólidas) que las sociedades que enfrentan privaciones en su ingesta de nutrientes por tiempo prolongado tienden a disminuir la estatura promedio de sus pobladores y viceversa. Los europeos no siempre han sido tan altos como lo son ahora: de mediados del siglo XIX a la mitad del XX incrementaron su estatura, en promedio, 1 centímetro cada década; estas condiciones de desarrollo físico menos restrictivas también están asociadas con mayores niveles de inteligencia, en promedio (lo cual no quiere decir, de ninguna manera, que una persona más alta es necesariamente más inteligente que una menos alta, al interior de una población determinada).[2] El punto aquí es que la convergencia en estaturas se está moviendo mucho más lento que la de esperanza de vida y, en este sentido, "…si las personas más bajas de estatura en el mundo crecieran a la tasa europea de 1 cm cada década, tomaría 230 años para que la mujer guatemalteca alcanzara a la mujer danesa de la actualidad…". Así que, en la medida en que hay cada vez más generaciones mejor alimentadas y más sanas, el tamaño promedio de las personas y sus habilidades cognitivas también se seguirán incrementando, si bien las brechas en favor de quienes empezaron primero en su escape de la pobreza y

2 Como dato curioso, el propio Deaton es un individuo muy alto.

de la muerte prematura tardarán, aun siglos, en cerrarse. De esta manera, el autor nos muestra "…un mundo de diferencia, en el cual la desigualdad es visible incluso en los cuerpos de las personas…".

Dinero

La calidad de vida comienza por estar vivo y se beneficia de vivir libre de enfermedades durante el mayor tiempo posible. Cómo se viva esa vida también es importante y el ingreso, sin duda, juega un papel en ello. En muchos países del mundo ahora "…la vida no es solo más prolongada, sino también mejor…". Aquí Deaton insiste nuevamente en que, contrario a lo que sugiere la paradoja de Easterlin,[3] un mayor ingreso está, en general, asociado con una mayor evaluación subjetiva de la vida, de manera que los procesos psicológicos de comparación y adaptación relacionados con dicha paradoja en realidad suelen quedar sobrecompensados por las ventajas que da disponer de más bienes y servicios para el mayor goce y disfrute de la vida. Al hablarnos del *dinero*, Deaton en realidad se refiere al ingreso, al cual aborda desde tres perspectivas: el PIB y su crecimiento, la pobreza y la desigualdad.

Comenzando por el PIB, el autor es enfático en reconocer que se trata de una medida muy limitada de la calidad de vida, dado que ignora aspectos importantes de ésta y cuenta otros que le son ajenos; por decir, no toma en consideración qué tan bien educada o qué tan sana está la gente. Asimismo, señala que en el PIB tendemos a contabilizar las reparaciones, pero ignoramos la destrucción, como ocurre, por ejemplo, con las actividades de remediación de daños al medio ambiente, que suman al PIB, mientras que el daño al medio ambiente, que motiva esas actividades de remediación, no resta al PIB. Este indicador no cuenta al trabajo doméstico no remunerado (fuera del mercado), como el de cuidado de niños o ancianos, pero sí lo considera cuando es remunerado; toma la construcción de cárceles con signo positivo, pero el aumento de la inseguridad (que hace necesario tener más cárceles) no entra con signo negativo; además, cuenta la renta que pagaríamos por habitar en nuestra propia casa, aunque en realidad no haya un desembolso de por medio; mientras que, por otra parte, no es así con el tiempo de ocio, por más disfrutable y gratificante que éste pueda ser. Por su lado, si bien el crecimiento del PIB per cápita responde en el largo plazo principalmente al cambio tecnológico, éste (ya sea de procesos o de productos) suele ser subestimado por parte de los contadores nacionales. Más aún, la medición del PIB y de su crecimiento nos dice muy poco respecto a cómo se distribuye. Con todo, el PIB es un indicador de progreso material de primer orden que, a juicio de Deaton, suma de manera importante al entendimiento del progreso y la calidad de vida de la gente: "…Nadie niega que el crecimiento económico tenga efectos negativos colaterales, pero en términos netos es enormemente beneficioso…", nos dice.

Cuando el PIB crece de manera insuficiente o no compartida, el resultado puede ser el incremento en la pobreza. Ejemplificando con el caso de EE.UU., el autor muestra cómo las líneas de pobreza absolutas estimadas de manera científica a partir del valor de una canasta de alimentos y el correspondiente complemento no alimentario de ese gasto (al estilo de lo propuesto por Mollie Orchansky en 1963) es, al final, un ejercicio con una alta dosis de arbitrariedad. Muestra, también, por qué esas medidas absolutas son más apropiadas para países con amplias franjas de su población en condiciones de mera subsistencia, por lo que en las economías más desarrolladas es más razonable utilizar medidas relativas de pobreza, dado que, a final de cuentas, el estándar social de referencia se incrementa conforme la sociedad en general progresa hacia estadios de desarrollo más altos. De paso, exhibe la medición oficial de pobreza de EE.UU. no solo por ser absoluta en un país en el que debería ser relativa —dado lo alejado que su sociedad se encuentra en general de un mero nivel de subsistencia biológica—, sino porque, al no haber actualizado su canasta de consumo desde 1963, es una referencia que tiene muy poco que ver con las prácticas y la necesidad de consumo de los

3 Easterlin, Richard A. "Does Economic Growth Improve the Human Lot?", en: Paul A. David, and Melvin W. Reder, eds. *Nations and Households in Economic Growth: Essays in Honor of Moses Abramovitz*. New York, Academic Press, Inc., 1974.

norteamericanos menos favorecidos de la actualidad, al tiempo que se ha quedado crecientemente corta respecto al aumento en los estándares de lo que resulta mínimo necesario para que alguien no se considere excluido del avance del progreso material en ese país. El autor muestra que la metodología oficial para medir la pobreza en EE.UU. refleja que ésta no ha disminuido desde que comenzó a medirse, ¡a pesar de que el estándar de referencia no se ha incrementado para atender las mayores necesidades que privan en la actualidad en un periodo de más de 50 años!

Deaton subraya que "…las estadísticas de pobreza son parte de un aparato de Estado diseñado para gobernar, para distribuir el ingreso y para tratar de impedir que la gente caiga en la indigencia frente al infortunio; son parte de la maquinaria de justicia. Su existencia marca la aceptación por parte del estado de la responsabilidad de combatir la pobreza y eliminar sus peores consecuencias…" y sentencia diciendo que "…así como es difícil gobernar sin medición, no hay medición sin política…".

El ingreso es también relevante desde la perspectiva de la desigualdad. En EE.UU., la percepción promedio de 20% de los hogares con menores ingresos se ha estancado a pesar de que la economía en su conjunto ha crecido, lo cual indica que la desigualdad se ha incrementado, misma que está relacionada con el tamaño y peso político relativo de los distintos grupos de la sociedad (sindicatos, financieros, ancianos, inmigrantes, etc.), tensiones que se dirimen tanto en el marco de los equilibrios de los mercados como en el de los arreglos institucionales (como fijación de salarios mínimos e impuestos). Es, también, el resultado de los ajustes y desajustes entre el desarrollo tecnológico y los aumentos en la escolaridad, en el sentido de lo propuesto por Jan Tinbergen: "…Si la educación de los trabajadores se rezaga respecto de lo que el mercado requiere, el precio de la educación aumentará, los ingresos de los trabajadores más educados aumentarán más y, en consecuencia, la desigualdad aumentará…".

Así, en periodos de rápido cambio tecnológico, en los que la demanda por nuevas habilidades se incrementa muy rápido, es especialmente factible que la desigualdad de ingresos se incremente. Más aún, quienes se quedan atrás en esta carrera contra la tecnología no solo tienen el riesgo de ganar relativamente menos sino, también, el de perder su trabajo, en especial cuando éste se vuelve irrelevante por estar orientado a generar productos que se han quedado sin demanda o cuando puede ser reemplazado por procesos automáticos o controlados por inteligencia artificial. Esta dinámica se refuerza en el marco de una economía global en la que el trabajo y el capital son altamente móviles, lo que no solo favorece la mayor desigualdad al interior de los países, también la mayor polarización en la distribución del ingreso.

Resulta en especial interesante lo que ocurre en la parte más alta de la distribución. Para el caso de EE.UU., usando cifras de Pickety y Sáez, Deaton muestra que la población con mayores ingresos (1%) redujo su participación en el ingreso total a partir de 1930 y hasta mediados de la década de los 70 del siglo XX, cuando comenzó una recuperación que ha continuado hasta la actualidad, lo cual indica de forma clara que este grupo y los minúsculos en su interior (por ejemplo, 0.5 o 0.1%) han sido los más beneficiados del crecimiento en los últimos años.

Este tipo de análisis fino de la participación de los pocos que se quedan con una parte importante del ingreso total no es algo que, en general, se pueda hacer a partir de encuestas de ingresos de los hogares, dado que la probabilidad de que los hogares ultrarricos caigan en la muestra es ínfima, además de que, si cayeran, sería muy poco probable que aceptaran llenar el cuestionario. Pickety y Saéz salvan este escollo valiéndose de información de registros fiscales, la cual permite dar un mejor seguimiento a dicho grupo de población.

En línea con el pensamiento de Acemoglu, Johnson y Robinson,[4] Angus Deaton sostiene que este análisis es particularmente pertinente para

4 Acemoglu, Johnson, and Robinson. "The colonial origins of comparative development", en: *American Economic Review* 91, 2001, pp. 1369-1401.

monitorear la medida en que el crecimiento se hace menos incluyente y más sesgado hacia el beneficio de una angosta élite con intereses que se separan de los de la generalidad, lo que implica riesgos importantes para la sostenibilidad del crecimiento, así como de inestabilidad política y social, en especial cuando esa élite captura para su beneficio el diseño de las reglas del juego y opera en función exclusiva de sus intereses, "…socavando las instituciones de las que depende un crecimiento de base amplia…".

"…El rápido crecimiento económico de varios países ha emancipado de la pobreza a cientos de millones de personas…", nos dice Deaton. Si bien la marea no ha elevado a todos los botes al mismo nivel, los casos de Hong Kong, Taiwán, Singapur, Corea del Sur, Botswana, India y China muestran claramente cómo en el marco de la globalización económica muchos millones de personas (tan solo India y China concentran 40% de la población del mundo) han podido salir de la pobreza en apenas unas cuantas décadas. Nunca antes tanta gente había incrementado sus estándares de vida material tan rápido.

El autor muestra un abierto escepticismo respecto a los alcances de las distintas *lecciones* que autores e instituciones financieras internacionales han buscado descifrar para derivar recetas que permitan a otros países *replicar* el éxito de los arriba mencionados. Si bien, en términos de población, los últimos 30 o 40 años han resultado en una disminución de la desigualdad alrededor del mundo, la historia es diferente cuando se hace la cuenta entre países, sin ponderar por su tamaño.

En particular, el autobús del rápido crecimiento al que se han subido India y China ha podido transportar a una parte sustancial de la humanidad hacia estadios de ingresos significativamente superiores. Sin embargo, algunos otros países, como Siria, Afganistán, Djibuti, Sierra Leona, Madagascar, Liberia, República Centroafricana, Guinea, Níger, Haití y Nicaragua —así como varios de los que, en algún momento, estuvieron detrás de la Cortina de Hierro— parecen estar moviéndose en la dirección opuesta, de manera que su ingreso per cápita ha tendido a hacerse más y más pequeño con el paso de los años.

En un mundo en el que el progreso resulta fundamentalmente de la adopción de mejores tecnologías, sería de suponerse que las distancias entre los países ricos y pobres tendería a acortarse, en general, en la medida en que los menos adelantados adoptaran en sus procesos productivos las tecnologías desarrolladas originalmente en las naciones avanzadas. Si copiar las innovaciones es algo que se puede hacer más rápido que el generarlas en primera instancia, entonces lo que cabría esperar es un relativamente mayor crecimiento en las economías más atrasadas que las llevase a converger de manera eventual con el ingreso de las más adelantadas, como cabría esperar desde un modelo de crecimiento como el de Robert Solow. Sin embargo, Angus Deaton nos recuerda que, en el mundo real, las cosas han sido más complejas, con algunos países tendiendo a la convergencia, otros manteniendo su distancia y otros quedándose cada vez más atrás.

El autor sugiere que la incapacidad de muchas naciones para aprovechar la oportunidad que ofrece la asimilación, adopción e incorporación de las tecnologías disponibles en el mundo para tomar una trayectoria de crecimiento económico convergente pudiera estar relacionada con la debilidad de sus instituciones para acoger de manera adecuada esas oportunidades (gobiernos incapaces de servir a los intereses de la población en general y no solo a élites propensas a la corrupción que se oponen a perder sus privilegios, incapacidad de implantar los ajustes a la infraestructura económica del país para facilitar el aterrizaje de las nuevas tecnologías, contar con un sistema de impuestos y uno legal que funcionen, seguridad de derechos de propiedad y tradiciones de confianza, por ejemplo).

Deaton no pierde ocasión para recordarnos que los detalles de la medición son importantes y, en este sentido, nos dice que comparar el PIB o el valor de la línea de pobreza entre países supone el uso de paridades de poder de compra (PPC), las

cuales sirven para ajustar por las diferencias en la capacidad de compra de un dólar en diferentes países. Si las naciones solo produjeran y consumieran productos comerciables de manera internacional, un dólar podría comprar básicamente lo mismo en cualquier parte del mundo (pasando por alto los costos de transporte). Sin embargo, dado que tanto el PIB como la canasta de referencia utilizada para medir la pobreza incluyen tanto bienes comerciables como no comerciables, las cosas se tornan más complejas. Ya que los productos no comerciables no participan del arbitraje de los mercados internacionales, en general se tiene que los países más pobres tienen menores precios de sus no comerciables (corte de pelo, consultas médicas, restaurantes, etcétera).

Comparando de forma internacional, un dólar norteamericano puede comprar más productos (en especial servicios) no comerciables en un país pobre que en uno rico. En este sentido, esa moneda (o cualquier otra divisa) compra más productos en unos países que en otros y, por lo tanto, al momento de hacer comparaciones entre naciones de valores que incluyan no comerciables (como el PIB o la línea de pobreza), se hace necesario ajustar con PPC. Sin embargo, el uso de la paridad de poder de compra no está libre de problemas, ya que su valor depende de cuál sea la canasta de referencia que se utilice. Si se comparan países con similar nivel de desarrollo, tales diferencias no serían, en general, importantes; pero cuando se compara el poder adquisitivo entre países con niveles de desarrollo muy diferentes, un dólar podrá comprar más en el país pobre en la medida que la canasta de referencia usada para la comparación se acerque más a la utilizada en la nación pobre y podrá comprar menos a medida que se use una canasta de referencia más cercana a la del país rico; es decir, que el pobre aparecerá con PIB menos bajo y una pobreza menos alta en la medida que la canasta de referencia para el cálculo de la PPC se acerque más a la del país pobre y viceversa. Este problema, nos dice Deaton, no tiene solución y es algo con lo que tenemos que vivir, por más que los especialistas de los organismos internacionales que hacen esos cálculos intenten hacer promedios y balancear canastas.

Con frecuencia hay otro problema a la hora de medir el ingreso. Se trata de que los países suelen tener cifras diferentes para los ingresos de los hogares, dependiendo de si se consulta la información de las cuentas nacionales o la de las encuestas en hogares. Éste es un problema que se presenta en casi todas las naciones. Por lo normal, los ingresos de los hogares reportados por las cuentas nacionales son mayores que los captados en las encuestas y esto es lo que Deaton considera como el caso general, de manera que los sospechosamente extraños (como el de Honduras) en los que las cifras de cuentas nacionales están por debajo de las de la encuesta de ingresos de los hogares no son considerados.

Dentro del caso general, Deaton muestra que cuando los usuarios se ven obligados a elegir entre los valores de los ingresos de los hogares provenientes de las dos fuentes señaladas, la selección está con frecuencia afectada por lo que el o la analista prefiera suponer: si quien hace el análisis da más peso a la consistencia con la que son generadas las cuentas nacionales, entonces se inclinará por usar de preferencia estos valores y no los de la encuesta; por otra parte, si la o el analista considera que un ingreso que no es reportado por los hogares no puede ser utilizado para algo tan delicado como medir cuántos hogares están por arriba o por debajo de la línea de pobreza, entonces se inclinará en favor de usar los ingresos reportados en la encuesta. Huelga decir que esta elección bien puede hacer resonancia de las inclinaciones políticas o prejuicios de los analistas o de quienes eligen adoptar los trabajos desarrollados por distintos analistas.

Deaton no entra en el detalle y las correspondientes complicaciones de las distintas opciones de trabajo técnico que es necesario realizar cuando se considera que las encuestas no reflejan todo el ingreso de los hogares y se decide tomar por bueno el ingreso promedio reportado en las cuentas nacionales. Estos *ajustes a cuentas nacionales*, en cualquiera de sus variantes, están implícitos en la preferencia por el nivel de ingresos promedio reportado por las cuentas nacionales, ya que esta

fuente no reporta datos de distribución del ingreso. La conciliación entre los datos micro de la encuesta y los macro de las cuentas nacionales no es para nada trivial.[5]

Pero la lista de problemas para medir el ingreso y la pobreza que el autor pone sobre la mesa no termina aquí. No pasa por alto el hecho de que decisiones en apariencia menores en el diseño operativo de las encuestas pueden tener impactos notables en los ingresos resultantes; por ejemplo, es posible que en la medida en que se exija un mayor periodo de recordación de los ingresos/gastos de los hogares se obtengan valores menores que de otra manera. Deaton sugiere que cada encuesta de ese tipo implique la toma de decisiones operativas en una muy amplia variedad de aspectos, cada una de las cuales pudiera tener un impacto en el mayor o menor nivel de ingreso captado de los hogares, la cual se haría evidente cuando se modificara esa decisión. Sin duda, éste es un tema relevante que exige atención no solo de los encargados de generar las encuestas sino también de quienes las utilizan.

Otro problema es el de la sensibilidad de la medición de la pobreza a cambios relativamente pequeños en los umbrales utilizados, en especial cuando el agregador para reportar la pobreza es el conteo de individuos u hogares (en absolutos o porcentajes del total), cuyos ingresos se encuentran por debajo de un umbral predefinido al que se llama línea de pobreza.

Deaton nos invita a no tomar a pie juntillas las estimaciones de pobreza, dada su sensibilidad a pequeñas variaciones en las decisiones metodológicas a partir de las cuales se generan. Nos recuerda que considerar como no en pobreza a quienes se encuentran apenas marginalmente por sobre el umbral de pobreza es algo que carece de sentido práctico. También, nos insiste en que en realidad no conocemos cuál es el valor correcto de línea de pobreza y que, sin embargo, el valor de dicha línea tiene importantes implicaciones de política social. Hablando de la medición de la pobreza, remata diciendo que "…la verdad es que tenemos muy poca idea de lo que estamos haciendo y es un error permitir que cualquier cuestión trascendental dependa de esos números…". **¡Ouch!**

Es importante señalar que al asestar esa frase lapidaria sobre la medición de la pobreza, Deaton no entra en detalles acerca de las alternativas metodológicas que se han diseñado por algunos especialistas para atenuar esas limitantes, como los agregadores de pobreza tipo Foster-Greer-Thorbecke (FGT)[6] 1 y 2, que son menos sensibles a cambios en el umbral que el porcentaje de pobres (FGT 0), o el uso de técnicas de dominancia estocástica[7] en las que se renuncia al establecimiento de un umbral de pobreza en particular, sino que se consideran amplios intervalos de líneas posibles; ni tampoco entra en detalles sobre la manera en que estas críticas alcanzan a las mediciones de pobreza multidimensional, en particular como la que se usa en México,[8] que permite considerar de forma simultánea diversos niveles relativos de privaciones en la población.

Ayuda

Los que escapan primero, nos dice Deaton, dejan detrás de sí la ruta de salida y, si no la cierran a quienes se quedaron atrás, ese camino puede ser utilizado para eventuales escapes posteriores de otros países. Mostrar que salir es posible y dar ejemplos de rutas para escapar de la pobreza y la enfermedad es una ayuda valiosa por sí misma que puede permitir a quienes se van después a hacerlo más rápido, tal como ha ocurrido, por ejemplo, con los tigres del este de Asia (Hong Kong, Corea del Sur, Taiwán y Singapur), los cuales lograron en unas

5 Leyva, Gerardo. *El ajuste del ingreso de la ENIGH con la Contabilidad Nacional y la medición de la pobreza en México*. Serie: *Documentos de Investigación No. 19*. México, SEDESOL, 2004. Ver también Bustos, Alfredo y Gerardo Leyva. "Towards a More Realistic Estimate of the Income Distribution in Mexico", en: *Latin American Policy*, 8(1), 2017, pp. 114-126.

6 Foster, J., J. Greer y E. Thorbecke. "A class of decomposable poverty measures", en: *Econometrica* 52, 1984, pp. 761-776.

7 http://documents.worldbank.org/curated/en/290531468766493135/pdf/multi-page.pdf

8 Ver en http://www.inegi.org.mx/rde/2011/01/10/metodologia-para-la-medicion-multidimensional-de-la-pobreza-en-mexico/

pocas décadas lo que a las naciones occidentales desarrolladas les había tomado siglos.

En un mundo en el que los mercados de capital funcionan de manera más o menos eficiente y en el que los avances tecnológicos están disponibles para ser adaptados, mostrar la ruta de escape es, sin duda, una ayuda relevante; pero, con frecuencia, al interior de los países más desarrollados —los que escaparon primero— se percibe un *imperativo moral* para apoyar de manera más activa —aportando dinero y otros recursos— en su salida a quienes no han podido hacerlo por sí mismos. La ayuda oficial para el desarrollo (AOD) constituye una industria en sí misma que moviliza recursos de naciones ricas a las pobres; cerca de 80% es bilateral, mientras que el resto se asigna mediante la intermediación de organismos internacionales, como el Banco Mundial y el PNUD.

Resulta sorprendente que, a pesar del discurso de solidaridad humanitaria que suele acompañar a la AOD, Deaton la considere profundamente contraproducente. Su argumento está centrado en cuatro ideas: 1) los países pobres, que tienen un orden institucional apropiado para asignar de manera eficiente los recursos en beneficio del crecimiento económico compartido de sus pobladores, constituyen destinos rentables para la inversión nacional e internacional y, por lo tanto, no requieren de ayuda para crecer; 2) las naciones pobres que carecen de ese orden institucional no están en condiciones de crecer con ayuda ni sin ayuda, pues el orden político imperante impide la asignación eficiente de los recursos; 3) la ayuda que se entrega a países institucionalmente débiles con regímenes autoritarios que no están interesados de manera genuina en el bienestar de su población sirve, en general, para perpetuar esa debilidad institucional al ayudar al sostenimiento de gobiernos corruptos y debilitar los procesos políticos locales que permitan a las mayorías imponer sus intereses sobre los de las cleptocracias que les gobiernan; y 4) quienes *ayudan* están con frecuencia más interesados en atender su propia necesidad de apoyar que en las consecuencias de la ayuda para sus *beneficiarios*, además de que frecuentemente detrás de la *ayuda* se esconden intereses políticos, comerciales y geoestratégicos (como cerrar el avance del comunismo en tiempos de guerra fría o favorecer votaciones o alineaciones en cierto sentido en los foros internacionales), además de que las burocracias dedicadas a la ayuda dependen para su supervivencia de que ésta siga fluyendo, aun si ello significa aceptar acuerdos inconfesables con regímenes opresivos y corruptos.

En este sentido, mientras los gobiernos no estén obligados a rendir cuentas a sus propias sociedades por los recursos que utilizan en su nombre, los incentivos para usar la ayuda externa para el beneficio de la población, y no solo de las élites en el poder, son mínimos. A su vez, la rendición de cuentas es más obligada si el gobierno se financia de la recaudación de impuestos de sus ciudadanos que si lo hace de organismos internacionales, organizaciones no gubernamentales o gobiernos extranjeros, cuyos intereses suelen no estar alineados con los de las poblaciones de los países que reciben la ayuda. Al responder al imperativo moral de ayudar, quienes dan apoyo desde las naciones ricas pueden estar haciendo las cosas peores de como estaban, ante lo cual Deaton señala, con toda claridad, que un valor superior al imperativo moral de ayudar es el de no hacer daño "…especialmente a las personas que ya están en una gran dificultad…" y sostiene que en el agregado la ayuda, al menos como se da en la actualidad, hace más mal que bien.

En general, la AOD se asocia con un menor crecimiento económico de los países *beneficiados* y no con uno mayor. Sin descartar las ventajas sociales de proyectos específicos que salvan vidas y atienden a necesidades urgentes de la población con políticas de vacunación, acceso a agua potable, vivienda, hospitales, escuelas y presas, Deaton considera que los efectos generales netos de la ayuda no dejan de ser negativos en la medida en que subvierten el desarrollo endógeno de los arreglos institucionales necesarios para que los países puedan encaminarse por sí mismos y de manera sostenida en la ruta de su escape de la pobreza, de la mala salud y de las muertes por causas prevenibles.

El autor es, también, escéptico respecto a la posibilidad de que la evaluación de proyectos y programas de ayuda permita revertir el sentido general del efecto de éstos, dado que: 1) dicha evaluación, en el mejor de los casos, puede decirnos algo acerca de la efectividad de los proyectos/programas en específico, pero nos dice muy poco sobre la contribución de cada uno de éstos al progreso en el agregado de la sociedad, pues suele enfrentar serios problemas para asignar la atribución de cada programa en el crecimiento económico en general de un país y 2) los componentes idiosincráticos de los proyectos hacen poco probable que una experiencia exitosa en un cierto contexto pueda ser también exitosa en otro.

El hecho de que Deaton esté en contra de la ayuda internacional tal como se da ahora, no significa que sea pesimista respecto a cualquier forma de apoyo internacional para el desarrollo. De hecho, subraya que la AOD juega un papel bastante menor en el conjunto de los incentivos al desarrollo que se generan desde los países avanzados; por ejemplo, la inversión privada "…que sucede frecuentemente de manera más presta y con menos alboroto burocrático que las gestiones del Banco Mundial…", las ganancias derivadas del comercio internacional bajo principios de equidad, las remesas privadas que desde las naciones ricas envían los trabajadores migrantes a sus familiares en sus países de origen, así como la ciencia básica y sus aplicaciones que, aunque desarrolladas en los países centrales, ofrecen a los países pobres la posibilidad de adoptarlas para saltarse etapas y acelerar el acercamiento con los punteros.

Además de estas fuerzas no intencionadas, pero eficientes para la promoción del desarrollo, es posible concertar otros esfuerzos que no impliquen enviar dinero a las naciones a las que se quiere beneficiar; ellos incluyen:

1) Alterar los incentivos de las compañías farmacéuticas para que desarrollen soluciones a problemas de salud específicos de los países pobres, como crear fondos que paguen a las compañías por el beneficio a la salud que generen mediante la oferta de nuevos y viejos fármacos en las naciones pobres, o los "…compromisos anticipados de mercado…" en los que se garantizan pagar a las compañías farmacéuticas por la futura generación de medicinas con características claramente especificadas, pero que hoy no existen, a precios especificados de forma previa.
2) Que los organismos con alto capital humano, como el Banco Mundial, den asesorías sobre experiencias con programas específicos en lugar de ayuda para implementar los programas.
3) Apoyar a los países pobres en negociaciones internacionales, en especial de comercio.
4) Desincentivar la existencia de regímenes "…que no están interesados en alentar el bienestar de su gente…" con sanciones, como la interrupción a los flujos de crédito o a la compra de productos de exportación que generan rentas directas para esos gobiernos (como suele ser el caso con los productos mineros y petroleros).
5) Reducir las restricciones al comercio internacional y los subsidios a los productores agrícolas de los países centrales.
6) Disminuir las restricciones a la migración internacional y promover programas de migración temporal que permiten enviar remesas que empoderan a los hogares receptores en las naciones de origen de la migración.
7) Si no fuera mucho pedir, promover "…que la globalización trabaje para las personas pobres, no en contra de ellas…".

Lo que sigue

Sin duda, Deaton atinó con gran precisión en la selección del nombre de su libro y, en particular, en la alegoría que representa la trama de la película homónima. Ello sirve, incluso, para apuntalar los mensajes finales, en los que el autor nos recuerda que, si bien el mundo ha podido avanzar de manera acelerada en su gran escape de la pobreza y de la enfermedad, no existe garantía de que las cosas vayan a evolucionar en la dirección del progreso

en los años por venir. Virgil Hilts, el personaje interpretado por Steve McQueen en *El gran escape* es, al final, recapturado por los nazis; del grupo que participó con él en la fuga, muchos mueren o regresan a su cautiverio. La historia es de un esfuerzo encomiable y valeroso, pero el final no es feliz. El gran escape que nos narra Deaton tiene también sus riesgos, entre los que podemos considerar:

- El deterioro del medio ambiente, en general, y el cambio climático, en particular, nos remiten a los recuentos hechos por Jared Diamond sobre sociedades que han colapsado.[9]
- El freno deliberado al cambio tecnológico por parte de las élites que se pudieran sentir amenazadas por los efectos para ellos indeseados de la destrucción creativa que está detrás del cambio tecnológico que da sostenibilidad a largo plazo al crecimiento económico; tal como ocurrió, por ejemplo, con el desmantelamiento del poderío naval chino en el siglo XV, que condujo a ese país a un declive del que solo ha comenzado a reponerse hasta muy recientemente.
- La ciencia, pilar del cambio tecnológico, está bajo ataque por parte de diversos fundamentalismos religiosos, cuyos intereses llegan también a confundirse con los de las élites conservadoras opuestas al cambio del estado de las cosas.
- Las guerras que, si bien han venido a la baja, hoy tienen un potencial destructivo sin precedentes.
- Las políticas tóxicas que pueden continuar apartando a amplios conjuntos de la población de las oportunidades del progreso o de plano matando a millones de personas, como ha ocurrido, por ejemplo, mediante la opresión sistemática de Mobutu Sese Seko en Zaire o con la hambruna inducida por políticas económicas equivocadas durante el gobierno de Mao Tse Tung en China.
- Las epidemias —en especial ante la posible aparición de enfermedades hoy desconocidas— son una amenaza latente para la humanidad altamente interconectada del mundo globalizado de hoy.
- La desigualdad extrema, que destruye la base social y el fundamento democrático del progreso humano en general.
- El crecimiento lento que exacerba el conflicto distributivo, "…porque la única forma para que uno avance es a expensas de otro…".

Sin embargo, las actuales generaciones no comienzan desde cero. "…El progreso social es acumulativo…", dice Deaton, y hoy contamos con conocimientos y experiencias que nos ayudan a sortear los riesgos y nos permiten continuar en el escape. Millones y millones de personas en muchos países tienen ahora acceso a condiciones de vida material impensables hace 50 o 100 años; gente que en otros tiempos habría muerto en los primeros años de su vida, ahora llega a vieja, de manera que la misma muerte ha envejecido. La democracia ha ganado muchos espacios alrededor del mundo y hay cada vez más gobiernos que se preocupan por entregar buenas cuentas a sus gobernados. Pese a lo que se insiste desde diversos medios de comunicación, el mundo es hoy un lugar menos violento que en el pasado. "…La ciencia funciona realmente…" y en los últimos años han ocurrido revoluciones tecnológicas que han tenido impactos enormes en la calidad de vida de amplios sectores de la población mundial. "…El hecho de que motivos de satisfacción apenas sean considerados en las estadísticas de crecimiento nos dice algo acerca de lo inadecuado de las estadísticas, no de lo inadecuado de la tecnología o de los disfrutes que trae consigo…".

9 Diamond, Jared. Collapse: *How Societies Choose to Fail or Succeed*. 2005. ISBN 0-14-303655-6.

Colaboran en este número

Armando Bayona Celis

De nacionalidad mexicana. Estudió la Licenciatura en Biología en el Instituto Politécnico Nacional (IPN). Tiene 44 años de experiencia en la elaboración de cartas de recursos naturales, así como en percepción remota y sistemas de información geográfica en la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de 1972 a 1991 y en diversas empresas o por su cuenta hasta 1999; laboró como investigador en el Centro Queretano de Recursos Naturales del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro hasta su retiro; en la actualidad, colabora con el Centro en proyectos específicos.

Contacto: abayonacelis@gmail.com

Cesar Valdovinos-Flores

Nació en México. Es doctor en Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), institución en la que es profesor de asignatura en la Facultad de Ciencias desde el 2007. Sus áreas de trabajo son la exposición laboral y ambiental a agentes tóxicos asociada al desarrollo de enfermedades y el papel de sistemas antioxidantes asociados a respuestas celulares debido a la exposición a sustancias tóxicas, así como el estudio de plagas y plaguicidas empleados en contra de éstas en el área de la apicultura.

Contacto: vinosvaldo@hotmail.com

José Antonio Dorantes Ugalde

De nacionalidad mexicana. Es apicultor desde hace 45 años, así como técnico apícola en Servicios Apícolas de Querétaro, SC de RL.

Contacto: mujerapicolas@gmail.com

Luz María Saldaña Loza

Nació en México. Es apicultora desde hace 23 años y técnica apícola en Servicios Apícolas de Querétaro, SC de RL.

Contacto: abeja_negra@hotmail.com

Gerardo Núñez González

De nacionalidad mexicana. Es ingeniero en Obras y Servicios por la Universidad de Guadalajara (UdeG), así como maestro en Ciencias y doctor en Ingeniería por la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). Cuenta con reconocimiento por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública (SEP). Ha realizado proyectos y estudios hidrológicos para la Comisión Nacional del Agua a través de la UAQ. En la actualidad, se desempeña como profesor de tiempo completo en el Centro Universitario de la Costa Sur (CUCS) de la UdeG.

Contacto: gerardo.nunez@cucsur.udg.mx

José García Suárez

Nació en México. Es ingeniero oceánico por la Universidad de Colima, maestro en Ingeniería de Proyectos por la UdeG y doctor en Didáctica de la Matemática por la Universidad de Granada, España. Cuenta con reconocimiento por el PRODEP de la SEP. Actualmente, es profesor de tiempo completo en el CUCS de la UdeG.

Contacto: josegar@cucsur.udg.mx

Ismael del Carmen Sandoval Montes

De nacionalidad mexicana. En 1984 egresó como ingeniero geólogo de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del IPN; es maestro en Ciencias con Especialidad en Geología por la misma institución y cuenta con las especialidades en Ciencias de la Tierra Aplicadas a la Cartografía y Sistemas de Información Geográfica y su Aplicación en Cartografía Hidrológica por parte del INEGI; asimismo, tomó cursos de Geoquímica Ambiental, Modelación Aplicada a Sistemas Acuíferos, Simulación de Flujo y Transporte Advectivo, Relación de Aguas Subterráneas y Superficiales en Ambientes Cársticos, Vulnerabilidad Acuífera y Acuíferos en Materiales Detríticos, entre otros. Ha publicado artículos de investigación en revistas nacionales e internacionales y ha participado como ponente en diferentes congresos de Hidrología. Su experiencia laboral la desarrolló en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Ferrocarriles Nacionales de México, fue becario en el Instituto Mexicano del Petróleo y el Instituto de Geofísica de la UNAM y trabajó como consultor privado. Desde abril del 2002 a la fecha colabora en la Dirección Regional Sur del INEGI en la elaboración de la información hidrológica de aguas subterráneas que edita el INEGI.

Contacto: ismael.sandoval@inegi.org.mx

José Daniel Heredia Escobedo

Nació en México. Es ingeniero civil egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY); además, realizó cursos de Geoquímica Ambiental, Conectividad de la Red Hidráulica, Vulnerabilidad Acuífera e Índices de Calidad del Agua Subterránea y Relaciones entre Aguas Subterráneas y Superficiales en Ambientes Cársticos, entre otros. Ha participado como ponente en congresos nacionales de Hidrología. En el ámbito laboral, desde 1994 se desarrolla en el área de Hidrogeología del Departamento de Cartografía Temática de la Dirección Regional Sureste del INEGI como especialista en sistemas de información geográfica y su aplicación en cartografía hidrológica.

Contacto: jose.heredia@.inegi.org.mx

Jordy Micheli Thirión

Es de nacionalidad mexicana. Trabaja como profesor e investigador en el Departamento de Economía en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Azcapotzalco; también, es jefe de la Oficina de Innovación y Emprendimiento Estudiantiles del mismo campus. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) con nivel 2 desde el 2008. Sus campos de interés comprenden los servicios y manufactura en el desarrollo local; tecnología, innovación y sociedad de la información; así como la geografía de mercados energéticos. Su artículo más reciente (realizado junto con Rubén Oliver) es "Empresas de *software* en México y sus vínculos de desarrollo local" publicado en la revista *Problemas del Desarrollo* de la UNAM en el 2017.

Contacto: jordy.micheli@gmail.com

José Eduardo Valle Zárate

De nacionalidad mexicana, tiene el grado de maestro en Economía por la UAM, Azcapotzalco. Se desempeña como consultor en desarrollo local a través del programa Observatorio de Mercados Energéticos de esa misma institución. Es coautor de diversos artículos académicos en el campo de los estudios económicos a nivel regional: el más reciente es "Los servicios avanzados y la industria automotriz en México. Una propuesta para evaluar el desarrollo local en el periodo 1998-2013" (en colaboración con Jordy Micheli) publicado en: Martínez, Adriana y Jorge Carrillo (coords.). *Innovación, redes de colaboración y sostenibilidad. Retos de la relocalización de la industria automotriz*. México, UNAM, El Colegio de Sonora, CIAD, 2017.

Contacto: edu_valle3@hotmail.com

Cecilia Inés Gayet

De nacionalidad argentina. Es doctora en Estudios de Población y maestra en Demografía por El Colegio de México, así como maestra en Ciencias Sociales por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) México, donde, en la actualidad, se desempeña como profesora-investigadora y coordinadora del Seminario de Población y Salud. Es miembro del SNI con nivel 2. Sus temas de investigación se refieren a salud sexual y reproductiva, género, sexualidad, infecciones de transmisión sexual, además de adolescentes y jóvenes.

Contacto: cgayet@flacso.edu.mx

Fátima Juárez

Es de nacionalidad mexicana. Es doctora y maestra en Demografía Médica por la Universidad de Londres (LSHTM); además, tiene la maestría en Demografía por El Colegio de México. Ha trabajado en instituciones como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la LSHTM. Actualmente, se desempeña como profesora-investigadora de El Colegio de México. Es miembro del SNI con nivel 3. Sus temas de investigación se refieren a salud sexual y reproductiva, riesgos sexuales (como aborto y VIH/sida), así como adolescentes y jóvenes.

Contacto: fjuarez@colmex.mx

Benjamín Alva Fuentes

Nació en México. Es licenciado en Planeación Urbana por la Universidad Autónoma del Estado de México, maestro en Estudios Urbanos por El Colegio de México y doctorante en Geografía por la UNAM. Es profesor investigador en la Facultad del Hábitat de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) en temas de innovación, movilidad y planeación urbana, así como coordinador de investigación, líder del Cuerpo Académico Hábitat y Sustentabilidad del Territorio en la misma Universidad. Ha sido consultor en planes y programas urbanos en la ONU-Hábitat y en el gobierno de los estados de México, Puebla y San Luis Potosí, además de conferencista internacional.

Contacto: benjamin.alva@uaslp.mx

Yesua Martínez Torres

De nacionalidad mexicana. Es licenciado en Diseño Urbano y del Paisaje por la Facultad del Hábitat de la UASLP. Es especialista en análisis y manejo geográfico, urbanismo y paisaje. Ha colaborado en proyectos para la administración pública y asociaciones civiles.

Contacto: yesuamt@gmail.com

Alejandra Vela Salinas

De nacionalidad mexicana. Tiene estudios de licenciatura en la Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Actualmente, es directora regional Norte en el INEGI. De noviembre del 2009 a octubre del 2017 fungió como directora regional Noreste en el INEGI. Tiene experiencia en dirigir y coordinar la operación de los programas y proyectos en la generación de información estadística y geográfica asignados en el ámbito de su competencia, así como en apoyo al fomento de la cultura para el uso de la información estadística y geográfica, para contribuir a las actividades de difusión del INEGI.

Contacto: alejandra.vela@inegi.org.mx

Silvio Gustavo Villarreal Maces

Nació en México. Es ingeniero geofísico por el IPN y cuenta con las maestrías en Ciencias de la Tierra (con enfoque en percepción remota y sistemas de información geográfica) por el Instituto de Geofísica de la UNAM, y en Sismología por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Del 2003 a la fecha trabaja como director regional de Geografía en la Dirección Regional Noreste del INEGI, donde coordina proyectos de generación de in-

formación geográfica tanto en la parte de campo como en gabinete; su experiencia la ha desarrollado en el tratamiento estadístico de calidad de los datos provenientes de las estaciones climatológicas, así como en la aplicación de técnicas geoestadísticas para la generación de superficies estimadas y simuladas de distintas variables climáticas.

Contacto: silvio.villarreal@inegi.org.mx

Juan Antonio Garza Fuentes

De nacionalidad mexicana. Es licenciado en Ciencias Computacionales por la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la UANL. En la actualidad, es subdirector de Integración de Datos Geográficos en la Dirección Regional Noreste del INEGI, donde realiza el control de la calidad de la información geográfica generada en el área, así como el manejo y desarrollo de sistemas de información geográfica y aplicaciones geomáticas.

Contacto: juan.garza@inegi.org.mx

Catalina Acosta Mejía

De nacionalidad mexicana. Es licenciada en Ciencias Computacionales por la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas en la UANL. Del 2006 a la fecha se desempeña como enlace de coordinación con mandos en el INEGI, donde es responsable del control de calidad en cartografía geoestadística y análisis de información para su incorporación a sistemas de información geográfica.

Contacto: catalina.acosta@inegi.org.mx

Gerardo Leyva Parra

Nació en México. Es licenciado en Economía por la Universidad Autónoma de Aguascalientes y tiene una maestría en Economía por el Instituto Tecnológico Autónomo de México y otra en Ciencia Regional por la *Cornell University*, donde también obtuvo su doctorado con especialización en Crecimiento y Desarrollo Económicos; asimismo, cuenta con el Diplomado en Psicología Positiva por la Universidad Iberoamericana. En adición a haber impartido Teoría Económica en varias universidades, tiene 22 años de experiencia profesional en el INEGI, donde ha sido analista, asesor de tres presidentes de esta institución, director de Censos Económicos, director general adjunto de Estadísticas Económicas y, a partir del 2009, director general adjunto de Investigación, desde donde ha impulsado la incorporación de diversas innovaciones temáticas y metodológicas. Fue integrante del Grupo de Expertos en Medición de la Pobreza de la ONU, conocido como Grupo de Río, y del Comité Técnico para la Medición de la Pobreza en México. Es miembro de los comités de Estudios Económicos del IMEF, del Indicador IMEF del Entorno Económico Empresarial y del de Coyuntura de la ANTAD, así como del Consejo Asesor Técnico del CEESP. Participa en los consejos editoriales de las revistas *Políticas Públicas* de la EGAP-ITESM, *Coyuntura Demográfica* de la SOMEDE e *Investigación Económica* de la UNAM y es editor técnico de *Realidad, Datos y Espacio Revista Internacional de Estadística y Geografía* del INEGI.

Contacto: gerardo.leyva@inegi.org.mx

Política y lineamientos editoriales

Realidad, Datos y Espacio Revista Internacional de Estadística y Geografía es una publicación cuatrimestral que sirve de enlace entre la generación de la información estadística y geográfica oficial y la investigación académica para compartir el conocimiento entre especialistas e instituciones con propósitos similares.

Se publicarán sólo artículos inéditos y originales relacionados con la situación actual del uso y aplicación de la información estadística y geográfica a nivel nacional e internacional.

Es una revista técnico-científica, bilingüe, cuyos trabajos son arbitrados por pares (especialistas), bajo la metodología doble ciego, con los siguientes criterios de evaluación: trabajos inéditos, originalidad, actualidad y oportunidad de la información, claridad en la definición de propósitos e ideas planteadas, cobertura de los objetivos definidos, estructura metodológica adecuada y congruencia entre la información contenida en el trabajo y las conclusiones.

El resultado del proceso de dictaminación se comunica por correo electrónico y contempla tres variantes: recomendado ampliamente (con modificaciones menores), recomendado (pero condicionado a modificaciones sugeridas) y no recomendado (rechazado). Dos dictámenes aprobados, se notifica al autor que se publica y se envía a corrección de estilo; un aprobado y uno rechazado, se le solicita realizar cambios; y dos rechazados, se notifica la no publicación.

***Indizaciones* y registros**

- LATINDEX Catálogo (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal).
- CLASE (Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades).
- REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico).

Lineamientos para publicar

Se publicarán trabajos en español e inglés: artículos de investigación, revisión y divulgación; ensayos; metodologías; informes técnicos; comunicaciones cortas; reseñas de libros; revisiones bibliográficas y estadísticas, entre otros.

1. El artículo —o cualquier otro tipo de escrito de los mencionados— deberá entregarse con una carta dirigida al editor responsable de REALIDAD, DATOS Y ESPACIO. REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA en la que se proponga el texto para su publicación, que se declare que es inédito y que no ha sido postulado de manera paralela en otro medio. Asimismo, deben incluirse los datos completos del(os) autor(es), nacionalidad(es), institución(es) de adscripción y cargo(s) que ocupa(n), domicilio(s) completo(s), correo(s) electrónico(s) y teléfono(s). Esto debe dirigirse a la atención de la M. en C. Virginia Abrín Batule, virginia.abrin@inegi.org.mx (tel. 5278 10 00, ext. 1161).
2. El trabajo se debe presentar en versión electrónica (formato *Word* o compatible) con: a) extensión no mayor de 20 cuartillas; b) letra Helvética, Arial o Times de 12 puntos y c) interlineado de 1.5 líneas. El material adicional al texto se requiere por separado: a) las imágenes, con resolución de 300 ppp y un tamaño no menor a 17 centímetros de base (ancho) en formato JPG o TIF —no remuestrear (ampliar) imágenes de menor resolución—; si son líneas o mapas, deben entregarse en formato vectorial (EPS o Ai), en caso de incluirse imágenes en mapa de bits, incrustarlas o enviarlas con el nombre con el cual se creó el vínculo (conservando los requerimientos de resolución y tamaño estipulados); y para fotografías, éstas no deben ser menores a 5 megapixeles; b) las fórmulas o expresiones matemáticas tienen que elaborarse con el editor de ecuaciones propio de *Microsoft*™, pero en caso de usar *software* de terceros, incluir en la entrega PDF testigo en el cual figuren exactamente cómo deben representarse; c) las gráficas, que incluyan el archivo en *Excel* con el cual se desarrollaron o, en su defecto, la imagen JPG legible, de origen, en alta resolución; y d) los cuadros, que sean editables, no se deben insertar como imagen.
3. La colaboración debe incluir: título del trabajo (en español e inglés o viceversa); resúmenes del trabajo en español e inglés (que no excedan de un párrafo de 10 renglones); palabras clave en español e inglés (mínimo tres, máximo cinco); bibliografía u otras fuentes; así como breve(s) semblanza(s) del(os) autor(es) que no exceda(n) de un párrafo de cinco renglones y que incluya(n) nacionalidad(es), grado(s) académico(s), principal(es) experiencia(s) profesional(es), adscripción(es) laboral(es) actual(es) y dirección(es) electrónica(s) de contacto.
4. Las referencias bibliográficas u otras fuentes deberán presentarse al final del artículo de la siguiente manera: nombre(s) del(os) autor(es) comenzando por el(los) apellido(s); título de la publicación con cursivas (si se trata de un artículo, debe estar entrecomillado, seguido de coma y la preposición en con dos puntos y, enseguida, el título de la revista o libro donde apareció publicado, con cursivas); país de origen; editorial; lugar y año de edición; página(s) consultada(s). En el caso de las fuentes electrónicas (páginas *web*) se debe seguir el mismo orden que en las bibliográficas, pero al final se pondrá entre paréntesis DE (dirección electrónica), la fecha de consulta y la liga completa. Se tienen que omitir aquellas que se mencionen como notas a pie de página. Si se aplica la opción de incluir en cuerpo de texto la referencia de nombre de autor y año de la fuente consultada entre paréntesis, sí deben aparecer todas las referencias mencionadas.

Página electrónica: **http://rde.inegi.org.mx**

Editorial Guidelines and Policy

Reality, Data and Space International Journal of Statistics and Geography is a four-monthly publication that connects statistics and geographic official information with academic research in order to share knowledge among specialists and institutions with similar aims.

We will publish only original and unpublished articles related to the current use and appliance of statistical and geographical information at both national and international levels.

It is a technical-scientific and bilingual magazine, with articles previously peer-reviewed by specialists under a double-blind methodology with the following evaluation criteria: unpublished works, originality, information related to opportunity and current affairs, we expect clarity in the definition of aims and ideas stated, defined objectives coverage, accurate methodological structure and coherence between the information of the paper as well as its conclusions.

The result of the paper-assessment process is delivered by email, and it involves three possibilities: fully recommended (with slight modifications), recommended (on condition of suggested modifications) and not recommended (i.e. rejected). When there are two reports of approval, the author gets notified that his/her paper will be published and it is sent to a style editing process. When one report approves the paper for publication and another one rejects it, the author is requested to make some changes for the text to be published. If the text submitted receives two non-favourable reports, the author is notified that the text will not be published.

Index and Registers

- LATINDEX Catalogue (Online Regional Information System for Scientific Journals from Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal).
- CLASE (Latin American Quotations in Humanities and Social Sciences)
- REDIB (Latin American Net of Innovation and Scientific Knowledge)

Publishing Guidelines

Articles will be published in Spanish or English: research, revision and scientific-spreading articles; methodologies; technical reports; short texts; book reviews; and bibliographical and statistical revisions, among others.

1. The article —or any other kind of text from those aforementioned— must be delivered with an attached letter addressed to the chief editor of Reality, Data and Space. International Statistics and Geography Magazine in which the text intended for publication will be submitted. There it must be stated that the text has not been published, and that it has not been submitted for publication in any other media. The names in full of the authors must be included, as well as their nationalities, adscription institutions, position in those institutions, postal address, e-mail address, and telephone numbers. This must be addressed to MSc Virginia Abrín Batule, Virginia.abrin@inegi.org.mx (tel (+52) (55) 52.78.10.00, extension 1161.
2. The article must be submitted in an electronic version (a Microsoft Word file or a compatible one) with the following format: a) the text should not exceed the 20 pages of length; b) typography must be Helvetic, Arial or Times (12 points); and c) there should be a 1.5 line spacing in each paragraph. Additional material to the text will be delivered separately: a) images with a resolution of 300 ppp and no smaller than 17 cm width will be delivered in format JPG or TIF —please do not amplify images with lower resolution—. If the added materials are lines or maps, these must be delivered in vectorial format (EPS or Ai). If there are images in bits map, these must be embedded or attached with the name of the original file with which the link was created (keeping the resolution and size requirements above stated). As regards to photographs, these should not be inferior as 5 megapixels; b) mathematical expressions or formulae have to be created with the equations editor by Microsoft™, but in case of using third-parties software, please attach a witness PDF in which the exact representation of mathematical formulae or expressions is contained; c) graphics must include the Excel file in which they were created or a legible image in the original JPG format in high resolution; and d) charts must be editable, and must not be inserted as images.
3. The text must include the following: the article's title (both in English and Spanish); the abstract of the article—both in English and Spanish (not longer than a 10-line paragraph); key words—both in English and Spanish (three as minimum and five as maximum); bibliography and other sources; as well as brief biographical sketches of the authors not exceeding a five-line paragraph each including nationalities, academic titles, main professional experiences, current work-related affiliations, and electronic addresses for the authors to be contacted.
4. Bibliographical references and other sources must be included at the end of the article in the following way: author's name (Surname first), and publication's title (in italics). If it is an article, the tile must be in quotation marks followed by a coma and the preposition "en" with semicolon (in Spanish), then it should appear the title of the book or magazine in which the article was published (in italics); country of origin; publishing house, edition year, and consulted pages. As regards to electronic sources (web pages) the same order of the bibliographical references must be followed, but at the end the word "EA" (as for Electronic Address) ("DE" in Spanish) must be added within parenthesis followed by consultation date and the complete reference link. Those web links referred previously as footnotes, must be omitted in this section. However, if the name of the author and the year of the consulted source were included in the main body of the text within parenthesis, all these must be included as part of the bibliographical references.

Webpage: **http://rde.inegi.org.mx**

INEGI

contribuye en 135 Grupos de Expertos entre los que destacan:

Grupo de Trabajo sobre Estadísticas Relacionadas con el Cambio Climático de la Conferencia de Estadísticos Europeos, UNECE.

Grupo Interagencial y de Expertos en Estadísticas de Género de la División de Estadística, ONU.

Grupo Asesor sobre la Medición de la Confianza en las Instituciones Públicas de la OCDE y de la ONU (a través de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa y la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito).

TÚ HACES
LA ESTADÍSTICA

01 800 111 46 34
www.inegi.org.mx
atencion.usuarios@inegi.org.mx

INEGI Informa

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

MÉXICO