

**Un modelo diferente para responder encuestas económicas**

Genaro Acevedo García y Guillermo Aguilar Sahagún

**Arbitraje de Oferta Final. Determinación del pago óptimo en un conflicto ambiental**

Alejandro Sánchez Peralta

***Exploration of GlobeLand30 Land Cover and Land-cover Changes for 2000 and 2010 at National Level in Mexico***

Rafael Moreno-Sánchez, Juan Manuel Torres Rojo y Francisco Moreno-Sánchez, así como Daniel Carver, Lily Niknami y Elizabeth Clay

***Ninis: factores determinantes***

Benito Durán Romo

**Heterogeneidad estructural en la estimación de la *Ley de Okun* para el caso mexicano**

Moisés Alejandro Alarcón Osuna e Irvin Mikhail Soto Zazueta

**Una reflexión aterrizada del México contemporáneo**

Reseña

Germán Castro Ibarra



## Contenido

<b>Un modelo diferente para responder encuestas económicas</b> <i>A Different Model to Respond Economic Surveys</i> Genaro Acevedo García y Guillermo Aguilar Sahagún	4
<b>Arbitraje de Oferta Final. Determinación del pago óptimo en un conflicto ambiental</b> <i>Final Offer Arbitration. Determination of Optimal Payment in an Environmental Dispute</i> Alejandro Sánchez Peralta	12
<b>Exploration of GlobeLand30 Land Cover and Land-cover Changes for 2000 and 2010 at National Level in Mexico</b> Exploración de datos de cobertura del suelo <i>GlobeLand30</i> y cambios de cobertura del suelo durante el periodo 2000-2010 a nivel nacional en México Rafael Moreno-Sánchez, Juan Manuel Torres Rojo y Francisco Moreno-Sánchez, así como Daniel Carver, Lily Niknami y Elizabeth Clay	24
<b>Ninis: factores determinantes</b> <i>NEETs: Influential Factors</i> Benito Durán Romo	38
<b>Heterogeneidad estructural en la estimación de la Ley de Okun para el caso mexicano</b> <i>Structural Heterogeneity in the Okun Law Estimation for the Mexican Case</i> Moisés Alejandro Alarcón Osuna e Irvin Mikhail Soto Zazueta	62
<b>Una reflexión aterrizada del México contemporáneo</b> <i>A Grounded Reflection of Contemporary Mexico</i> Reseña Germán Castro Ibarra	80
<b>Colaboran en este número</b>	84

## INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

### Presidente del Instituto

Julio Alfonso Santaella Castell

### Vicepresidentes

Enrique de Alba Guerra

Mario Palma Rojo

Rolando Ocampo Alcántar

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

Carlos Agustín Guerrero Elemen

### 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

Alonso Araoz de la Torre, encargado del 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 Abrin 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 edición

Juan Carlos Martínez Méndez y Eduardo Javier Ramírez Espino

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. 8, Núm. 3, septiembre-diciembre 2017, 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, 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](mailto: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, 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 400 ejemplares y se terminó de imprimir en noviembre del 2017.

Versión electrónica: <http://rde.inegi.org.mx>

ISSN 2395-8537

## 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

Ignacio Méndez Ramírez

Universidad Nacional Autónoma de México

México

Juan Carlos Chávez Martín del Campo

Banco de México

México

Lidia Bratanova

UNECE Statistical Division

Switzerland

María del Carmen Reyes Guerrero

Centro de Investigación en Geografía y

Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo", AC

México

José Antonio de la Peña Mena

Centro de Investigación en Matemáticas, AC

México

Tonatiuh Guillén López

El Colegio de la Frontera Norte, AC

México

Víctor Manuel Guerrero Guzmán

Instituto Tecnológico Autónomo de México

México

Walter Radermacher

Statistical Office of the European Communities

Luxembourg

## Editorial

Este volumen 8, número 3, septiembre-diciembre del 2017 de REALIDAD, DATOS Y ESPACIO REVISTA INTERNACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA se integra por cinco artículos y una reseña de libro.

En primera instancia se encuentra el trabajo titulado *Un modelo diferente para responder encuestas económicas (A Different Model to Respond Economic Surveys)*, que muestra una nueva forma de recolección y procesamiento de datos para la generación de información estadística útil para el Instituto Nacional de Estadística y Geografía aprovechando los sistemas informáticos administrativos (nómina y contabilidad, por ejemplo) que usan las empresas.

Le sigue *Arbitraje de Oferta Final. Determinación del pago óptimo en un conflicto ambiental (Final Offer Arbitration. Determination of Optimal Payment in an Environmental Dispute)*, artículo que propone, desde un punto de vista teórico, un proceso de arbitraje en el ámbito de las políticas de regulación ambiental para remediar las faltas de acuerdo para determinar los montos de las sanciones a los agentes contaminadores.

*Exploration of GlobeLand30 Land Cover and Land-cover Changes for 2000 and 2010 at National Level in Mexico (Exploración de datos de cobertura del suelo GlobeLand30 y cambios de cobertura del suelo durante el periodo 2000-2010 a nivel nacional en México)* presenta las estimaciones para el 2000 y 2010 de la extensión y las transiciones de las clases de cobertura del suelo en el país usando el *GlobeLand30 (GL30)* del *National Geomatics Center of China* contrastadas con resultados de estudios previos e información de mapas digitales oficiales de cobertura/uso del suelo.

A continuación está *Ninis: factores determinantes (NEETs: Influential Factors)*, trabajo para conocer a partir de un conjunto de variables (características de la localidad de residencia, del entorno del hogar y de las del mismo individuo) las probabilidades de que alguien de entre 15 a 24 años de edad pueda convertirse en una persona que no estudia ni trabaja —un *nini*— y la influencia que esto podría tener para México en el ámbito laboral.

Más adelante, en *Heterogeneidad estructural en la estimación de la Ley de Okun para el caso mexicano (Structural Heterogeneity in the Okun Law Estimation for the Mexican Case)*, el autor enfatiza la incuestionable necesidad de realizar estudios sobre el comportamiento del desempleo y su problemática, así como acerca del funcionamiento del mercado de trabajo; por ello, estima el coeficiente de Okun de la economía mexicana para medir el costo de oportunidad del desempleo medido en términos del producto interno bruto con un modelo de heterogeneidad estructural mediante un panel de datos del 2003-2014 de 32 estados del país.

Finalmente, bajo el título de *Una reflexión aterrizada del México contemporáneo (A Grounded Reflection of Contemporary Mexico)*, se presenta la reseña de una obra de alcance panorámico y con el rigor académico necesario para situarse como referente obligado para todos los estudiosos e interesados en la materia: *Geografía de México. Una reflexión espacial contemporánea*, editada por el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México.

<http://rde.inegi.org.mx>

# Un modelo diferente

## *para responder encuestas económicas*

### **A Different Model** *to Respond Economic Surveys*

**Genaro Acevedo García\*** y **Guillermo Aguilar Sahagún\*\***

\* Roatech Services, SA de CV, [genaro.agarcia@roatech.com.mx](mailto:genaro.agarcia@roatech.com.mx)

\*\* Consultor independiente, [gaguilar27@yahoo.com.mx](mailto:gaguilar27@yahoo.com.mx)



Galo Cañas/cuartoscuro.com

El presente artículo tiene como objetivo describir un modelo práctico que permite la recolección y el procesamiento de datos para la generación de información estadística útil para el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). El modelo aprovecha los sistemas informáticos administrativos (contabilidad y nómina) que utilizan las empresas. Los resultados presentados son producto de un proyecto de investigación aplicada, financiado a través del Fondo Sectorial INEGI-CONACYT, cuyos propósitos son impulsar la generación de conocimiento y formar recursos humanos de alto nivel a través de la atención de una problemática presentada por el INEGI.

**Palabras clave:** minería de datos; encuestas económicas; mejora de procesos.

Recibido: 30 de septiembre de 2016

Aceptado: 8 de marzo de 2017

## Definición del problema

La aparición en los últimos 20 años de múltiples tecnologías de la información y comunicación —como bases de datos relacionales, internet, lenguajes de programación con mayor capacidad para el desarrollo de sistemas computacionales, sistemas distribuidos y métodos para minería de datos, entre otras— permiten pensar en explorar nuevos modelos para la recolección de las encuestas económicas con las cuales el INEGI obtiene la información; como diría esta institución en su eslogan publicitario: “Alguien tiene que contar lo que pasa aquí” (en México).

En la actualidad, las empresas hacen uso de diversos y múltiples sistemas informáticos que les permiten apoyar los procesos relacionados con nómina, contabilidad, almacén, inventarios de activo fijo, etc.; mediante su empleo, registran sus operaciones o sucesos económicos, posibilitando con ello brindar información de lo que pasa dentro de ellas.

La mayoría de los sistemas informáticos que las empresas utilizan para el registro y control de sus operaciones han transitado del uso de archivos planos a manejadores de bases de datos relacionales (*SQL Server, MySQL, Oracle, Postgres*, etcétera). Estas tecnologías permiten alojar y ordenar una serie de

This article aims to describe a practical model that allows processing and data collection to generate useful statistical information for the National Institute of Statistics and Geography (INEGI). The model incorporates administrative (accounting and payroll) computer systems that companies use. The results hereby presented are the outcome of an applied research project, financed through INEGI-CONACYT Sectorial Funding, which is aimed to promote the generation of knowledge and training of high-level human resources by focusing on a problem presented by INEGI.

**Key words:** Data Mining; economic surveys; process improvement.

datos de acuerdo con un criterio común a todos ellos y así facilitar su consulta y análisis.

Internet y los sistemas informáticos distribuidos, sumados a la tecnología de bases de datos, han permitido la construcción de un modelo en una versión inicial capaz de recopilar los datos contenidos en los sistemas informáticos, procesarlos, tomando como base las preguntas que integran las encuestas económicas del INEGI, o cualquier otra pregunta, y transferir vía internet las respuestas al mismo Instituto.

Para su desarrollo, y derivado de la fase de recopilación y análisis de la información, se observaron y establecieron algunas características que nuestro modelo debería cumplir:

- Ser original tanto nacional como internacionalmente, es decir, que no existieran experiencias en otros países que permitieran abordar la problemática planteada por el INEGI.
- Aprovechar el hecho de que, como parte de los procesos de construcción de las encuestas del INEGI, se aparecían preguntas similares (semántica) con redacción diferente (sintaxis).
- Por el lado de las empresas, la heterogeneidad en la construcción y definición de sus propios catálogos contables, la diversidad

de términos utilizados en la captura de las operaciones y, finalmente, el perfil del personal destinado a contestar los cuestionarios.

- Por lo que toca a los sistemas empresariales (*softwares* disponibles en el mercado), fue evidente la existencia de múltiples marcas, lenguajes de desarrollo de *software*, variados manejadores de bases de datos y múltiples sistemas operativos.

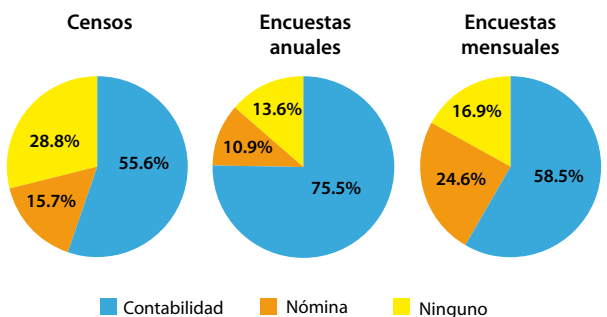
## Condiciones de diseño de la solución

También, se establecieron condiciones de diseño iniciales y de frontera que el modelo debería contemplar, como: hacer uso de tecnología abierta y permitir una operación desconcentrada, con la capacidad de ser replicable y fácil de escalar.

Durante la etapa de análisis de la información, se identificó que los sistemas empresariales que apoyan los procesos de contabilidad y nómina son la fuente de información primaria para procesar y dar respuesta a un porcentaje considerable de las encuestas económicas (ver figura 1).

En su diseño y desarrollo, los diversos sistemas informáticos comerciales han identificado y modelado aquellos conceptos, objetos y procedimientos propios de los métodos contables y de nómina.

**Figura 1**  
**Porcentaje estimado de preguntas que responde el modelo**

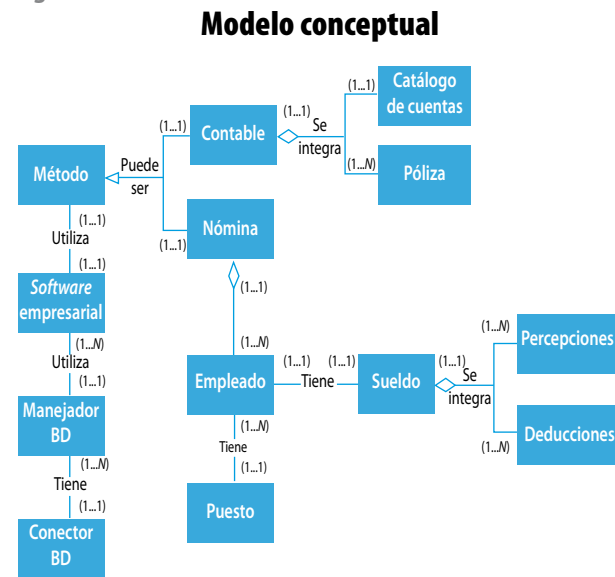


Fuente: elaboración propia (2016).

Partiendo de esto, se han identificado conceptos de uso generalizado, por ejemplo: la póliza y el catálogo contables, entre otros.

Una de las características relevante de nuestro modelo es que posee la capacidad de generalizarse para hacer uso de múltiples sistemas comerciales a través de la identificación de conceptos y su integración en un modelo conceptual, lo cual ha sido posible gracias a que se ha modelado en estructuras de almacenamiento en las bases de datos (tablas y sus relaciones) y los atributos de los que se componen los conceptos involucrados (campos) donde se alojan los datos correspondientes de los eventos que registran las empresas, de modo tal que esto constituye un proceso de abstracción y generalización (ver figura 2).

**Figura 2**



Fuente: elaboración propia (2016).

## La solución

Los retos de semántica y sintaxis de las preguntas, la heterogeneidad en la construcción y definición de los catálogos contables, así como la diversidad de términos utilizados en la captura de las operaciones, se enfrentan en el modelo mediante la identificación y construcción de palabras clave y sinónimos asociados a los principales conceptos que figuran en las preguntas por responder que integran la encuesta.

Todo lo mencionado es el fundamento para mostrar que el modelo desarrollado contiene o se compone de una serie de elementos que interactúan para hacer una extracción y procesamiento de la información contenida en los sistemas informáticos, para así dar respuestas y enviar el resultado del procesamiento a través de internet al INEGI.

A continuación, se describe cada uno de los elementos relevantes para el modelo:

- Cuestionarios: permiten la construcción de interrogantes mediante la integración de atributos propios y la asociación de  $n$  preguntas a un caso en particular.
- Preguntas: capa que permite la construcción de las interrogantes y la asociación de sus conceptos y sinónimos; de acuerdo con la semántica de éstas, se puede saber qué se desea buscar y cómo es posible dar las respuestas correspondientes.
- Métodos: cada una de las preguntas y sus sinónimos buscan responder un cuestionamiento específico, que en muchas de las ocasiones su respuesta está contenida en algún método contable, de nómina o de inventarios; la identificación y asociación de la pregunta con el método fuente es un aspecto importante para la automatización de la solución.
- Empresa: otro elemento es la construcción de instancias de empresas y sus respectivas asociaciones con los conceptos establecidos en el modelo conceptual; su implementación permite construir respuestas por industrias, empresas, situación geográfica, etcétera.
- Sistemas: la identificación de éstos o *software* empresarial, el método y los patrones de conceptos que aplica son importantes para definir e identificar los datos que aportará el sistema a la solución.
- Bases de datos: sus manejadores, las estructuras de almacenamiento y su asociación directa con los conceptos y su correspondiente mapeo son fundamentales para establecer el patrón de extracción y procesamiento de

los datos; conocer cómo y dónde se almacena la información producto del día a día de las empresas convierte a las bases de datos en una mina de información que puede ser aprovechada por la solución propuesta; lo anterior se afirma partiendo de la premisa de que el Instituto desea conocer a las empresas en cifras, las cuales se almacenan diariamente.

- Algoritmos de extracción de datos: otro de los elementos fundamentales es la implementación de algoritmos que recurren al uso de técnicas de minería de datos y su interacción con las estructuras de éstos mediante conectores para, una vez obtenidos, proceder a su procesamiento; estos métodos debieron contemplar la heterogeneidad de las bases de datos que manejan los diferentes sistemas utilizados por las empresas, lo que representó un reto para obtener resultados acertados.
- Aplicación: el último elemento del modelo de solución es la construcción de una aplicación o sistema informático mediante lenguajes abiertos que permite la implementación de algunas de las capas previamente mencionadas.

## Métodos de búsqueda de datos

La construcción de éstos es algo fundamental para la consulta y procesamiento de los datos fuente. Para ello, se recurre a algunos de los métodos empleados en la minería de datos con el propósito de encontrar palabras dentro de otras estructuras y que, en este caso particular, se puedan extraer mediante el uso de la explotación de las bases. Los que se aplicaron son:

- Método sintáctico.
- Método relacional declarativo.
- Método de búsqueda flexible.

La minería de textos es un proceso para descubrir nueva información a partir de un conjunto de documentos de cualquier tipo, en los que se lleva



a cabo la búsqueda de patrones dentro de la redacción. Para esto, es necesaria la realización de diversas tareas, como: la categorización, la clasificación y el agrupamiento.

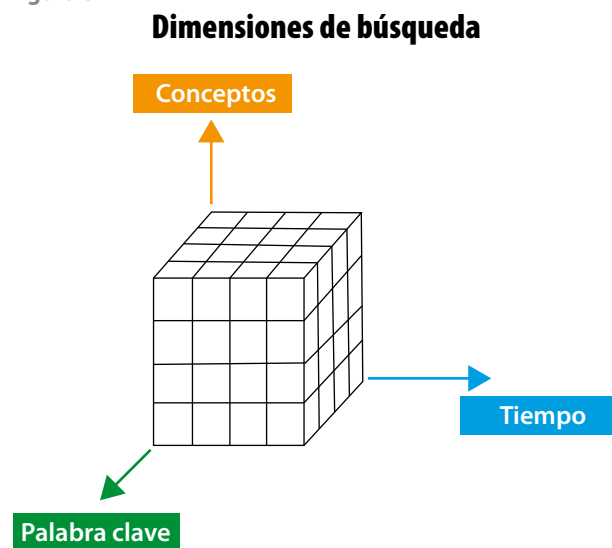
Los métodos de búsqueda están ligados a las estructuras dentro de los sistemas empresariales que almacenan los datos generados a través de los métodos administrativos y contables. Para definir este enlace, se requiere comprender las dimensiones en que se puede extraer la información relacionada con la contabilidad y la nómina para determinar a partir de cuáles registros se pueden construir las respuestas a las preguntas de los cuestionarios.

Por la naturaleza del proyecto y el tipo de proceso que debe realizarse para ubicar los datos y procesarlos de acuerdo con los criterios de tiempo, característica del dato y concepto, es que el modelo cuenta con los siguientes métodos (ver figura 3):

- Para la contabilidad, la búsqueda y armado de respuestas se lleva a cabo en tres dimensiones:
  - La temporalidad, esto es, en virtud de que la póliza contable cuenta con una fecha en la que se realiza la transacción es posible armar respuestas por día, mes, bimestre, trimestre, cuatrimestre, semestre y año.
  - Por profundidad, es decir, mediante la navegación del catálogo de cuentas contables se puede procesar información a distintos niveles.
  - Por un tema o dato concreto contenido en la póliza contable en el espacio destinado para referenciar la descripción de la transacción.
- Para la nómina, la búsqueda se hace de acuerdo con la información que se genera en los recibos de pago que se les entrega a los trabajadores. De este modo, el armado de respuestas se puede realizar en tres dimensiones:
  - Por tiempo, entendiendo los periodos en los que se generan los recibos de nómina.

- Por agrupación, esto es, considerar de forma agrupada por características de los trabajadores, por ejemplo, cantidad de empleados por género.
- Por acumulados, se puede obtener la información por rubro dentro de las percepciones y las deducciones de los trabajadores.

Figura 3



Fuente: elaboración propia (2016).

## Algoritmos

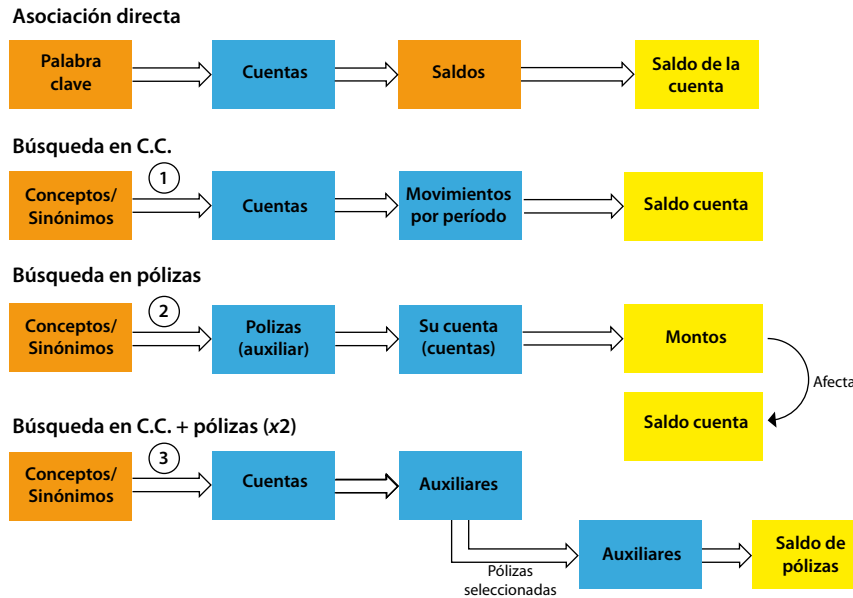
El objetivo de construirlos es poder relacionar una pregunta, tomando los conceptos extraídos de la redacción de la pregunta, con la información que está almacenada en las estructuras de datos que utilizan los sistemas empresariales (ver figura 4).

Para la implantación de los métodos de búsqueda en la contabilidad, se generaron diferentes algoritmos:

- El primero está centrado en correlacionar la pregunta con alguna de las cuentas acumulativas del catálogo contable; una vez efectuado esto, se puede obtener la

Figura 4

### Esquema de búsquedas



Fuente: elaboración propia (2016).

- respuesta a la pregunta a través de los saldos asociados a la cuenta.
- El segundo busca correlacionar los conceptos de las preguntas con las cuentas contables acotando los resultados solo a las cuentas en que se tenga un mayor número de ocurrencias de los conceptos involucrados.
- El último es para correlacionar la pregunta con la información contenida en la póliza contable. De esta acción se puede obtener la respuesta a la pregunta mediante el procesamiento de los datos contenidos en las pólizas contables (cuenta contable, descripción, monto, fecha).

Para la implementación de los métodos de búsqueda en la nómina, se describen los siguientes algoritmos:

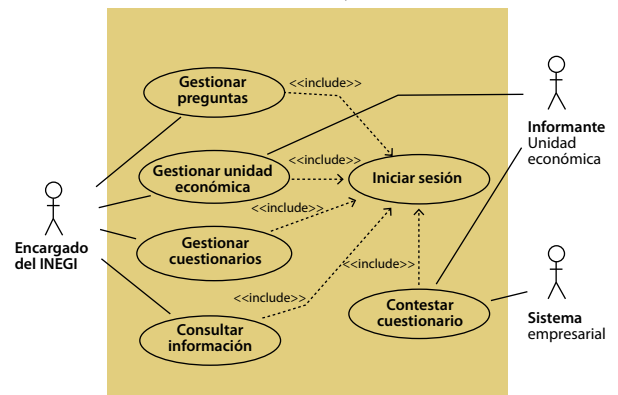
- El primero busca una correspondencia de los conceptos dentro de una pregunta con los de las percepciones y deducciones registradas en el sistema; así se obtienen los montos acumulados de los trabajadores a una fecha delimitada.

- El segundo está centrado en correlacionar la pregunta con atributos generales de los empleados, como: estudios, género, edad.

La aplicación se integra de una serie de módulos (casos de uso) diseñados y programados ex profeso a un sistema informático, el cual permite interactuar con los diversos actores (informante, INEGI y sistema empresarial); esta integración se muestra esquemáticamente en la figura 5.

Figura 5

### Casos de uso proyecto INEGI



Fuente: elaboración propia (2016).

El sistema está construido sobre lo que se denomina arquitectura tecnológica, que se integra por protocolos de comunicación (TCP/IP), manejadores de bases de datos, *Web servers* y *Web services*, así como aplicaciones *stand alone*.

Esta arquitectura está organizada en dos secciones, la primera es el Nodo INEGI, que opera con base de datos *SQL Server* o *Mysql* y aplicación diseñada para funcionar en *Tomcat*, *Jboss*, *TomEE* y *Windfly* (*opensource jboss*), y se puede ejecutar en sistemas operativos *Windows*, *Linux* y *Mac*.

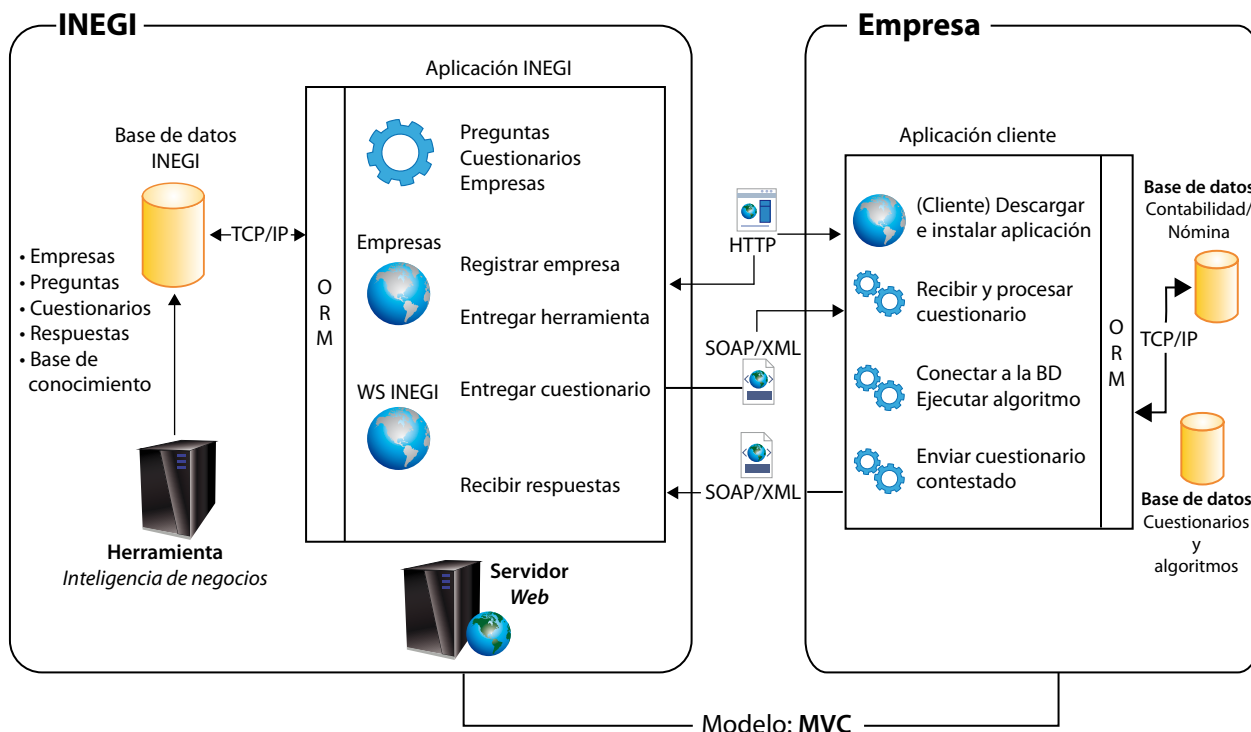
Por lo que respecta a la segunda sección, es el Nodo Cliente, que funciona con base de datos *SQL Lite* (base de datos embebida); los algoritmos de extracción funcionan para bases de datos *SQL Server*, *Firebird* y *Mysql*, y pueden ejecutarse en sistemas operativos *Windows*, *Linux* y *Mac* (ver figura 6).

Dentro del modelo se incorpora lo que se ha denominado *Base de conocimiento*, la cual se ubica por un lado en el Nodo Cliente, donde se genera un banco de información que concentra los datos y mantiene un histórico que puede ser reutilizable. Por el otro lado se encuentra el Nodo INEGI, donde la *Base de conocimiento* podrá recolectar la información de todas las empresas y, mediante un *Data Warehouse*, generar información sobre cómo mejorar en la homologación de los conceptos contables y administrativos la redacción de las preguntas.

Finalmente, con el propósito de poder comunicar el grado de madurez del modelo, se recurre al apoyo de los niveles de disponibilidad de tecnología (TRL, por sus siglas en inglés), el cual se puede ubicar en el 4 y que, para su uso práctico, deberá de transitar por los siguientes niveles:

Figura 6

### Arquitectura tecnológica



Fuente: elaboración propia (2016).

- TRL 1: idea básica.
- TRL 2: concepto o tecnología formulados.
- TRL 3: prueba de concepto.
- TRL 4: validación a nivel de componentes en laboratorio.
- TRL 5: validación a nivel de componentes en un entorno relevante.
- TRL 6: validación de sistema o subsistema en un entorno relevante.
- TRL 7: validación de sistema en un entorno real.
- TRL 8: validación y certificación completa en un entorno real.
- TRL 9: pruebas con éxito en entorno real.

## Resultados

Por último, se realizaron pruebas del modelo en su estado de prototipo con dos empresas diferentes con las contabilidades y nóminas de éstas: se determinó que la propuesta se acerca a responder las preguntas en un porcentaje cercano a las estimaciones de preguntas que podrían resolverse a través de este método, lo que estima su viabilidad de escalar.

## Conclusiones

Este modelo permite, para la recolección automatizada de datos, establecer la relación desde los cuestionarios hasta la fuente de datos con el fin de atender a cada elemento e integrar las partes de la solución.

Los métodos de búsqueda logran la extracción desde las fuentes de datos de las empresas de manera exitosa; sin embargo, aún depende de que el informante realice la validación y la asignación de respuestas a cada pregunta del cuestionario que se esté aplicando.

Se plantea incorporar conceptos de contabilidad y nómina de acuerdo con la semántica y sintaxis de la redacción de las preguntas, sin modificar conceptualmente sus diferencias y particularidades.

La aplicación del modelo permitiría al INEGI disminuir costos, tiempo y esfuerzo en la recolección de datos.

## Referencias

- Brookshear, J., R. Escalona y J. Dorronsoro (1995). *Introducción a las ciencias de la computación*. Iberoamérica: Addison-Wesley.
- IMIPE (2014). *Manual de contabilidad*. Consultado el 23 de junio de 2015 en: <http://www.imipe.org.mx/pdf/transp/manualconta.pdf>
- INEGI (2007). *Síntesis metodológica Encuesta Anual del Comercio*. Consultado el 26 de junio de 2015 en: [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/metodologias/est/sm\\_eac2005.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/metodologias/est/sm_eac2005.pdf)
- \_\_\_\_\_ (2014). *Síntesis metodológica de la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera. EMIM SCIAN 2007. Versión 2014*. Consultado el 13 de junio de 2015 en: [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/metodologias/EMIM/EMIM2014/SM\\_EMIM\\_2014.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/metodologias/EMIM/EMIM2014/SM_EMIM_2014.pdf)
- \_\_\_\_\_ (2015). *Encuesta Anual del Comercio. Síntesis metodológica*. Consultado el 28 de julio de 2015 en: [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/metadatos/encuestas/eaec\\_224.asp?s=est&c=10568](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/metadatos/encuestas/eaec_224.asp?s=est&c=10568)
- \_\_\_\_\_ (2014). *Censos Económicos 2014. Resultados oportunos*. Consultado el 16 de julio de 2015 en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce2014/>
- Zúñiga, O. (2015). *La nómina en México*. Consultado el 8 de julio 2015 en: <http://pymerang.com/administracion-de-empresas/recursos-humanos/funciones-de-recursos-humanos/evaluacion-y-retribucion/91-la-nomina-en-mexico>
- Rozanski, N. & E. Woods (2005). *Software Systems Architecture*. Pearson Education, Inc.
- Saralegui, J., C. González & I. Arbués (2012). *Uso de fuentes administrativas para la reducción de carga y costes en las encuestas estructurales de empresas (UFAES)*. Consultado el 28 de junio de 2015 en: [http://www.ine.es/ss/Satellite?L=es\\_ES&c=INEDocTrabajo\\_C&cid=1259940239219&p=1254735839320&pagename=MetodologiaYEstandares%2FINELayout](http://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INEDocTrabajo_C&cid=1259940239219&p=1254735839320&pagename=MetodologiaYEstandares%2FINELayout)
- UNECE (2013). *Generic Statistical Business Process Model*. Consultado el 2 de julio 2015 en: [www.istat.it/it/files/2013/12/GSBPM-5\\_0.pdf](http://www.istat.it/it/files/2013/12/GSBPM-5_0.pdf)
- Universidad de Guadalajara (2004). *Catálogo de cuentas como herramienta de aprendizaje contable*. Consultado el 11 de junio de 2015 en: [http://www.cucea.udg.mx/publicaciones/pdfs/catalogo\\_cuentas.pdf](http://www.cucea.udg.mx/publicaciones/pdfs/catalogo_cuentas.pdf)

# Arbitraje de Oferta Final. Determinación del pago óptimo en un conflicto ambiental

## Final Offer Arbitration. **Determination of Optimal Payment in an Environmental Dispute**

Alejandro Sánchez Peralta\*

Cuando un agente regulado ha incumplido las políticas de regulación ambiental puede ser sancionado con un pago monetario, el cual se fija una vez que se cuantifica el daño, aunado a los gastos de monitoreo *ex ante* y *ex post* para cubrir el costo económico y social del deterioro ocasionado; sin embargo, la falta de acuerdo para determinar el monto de la sanción puede requerir de un árbitro para que realice esa tarea. Usando el proceso Arbitraje de Oferta Final se argumenta, desde un punto de vista teórico, sobre el pago que debe hacer un agente contaminador cuando la cantidad monetaria que establece el árbitro se distribuye normalmente.

**Palabras clave:** economía ecológica; regulación ambiental; equilibrio de Nash; Arbitraje de Oferta Final.

Código JEL: A12, C30 y C720.

Recibido: 4 de junio de 2016

Aceptado: 27 de marzo de 2017

\* Instituto Nacional de Estadística y Geografía, alejandro.peralta@inegi.org.mx

**Nota:** un agradecimiento a la doctora Rocío Meza por el tiempo dedicado.

When a regulated agent has been charged with breaching environmental regulation policies, he or she may be liable for an economic compensation. The amount of which may be determined once the damage is quantified plus monitoring expenses (both *ex-ante* and *ex-post*) in order to cover economic and social costs caused by the environmental deterioration. However, a lack of agreement when trying to establish the penalty amount may require a referee to undertake the task. By using the Final Offer Arbitration process, I will comment from a theoretical perspective on the payment that must be imposed to the pollutant agent once the established penalty will result in a normal economic distribution.

**Key words:** ecological economics; environment regulation; Nash equilibrium; final offer arbitration.

## Introducción

La economía ecológica emplea una gran variedad de términos del lenguaje común para designar situaciones relacionadas con el medio ambiente, por ejemplo: gestión, impacto, contingencia, valoración y regulación ambiental. En este sentido, el concepto de medio ambiente es amplio y cambiante, ya que incluye elementos sociales y económicos en varios niveles. De igual manera, los estudios de impacto ambiental, además de centrarse en las implicaciones ecológicas de la activi-

dad humana, también prestan atención a diversas áreas de estudio debido a las consecuencias sociales, políticas, económicas y culturales derivadas de dicha actividad.

Uno de los principales problemas del impacto ambiental es la contaminación, tema que en varias latitudes del planeta forma parte de la agenda política y el debate público. Para mencionar un caso, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) presta especial atención a los temas sobre el cambio climático, el uso de combustibles fó-

??????????

siles y la emisión de gases de efecto invernadero emitiendo recomendaciones y normas regulatorias de interés mundial, tal como se establece en el *Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano* (1973) y en el *Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (1998). De acuerdo con Holdgate (1979), "...la contaminación es la introducción por el hombre en el medio ambiente de sustancias o energía que puedan poner en peligro la salud humana, perjudicar a los recursos vivos y sistemas ecológicos, dañar estructuras o interferir en los usos legítimos del medio ambiente...".

Bajo esta premisa, la actividad humana debería ser regulada a través de mecanismos desarrollados de manera conjunta por científicos y políticos para evitar —o, en su defecto, disminuir— la contaminación y sus efectos en los ecosistemas a mediano y largo plazos. Si bien es cierto que a finales del siglo XX se incorporaron modelos formales para realizar este análisis, varios expertos sobre cambio climático se han negado a tomar en consideración las recomendaciones derivadas de éstos, orillando a los políticos a llevar sus propios juicios de valor para tomar decisiones acerca de esta problemática (Schneider, 2002).

Por lo general —aunque no en todos los casos—, el daño ambiental puede ser reparado a través de intervenciones en el medio físico, es decir, medidas de mejoramiento de las condiciones del suelo, de la calidad del aire, del agua, reforestación, así como el manejo de otros elementos bióticos. Para esto, es necesario contar con recursos que pueden ser proporcionados por los gobiernos, o bien, obtenidos mediante algún fideicomiso diseñado especialmente para este fin; sin embargo, cuando el daño ambiental es ocasionado de manera culposa o con dolo, y entre otras cosas ha dado lugar a un conflicto, es necesaria la aplicación de las leyes que sancionan estos hechos.<sup>1</sup>

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), a lo largo de sus dife-

rentes ediciones, ha dado como fruto varios documentos de política ambiental que, no obstante la intención, han sido el *output* ante las demandas de organismos o instituciones internacionales y no necesariamente ponen de manifiesto las prioridades reales ni el grado de compromiso de los gobiernos para la implementación de dichas políticas en beneficio del medio ambiente (prevención, conservación y recuperación). Tales normativas, surgidas en parte de las obligaciones adquiridas mediante tratados internacionales, carecen de instrumentos para exigir su implementación, ya que la ley misma ha previsto pocos medios para que se pueda asegurar su puesta en marcha (Rodríguez-Becerra, 2002).

El incumplimiento de las normas ambientales implica el pago de una multa y la aplicación de instrumentos regulatorios, como los de *responsabilidad ambiental*. Este tipo de leyes sancionan los daños ocasionados al ambiente y garantizan la reparación y compensación de éstos, verificando el principio de *quien contamina paga*. Hay, también, una variante con mayor alcance denominada *responsabilidad ambiental estricta*, la cual establece que el responsable del deterioro ambiental pague de forma íntegra por el posible daño ambiental causado en el presente y en el futuro, independientemente de la existencia de negligencia o incumplimientos regulatorios en su actuación.<sup>2</sup>

De acuerdo con Coase (1960), el costo social de un daño ambiental se restringe a una cuestión de negociación privada entre las partes en disputa cuando se han establecido los derechos de propiedad de un determinado bien natural, argumentando que lo importante es la eficiencia de la solución y no necesariamente la justicia, esto es, que las negociaciones de esta índole asumen la propiedad de los recursos naturales por parte de la persona o institución que recibe el pago por el daño que afectó al bien natural.

Es sabido que en la práctica no todos los agentes contaminadores cumplen con las normas de ma-

<sup>1</sup> En el caso de México, se trata de la *Ley Federal de Responsabilidad Ambiental*.

<sup>2</sup> Comisión Europea. *Directiva sobre responsabilidad medioambiental*.

nejo y procesamiento de contaminantes debido, en parte, a condiciones relacionadas con las mismas autoridades, como la corrupción y las dificultades para llevar a cabo los trámites de permisos y licencias. Tal situación induce, además, conflictos en diversos ámbitos, lo que ha llevado a las agencias reguladoras —como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) o la *US Environmental Protection Agency (EPA)*— a incorporar medidas adicionales para la aplicación de sus políticas y la solución de conflictos. Así, dentro de las estrategias para la aplicación de la política ambiental, se incluyen mecanismos para obtener información que identifique a los operadores de contaminantes y residuos que cumplan o no la normatividad. Dichas estrategias contribuyen, en cierta medida, a establecer cantidades monetarias que sirvan de canon para los encargados de fijar las multas, junto con otro tipo de sanciones, por ejemplo, la cancelación de permisos, las sanciones penales, etc., como puede verse en la sección de leyes y normas de la *EPA*. Por todo lo anterior, la tarea de fijar los montos económicos que se deben cubrir cuando se han afectado el agua, el suelo, las especies animales y vegetales y su hábitat es un problema de amplia relevancia.

## Planteamiento del problema

Desde la óptica de la economía ecológica se identifican los distintos tipos de conflictos ecológico-distributivos según la etapa de la cadena de activos (*commodity chain*) donde se presentan. De acuerdo con Martínez Alier (2004) son:

1. En la etapa de extracción de materiales y energía. Están relacionados con la minería metalífera, la industria petrolera, la extracción de cantera, la degradación y erosión de las tierras, con las plantaciones, la biopiratería, la defensa de los manglares contra la industria camaronera de exportación, el agua y la sobrepesca.
2. En la etapa de transporte. Éstos se vinculan con el aumento mundial en el movimiento de materiales y energía, así como sus impac-

tos. Se contemplan derrames petroleros, accidentes en oleoductos o gasoductos, conflictos en vías marítimas, aquéllos vinculados con la ampliación de puertos y aeropuertos y la creación de nuevas autopistas.

3. Por la generación y tratamiento de los residuos. Están vinculados con la lucha contra la contaminación, la seguridad de los consumidores y ciudadanos en relación con la incidencia y distribución de los riesgos inciertos de las tecnologías (p. ej., el uso de asbestos o introducción de organismos genéticamente modificados), la exportación de residuos tóxicos, la contaminación transfronteriza y los sumideros de carbono.

Tales conflictos se expresan a través de diversos caracteres de valoración. Estas disputas se han gestado también en torno a nociones como las deudas ecológica y de carbono, la soberanía alimentaria, la justicia ambiental y la salud. En esta dirección, los conflictos socioambientales —inducidos por el ambiente o sencillamente de mención ambiental— son algunas identificaciones para los diversos enfoques y puntos de vista que hay alrededor de este tema. Así, mientras algunos analistas nutren el pensamiento de que el crecimiento de las economías resulta en una mejora de las condiciones ambientales, otros le atribuyen el origen de los procesos conflictivos.

Por lo tanto, si se considera que ocurre un evento contaminante que deriva en un conflicto ambiental, la sanción para la reparación del daño puede requerir de un pago monetario en metálico no contemplado de forma previa. De este modo, mientras el agente contaminador quisiera minimizar el monto del pago para resarcir el daño, el contaminado<sup>3</sup> quisiera maximizarlo, pero sin poder convenir un acuerdo. Esta situación requerirá de la participación de un árbitro, quien debe fijar la sanción monetaria a través de algún criterio objetivo. Tal idea acepta la posibilidad de participación del

3 Para efectos de este trabajo entenderemos como agente contaminado a una organización o dependencia encargada de salvaguardar la integridad de los bienes naturales de una región o al propietario de un determinado bien natural. Dichas instituciones también pueden llamarse agentes reguladores.



Estado, pero solo para llegar a un acuerdo cuando los costos de transacción fuesen muy elevados. Este proceso de negociación, estudiado por Farber (1980) para tratar el conflicto entre empleadores y sindicatos es conocido como el de Arbitraje de Oferta Final (AOF) y es, según algunos expertos, preferible al sistema de arbitraje convencional debido a los atributos de las ofertas de los negociantes que incluye. Para diferenciar entre ambos tipos de arbitraje, Robert J. Aumann<sup>4</sup> (2009) propone una diferenciación según los incentivos generados en cada caso:

“Digamos que los empleadores y los sindicatos están en desacuerdo respecto del monto de los salarios que los trabajadores deberían percibir. (...) El sindicato podría ir a la huelga, pero quizás el arbitraje sea un mejor medio. Ustedes firman un acuerdo estableciendo que un árbitro decidirá el monto de los salarios. Cada parte presenta su caso. El empleador quiere pagar relativamente poco. El sindicato presenta su caso; quiere un monto relativamente grande. Y luego el árbitro adopta su decisión. Presumiblemente, establecerá un punto medio (*he will compromise*). El punto medio hace que el mundo gire.

Así, el árbitro adopta una posición entre la oferta del empleador y la demanda del sindicato. ¿Qué incentivos crea eso? Los incentivos que ese sistema crea son que el sindicato exagere su demanda y que el empleador ofrezca menos que lo que está dispuesto a otorgar, porque sabe que el árbitro establecerá un punto medio. Ambas partes ofrecerán una posición de negociación; y ellos intentarán justificarla, por lo que no darán información precisa al árbitro. (...) En el ‘arbitraje de oferta final’ el sistema es el mismo, cada parte presenta su caso, pero cada parte es alentada a presentar su demanda mínima. Los trabajadores son alentados a decir qué es lo menos que esperan, y el empleador es alentado a decir qué es lo máximo que está dispuesto a otorgar. (...) ¿Cuál es la diferencia?

4 Premio Nobel de Economía 2005.

El árbitro no está autorizado para establecer un punto medio (...) debe escoger una de las dos ofertas. (...) ¿Cuáles son los incentivos que esto crea? Los incentivos son exactamente opuestos a los que fueron antes. Ahora es valioso para cada parte el ser lo más razonable posible, para generar una impresión muy razonable en el árbitro. (...) La idea es que así las posiciones estarán más cerca una de la otra, e incluso pueden encontrarse. (...) Así, has incentivado a las partes a ser razonables y a proporcionar información precisa al árbitro, y el procedimiento arbitral trabaja mucho mejor...”

Esta cita aclarativa no permite establecer cuál sería el pago óptimo, dadas las demandas de cada una de las partes involucradas, por lo que abordaremos el problema de la negociación ambiental —mencionado con anterioridad— desde un punto de vista teórico para mostrar la manera en la que se puede establecer dicho pago. Empleando el proceso de AOF y usando algunos elementos básicos de la teoría de juegos, se establece el pago de equilibrio de Nash (Nash, 1950) que debe cubrir el contaminador bajo la hipótesis de que se conocen las ofertas monetarias de ambas partes y que se ha llegado a la instancia de la negociación arbitrada. Estos pagos de equilibrio no necesariamente coinciden con las ofertas iniciales planteadas por los negociantes. Además, el resultado nos ayudará a comprender cómo interpretar la disputa entre un agente contaminador y uno contaminado a través de la incertidumbre generada cuando sus respectivas ofertas de pago son más o menos agresivas, teniendo presente si el laudo les favorecerá o no.

En este esquema de negociación, cada una de las partes involucradas presenta su oferta, pero cada una de ellas es exhortada a presentar aquella que represente la mínima cota superior para el *empleado* y la máxima cota inferior para el *empleador*, de manera que cada uno pueda sustentar sus demandas, esto es, los *empleadores* son alentados a indicar cuánto es lo máximo que están dispuestos a otorgar y los *empleados*, a manifestar cuánto es lo mínimo que esperan recibir. La par-

te importante es que, en este proceso, el árbitro debe elegir alguna de las ofertas sin aludir en ningún momento al punto medio entre ellas.

Por otro lado, la incertidumbre generada por parte de los agentes de la negociación se deriva por dos causas: 1) las partes no tienen competencia alguna para saber cómo se genera el laudo y 2) cada una entiende que este laudo no solo depende de la moderación de su propia oferta, sino también del concepto mismo que aplica el árbitro en su determinación, así como del nivel de moderación de la oferta de su contraparte, que tampoco puede conocerse de antemano.

Para determinar las ofertas monetarias de los participantes de la disputa, pueden emplearse los siguientes métodos:

- Del precio líquido. El valor de un recurso natural se obtiene por el precio *spot* del recurso, multiplicado por las unidades físicas que se quiera calcular.
- De costos de recuperación. El valor de un recurso natural es fijado por los gastos necesarios para recuperar sus capacidades productivas o por los costos de la tecnología necesaria para restituir las bondades del bien natural degradado.<sup>5</sup>

En cuanto a la importancia económica del uso del arbitraje, Robert Gibbons (1988) señala: "Entender el arbitraje es importante por diferentes razones. Primero, el arbitraje juega un importante rol en la asignación de recursos, especialmente en controversias salariales...".

Si bien para nuestros efectos la controversia salarial a la que se refiere este autor es remplazada por la negociación de un pago debido a una multa o sanción, la estructura misma del problema permite llevar a cabo este análisis con la metodología que se presenta más abajo. En este proceso se ponen en

<sup>5</sup> Existe otro método denominado de costos preventivos, el cual se estima a través de lo que se pagaría para proteger determinado bien natural contra posibles degradaciones; sin embargo, no es tema de discusión en este caso, ya que se supone que el suceso contaminante ha ocurrido.

práctica varias herramientas de la teoría microeconómica y se aprecia su relación con la teoría de juegos usada en el estudio contemporáneo de los procesos de negociación. Esto permitirá analizar diferentes escenarios de negociación, dadas las expectativas de incertidumbre que puedan tener los involucrados en la disputa ante lo que ellos consideren su mejor elección estratégica de pago. En este contexto, como se mencionó previamente, el árbitro no elige ninguna de las dos propuestas de pago de los contendientes, sino que establece el monto que él considera más cercano a su determinación de laudo, desconocido por ambas partes en la negociación.

## Obtención del pago óptimo

Derivado de que en el contexto del proceso de AOF las ofertas por parte de los involucrados son conocidas y teniendo en mente que ambos negociantes conocen la oferta del otro, se establece que las ofertas monetarias de equilibrio de Nash son:

$$w_1^* = \mu - \sigma \sqrt{\frac{\pi}{2}} \quad \text{y} \quad w_2^* = \mu + \sigma \sqrt{\frac{\pi}{2}},$$

donde  $w_1^*$  es el pago que el contaminador está dispuesto a realizar y  $w_2^*$ , el que el agente contaminado está dispuesto a aceptar. Ambas ofertas de equilibrio dependen de los parámetros de la función de distribución normal asociada con la cantidad impuesta por el árbitro.<sup>6</sup> En este caso, la media  $\mu$  está dada como el promedio de las ofertas de los litigantes y la desviación estándar  $\sigma$  es un parámetro que puede determinarse una vez establecidas las estrategias de pago por parte de alguno de los negociantes.

Consideremos, por ejemplo, una situación en la que el agente contaminado reclama un pago de 700 mil pesos, cuando en realidad requiere 600 mil, y que el contaminador ofrece 400 mil, cuando realmente puede pagar 550 mil. En este caso, el promedio es 550 mil, cantidad que coincide con la capacidad de pago del agente contaminador. Si adoptamos el pago real requerido por el agente contaminado, la incertidumbre está dada por la cantidad de

<sup>6</sup> Ver apéndice.

39 894.23 pesos. Con estos parámetros, el contaminador tendría que pagar, en el equilibrio de Nash, 500 132.21 pesos, cifra que es menor que su capacidad de pago. Podemos ver que, en esta situación, el pago de equilibrio favorece al contaminador que ha de pagar casi 9.1% menos de lo que su capacidad permite. En contraste, el agente contaminado ha de asumir esta pérdida, puesto que la cantidad requerida real era de 600 mil pesos.

Esto último deja ver el rol central que desempeña la incertidumbre de los negociantes al no saber la manera en la que se realiza el laudo; sin embargo, también permite explorar diferentes escenarios anticipando posibles movimientos ya sea en contra o en favor de cada uno de los negociantes.

## Implicaciones de las soluciones de Nash en el proceso de negociación

La desviación estándar  $\sigma$  que aparece en las soluciones de equilibrio de Nash indica qué tanto se acerca o aleja la oferta de equilibrio por parte de cada uno de los participantes del valor promedio, que no necesariamente es elegido por el árbitro; en otras palabras, este parámetro indica el rango en el que se encuentra el laudo alrededor de la media.

Si el agente contaminado  $P_2$  decide cobrar una cantidad muy elevada manteniendo fijo el parámetro  $\mu$ , entonces se tiene que la desviación estándar  $\sigma$  también debería ser grande; esto quiere decir que, optando por una estrategia agresiva, el riesgo es grande también y, así, la elección del árbitro en favor de esta cantidad es poco plausible. Si el agente contaminador  $P_1$  elige pagar muy poco, entonces el factor de riesgo estaría acotado inferiormente por la cantidad:

$$\sigma = \mu \sqrt{\frac{2}{\pi}},$$

que aparece en el peor escenario, es decir, cuando no se paga ninguna cantidad. Es claro que, en este caso, el árbitro no elegirá dicha opción estratégica pues la negociación involucra el pago de una cifra monetaria.

Por lo general, ante la ocurrencia de un conflicto en el que se debe cubrir una cantidad económica, es de esperarse un alza en el valor total del pago por parte del cobrador, digamos, con la intención de cubrir lo más que se pueda del perjuicio que ha sufrido. Para el caso de un daño ambiental, esto consideraría, entre otras cosas, la capacidad de solventar los gastos de recuperación ambiental y manejo de los biomas de forma adecuada. En este sentido, la cantidad demandada por el agente contaminado es mayor que la que está dispuesto a pagar el contaminador. De esta manera, tal condición se transforma en una hipótesis para este modelo a través de la relación  $w_1 < w_2$ .

La magnitud de la diferencia entre las estrategias de los participantes se cuantifica usando la relación:

$$w_2 - w_1 = \sigma \sqrt{2\pi},$$

donde se verifica que la estrategia del agente contaminado es más grande que la del contaminador. También, puede verse que la diferencia depende del riesgo asociado con la cantidad fijada por el árbitro. Si los litigantes observan expectativas no optimistas acerca del comportamiento del árbitro, entonces es más probable que lleguen a un acuerdo ya que, en este caso,  $\sigma$  sería muy cercana a cero. En contraste, al considerar una incertidumbre alta por parte del árbitro, se tiene que las estrategias de equilibrio de Nash para los litigantes son bastante diferentes. Esto nos conduce a que la estrategia del agente contaminado  $P_2$  cobraría una suma de dinero elevada, mientras que el infractor  $P_1$  optaría por una estrategia agresiva y decidiría pagar menos. Por otro lado, si la incertidumbre es baja, la estrategia de  $P_2$  sería muy similar a la de  $P_1$ .

## Conclusión

En las ciencias económicas, la teoría de juegos ha cobrado gran auge prácticamente desde sus inicios. En este caso, la aplicación del proceso de AOF a un problema de política ambiental, en el cual se negocia la suma monetaria que debe pagarse ante una sanción por un conflicto ambiental, permite establecer, al menos teóricamente, el pago óptimo en el sentido de Nash para el agente contaminador con

base en la información subyacente de la distribución de probabilidad asociada a la multa que impone el árbitro y que contempla las ofertas explícitas de los negociantes, de tal forma que sea consistente con los intereses de una instancia reguladora (persona dueña de un bien natural que fue contaminado).

En la práctica, las soluciones de equilibrio de Nash son importantes gracias a las implicaciones que éstas conllevan en una negociación. En este caso, como ya hemos mencionado, las soluciones de equilibrio obtenidas de forma previa permiten explorar de manera objetiva diversos escenarios de negociación de acuerdo con las expectativas y necesidades de los involucrados en el conflicto ambiental. Entre otras cosas, las ofertas de equilibrio de Nash servirán de apoyo a los negociantes para establecer propuestas moderadas para el pago que se debe realizar, procurando el laudo pero atendiendo a solventar el pago de la retribución que concluya el conflicto de manera favorable para ambas partes.

## Apéndice

### A1. Teoría de juegos. Equilibrio de Nash

Esta teoría es considerada una rama de la economía moderna que se encarga de estudiar las decisiones en las que para que un individuo (un jugador) tenga éxito en determinada situación, debe tener en consideración las decisiones tomadas por los individuos restantes (los otros jugadores). Como rama de las matemáticas, no se ha aplicado solo en la economía, sino en áreas diversas, como la biología, la gestión de negocios, la estrategia militar y la psicología.

Si bien han existido trabajos previos sobre teoría de juegos, por ejemplo, el duopolio de Cournot,<sup>7</sup> fue John von Neumann quien realizó las primeras contribuciones a la mencionada teoría de manera formal junto con Oskar Morgenstern en *Theory of Games and Economic Behavior* (1944). Posteriormente, John Forbes Nash (1928-2015)

<sup>7</sup> Varian, 2006, p. 490.

llevó a cabo sus estudios sobre los procesos de negociación en 1955. Cabe mencionar que este último es —posiblemente— más conocido por el público en general gracias a la película llamada *A beautiful mind* del 2001, en la cual se representa parte de su vida como estudiante en Princeton y la esquizofrenia que sufrió en aquellos años, o tal vez porque recibió el Premio Nobel de Economía en 1994.<sup>8</sup> En su tesis doctoral abordó el tema de los juegos no cooperativos y es de donde se desprende el término equilibrio de Nash.

Si *ceteris paribus*, teniendo conocimiento de las estrategias de los demás jugadores, ningún jugador puede mejorar su utilidad cambiando su elección estratégica, se dice que tal conjunto de estrategias es un equilibrio de Nash. Por el contrario, si alguno conoce las estrategias de los otros y puede incrementar su utilidad al modificar la suya de forma unilateral, entonces no existe un equilibrio de Nash. Obsérvese que en este juego cada participante elige su mejor estrategia y que, además, cada participante conoce las de los demás.

Un juego en su forma normal especifica el conjunto de jugadores, las estrategias de las que dispone cada jugador y los *payoffs* para cada posible combinación de estrategias seleccionadas. Para un juego con dos jugadores, la forma normal puede plantearse de la siguiente manera: sean  $X$  el conjunto de estrategias del primer jugador, denotado como  $P_1$ , y  $Y$  el conjunto de estrategias para el segundo jugador al que denotaremos por  $P_2$ . El *payoff* recibido  $M: A \times B \rightarrow \mathbb{R}$  asigna a cada pareja de estrategias  $(a, b)$  un número real. En este caso, cada jugador dispone de un *payoff*. Si los conjuntos de estrategias son finitos, estos *payoffs* se representan de manera simultánea mediante una matriz llamada bimatriz de pagos, de tal manera que las filas son las estrategias  $P_1$  de y las columnas, las de  $P_2$ ; por ejemplo, veamos enseguida la matriz  $M$ :

$$M = \begin{pmatrix} (a_{11}, b_{11}) & \dots & (a_{1n}, b_{1n}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (a_{m1}, b_{m1}) & \dots & (a_{mn}, b_{mn}) \end{pmatrix}.$$

<sup>8</sup> Junto con Reinhard Selten y John Harsanyi.

Aquí,  $a_{ij}$  con  $i = 1, \dots, m$  y  $j = 1, \dots, n$ , es el pago que recibe el primer jugador si opta por su estrategia  $i$ -ésima y el segundo por la  $j$ -ésima;  $b_{ij}$  es el pago que recibe el segundo jugador si eligen ambas esas mismas estrategias.

Uno de los ejemplos más representativos para el caso de juegos no cooperativos con información completa es el llamado *Dilema de los prisioneros*. En este caso, dos delincuentes son detenidos y encerrados en celdas diferentes de tal forma que no pueden comunicarse entre ellos. La policía sospecha que han participado en un delito cuya pena es de 10 años de cárcel, pero no se tienen pruebas de ello, solo cuentan con evidencias para culparles de un delito menor cuyo castigo es de dos años. La policía le asegura a cada uno de los delincuentes que reducirá su condena a la mitad si proporciona las pruebas para culpar al otro por el delito mayor.

Las alternativas para cada prisionero pueden representarse a través de dos estrategias: la de *lealtad*, que consiste en permanecer en silencio y no proporcionar pruebas para acusar al compañero, y la de *traición*, en la cual proporciona elementos para inculpar al cómplice. Las posibles combinaciones de estrategias se presentan en la matriz de pagos, que vienen dadas por los años en la cárcel que pasaría cada prisionero al elegir cada una de las estrategias mencionadas. En ella, cada pareja ordenada incluye el resultado de delatar o no al otro prisionero, puesto en términos de los años de cárcel que debe pagar cada uno de ellos:

### Matriz de pagos

		Años de cárcel	
		Lealtad	Traición
Prisionero A	Prisionero B	(2,2)	(10,1)
		(1,10)	(5,5)

Notemos que la menor condena para ambos se obtiene cuando los dos prisioneros eligen la estrategia de lealtad. En tal caso, ambos serán condenados a dos años de cárcel, por lo que ésta sería la mejor elección estratégica para ambos. Por otro lado, una condena por la mitad de años para el de-

lito grave se tiene cuando deciden delatarse mutuamente. Al no conocer la decisión del otro preso, la estrategia más segura es la de la traición, lo que conduce a una estrategia subóptima de cinco años de cárcel para cada uno de los prisioneros. Éste es un equilibrio de Nash estable, pero ineficiente, ya que en el juego existen otras estrategias que mejoran el beneficio de los prisioneros mientras su contraparte mantenga su posición.

Las aplicaciones de este ejemplo son relevantes en las empresas y la economía, además de que permiten diferenciar de manera clara los juegos cooperativos y los no cooperativos.

En este contexto, el concepto de solución para un juego dependerá de si existe o no cooperación; sin embargo, ésta ha de ser una combinación de estrategias tal que represente el comportamiento racional de los jugadores. Para el caso de un juego no cooperativo con información completa, el concepto de solución se denomina equilibrio de Nash. Este viene dado por aquella combinación de estrategias para la cual ningún jugador tiene interés en cambiar su elección estratégica de forma unilateral.

Otro ejemplo en el ámbito que aquí nos concierne es el juego *La tragedia de los bienes comunes*, de G. Hardin (1968); en éste hay  $n$  jugadores que usan un bien común, digamos un bosque, donde todos los participantes tienen la libre elección de cuidarlo o no y, aunque algunos decidan no hacerlo, siempre podrán hacer uso de él. Éste es un juego no cooperativo en el que los jugadores deberán decidir entre seguir una estrategia egoísta o, en cambio, una altruista en la cual procuren el cuidado del bosque. Existen  $n$  equilibrios de Nash que se alcanzan si el total de los agentes económicos eligen la estrategia egoísta, dado que el ser solidarios aminora su utilidad.

Tal como ocurre con algunos bienes corrientes, existe un problema de conservación de bienes asociados con el medio ambiente que, partiendo de una situación en la que no se ha de contaminar, las personas casi siempre tenderemos a ser egoístas y

a valorar más nuestra comodidad; por ejemplo, utilizando el automóvil antes que proteger la atmósfera de gases contaminantes abordando algún medio de transporte colectivo. En consecuencia, para modificar dicho equilibrio de Nash, los gobiernos y los encargados de la administración pública introducen retribuciones adicionales en el juego (por ejemplo, las multas), que pueden modificar el comportamiento de los individuos para tratar de forzar un equilibrio social en el que todos son solidarios.

Así, en el caso de la negociación que nos atañe, consideraremos un juego no cooperativo en el que participan el agente contaminado y el contaminador. Tal como comentamos previamente, la idea básica detrás de este enfoque es que cada uno de los negociantes obtiene la mejor recompensa asumiendo que su contraparte ha podido elegir, también, su mejor estrategia para pagar y que la mantiene a lo largo de la negociación.

## A2. Definición formal de equilibrio de Nash

Denotaremos como  $S_i$  al conjunto de estrategias de las que dispone el jugador  $i$ -ésimo. De esta forma, el vector  $(s_1, \dots, s_n) \in \mathbb{R}^n$ , donde  $s_i \in S_i$ , es una combinación de estrategias para el conjunto de jugadores. Si  $u_i$  es el *payoff* para el  $i$ -ésimo jugador, entonces  $u_i(s_1, \dots, s_n)$  es la ganancia de éste dada la combinación de estrategias  $(s_1, \dots, s_n)$ . Por otra parte, como ocurre en los procesos de negociación, cada participante buscará obtener el máximo beneficio de acuerdo con su elección estratégica; esto es a lo que llamaremos juego no cooperativo, el cual, en términos prácticos, es aquél donde cada uno de los jugadores lleva a cabo decisiones de manera independiente para su propio beneficio. Denotaremos este juego como:

$$G = \{s_1, \dots, s_n; u_1, \dots, u_n\}.$$

En un juego normal con  $n$  participantes  $G = \{S_1, \dots, S_n; u_1, \dots, u_n\}$ , el vector de estrategias  $(s_1^*, \dots, s_n^*)$  es un equilibrio de Nash para el  $i$ -ésimo jugador si:

$$u_i(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_i^*, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*) \geq u_i(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_i, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*),$$

para toda  $s_i \in S_i$ .

De esta manera, si el perfil de pago del  $i$ -ésimo participante del juego es una función de la forma  $u_i: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ , entonces podemos reescribir la definición de equilibrio de Nash como el problema de maximización:

$$\max_{s_i \in S_i} u_i(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_i, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*),$$

para cada  $i = 1, \dots, n$ . Se puede demostrar que bajo estas condiciones ningún otro participante tiene incentivos para modificar su elección estratégica.

## A3. Obtención de los pagos óptimos

Consideremos el modelo de Arbitraje de Oferta Final (Farber, 1980; Gibbons, 1992) para el caso de dos litigantes, los agentes contaminador y contaminado, denotados por  $P_1$  y  $P_2$ , respectivamente. Supongamos que la propuesta de pago del contaminador es  $w_1$  y que la cantidad monetaria que el agente contaminado está dispuesto a aceptar es  $w_2$ . El árbitro debe elegir así, a través de cierto mecanismo, la cantidad que considere adecuada para que sea cubierta por  $P_1$  y que sea acorde con los requerimientos de  $P_2$  tal como comentan Kalai y Rosenthal (1976): "El árbitro busca asignar un resultado justo (en algún sentido) al juego (...) En nuestra perspectiva, el problema del árbitro es el de diseñar un nuevo juego no cooperativo para los jugadores y una función de los resultados en este juego no cooperativo para los resultados del juego original."

En esta dirección, los litigantes darán a conocer solo información tal que les favorezca el laudo asumiendo una postura, digamos egoísta. Así, el criterio para la decisión arbitral está dado por  $\alpha: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}$ , una función de decisión de la forma:

$$a(w_1, w_2; x) = \begin{cases} w_1, & \left| x < \frac{w_1 + w_2}{2} \right. \\ w_2, & \left. x > \frac{w_1 + w_2}{2} \right. \end{cases},$$

donde  $x$  es el valor que el árbitro quiere imponer. Dicho valor, conocido por el árbitro, representa su laudo y es desconocido por las partes que están en la negociación. Con el planteamiento de la función de decisión, los involucrados entenderán que el laudo está asumiendo un criterio objetivo en el que sus demandas han sido estudiadas para su construcción. Observemos que, dada la decisión del árbitro y las ofertas de cada uno de los participantes, el valor promedio de éstas nos permite obtener la igualdad  $w_1 + w_2 = 2x$ . Éste es un criterio habitual para el caso del arbitraje convencional.

Para nuestro caso, el árbitro no asigna los pesos relativos para las ofertas de los negociantes de acuerdo con un estándar, sino a través de una función de distribución de probabilidad. Puesto que la función de distribución permite obtener la probabilidad de que la variable aleatoria  $X$  alcance cierto valor  $x$ , si  $X$  y  $Y$  son variables aleatorias con distribución normal, entonces se satisface la condición:

$$P[X \leq x] + P[Y \leq y] = 1. \tag{1}$$

Por lo tanto, para la estrategia del contaminador el peso está dado como:

$$P[w_1] = P\left[X \leq \frac{w_1 + w_2}{2}\right] = \Phi\left(\frac{w_1 + w_2}{2}\right),$$

y usando la ecuación (1) obtenemos que:

$$P[w_2] = 1 - P[w_1] = 1 - \Phi\left(\frac{w_1 + w_2}{2}\right),$$

es el peso asignado a la estrategia del agente contaminado.

La variable aleatoria  $X$  puede tomar valores en el conjunto de los números reales mayores que

zero, y puesto que representa el pago que se espera imponga el árbitro, se define la función de pago como:

$$s(w_1, w_2) := w_1 \Phi\left(\frac{w_1 + w_2}{2}\right) + w_2 \left[1 - \Phi\left(\frac{w_1 + w_2}{2}\right)\right]. \tag{2}$$

Dada la postura estratégica de ambas partes, tenemos que el agente contaminador  $P_1$  está interesado en minimizar la función de pago, mientras que el contaminado  $P_2$  quiere maximizarla, dando lugar a los problemas de optimización siguientes:

$$\min_{w_1 > 0} \left\{ w_1 \Phi\left(\frac{w_1 + w_2^*}{2}\right) + w_2^* \left[1 - \Phi\left(\frac{w_1 + w_2^*}{2}\right)\right] \right\} \tag{3}$$

y

$$\max_{w_2 > 0} \left\{ w_1^* \Phi\left(\frac{w_1^* + w_2}{2}\right) + w_2 \left[1 - \Phi\left(\frac{w_1^* + w_2}{2}\right)\right] \right\}, \tag{4}$$

donde  $w_1^*$  y  $w_2^*$  representan las estrategias óptimas para cada una de las partes litigantes. El símbolo asterisco (\*) indica que el participante de la negociación ha elegido su mejor estrategia para el acuerdo. Por otro lado, dado que la función para el problema de minimización es convexa, podemos escribir ambos problemas como:

$$\max_{w_i > 0} s_i(w_1, w_2),$$

para el que

$$s_1(w_1, w_2^*) = -w_1 \Phi\left(\frac{w_1 + w_2^*}{2}\right) - w_2^* \left[1 - \Phi\left(\frac{w_1 + w_2^*}{2}\right)\right]$$

y

$$s_2(w_1^*, w_2) = w_1^* \Phi\left(\frac{w_1^* + w_2}{2}\right) + w_2 \left[1 - \Phi\left(\frac{w_1^* + w_2}{2}\right)\right].$$

Obsérvese la simetría de las funciones de pago. Esto es consecuencia de que el pago del contaminador es lo que recibe el agente contaminado como retribución. Calculando el gradiente de la función de pago tenemos que:

$$\nabla S(w_1, w_2) = \left( \frac{w_1}{2} \varphi - \frac{w_2}{2} \varphi + \Phi, \frac{w_1}{2} \varphi - \frac{w_2}{2} \varphi + 1 - \Phi \right),$$

donde  $\varphi$  es la función de densidad normal y  $\Phi$ , la correspondiente función de distribución. Empleando las condiciones de primer orden para el sistema homogéneo  $\nabla S(w_1, w_2) = 0$ , junto con el hecho de que  $w_2^* - w_1^* = \sigma\sqrt{2\pi}$ , se llega a que las ofertas monetarias de equilibrio de Nash son:

$$w_1^* = \mu - \sigma\sqrt{\frac{\pi}{2}}$$

y

$$w_2^* = \mu + \sigma\sqrt{\frac{\pi}{2}}.$$

Notemos que las estrategias estrictamente dominadas quedan excluidas, pues ambos participantes han llevado a cabo su mejor elección estratégica. Esto implica que, en efecto, existe un equilibrio de Nash.

## Fuentes

- Acuatella J. *Aplicación de instrumentos económicos en la gestión ambiental en América Latina y El Caribe. Desafíos y factores condicionantes*. CEPAL, 2001.
- Aumann, Robert J. *Game Engineering*. Center for the Study of Rationality, The Hebrew University of Jerusalem. *Discussion Paper No. 518*, Israel, 2009, p. 10. Consultado en <http://www.ratio.huji.ac.il/dp.php>
- Coase R. H. "The problem of social cost", en: *Journal of Law and Economics*. Vol. 3, 1960, pp. 1-44.
- Farber, H. S. "An Analysis of Final-Offer Arbitration", en: *Journal of Conflict Resolution*. 24(4), 1980, pp. 683-705.
- Freund J. E. *Mathematical Statistics with Applications*. 8th Ed. Pearson, 1992.
- Gago, A., X. Lavandeira & F. Picos. *La imposición ambiental autonómica*. 2004. Consultado en <http://labandeira.eu/publicacions/wp142013.pdf> el 11/03/2016.

Gibbons, R. *Game Theory for Applied Economists*. Princeton NY, Princeton University Press, 1992.

\_\_\_\_\_. "Learning in Equilibrium Models of Arbitration", en: *The American Economic Review*. Vol. 78, No. 5. USA, 1988, pp. 896-912.

Hardin G. "The Tragedy of the commons", en: *Science*. Vol. 162, Issue 3859, 1968, pp. 1243-1248.

Holgate M. W. *A perspective of environmental pollution*. Cambridge University Press, 1979.

Kalai E. y R. W. Rosenthal. *Arbitration of Two-Party Disputes under Ignorance*. 1976. Consultado en <http://www.kellogg.northwestern.edu/research/math/papers/215.pdf> el 12/07/2016.

Kreps D. *Game Theory and Economic Modelling*. Oxford University Press, 1990.

Nash, J. "Equilibrium points in n-person games", en: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 36, 1950, 48-49.

Martínez Alier, J. "Los conflictos ecológico-distributivos y los indicadores de sustentabilidad", en: *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. Vol. 1, 2004, 21-30.

ONU. *Declaración de Río de Janeiro sobre el medio ambiente y el desarrollo*. 1992. Consultado en <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm> el 22/01/2016.

\_\_\_\_\_. *Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano*. Estocolmo, 5 al 16 de junio de 1972. Nueva York, 1973. Consultado en <http://www.dipublico.org/conferencias/mediohumano/A-CONF.48-14-REV.1.pdf> el 20/04/2017.

\_\_\_\_\_. *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. 1992. Consultado en <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf> el 20/04/2017.

Pigou, A. *The Economics of Welfare*. 4.a ed. Mc Millan and Co., 1920.

Rodríguez-Becerra M. y G. Espinoza. *Gestión ambiental en América Latina y el Caribe. Evolución, tendencias y principales prácticas*. Banco Interamericano de Desarrollo, Departamento de Desarrollo Sostenible, División de Medio Ambiente, 2002.

Schneider, S. H. "Misleading Math about the Earth: Science defends itself against The Skeptical Environmentalist", en: *Sci. Am*. 2002.

Varian, Hal R. *Intermediate microeconomics: a modern approach*. 7th ed. W. W. Norton & Company, 2006, p. 490.

Von Neumann, J. y O. Morgenstern. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press, 1944.

## Fuentes electrónicas

- [https://es.wikipedia.org/wiki/John\\_Forbes\\_Nash](https://es.wikipedia.org/wiki/John_Forbes_Nash), consultado el 30/03/2016.
- <https://www.epa.gov/laws-regulations>, consultado el 17/07/2016.
- <http://www.unep.org/disastersandconflicts/>, consultado el 17/07/2016.
- <http://ec.europa.eu/environment/legal/liability/pdf/Summary%20ELD.pdf>, consultado el 24/03/2017.



# Exploration of *GlobeLand30* Land Cover and Land-cover Changes for 2000 and 2010 at National Level in Mexico

**Exploración de datos de cobertura del suelo *GlobeLand30*  
y cambios de cobertura del suelo durante el periodo 2000-2010  
a nivel nacional en México**

**Rafael Moreno-Sánchez,\* Juan Manuel Torres Rojo\*\* y Francisco Moreno-Sánchez,\*\*\*  
así como Daniel Carver, Lily Niknami y Elizabeth Clay\*\*\*\***

This study explored the Land Cover (LC) and LC transitions at national level in Mexico using the *GlobeLand30* (GL30) data sets for the years 2000 and 2010. This information was contrasted against the results of previous national-level Land Cover (LC)/LC Change (LCC) studies and land cover/use digital data sets. According to GL30, Wetlands and Barelands have had the largest decreases in their areas during the 2000-2010 period (-13.33% and -9.26% respectively), while Artificial Surface and Grasslands have had the largest increases (7.38% and 4.00% respectively). Cultivated (1.88%), Forest (-0.47%), Shrublands (-1.04%), and WaterBodies (-1.21%) show low changes during the 2000-2010 period. From the GL30 estimates of LC extent

Este trabajo explora a nivel nacional las estimaciones de extensión y transiciones de las clases de cobertura del suelo reportadas en *GlobeLand30* (GL30) para los años 2000 y 2010. La información fue contrastada contra los resultados de estudios previos de cobertura y cambio de uso del suelo, así como contra mapas digitales oficiales de cobertura/uso del suelo. De acuerdo con GL30, las clases *Wetlands* y *Barelands* tuvieron las disminuciones más grandes en sus áreas durante el periodo 2000-2010 (-13.33 y -9.26%, respectivamente), mientras que *Artificial Surface* y *Grasslands* presentaron los mayores incrementos (7.38 y 4.00%, en ese orden). *Cultivated* (1.88%), *Forest* (-0.47%), *Shrublands* (-1.04%) y *WaterBodies* (-1.21%) tuvieron los cambios más

\* University of Colorado Denver, USA, Rafael.Moreno@ucdenver.edu

\*\* Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), México, juanmanuel.torres@cide.edu

\*\*\* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), México, fmorenosa2011@gmail.com

\*\*\*\* University of Colorado Denver, USA, Daniel.Carver@ucdenver.edu; lniknami@usgs.gov; lclay4364@gmail.com

and percent change, those for the Forest and Cultivated classes were the most similar to those estimates reported in previous studies. The estimates for other LC classes show low agreement with previous studies and with a set of aggregated LC classes created from official digital LC maps. The result of this study points to the need to carry out assessments of the locational and classification accuracy of the GL30 data sets for Mexico. More specifically, there is a need to closely analyze the extent and changes in the GL30 Artificial Surface and Wetlands LC classes. The general reduction in LC transitions observed in the 2000-2010 GL30 data supports reports that allocations for some land covers/uses in Mexico have reached maturity and are tending to stabilize.

**Key words:** Land use cover; Land use change; Mexico; GlobeLand30; GIS.

Recibido: 24 de enero de 2017  
Aceptado: 4 de abril de 2017

pequeños. Las clases *Forest* y *Cultivated* tienen las estimaciones que son las más similares a las reportadas en investigaciones previas. Otras clases GL30 muestran poca congruencia con resultados de estudios previos y con las estimaciones generadas en este trabajo para un grupo de coberturas del suelo creadas agrupando varias de las coberturas reportadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Los resultados sugieren que es necesario determinar la exactitud de la clasificación y ubicación de las clases GL30. Más específicamente, es necesario analizar con detalle la extensión y cambios en las clases GL30 *Artificial Surface* y *Wetlands*. La reducción en las transiciones de la cobertura/uso del suelo observada en los datos GL30 2000-2010 son congruentes con reportes que indican que la asignación a algunas coberturas/ usos del suelo están tendiendo a estabilizarse a nivel nacional en México.

**Palabras clave:** uso del suelo; cambio del uso del suelo; México; *GlobeLand30*; SIG.



Margarito Pérez Retana/cuartoscuro.com

## 1. Introduction

Land cover (LC) is the biological or physical material on the surface and immediate sub surfaces such as water, forests, crops, and man-made structures or surfaces (Meyer and Turner 1994; Giri 2012; Grekousis *et al.* 2015). Land cover change (LCC) is the conversion from one LC category to another and/or the modification within an LC category (e.g. deforestation or degradation of a forest cover) (Meyer and Turner 1994; Grekousis *et al.* 2015). Accurate and timely reporting of LC and LCC are more important than ever due to the high rates of change and high pressures natural and human processes are exerting on natural and built environments around the world (Lambin *et al.* 2001; Foley *et al.* 2005; Turner *et al.* 2007; Foody 2010; Lambin and Meyfroidt 2011; Verburg *et al.* 2011) as well as in Mexico (Roth *et al.* 2016).

There have been several efforts to map LC at different scales, dates, and resolutions (e.g. Friedl *et al.* 2002; Bartholomé and Belward 2005; Latifovic *et al.* 2004; Xian *et al.* 2009; Grekousis *et al.* 2015). Recent developments in satellite sensors, lower costs, easier access to images, and improved analysis and processing capabilities have prompted the development of several LC mapping projects (Grekousis *et al.* 2015). These authors provide a recent and comprehensive review of 21 global and 43 regional LC mapping products with key literature references to each product, their spatial resolution, spatial and temporal coverage, overall accuracy, time of acquisition, sensor and satellite usage, classification method, classification scheme, support for LC change detection, and link to download location. The authors concentrate on global and regional LC products containing multiple land cover categories, avoiding products that focus in a single land cover class such as forests (e.g. Hansen and Loveland 2012; Townshend *et al.* 2012; Hansen *et al.* 2013). Several LC projects with national, continental and global coverage or some for multiple dates are currently under development by different North American and European agencies (Grekousis *et al.* 2015). Several of these products will be available very soon and will greatly enhance the capabilities to analyze LC evolution and LCC processes.

In Mexico there have been numerous LC/LCC studies carried out at the local/regional level (e.g. Mas 1999; López *et al.* 2001; López *et al.* 2006; Mendoza *et al.* 2010 and 2011; Valdez-Lazalde *et al.* 2011; Aguirre-Gutiérrez *et al.* 2012; Peralta-Rivero *et al.* 2014). In contrast, there are few studies estimating LC/LCC at the national level (e.g. Lunetta *et al.* 2002; Mas *et al.* 2002, 2004, and 2009; Velázquez *et al.* 2002 and 2010). Also, there are a limited number of studies that concentrate on specific LC classes such as forests at the national level (e.g. Trejo and Dirzo 2000; Palacio-Prieto *et al.* 2000; FAO 2010). The sources of data for all these studies vary from digitalization of historical paper maps to Landsat ETM+ satellite images. The objectives include identifying critical LCC trends at the watershed level, assessing effectiveness of protected areas, construction of a multi-date national-level LC/LCC database, and monitoring of unique land covers such as tropical dry forests. Although diverse, the conclusions and recommendations of these studies emphasize the importance and value of new, more accurate, and with higher-resolution LC/LCC studies that help to understand, monitor, and model LC/LCC trends to better support decision-making processes and guide the design of environmental management policy instruments in Mexico.

In 2014, the National Geomatics Center of China (NGCC; <http://ngcc.sbsm.gov.cn/article/en/>) released a 30-meter-global LC mapping product called GlobeLand30 ([www.globallandcover.com](http://www.globallandcover.com)) (hereinafter denoted as GL30) with 10 land cover classes (see Table 1) for the years 2000 and 2010 (Ran and Li 2015). The reported overall classification accuracy of this product is 80% (Chen *et al.* 2015). This level of accuracy has been confirmed by several recent studies in different conditions around the world (Brovelli *et al.* 2015; Arsanjani *et al.* 2016a and 2016b). In Central Asia, the overall reported accuracy was lower (46%), where the majority of misclassifications came from the GL30 Bareland class, accuracies of the GL30 Grasslands and Forest classes were low, and the confusion between shrub land and grassland also resulted in misclassifications (Sun *et al.* 2016). Currently,

an assessment of the accuracy of the GL30 Forest class that includes both temperate and tropical forests of Mexico is underway (Carver *et al.* 2016). Preliminary results confirm the 80% reported level of classification accuracy even under the very challenging conditions created by the large diversity of forest types and mixes existing in the country.

The purpose of this study is to carry out an exploration of the extent of LC classes and LC transitions at the national level in Mexico using the recently published GL30 data sets for the years 2000 and 2010. This information is contrasted against the results of previous national level LC/LCC studies, and also against official national land cover/use digital data sets. This preliminary exploration points to trends and estimates discrepancies that could assist in better designing future LC/LCC studies, and in the design of the necessary assessments of GL30 2000 and 2010 locational and classification accuracies in Mexico.

## 2. Methods

The 30-meter resolution global land cover product GL30 product for the years 2000 and 2010 with 10 land cover classes were used in this study (see Table 1). The GL30 class Snow and Permanent Ice was not present in Mexico. These data sets were created by integrating data from multiple sources including Landsat TM/ETM+ and the Chinese HJ-1 satellite images, as well as other reference data using a pixel-object-knowledge-based (POK-based) approach as described in Chen *et al.* (2015) and Ran and Li (2015). The POK-based method integrates well know spectral classification methodologies with an object oriented approach that better illustrates the extent of larger land cover features (Myint *et al.* 2011; Costa *et al.* 2014). A hierarchical classification technique was used throughout the classification process. For example, water was classified first, and then masked out of future feature classifications. This was proceeded by wetlands, permanent snow/ice, artificial surfaces, cultivated land, forest, shrubland, grassland, bareland and tundra

(Chen *et al.* 2015). This method was found to limit the amount of spectral confusion between classes (Frazier and Page 2000; Smith 2013; Chen *et al.* 2015). The classification process was performed on 5 degree by 6 degree map sheets. Inconsistencies between neighboring map sheets were manually checked and a total of 847 map sheets comprise each of the final GL30 products (Chen *et al.* 2015).

**Table 1**  
**GL30 land cover classes and numeric code used in the original raster data sets**

Class	GlobalLand30 Code
Cultivated	10
Forest	20
Grassland	30
Shrublands	40
WetLands	50
WaterBodies	60
Tundra	70
Artificial Surface	80
Bareland	90
Snow and Permanent Ice	100
Ocean/Background	255

**Source:** Chen *et al.* 2015.

The GlobeLand30 for 2000 and 2010 were provided to us by the National Geomatics Center of China (NGCC; <http://ngcc.sbsm.gov.cn/article/en/>) in UTM WGS 1984 projection zones 11 to 16 in the form of georeferenced TIFF files containing the LC classification. An accompanying shapefile referenced the path, row, and data of the multiple raster images used for the classification, and an accompanying XML file contains the metadata information.

Twenty of these TIFF files cover the country. These files were converted to ArcGIS raster layers and reprojected to Albers Equal Area Conical projection. The reprojected raster layers were then tiled to obtain a seamless coverage that extends beyond the borders and coasts of Mexico. These seamless rasters for 2000 and 2010 were clipped as follows to obtain the GL30 land cover/use information: The coastal and national borders of Mexico were obtained from the Natural Earth data repository (<http://www.naturalearthdata.com/>); then the edges of this file were buffered to a distance of 5 kilometers to ensure that all the land mass of Mexico (except for the islands off the coast of Mexico that were not included in our analyses) were included in the resulting seamless GL30 rasters. Areas covered by oceans (denoted by code 255 in GL30) or beyond the national borders in these clipped raster images were excluded from our analyses.

The GL30 national coverage raster layers for 2000 and 2010 were used as input to the ArcGIS (version 10.4) Spatial Analyst function Tabulate Area (<http://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/tabulate-area.htm>) resulting in the matrix presented in Table 2. The percent change in area for each LC class during the 2000-2010 period was calculated using the following formula (the results are presented in Table 3):

$$(2010\_area - 2000\_area) / 2000\_area * 100$$

We used two sources of information to compare the GlobeLand30 LC estimates and LC transitions estimated in this study: Results from previous national-level LC/LCC studies, and the land cover/land use data produced by the *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)* in their Series III (for the year 2002) and Series V (for 2013) (<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/usuarios/>).

The INEGI Series III and Series V digital data sets correspond to a scale 1:250,000 and are provided in Lambert Conical Conformal projection. We reprojected these data sets to Albers Equal Area Conical projection for calculation of areas

covered by each LC class. The land cover/use classes in the Series III and V have been homogenized between them and hence temporal changes can be evaluated (Clay *et al.* 2016). The manual for the use and interpretation for the Series V explains and illustrates the land cover/land use classes used in both of these data sets (INEGI 2014). Appendix 1 details how in this study the original INEGI Series III and Series V land cover/use classes were aggregated to create LC classes that attempt to match LC classes used in GL30. Only three GlobeLand30 classes could be relatively easy to match by aggregating several INEGI land cover/use classes: Grasslands, Cultivated, and Artificial Surface. Table 4 in the results section shows the areas calculated for each of the INEGI aggregated land cover/use classes defined in this study.

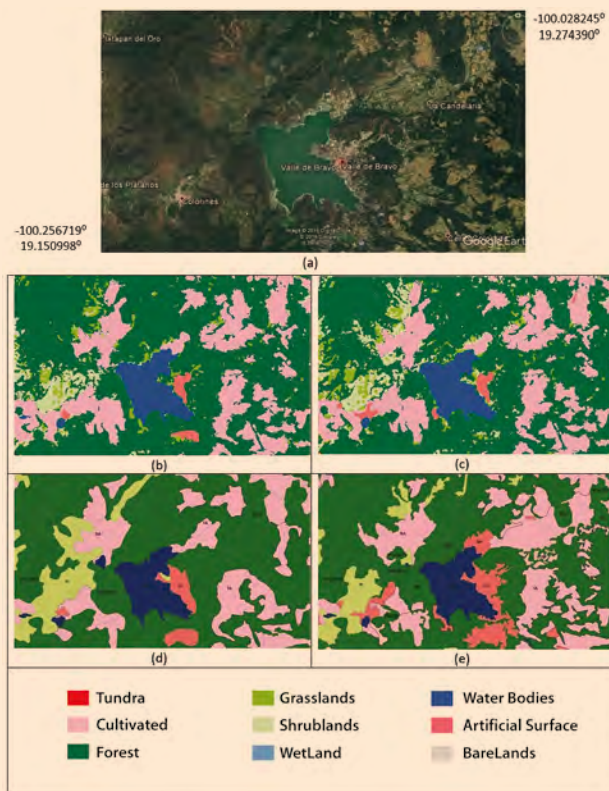
Other GL30 LC classes were difficult to match with aggregates of the original INEGI Series III and Series V land cover/use classes due to the diversity of original INEGI's land cover/use classes that could potentially be aggregated to match the GL30 classes. For example, the GL30 class "Forest" would include a large diversity of INEGI's original land cover/use classes such as: primary tropical and temperate forest covers; secondary tropical and temperate forests; several unique type of forest covers such as *bosque de galería* or *selva espínosa*, among others.

### 3. Results

Figure 1 presents an illustration of the data sets described in the methods section for the area of the lake in *Valle de Bravo, estado de México* in central Mexico. For reference and illustration of the latest LC, in Figure 1 part (a) an image from Google Earth 2016 is included. In the lower-left and top-right corners of this image the latitude/longitude coordinates of this sample area are provided. Figure 1 parts (b) and (c) are the GL30 LC data sets for 2000 and 2010 respectively. Figure 1 parts (d) and (e) correspond to the INEGI Series III (2002) and V (2013) LC classes colored to match the GL30 LC classes legend.

Figure 1

**Illustration of land cover/use classifications for the area of the lake in Valle de Bravo, estado de México, central Mexico (latitude/longitude coordinates: lower-left corner: -100.256719°, 19.150998°; top-right corner: -100.028245°, 19.274390°)**



(a) Google Earth image 2016; (b) and (c) GL30 for 2000 and 2010 respectively; (d) and (e) INEGI Series III (2002) and Series V (2013) respectively, the INEGI land cover/use classes are colored according to the GL30 legend at the bottom of the figure.

Table 2 presents the land cover transitions matrix that results from using the Tabulate Area function in ArcGIS with GL30 2000 and 2010 as inputs.

Table 3 presents the percent change between 2000 and 2010 for each of the GL30 LC classes using the 2000 areas as the base.

The LC with the lowest percent change is Forest (-0.47%), followed by Shrublands (-1.04%), and Cultivated (1.88%). Water Bodies area's percent change is also low at -1.21%. The LC with the largest percent changes is present at Wetlands (-13.33%), Bareland (-9.26%), and Artificial Surface (7.38%). To better understand these changes in context it is necessary to have more details about what is included in some of these LC classes.

Chen *et al.* (2015) explain that Wetlands include bogs, fens, meadows, marches, peat land, swamps, floodplains, and mangroves. Thus highlighting that the satellite images spectral diversity within the class Wetland is therefore significant. Visual interpretation and inspection were used by these authors to accurately delineate wetlands based on prior knowledge of wetland types, distribution, and temporal change patterns as well as their spectral characteristics. The same authors explain that after completing the classification of WaterBodies, Wetlands, Snow and Ice, Artificial Surface, and Cultivated, the LC classes

Table 2

Continues

**GlobeLand30 2010 Land Cover Class (hectares)**

		Cultivated	Forest	Grass land	Shurb-lands	Wet-lands	Water-Bodies	Artifical Surface	Bare lands	Cover class total for 2000
<b>GlobeLand 30 2000 Land Cover Class (hectares)</b>	Cultivated	22,918,489	390,529	207,788	343,211	20,629	43,768	177,081	6,075	24,108,303
	Forest	460,441	63,457,376	1,511,858	3,943,722	75,292	58,906	78,735	28,537	69,618,414
	Grassland	335,876	1,267,205	16,329,032	3,313,564	48,464	80,687	94,070	188,681	21,659,692
	Shrublands	647,254	3,77,3969	3,963,681	63,119,927	52,489	88,996	161,395	194,764	72,015,002
	WetLands	32,579	190,886	135,798	59,850	1,363,381	80,416	3,247	10,425	1,919,523

Table 2

Conclude

**GlobeLand30 2010 Land Cover Class (hectares)**

		Cultivated	Forest	Grass land	Shurb-lands	Wet-lands	Water-Bodies	Artificial Surface	Bare lands	Cover class total for 2000
GlobeLand 30 2000 Land Cover Class (hectares)	Water-Bodies	30,433	111,689	68,530	63,956	80,908	1,273,299	2,416	13,690	1,676,208
	Artificial Surface	121,906	60,451	61,648	100,024	1,156	1,847	1,987,390	3,813	2,338,889
	Bareland	13,891	33,223	241,920	315,538	11,603	18,730	6,076	1,543,933	2,197,186
	Cover class total for 2010	24,561,009	69,292,989	22,526,268	71,269,160	1,663,730	1,655,988	2,511,431	1,993,712	195,533,217

Table 3

**Percent change between 2000 and 2010 using 2000 areas as the base for comparison**

GlobeLand30 Cover Class	2000 (hectares)	2010 (hectares)	%Change 2000-2010
Cultivated	24,108,303	24,561,009	1.88
Forest	69,618,414	69,292,989	-0.47
Grassland	21,659,692	22,526,268	4.00
Shrublands	72,015,002	71,269,160	-1.04
WetLands	1,919,523	1,663,730	-13.33
WaterBodies	1,676,208	1,655,988	-1.21
Artificial Surface	2,338,889	2,511,431	7.38
Bareland	2,197,186	1,993,712	-9.26

Forest, Shrubland, Grassland, and Bareland were relatively straightforward to classify because a large number of pixels with spectral similarity to these LC were masked out by the previous procedures. Forest, Shrubland, Grassland, and Bareland were classified synchronously using a Maximum Likelihood Classifier. The Cultivated class displays complicated spectral characteristics at the global scale due to its similarity to natural vegetation in the growing season, while fallow cropland is almost the same as soil (Chen *et al.* 2015). However,

according to these authors, the procedures used greatly increase the accuracy to identifying this type of LC. The Artificial Surface class is generally associated with urban areas. The Tundra LC class as defined in GL30 (see Chen *et al.* 2015) is not present in Mexico.

Table 4 presents the areas calculated for the aggregated INEGI land cover/use classes defined in this study (see Appendix 1 for their definition) for the Series III (2002) and Series V (2013), as

well as the areas for the GL30 LC classes that we attempted to match for the years 2000 and 2010. The areas reported in each LC are not close and the differences in percent changes are large. This again demonstrates the difficulty in integrating and comparing results from different LC/LCC studies and data sources that use different number LC classes and definitions of each class.

#### 4. Discussion

Contrasting the LC extent and transitions presented in this paper against the results of previous national LC/LCC studies and existing land cover/use data sets for Mexico is difficult. The use of different number of LC classes and LC definitions, different sources of data (e.g. Landsat MSS, Landsat ETM+ images), different processes to come up with the extent of each LC class, different dates, and varying levels of accuracy, scale, and resolution greatly complicate direct comparisons of estimates. However, some general trends can be identified and compared. Next we first contrast the results of previous national LC/LCC studies with the GL30 estimates; then we compare these estimates against four aggregated land cover/use classes created in this study from the original land cover/use classes used by INEGI in their Series III and Series V (see

Appendix 1 for aggregated classes definitions and Table 4 for results of areas in each these classes).

Velázquez *et al.* (2002) mention that in their study, due to the characteristics of sources of data used and differences in classifications between dates, the LC transitions for each individual period studied (1976-1993 and 1993-2000) are less reliable than the LC transitions trends identified over the 1976-2000 period as a whole. For the year 2000 these authors report an area of 33,122,889 hectares of temperate forests, and 31,433,304 hectares of jungles, for a total of 64,556,193 hectares of forests compared with 69,618,414 hectares reported in the GL30 Forest class for the year 2000. The percent change reported by these authors taking both temperate and jungles together is -11.52% for the 1976-2000 period, compared with -0.47% (see Table 3) for the GlobeLand30 Forest class for the 2000-2010 period. In the last 20 years there has been an evident reduction in the rate of deforestation in Mexico (FAO 2010a) and around the world (FAO 2010b). The -0.47% reduction in GL30 Forest cover is congruent with recent estimates by the National Forest Commission (*Comisión Nacional Forestal*) that reports a decrease on the forest cover of -0.35% for the 2000-2005 period, and -0.24% for the 2005-2010 period (CONAFOR 2014).

Table 4

**Comparison of aggregated INEGI land cover/use classes (see Appendix 1 for aggregated class definitions) versus GL30 LC classes**

Aggregated LC class for comparison with GlobeLand30	Series III (2002) area (hectares)	Series V (2013) area (hectares)	% Change 2002-2013	GlobeLand30 LC class	2000 area (hectares)	2010 area (hectares)	% Change 2000-2010
Natural and Introduced grasslands	31,415,574	30,897,677	-1.65	Grasslands	21,659,692	22,526,268	4.00
Agriculture	31,014,279	32,791,644	5.73	Cultivated	24,108,303	24,561,009	1.88
Urban areas	1,265,934	1,853,725	46.43	Artificial Surface	2,338,889	2,511,431	7.38



For the year 2000 Velázquez *et al.* (2002) report an area of 32,504,966 hectares of croplands in 2000 with an increase of 23.88% during the 1976-2000 period. According to GlobeLand30 the cultivated class covers 24,108,303 hectares in 2000 with a percent change of 1.88% for the 2000-2010 period. Closer to these GL30 estimates is the report provided by the Mexican federal government Information System for Agriculture, Food, and Fisheries (SIAP 2016; <http://www.gob.mx/siap/>) for the 2000-2010 period (obtained by querying for total irrigated and rain fed agricultural areas for all states in the country; query interface here [http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola\\_siap\\_gb/icultivo/index.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp)). The SIAP reports a total agricultural area of 21,780,047 hectares for the year 2000 with a 0.79% increase during the 2000-2010 period. This is a difference of 10.6% between the SIAP and GL30 estimates of the agricultural area for the year 2000 with similar rates of change for the 2000-2010 period. Also similar are the GL30-2010 Cultivated cover estimate (24,561,009 hectares) and the agricultural area reported for the year 2013 (22,415,811 hectares) by the *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2014*. In contrast, there is a large difference between the estimate by Palacio-Prieto *et al.* (2000) which reports for 2000 an area of croplands of 45,687,017 hectares compared with 24,108,303 hectares in the GL30-2000 Cultivated class. It is worth noticing that comparisons with government statistics on cropland areas are difficult to do, given that the government statistics fail to identify lands that are under *reposo* (idle under crop rotation system) or those lands being converted to grasslands, particularly in tropical areas (Dyer 2010).

For grasslands (both natural and artificial) Velázquez *et al.* (2002) report a total of 31,136,803 hectares for the year 2000, compared with the GL30 Grassland class with 21,659,692 hectares for the same year with an increase of 4.00% by the year 2010 for a total area of 22,526,268 hectares. A report closer to the GL30 estimate is the one by Palacio-Prieto *et al.* (2000) for the year 2000, these authors report a Grasslands (*pastizal*) cover of 18,847,355 hectares.

Velázquez *et al.* (2010) used the same 1976-2000 period to analyze land cover changes between three major land cover clusters defined in their study. The cluster Undisturbed Woody Vegetation is defined as composed of temperate forest, tropical forests, and shrublands. They had the greatest change losing 13.7 percent of their initial coverage during the period studied. This class could roughly correspond to the aggregation of the GL30 Forest and Shrublands classes. Undisturbed Woody Vegetation is reported to cover 92,088,400 hectares in 2000, while GL30 reports 141,633,410 hectares for 2000 when adding the extent of the Forest and Shrublands classes, a major difference in reported areas between the two studies, most likely due to a poor match between the definition of LC classes used in each study. The same authors report that the cluster Anthropogenic (composed of crops, improved grasslands, forest plantations, and human settlements) had the largest increase in area (6.9%) during 1976-2000 period. The GL30 classes that could roughly be compared with the Anthropogenic cluster would be addition of the Artificial Surface and the Cultivated classes (with a join increase of 9.26% in the 2000-2010 period), because the GL30 Grasslands class does not differentiate between artificial and natural grasslands, and forest plantations were not differentiated from natural forests as it was done by Velázquez *et al.* (2010).

Mas *et al.* (2002 and 2004) for the year 2000 report 20,921,700 hectares of Temperate Primary Forest (*bosque primario*) and 12,201,200 hectares of Temperate Secondary Forest (*bosque secundario*) 17,072,000 hectares of Primary Jungle (*selva primaria*) and 14,361,400 hectares of Secondary Jungle (*selva secundaria*), for a grand total of 64,556,300 hectares of both temperate and tropical forests. The results of the 2000 National Forest Inventory report a total of 63,585,587 hectares of temperate and tropical forests (Palacio-Prieto *et al.* 2000). GL30 for 2000 reports 69,618,414 hectares in the Forest class that includes both temperate and tropical forests. The difference between these two previous forest cover estimates and the GL30 Forest class estimate for the same year 2000 is ap-

proximately 7%. Couturier and Mas (2009) evaluated the confidence of results of the National Forest Inventory for the year 2000, they found that the global confidence index for the forest cover estimates ranged between 45% and 97%, which means that the mentioned 7% difference in forest cover estimates for the year 2000 lies within this confidence level. The most recent estimate of the national forest cover is provided by the national Forest Resources Assessment (FRA) 2010 for Mexico (FAO, 2010) that reports a forest cover of 64,802,000 hectares versus the GL30 estimate of 69,292,989 hectares for the year 2010, a difference of 6.4% between the two estimates.

The extent and 2000-2010 percent change in the GL30 Wetlands class point to the need for further study and monitoring of these ecosystems at the national level. The reported wetlands area for both dates is sizeable (around 1.8 million hectares), and the percent change is among the highest found in this study (-13.33%). This last finding is congruent with a severe decline trend in the extent of these ecosystems worldwide (Junk *et al.* 2013) and in Mexico (Rodríguez-Zúñiga *et al.* 2012 for the specific case of mangroves).

The areas of the LC classes defined in this study (see Appendix 1 and Table 4) by aggregating original INEGI's land cover/use classes did not closely match the GL30 estimates. This mismatch again demonstrates the difficulty in comparing and integrating LC/LCC data and trends generate by different studies that use different number of LC's and LC definitions as it has been documented in recent studies (Tsendbazar *et al.* 2016). Particularly noticeable are the differences in area and percent change in the Urban Areas class defined in this study versus the GL30 Artificial Surface class. These two classes seem to be the closest match in terms of their definitions and yet the total area and percent change estimates are very different (a difference of roughly 1 million hectares between total area estimates and percent change of 46.43% vs. 7.38%, see Table 4). A possible explanation for part of this difference could be that the GL30 Artificial Surface

class with is 30-meter spatial resolution is able to detect small urban areas that might be missing in the INEGI Series III and V data sets at the 1:250,000 scale. However, as seen in Figure 1, GL30 missed identifying a sparse urban cover in the north east of the *Valle de Bravo* lake (it is reported as Cultivated Land). This area is clearly reported in INEGI Series V as urban settlement (*asentamiento humano*, AH).

The differences between GL30 Grassland and the aggregated class Natural and Introduced Grasslands defined in this study can be influenced by the inclusion of INEGI's desert and semi-desert grasslands (*pastizal halófilo* PY and *gipsófilo* VW; see INEGI (2014) for detailed descriptions of vegetation covers).

## 5. Conclusions

Direct comparisons between the results of different national level LC/LCC studies and data sets in Mexico are difficult. This complicates the integration of multi-scale and multi-temporal information that could assist in understanding and analyzing the patterns, evolution, drivers, and consequences of LC extents and LCC processes in the country. This information is fundamental to help understand, monitor, and model LC/LCC trends to better support decision-making processes, create national level LC/LCC scenarios, and guide environmental management policy in Mexico.

The purpose of this study was to explore the LC/LCC information contained in the GL30 data sets for 2000 and 2010, and compare it to results of previous national-level LC/LCC studies as well as with official sources of LC data and digital maps. The GL30 data sets have high spatial resolution (30 meters at the global level) and relative low LC classification specificity (only 10 classes). If we accept *a priori* the GL30 reported overall accuracy of approximately 80% that has been verified in studies in different parts of the world, it can be stated that in Mexico Wetlands and Barelands have had the largest decreases in their areas dur-

ing the 2000-2010 period (-13.33% and -9.26% respectively), while Artificial Surface and Grasslands have had the largest increases (7.38% and 4.00% respectively). Cultivated (1.88%), Forest (-0.47%), Shrublands (-1.04%), and Water Bodies (-1.%) show low changes during the 2000-2010 period. The definition of the Wetlands LC class in GL30 and its estimates of extent and change during 2000-2010 period point to the need to further study and monitoring of these very important and valuable ecosystems in Mexico. Overall, it can be said that land cover transitions during 2000-2010 period are low compared with LC changes in previous periods, and some land covers such as Forest and Cultivated that used to experience fairly large changes in previous periods have stabilized.

The general reduction in transitions for some LC observed in the 2000-2010 GL30 data-supports reports that land allocations to some land covers/uses in Mexico have reached a maturity and are tending to stabilize (Pineda *et al.* 2009; Colditz *et al.* 2014a, 2014b). In particular, the small changes reported for the GL30 Forest class are congruent with studies that suggest that different socio-economic processes such as migration from rural areas, afforestation of abandoned agricultural fields, substitution of national forest products by imports and/or alternative materials, and general reduction of forestry activities and illegal logging are reducing the deforestation process around the country (Ramírez 2001; Franco *et al.* 2006; Castelan *et al.* 2007; Valdez *et al.* 2011). Similarly, the small changes in the GL30 Cultivated class during the 2000-2010 period agree with reports that state that the agricultural frontier in Mexico is stabilizing (SIAP 2016; Coditz *et al.* 2012).

The estimates of extent and rate of change of the GL30 Forest and Cultivated classes were the closest to those reported in previous studies, reports to international forestry agreements, and official data sources for the agricultural sector (a difference in area estimates of approximately 7% for the Forest class and 10% for the Cultivated class for the year 2000). There was low agreement between the selected GL30 LC classes and the ar-

eas calculated for the aggregated LC classes created in this study from the original INEGI's LC classes (see Table 4). Particularly large, and pointing for the need for further study, is the difference in estimates between the GL30 Artificial Surface class and our aggregated class Urban Areas. The definitions of these two LC classes are very similar and yet their extent and percent change estimates vary greatly.

There is a need to carry out assessments of the locational and classification accuracy of the GL30 data sets for Mexico. Work is already on its way for the GL30 Forest class (Carver *et al.* 2016). Once these assessments are completed, the high spatial resolution of the GL30 datasets offer exciting possibilities for the analysis and modeling of LC extents and LCC processes at the national level in Mexico. Examples of potential future national-level studies that would benefit from the GL30 30-meter spatial resolution include assessment of embedded land covers such as small agricultural clearings in tropical forests, and assessments of the fragmentation and connectivity of land covers such as Forest and Wetlands whose complicated-shape edges and narrow corridors could be better identified in the GL30 products.

## References

- Aguirre-Gutiérrez, J., Seijmonsbergen, A. C., & Duivenvoorden, J. F. (2012). Optimizing land cover classification accuracy for change detection, a combined pixel-based and object-based approach in a mountainous area in Mexico. *Applied Geography*, 34, 29-37.
- Arsanjani, J.J., See, L., & Tayyebi, A. (2016a). Assessing the suitability of GL30 for mapping land cover in Germany. *International Journal of Digital Earth*, 1-19.
- Arsanjani, J. J., Tayyebi, A., & Vaz, E. (2016b). GL30 as an alternative fine-scale global land cover map: Challenges, possibilities, and implications for developing countries. *Habitat International*, 55, 25-31.
- Bartholomé, E., & Belward, A. S. (2005). GLC2000: a new approach to global land cover mapping from Earth observation data. *International Journal of Remote Sensing*, 26(9), 1959-1977.
- Brovelli, M. A., Molinari, M. E., Hussein, E., Chen, J., & Li, R. (2015). The first comprehensive accuracy assessment of GL30 at a national level: methodology and results. *Remote Sensing*, 7(4), 4191-4212.

- Carver, D., Moreno-Sánchez, R., Torres-Rojo, J.M., Moreno-Sánchez, F., & Niknami, L. (2016). *Assessing the accuracy of the GL30 forests in Mexico*. Poster. GIS Day. Denver, Colorado. November 16, 2016.
- Castelán Vega, R., Ruiz Careaga, J., Linares Fleites, G., Pérez Avilés, R., & Tamariz Flores, V. (2007). Dinámica de cambio espacio-temporal de uso del suelo de la subcuenca del río San Marcos, Puebla, México. *Investigaciones geográficas*, (64), 75-89.
- Chen, J., Chen, J., Liao, A., Cao, X., Chen, L., Chen, X., ... & Zhang, W. (2015). Global land cover mapping at 30m resolution: A POK-based operational approach. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 103, 7-27.
- Clay, E., Moreno-Sánchez, R., Torres-Rojo, J. M., & Moreno-Sánchez, F. (2016). National Assessment of the Fragmentation Levels and Fragmentation-Class Transitions of the Forests in Mexico for 2002, 2008 and 2013. *Forests*, 7(3), 48.
- Colditz, R. R., Llamas, R. M., & Ressler, R. A. (2014a). Detecting change areas in Mexico between 2005 and 2010 using 250 m MODIS images. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7(8), 3358-3372.
- Colditz, R. R., Llamas, R. M., & Ressler, R. A. (2014b). Annual land cover monitoring using 250M MODIS data for Mexico. In *2014 IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium* (pp. 4664-4667). IEEE.
- Colditz, R. R., Llamas, R. M., & Ressler, R. A. (2012). Change detection of the national land cover dataset of Mexico. In *2012 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium* (pp. 6181-6184). IEEE.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (2014). *Diagnóstico del Programa Presupuestario U036 PRONAFOR-Desarrollo Forestal 2014*. Zapopan, México, 36 p.
- Costa, H., Carrão, H., Bação, F., Caetano, M. (2014). Combining per-pixel and object based classifications for mapping land cover over large areas. *Int. J. Remote Sens.* 35 (2), 738-753
- Couturier, S., & Mas, J. F. (2009). ¿Qué tan confiable es una tasa de deforestación? Cómo evaluar nuestros mapas con rigor estadístico. *Investigación ambiental*, 1(2).
- Dyer, G. A. (2010). *Uso del suelo en México: ¿conservación o desarrollo*. Yúñez, Antonio coord. (2001) *Los grandes problemas de México*, Volumen 11: Economía rural, pp. 95-144. México, El Colegio de México.
- ENA (Encuesta Nacional Agropecuaria). (2014). *Resultados de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2014*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Available online at: [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/agropecuarias/ena/ena2014/doc/presentacion/ena2014\\_pres.pdf](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/agropecuarias/ena/ena2014/doc/presentacion/ena2014_pres.pdf) Accessed December 2016.
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., ... & Helkowski, J. H. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), 570-574.
- FAO (United Nations Food and Agricultural Organization). (2010a). *Evaluación de los recursos forestales mundiales: 2010 Informe Nacional, México*. FRA2010/132 Roma, Italia. 98 p.
- FAO (United Nations Food and Agricultural Organization). (2010b). *Global Forest Resources Assessment 2010 Main report*. FAO Forestry paper 163, Roma, Italia. 340 p.
- Franco Maass, S., Regil García, H. H., González Esquivel, C., & Nava Bernal, G. (2006). Cambio de uso del suelo y vegetación en el Parque Nacional Nevado de Toluca, México, en el periodo 1972-2000. *Investigaciones geográficas*, (61), 38-57
- Frazier, P., Page, K. (2000). Water body detection and delineation with Landsat TM data. *Photogrammetric Eng. Remote Sens.* 66 (12), 1461-1467.
- Friedl, M. A., McIver, D. K., Hodges, J. C., Zhang, X. Y., Muchoney, D., Strahler, A. H., ... & Baccini, A. (2002). Global land cover mapping from MODIS: algorithms and early results. *Remote Sensing of Environment*, 83(1), 287-302.
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., ... & Kommareddy, A. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*, 342(6160), 850-853.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2014). *Guía para la interpretación de cartografía: Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie V*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México, 195 p. ([http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/usuarios/doc/guia\\_interusuarios.pdf](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/usuarios/doc/guia_interusuarios.pdf))
- Junk, W. J., An, S., Finlayson, C. M., Gopal, B., Květ, J., Mitchell, S. A., ... & Robarts, R. D. (2013). Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: a synthesis. *Aquatic sciences*, 75(1), 151-167.
- Lambin, E. F., Turner, B. L., Geist, H. J., Agbola, S. B., Angelsen, A., Bruce, J. W., ... & George, P. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global environmental change*, 11(4), 261-269.
- Lambin, E. F., & Meyfroidt, P. (2011). Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(9), 3465-3472.
- Lambin, E. F., Turner, B. L., Geist, H. J., Agbola, S. B., Angelsen, A., Bruce, J. W., et al. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11(4), 261-269.
- Latifovic, R., Zhu, Z. L., Cihlar, J., Giri, C., & Olthof, I. (2004). Land cover mapping of North and Central America—global land cover 2000. *Remote sensing of environment*, 89(1), 116-127.
- López, E., Bocco, G., Mendoza, M., & Duhau, E. (2001). Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe: a case in Morelia city, Mexico. *Landscape and urban planning*, 55(4), 271-285.
- López, E., Bocco, G., Mendoza, M., Velázquez, A., & Aguirre-Rivera, J. R. (2006). Peasant emigration and land-use change at the watershed level: a GIS-based approach in Central Mexico. *Agricultural Systems*, 90, 62-78

- Lunetta, R. S., Alvarez, R., Edmonds, C. M., Lyon, J. G., Elvidge, C. D., Bonifaz, R., & Garcia, C. (2002). NALC/Mexico land-cover mapping results: implications for assessing landscape condition. *International Journal of Remote Sensing*, 23(16), 3129-3148.
- Mas, J. F. (1999). Monitoring land-cover changes: a comparison of change detection techniques. *International journal of remote sensing*, 20(1), 139-152.
- Mas, J. F., Velázquez, A., Díaz, J. R., Mayorga, R., Alcántara, C., Castro, R., & Fernández, T. (2002). Monitoreo de los cambios de cobertura en México. *Memorias del II Seminario Latinoamericano de Geografía Física (Disco Compacto)*, 24-27.
- Mas, J.-F., Velázquez, A., Díaz-Gallegos, J. R., Mayorga-Saucedo, R., Alcántara, C., Bocco, G., et al. (2004). Assessing land use/cover changes: a nationwide multirate spatial database for Mexico. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5, 249-261.
- Mas, J. F., Velázquez, A., & Couturier, S. (2009). La evaluación de los cambios de cobertura/uso del suelo en la República Mexicana. *Investigación ambiental*, 1(1), 23-39.
- Mendoza, M. E., Bocco, G., López, E., & Bravo, M. (2010). Hydrological implications of land-cover and land-use change: spatial analytical approach at regional scale in the closed basin of the Cuitzeo Lake, Michoacán, Mexico. *Singapore Tropical Geography*, 31, 197-214.
- Mendoza, M. E., López Granados, E., Geneletti, D., Pérez-Salicip, D. R., & Salinas, V. (2011). Analyzing land cover and land use change processes at watershed level: a multitemporal study in the Lake Cuitzeo Watershed, Mexico (1975-2003). *Applied Geography*, 31, 237-250.
- Myint, S.W., Gober, P., Brazel, A., Grossman-Clarke, S., Weng, Q. (2011). Per-pixel vs. object-based classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery. *Remote Sens. Environ.* 115 (5), 1145-1161.
- Palacio-Prieto, J. L., Bocco, G., Velázquez, A., Mas, J. F., Takaki-Takaki, F., Victoria, A., ... & Trejo-Vázquez, I. (2000). La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. *Investigaciones geográficas*, (43), 183-203.
- Peralta-Rivero, C., Contreras-Servin, C., Galindo-Mendoza, M., Caussel, J. M., & Algara-Siller, M. (2014). Analysis of land use and land cover changes and evaluation of natural generation and potential restoration areas in the Mexican Huasteca region. *Open Journal of Forestry*, 4(2), 124-135.
- Pineda Jaimés, N. B., Bosque Sendra, J., Gómez Delgado, M., & Plata Rocha, W. (2009). Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes: Una aproximación a los procesos de deforestación. *Investigaciones geográficas*, (69), 33-52.
- Ramírez Ramírez, I. (2001). Cambios en las cubiertas del suelo en la Sierra de Angangueo, Michoacán y estado de México, 1971-1994-2000. *Investigaciones geográficas*, (45), 39-55.
- Ran, Y., & Li, X. (2015). First comprehensive fine-resolution global land cover map in the world from China—Comments on global land cover map at 30-m resolution. *Science China Earth Sciences*, 58(9), 1677-1678.
- Rodríguez-Zúñiga M.T., Troche-Souza C., Vázquez-Lule A. D., Márquez-Mendoza J. D., Vázquez- Balderas B., Valderrama-Landeros L., Velázquez-Salazar S., Uribe Martínez A., Acosta-Velázquez J., Díaz-Gallegos J., Cruz-López M. I. y Ressler R. (2012). *Los manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: 2.ª y 3.ª etapas*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. GQ004. México, DF.
- Salazar Conde, E. D. C., Zavala Cruz, J., Castillo Acosta, O., & Cámara Artigas, R. (2004). Evaluación espacial y temporal de la vegetación de la Sierra Madrigal, Tabasco, México (1973-2003). *Investigaciones geográficas*, (54), 7-23.
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2016). *Cierre de producción por estado*. [http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola\\_siap\\_gb/icultivo/index.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp). Gobierno Federal de México. <http://www.gob.mx/siap/>. Accessed December 2016.
- Smith, G. (2013). Hybrid pixel- and object-based approach to habitat condition monitoring. In: *Proceedings GI\_ Forum – Creating the GI Society 3756*. Wichmann-Verlag, Berlin, pp. 552-555.
- Sun, B., Chen, X., & Zhou, Q. (2016). Uncertainty Assessment of GL30 Land Cover Data Set Over Central Asia. *ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 1313-1317.
- Tsendbazar, N. E., de Bruin, S., & Herold, M. (2016). Integrating global land cover datasets for deriving user-specific maps. *International Journal of Digital Earth*, 1-19.
- Townshend, J. R., Masek, J. G., Huang, C., Vermote, E. F., Gao, F., Channan, S., ... & Song, K. (2012). Global characterization and monitoring of forest cover using Landsat data: opportunities and challenges. *International Journal of Digital Earth*, 5(5), 373-397.
- Trejo, I., & Dirzo, R. (2000). Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological conservation*, 94(2), 133-142.
- Turner, B. L., II, Lambin, E. F., & Reenberg, A. (2007). *The emergence of land change science for global environmental change and sustainability*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104, 20666–20671.
- Valdez-Lazalde, J. R., Aguirre-Salado, C. A., & Ángeles-Pérez, G. (2011). Análisis de los cambios en el uso del suelo en la cuenca del río Metztlitlán (México) usando imágenes de satélite: 1985-2007. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(3), 313-324.
- Velázquez, A., Mas, J. F., Gallegos, J. R. D., Mayorga-Saucedo, R., Alcántara, P. C., Castro, R., ... & Palacio, J. L. (2002). Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta ecológica*, (62), 21-37.

Velázquez, A., Mas, J., Bocco, G., & Palacio-Prieto, J. L. (2010). Mapping land cover changes in Mexico, 1976-2000 and applications for guiding environmental management policy. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 31, 152-162.

Verburg, P. H., Neumann, K., & Nol, L. (2011). Challenges in using land use and land cover data for global change studies. *Global Change Biology*, 17(2), 974-989.

Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J., & Melillo, J. M. (1997). Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277(5325), 494-499.

Xian, G., Homer, C., & Fry, J. (2009). Updating the 2001 National Land Cover Database land cover classification to 2006 by using Landsat imagery change detection methods. *Remote Sensing of Environment*, 113(6), 1133-1147.

## Appendix 1

### Definition of aggregated classes defined in this study from original INEGI's land cover/use classes from Series III and V to match GlobeLand30 land cover classes

Aggregated LC class for comparison with GlobeLand30	Original INEGI land use/cover class code (UNION attribute) aggregated Series III and V	GlobeLand30 class
Natural and Introduced grasslands	Artificial: PC, PI Natural: PH, PN, PY, VS, VSa/PN, PY, VS, VSa/PN, VSh/PN, VSI	Grasslands
Agriculture	Irrigated: RA, RAP, RAS, RP, RS, RSP Rain fed: HA, HAP, HAS, HP, HS, HSP, TA, TAP, TAS, TP, TS, TSP	Cultivated
Urban areas	AH, ZU	Artificial Surface

# Ninis:

## *factores determinantes*

**NEETs:** *Influential Factors*

Benito Durán Romo\*



Rodolfo Angulo/cuartoscuro.com

\* Instituto Nacional de Estadística y Geografía, benito.duran@inegi.org.mx

**Nota:** el autor agradece la valiosa colaboración de Manuel Lecuanda Ontiveros y Lilia Guadalupe Luna Ramírez para la elaboración de este trabajo.

El objetivo de este trabajo es determinar, para México, las probabilidades de que un joven de 15 a 24 años de edad pueda convertirse en *nini* a partir de un conjunto de variables, como las características de la localidad de residencia, el entorno del hogar y las del mismo individuo; también, cuantificar la probabilidad asociada a cada variable y la influencia que podrían tener en la probabilidad total. Para llevar a cabo el estudio, se usó un modelo de datos de panel construido a partir de la información que proporciona la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo del segundo trimestre del 2014 al segundo trimestre del 2015, la cual es la fuente principal de información estadística sobre características ocupacionales de la población a nivel nacional, permitiendo profundizar en el análisis de los aspectos laborales de la misma. De esta forma, la encuesta se convierte en el mejor insumo para poder clasificar a los individuos en su condición de *nini*. Para esta investigación, se construyó un micropanel de datos balanceado y se eligió la metodología de medias poblacionales a través de las ecuaciones de estimación generalizadas para su análisis, que es una extensión de la quasiverosimilitud que, a su vez, se desprende de los modelos lineales generalizados.

**Palabras clave:** *ninis*; jóvenes; ENOE; EEG; ecuaciones de estimación generalizada.

Recibido: 3 de octubre de 2016  
Aceptado: 3 de abril de 2017

## 1. Introducción

La preocupación por los jóvenes que no estudian ni trabajan (*nini*) tomó relevancia en el Reino Unido a partir de que el primer ministro Tony Blair presentó ante el Parlamento el reporte de la *Social Exclusion Unit* (1999), donde evaluaba la cantidad de jóvenes en esa situación, analizaba las razones del porqué y formulaba propuestas para reducir la cifra.

En México, el tema se hizo importante a partir de agosto del 2010, cuando el entonces rector de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), doctor José Narro Robles —en el marco de la celebración del Día Internacional de la

The aim of this work is to determine what is the probability that young people from 15 to 24 can become NEET in Mexico. This is based on a set of variables regarding some characteristics, which include the place of residence, the home environment, and personal features of the individual. We also quantify the probability associated with each variable as well as the influence that they can have on the total probability. To carry out this study, we will use a Panel-Data Model built from data provided by the National Survey of Occupation and Employment (ENOE) from the second quarter of 2014 to the second quarter of 2015. This survey is the main source of statistical information on occupational issues of the population nationwide, allowing further analysis of the labor aspects of the population. Thus the ENOE becomes the best source to classify NEET / Not NEET individuals. For this study we have built a Balanced-Data Micropanel and have chosen the Average-Population Methodology through the Generalized Estimating Equations (GEE) for our analysis. This methodology is an extension of the Quasi-likelihood, which in turn emerges from the Generalized Linear Models.

**Key words:** NEETs; Young people; ENOE; GEE; generalized estimating equations.

Juventud— declaró ante los medios de comunicación que en México había poco más de 7 millones de jóvenes de 15 a 29 años de edad en estas condiciones; sin embargo, esta cantidad se puso en duda, pues no se conocía la cifra exacta de los que se encontraban en esa situación.

Tomando como base lo anterior, Negrete y Leyva (2013) hicieron una revisión de los puntos problemáticos en torno a la noción del tema y usaron los datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del segundo trimestre del 2011 para hacer un desglose y mostrar cómo llegar a la cifra antes mencionada. Gracias a



éste, presentaron una aproximación crítica sobre el caso: 3.76 millones de personas de 15 a 24 años de edad que formaban parte de la población no económicamente activa (PNEA)<sup>1</sup> y que estaban buscando trabajo, y a quienes se pudieran considerar *ninis*.

Independientemente de las cifras que se reporten, el fenómeno de los *ninis* es un tema que debiera preocupar a los tres niveles de gobierno, antes de que se conviertan en un problema social, aunque quizá ya lo sea, dada la prevalencia en México de los altos niveles de pobreza y de la profunda desigualdad en la distribución del ingreso, que pueden ser el resultado de la poca generación de oportunidades para que los jóvenes se inserten en la fuerza de trabajo o a la educación; por ejemplo, en *Parametría* (2013) se reportan los resultados de una encuesta de opinión en viviendas y donde 58% de los entrevistados opina que para los *ninis* resulta más atractivo entrar a las filas del narcotráfico que conseguir un trabajo o asistir a la escuela. Además, en su análisis, Escobedo (2015) menciona que 80% de los *ninis* ha participado en actos de violencia.

Los gobiernos municipales, estatales y federal pueden apoyarse en las instituciones académicas y de investigación para estudiar el fenómeno: causas, entornos social y económico en que se desarrolla y cómo podría afectar a la sociedad, y a partir de ahí proponer soluciones al problema.

Como parte de lo anterior, con este trabajo se busca descubrir los factores determinantes para México que lleven a una persona a convertirse en *nini*. Para ello, se plantea un modelo de datos de panel que toma en cuenta algunas características de la propia persona, aquéllas sociales y económicas del hogar a los cuales pertenece, así como de la localidad donde vive.

<sup>1</sup> Incluye a las personas de 15 años y más de edad que en la semana de referencia únicamente realizaron actividades no económicas (destinadas a satisfacer necesidades personales o familiares para el funcionamiento de los habitantes de la vivienda) y no buscaron trabajo.

Para esta investigación, nos estaremos enfocando en la población de 15 a 24 años de edad que se encuentra en la transición del estudio al trabajo con el fin de estar en línea con la definición de juventud de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2014); este grupo es el captado por la ENOE con seguimiento entre el segundo trimestre del 2014 y el segundo trimestre del 2015.

## 2. Los *ninis* en contexto

De acuerdo con el INEGI (2016), la información de la Encuesta Intercensal 2015 mostró que el monto de la población joven de 15 a 24 años de edad en México ascendió a 21.4 millones, que representaron alrededor de 18% de la población en el ámbito nacional. De ese total, 50.2% son adolescentes de 15 a 19 años y 49.8%, jóvenes de 20 a 24 años.

En cuanto a la condición de asistencia escolar, esta misma encuesta presentó un comportamiento diferenciado según la edad, pues 62.4% de los adolescentes asistía a la escuela, mientras que los jóvenes con asistencia escolar solo representaron 25.5% del total.

Respecto a la escolaridad, 52.8% de los adolescentes reportó escolaridad de nivel básico (2.3% primaria incompleta, 6.7% completa y 43.7% al menos un grado de secundaria); 41.8% tenía al menos un grado de media superior y 4.1%, al menos un grado de educación superior. En los jóvenes, el porcentaje con nivel básico fue de 40.1; con media superior, de 30.5; y con educación superior, 27.5.

Para el caso de la condición de actividad, la Encuesta Intercensal 2015 arrojó que 20.8% de los adolescentes estaban ocupados; 2.4%, desocupados; y 61.3% eran PNEA (53.7% eran estudiantes). En cuanto a los jóvenes, los porcentajes fueron 49.9, 3.6 y 46.1, respectivamente. De estos últimos, 19.4% eran estudiantes.

Por otro lado, un joven debería ser parte de la fuerza laboral o bien, se debería preparar para entrar a ella. De no ser así —es decir, si ese joven no

tiene un empleo, ya sea formal o informal, y tampoco se está preparando en alguna institución educativa para ingresar a la fuerza laboral—, se le clasifica como *nini*.

Aunque cabe decir que, hasta el momento, *nini* es un término más que un concepto debido a que en el ámbito internacional no hay un consenso acerca de su definición (sobre todo en cuanto a quién incluir dependiendo del rango de edad y la condición de actividad<sup>2</sup> del individuo). Tuirán y Ávila (2012) dan cuenta de esto al decir quedado “...que no hay mayor esfuerzo de conceptualización, el fenómeno es heterogéneo”. También, Negrete y Leyva (2013) trataron de poner en contexto este término y expusieron los puntos problemáticos que se pueden encontrar en su definición. Ante esto, en cada estudio sobre el tema se establece el rango de edad de acuerdo con el interés del mismo, ligado en su totalidad al tema de *juventud*. ONU (2014), por ejemplo, la define como aquellas personas entre las edades de 15 a 24 años de edad para fines estadísticos; OCDE (2014), por otro lado, difunde sus estadísticas sobre *ninis* haciendo referencia a la población de 15 a 29 años.

Ahora bien, hablar de jóvenes en condición de *nini* en México no necesariamente significa que estamos hablando de gente ociosa y sin aspiraciones, por lo que no se le debe considerar un problema de decisión propia de los jóvenes sino, más bien, uno de carácter estructural.

Al respecto, Tuirán y Ávila (2012) mencionan que la clasificación de *ninis* es de “...jóvenes que realizan quehaceres domésticos, buscan empleo, están discapacitados o pensionados, estudian en sistemas abiertos o informales, es decir, la mayoría tiene un funcionamiento socialmente útil, por lo que sería incorrecto decir que son improductivos u ociosos...”. También, dicen que esos jóvenes le dan un alto valor a la educación y cuentan con proyectos y aspiraciones, además de que muchos

de ellos viven en un entorno familiar y social difícil para continuar estudiando.

Negrete y Leyva (2013), por su parte, mencionan que el término “...pareciera sugerir que, más allá del mercado laboral y del proceso de preparación educativa para insertarse en él, no existe otro ámbito de actividad que valiera la pena ser considerado...”, pero ellos van más allá, Leyva y Negrete (2014) dicen que “...el término es mucho más endeble de lo que parece y no es Ni pertinente Ni útil; antes bien, impide conocer qué hay al interior de las considerables cifras con las que normalmente se le asocia...”. Además, explican que el grupo más problemático es el de los individuos entre los 18 y 24 años que no estudian y no están disponibles para trabajar, pero que se dedican a los quehaceres domésticos o al cuidado de terceros, y para quienes hacen la pregunta “¿hasta qué punto pudiera decirse sobre ellos que la prioridad para atender el hogar es una decisión tomada o quizás una condición impuesta?” y tratan de contestarla usando las diversas razones que encuentran en la ENOE: “a) no poder encargar a nadie más el cuidado de niños, ancianos o enfermos; b) no tener estudios o experiencia suficiente para solicitar un trabajo y c) la oposición de alguien en el hogar para integrarse al mercado laboral”. Entonces, a estos jóvenes, por el solo hecho de no estar insertados en el mercado laboral o no estar estudiando o preparándose para el trabajo, ¿se les debe considerar como *ninis*?

Ya se mencionó que los *ninis* no necesariamente son personas ociosas y sin aspiraciones; sin embargo, esta condición puede derivar en problemas de inserción en la violencia, drogas, etcétera. Al respecto, *Parametría* (2013) presenta los resultados de una encuesta de opinión en viviendas donde, en el 2011, 39% de los entrevistados consideró que para los *ninis* resulta más atractivo entrar a las filas del narcotráfico que conseguir un trabajo o asistir a la escuela; esta cifra se incrementó a 58% para el 2013. También, Escobedo (2015) da cuenta de esto cuando dice: “Si se pudiera medir el grado de participación de jóvenes en actos de violencia y se tomara como indicador la categoría ‘NINI’, se hablaría de un 80% de participación de ellos dando en con-

<sup>2</sup> Es la situación que distingue a la población de 15 años y más de edad según haya participado o no en la actividad económica o si buscó vincularse a una. Se clasifica en: población económicamente activa (PEA) y población no económicamente activa (PNEA).

secuencia que ser 'NINI' no solo es sinónimo de juventud, marginación y violencia sino también de muerte...”, haciendo referencia a un informe sobre violencia y juventud que el INEGI había presentado. Y lo que Székely (2011) dice al respecto sobre los jóvenes de 15 a 25 años: "...se trata de jóvenes en un umbral estratégico de su desarrollo, que se encuentran en su mayoría en situación de ocio y, por lo tanto, de propensión a actividades delictivas, a prácticas sexuales riesgosas, a exposición a contextos de violencia, etc. De no ser atendidos con políticas públicas adecuadas, estos grupos poblacionales enfrentarán severas restricciones a su desarrollo y, en el corto plazo, pueden representar un riesgo para la construcción de cohesión social..."

Los 7 millones de *ninis* que mencionó el doctor José Narro Robles representaron un poco más de 22% del total de jóvenes de 15 a 29 años. En la mayoría de los estudios sobre el tema, el porcentaje de *ninis* está alrededor de esa cifra. Escobedo (2015), por ejemplo, al usar los datos de la Encuesta Nacional de la Juventud (ENJUVE) 2005, encontró que 22.1% de los jóvenes en ese rango de edad no estudiaba ni trabajaba, esto representa una población juvenil estimada de un poco más de 6 millones de *ninis* en el ámbito nacional. La OCDE (2014), por su parte, reportó para México que 22% de la población de entre 15 y 29 años no tenía empleo ni estaba matriculada en educación o formación (datos del 2012). Además, menciona que "...la proporción de jóvenes adultos mexicanos de este grupo se ha mantenido por arriba del 20% durante más de una década (24.6% en 2000, 24.9% en el 2005 y 22% en el 2012)..."; también, dice que "...la proporción de este grupo de jóvenes aumenta con la edad: 17% de la población de 15 a 19 años, 23.6% de la de 20 a 24 años, y 27.1% de la de 25 a 29 años...". Así, México ocupó la quinta posición entre los países miembros con la tasa más alta después de Turquía (29.2%), España (25.8%), Italia (24.5%) y Chile (22.3%), y por arriba de la tasa de la OCDE (19.4%).

Águila *et al.* (2015) usaron diversas fuentes de las cuales obtuvieron resultados un poco más elevados: la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 1992 reportó que 31.8% del

total de jóvenes entre 15 y 29 años eran *ninis*; la ENOE, la ENIGH y la ENJUVE en el 2010 arrojaron que esa población representó 24.4, 24 y 28.6%, respectivamente. Además, ellos proyectan que la tendencia del porcentaje de *ninis* se mantendrá a la baja debido al aumento de la proporción de mujeres que continúan sus estudios y acceden al mercado laboral.

En un ámbito más amplio, un estudio más reciente es el de Hoyos *et al.* (2016); ellos hicieron un diagnóstico que cuantifica el problema de los *ninis* en América Latina. Para llevarlo a cabo usaron datos de 238 encuestas en hogares, estandarizadas, realizadas en diferentes países de la región entre 1990 y el 2010. Encontraron que uno de cada cinco jóvenes entre 15 y 24 años en América Latina no iba a la escuela ni trabajaba, que entre 1992 y 2010 la proporción de *ninis* ha disminuido de manera marginal, pero que, en términos absolutos, se ha incrementado en alrededor de 2 millones. También, descubrieron que los hombres han contribuido al incremento en el número de *ninis* en la región ya que, en la medida que las mujeres se han incorporado al mercado de trabajo, con límites en la creación de empleos, a ellos les ha resultado más complicado obtener trabajo.

Aunado a lo anterior, los *ninis* se pueden encontrar en cualquier tamaño de localidad; por ejemplo, Tuirán y Ávila (2012) reportaron que 60% reside en ciudades; 12%, en localidades mixtas; y el resto, en rurales. También, en todos los estratos socioeconómicos: 60% de los jóvenes en condición de *nini* pertenecían a los primeros cuatro deciles de ingreso; uno de cada tres, a los de ingreso medio (deciles V al VIII); y 6.7%, a los de ingresos altos (deciles IX y X). Al respecto, Arceo y Campos (2011) hallaron que la mayor parte de los *ninis* hombres se encuentran en hogares con bajos ingresos, lo cual está en línea con lo encontrado por Tuirán y Ávila (2012).

En cuanto a nivel de escolaridad, Székely (2011) vio una progresión gradual en el porcentaje de *ninis* en la medida que se reducía el nivel educativo: 35% con primaria incompleta, 25% con primaria completa, 17% con secundaria completa, 15% con

bachillerato incompleto y 8% con bachillerato completo; además, menciona que la probabilidad de ser *nini* aumenta si la deserción del sistema educativo se da en edades más tempranas. Asimismo, Arceo y Campos (2011) indican que, a mayor nivel de escolaridad de las mujeres, ellas tienen menor probabilidad de que se dediquen a quehaceres domésticos y a ser *ninis*. Al respecto, Dautrey (2015) dice que, en la medida que el clima educativo del hogar desciende, es probable que un joven forme parte de los *ninis* y, por el contrario, si aumenta, es más probable que solo se dedique al estudio.

En otro orden de ideas, han habido algunos esfuerzos similares al ejercicio que aquí se presenta para determinar los factores que podrían incidir en que un joven adquiera la condición de *nini*; por ejemplo, Arceo y Campos (2011) plantearon un modelo *probit* sobre los datos del Censo de Población y Vivienda 2010. Con éste encontraron que, en su mayoría, los *ninis* provienen de hogares con bajos ingresos y niveles bajos de educación. Székely (2011) por su parte, realizó un modelo *probit* con datos de la ENIGH 2008 para identificar las características poblacionales que incrementan o reducen la probabilidad de pertenecer al grupo de *ninis* de 15 a 18 años; según sus resultados, la probabilidad de ser *nini* es mayor para los hombres, se reduce con la edad del joven y con la educación del jefe del hogar, decrece a mayor número de integrantes del hogar activos y a mayores ingresos del hogar, y crece sustancialmente cuando el jefe del hogar es mujer.

Otro esfuerzo fue el de Hoyos *et al.* (2016), quienes hicieron un análisis de datos de panel con la ENOE entre el primer trimestre del 2005 y el cuarto trimestre del 2013 con el objetivo de identificar los factores familiares e individuales que llevan a los jóvenes a convertirse en *ninis*. Como modelo empírico, usaron una regresión logística multinomial (con tres resultados independientes: estudiar, trabajar o *nini*) para identificar los efectos de las covariables sobre las decisiones individuales con respecto al uso del tiempo. Con esto, ellos encontraron que para los mexicanos de 15 a 18 años de edad, haber sido *nini* por periodos largos en el pasado da como

resultado mayor probabilidad de continuar como tal en el presente, siendo esa probabilidad más alta en las mujeres que en los hombres. También, hallaron que el bajo ingreso familiar influye en que los jóvenes se conviertan en *ninis*, coincidiendo con Arceo y Campos (2011), y que una mayor escolaridad de los padres reduce la probabilidad de que las mujeres se conviertan en *ninis*, aunque la relación es más débil en el caso de los hombres.

Como pudimos darnos cuenta, los *ninis* han sido abordados desde diferentes ángulos, desde la no definición como concepto y su dificultad para medirlos hasta la localización de los mismos, pasando por tratar de caracterizarlos.

### 3. La fuente de datos y la clasificación de los *ninis*

Como ya se mencionó, la fuente de datos usada para este estudio fue la ENOE, la cual proporciona amplia información sobre la fuerza laboral en México, permitiendo su identificación. También, permite generar información acerca de la población ocupada<sup>3</sup> y desocupada.<sup>4</sup> Además, contiene preguntas exploratorias con las cuales es posible identificar muy fácil a la población que se puede clasificar como *nini*.

El objetivo general de la ENOE es garantizar que se cuente con una base de información estadística sobre las características ocupacionales de la población a nivel nacional, así como con la infraestructura sociodemográfica que permita profundizar en el análisis de los aspectos laborales.

En su inicio, la ENOE consideraba a las personas de 14 años y más como la población en edad

3 Se refiere a las personas de 15 años y más de edad que en la semana de referencia realizaron alguna actividad económica durante al menos una hora. Incluye a los ocupados que tenían trabajo, pero no lo desempeñaron temporalmente por alguna razón, sin que por ello perdieran el vínculo laboral con éste, así como a quienes ayudaron en alguna actividad económica sin recibir un sueldo o salario.

4 Son las personas de 15 años y más de edad que en la semana de referencia buscaron trabajo porque no estaban vinculadas a una actividad económica o trabajo.

de trabajar y, a su vez, como su población objeto de estudio. Después de la reforma al artículo 123 constitucional en junio del 2014, se modificó a personas de 15 años y más. Aun con estos cambios en la edad mínima para trabajar, la ENOE ha estado captando información sociodemográfica, de condición de actividad<sup>5</sup> y de ocupación de la población de 12 años y más, reportando resultados solo para la población en edad de trabajar.

La ENOE tiene ciertas características que la hacen la fuente ideal para el estudio de los *ninis* en México: es una encuesta continua en hogares<sup>6</sup> con una muestra de 120 mil viviendas con la cual se puede hacer inferencia estadística con desglose urbano y rural, por entidad federativa y 40 ciudades autorrepresentadas; dado su amplio marco conceptual, permite clasificar de la mejor manera la condición de actividad de los individuos, esta última, necesaria para identificar a los *ninis*.

Los datos de panel son observaciones de un mismo corte transversal para varios periodos, es decir, se tienen varias observaciones de una misma unidad en el tiempo, siendo esa unidad una vivienda, un hogar, un individuo, etc. (Rosales, 2010).

Para este trabajo, se construyó un micropanel balanceado<sup>7</sup> de individuos observados por la ENOE durante cinco trimestres consecutivos, entre el segundo trimestre del 2014 (panel 2 que inició en ese

trimestre) y el segundo trimestre del 2015 (alrededor de 20% de la muestra total por trimestre). En esta encuesta, las viviendas fueron seleccionadas en un trimestre de entrada y se visitaron durante cinco trimestres consecutivos, de tal forma que permitió observar los cambios en la condición de actividad de los integrantes del hogar a lo largo de ese periodo.

En resumen, la muestra se dividió en cinco paneles donde se reemplazó uno por trimestre y se realizaron cinco entrevistas, una por trimestre, a las viviendas seleccionadas (INEGI, 2005).

Ante esto, la ENOE se convierte en una fuente ideal para poder clasificar a los individuos en su condición de *nini* o descartarlos para formar parte de esta población.

Para efectos de este trabajo, los individuos de entre 15 y 24 años de edad que no están insertos en el mercado laboral o en la educación serán clasificados como *ninis*, es decir, aquellos que están buscando trabajo, los que se dedican a los quehaceres domésticos —sea por decisión propia o no, debido a que son jóvenes que, por su edad, tienen derecho a estar preparándose para insertarse en el mercado laboral— y los que no tienen un rol definido en el hogar. Se excluye a los jóvenes que tienen una discapacidad que les impide trabajar o estudiar y, también, a los pensionados que, por enfermedad o accidente de trabajo, están en esa condición. A continuación, se detalla el procedimiento seguido para clasificarlos a partir de la ENOE.

Uno de los objetivos más importantes de la Encuesta es cuantificar y caracterizar a la población en edad de trabajar que participa en la generación de bienes y servicios económicos. Para ello, se encuentran los datos necesarios que permiten clasificar a las personas de 15 años y más de edad como PEA<sup>8</sup> o PNEA.

5 Es la situación que distingue a la población de 15 años y más según haya participado o no en la actividad económica o si buscó vincularse a una. Se clasifica en: PEA y PNEA.

6 Significa que es necesario sustituir a las viviendas seleccionadas; para ello, se mantiene un esquema de panel rotatorio en el que una quinta parte de la muestra, a la que ya se le han realizado cinco visitas (una por trimestre), es reemplazada. Con este esquema se garantiza la confiabilidad de la información obtenida, pues en cada trimestre se mantiene 80% de la muestra.

7 De acuerdo con Mahía (2000) y Rosales (2010), dependiendo del número de individuos y el número de observaciones temporales para cada uno de ellos, los paneles de datos pueden ser:

- Micro. Cuando se dispone de un gran número de individuos y pocas observaciones temporales.
- Macro. Cuando se tienen pocos individuos y muchas observaciones temporales. Rosales (2010) también clasifica los paneles de datos como:
  - Balanceados. Cuando todos los individuos tienen el mismo número de observaciones en el tiempo ( $T_i = T$ ).
  - No balanceados. Cuando el número de observaciones en el tiempo varía para cada individuo ( $T_i \neq T$ ).

8 Son las personas de 15 años y más de edad que tuvieron vínculo con la actividad económica (destinada a producir bienes y servicios para el mercado) o que lo buscaron en la semana de referencia, por lo que se encontraban ocupadas o desocupadas.

Dentro de esos dos grandes grupos podemos encontrar la siguiente subclasificación:

- PEA:
  - Población ocupada.
  - Población desocupada.
- PNEA:
  - Estudiantes.
  - Pensionados y jubilados.
  - Discapacitado permanente para trabajar.
  - Dedicados a los quehaceres domésticos.
  - Otros no activos.

Cabe aclarar que a la población desocupada se le considera dentro de la PEA debido a que están en un proceso de búsqueda de empleo y, ante ello, ejercen presión en el mercado laboral.

Es importante mencionar que la PNEA se agrupa en disponible y no disponible. Los primeros no están buscando trabajo, ya sea porque se autodescartan para competir en él o porque no ven posibilidades de inserción, pero están dispuestos a emplearse si se les ofrece la oportunidad; los segundos consideran que no tienen necesidad de dedicarse al mercado laboral o, de plano, no les interesa.

Para esta investigación se construyó una nueva clasificación para los cinco trimestres con la que fue

construido el panel (ver cuadro 1) colapsando algunos códigos de la clasificación original de la ENOE.

De la nueva clasificación son considerados en condición de *nini* las categorías 2, 5, 6 y 7, es decir, los desocupados, los que se dedicaron a quehaceres domésticos disponibles y no disponibles y otros no activos.

#### 4. Evolución de los *ninis* en los trimestres

Decir que en México hay más de 7 millones de *ninis* puede resultar una afirmación muy aventurada, sobre todo si observamos cómo cambia la condición de actividad de los individuos de 15 a 24 años entre los trimestres.

Para analizar los cambios en la condición de actividad, tomamos los 14 703 individuos de 15 a 24 años de edad del panel 2, que inició el segundo trimestre del 2014 y permaneció activo durante cuatro trimestres más, siendo sustituido poco tiempo antes de construir el conjunto de datos para este trabajo. Luego, para generar resultados, aplicamos los ponderadores del trimestre de inicio que provee la ENOE obteniendo cifras expandidas y, así, observar su evolución. Esas cifras expandidas representaron

Cuadro 1

#### Condición de actividad. Nueva clasificación

PEA/PNEA	ENOE	Nueva clasificación
PEA	1. Ocupados	1. Ocupados
	2. Desocupados	2. Desocupados
PNEA	3. Estudiantes	3. Estudiantes
	4. Pensionados	4. Pensionados y discapacitados permanentes
	5. Discapacitados permanentes	
	6. Quehaceres domésticos disponibles	5. Quehaceres domésticos disponibles
	7. Quehaceres domésticos no disponibles	6. Quehaceres domésticos no disponibles
	8. Otros no activos	7. Otros no activos

aproximadamente 20% de la población de 15 a 24 años a nivel nacional, por lo que fue necesario multiplicar los valores por 5 para aproximarse al 100%, recordando que la muestra de la ENOE se compone de cinco paneles, que cada uno representa 20% de la muestra y que, en este caso, hablamos de uno solo, el 2.

En el cuadro 2 podemos notar que el total de la población de 15 a 24 años del panel 2 es de 21.4 millones (la cifra reportada por la ENOE en ese mismo periodo fue de 21.3 millones). También, se observa que la pérdida por atrición<sup>9</sup> acumulada al segundo trimestre del 2015 es de 4.4 millones (poco más

de 20%) y la no respuesta,<sup>10</sup> que no es acumulada, disminuye en cada trimestre, representando 4.1% en el tercer trimestre y 3.5% en el cuarto del 2014, y 3.1 y 2.7% en el primer y segundo trimestres del 2015, respectivamente.

En cuanto a la condición de actividad, se observa también que en la mayoría de los casos se presenta una disminución constante, de lo cual podemos deducir que la pérdida por atrición y la no respuesta absorben esos decrementos.

En el mismo cuadro 2 solo se presentan movimientos entre trimestres y no entre categorías de un trimestre a otro; por ejemplo, una persona que en el segundo trimestre del 2014 se reportó como

<sup>9</sup> Ocurre cuando un integrante del hogar deja de serlo en forma definitiva debido a que se integró a otro por diferentes motivos: se fue a vivir con su pareja, cambió de residencia por trabajo o estudios, etcétera.

<sup>10</sup> Se registra cuando no se logró entrevistar a algún integrante del hogar por negarse a contestar o por ausencia temporal.

Cuadro 2

### Población de 15 a 24 años que cambió de condición de actividad entre trimestres

Condición de actividad	2014			2015	
	Segundo trimestre	Tercer trimestre	Cuarto trimestre	Primer trimestre	Segundo trimestre
<b>Total</b>	<b>21 422 405</b>	<b>21 422 405</b>	<b>21 422 405</b>	<b>21 422 405</b>	<b>21 422 405</b>
Pérdida por atrición		714 930	2 048 460	3 279 395	4 414 755
<b>Total sin atrición</b>	<b>21 422 405</b>	<b>20 707 475</b>	<b>19 373 945</b>	<b>18 143 010</b>	<b>17 007 650</b>
No respuesta		1 209 935	964 695	882 590	558 555
<b>No <i>ninis</i></b>	<b>16 729 670</b>	<b>15 230 965</b>	<b>14 731 775</b>	<b>13 780 270</b>	<b>13 248 220</b>
Ocupados	9 027 630	8 526 385	8 085 450	7 490 200	7 426 485
Estudiantes	7 617 065	6 612 960	6 551 505	6 201 250	5 740 245
Pensionados y discapacitados permanentes	84 975	91 620	94 820	88 820	81 490
<b><i>Ninis</i></b>	<b>4 692 735</b>	<b>4 266 575</b>	<b>3 677 475</b>	<b>3 480 150</b>	<b>3 200 875</b>
Desocupados	1 001 645	930 335	668 310	604 005	637 210
Quehaceres domésticos disponibles	565 960	612 295	440 175	436 690	410 315
Quehaceres domésticos no disponibles	2 688 825	2 320 020	2 224 870	2 105 650	1 867 180
Otros	436 305	403 925	344 120	333 805	286 170

**Nota:** para obtener los valores de los cinco trimestres, se tomaron como base los ponderadores del segundo trimestre del 2014; los valores del segundo trimestre del 2014 no coinciden con lo reportado por la ENOE debido a que se obtuvieron solo de un panel, que representa 20% de la muestra; el total de ese panel se multiplica por 5 para aproximarse a lo reportado por la Encuesta.

**Fuente:** cálculos propios a partir de la ENOE.

desocupada, en los siguientes periodos se pudo haber reportado como ocupada, o bien, un individuo se declaró como estudiante en un trimestre y en los subsiguientes se declaró como desocupado o bien como ocupado (ver cuadros en Anexo).

Las situaciones mencionadas en el párrafo anterior se pueden verificar en el cuadro 3 y la gráfica 1, los cuales presentan la población que conserva la misma condición de actividad a través de los cinco trimestres reportados. Observemos que

Cuadro 3

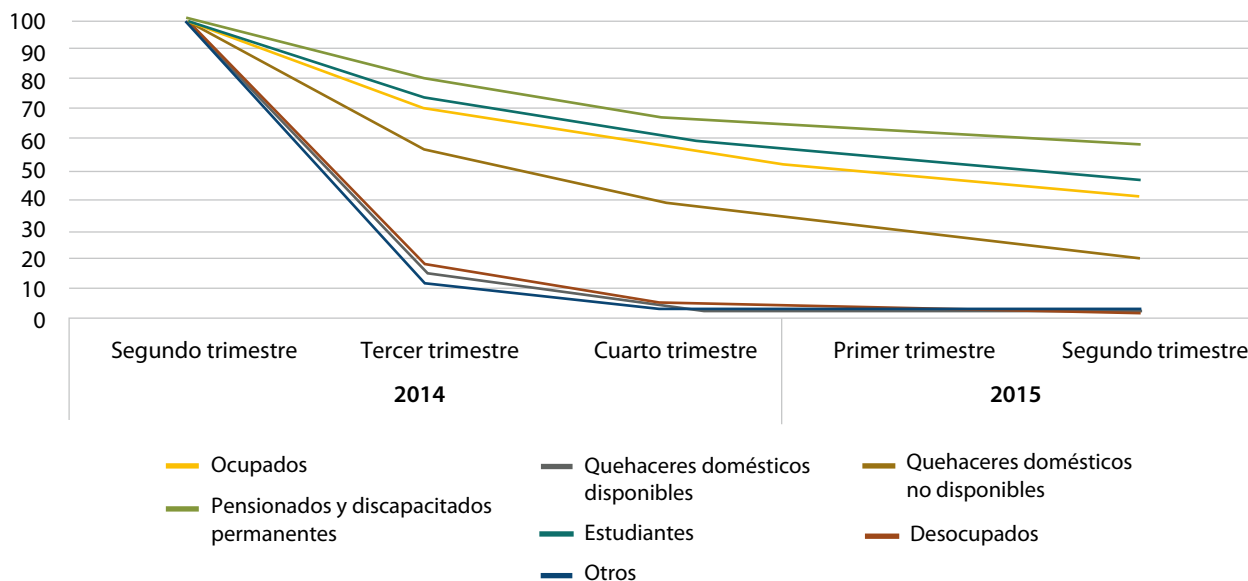
**Población de 15 a 24 años que permaneció en la misma condición de actividad económica a través de los trimestres**

Condición de actividad	2014			2015	
	Segundo trimestre	Tercer trimestre	Cuarto trimestre	Primer trimestre	Segundo trimestre
<b>Total</b>	<b>21 422 405</b>	<b>14 979 225</b>	<b>11 859 595</b>	<b>9 802 530</b>	<b>8 164 625</b>
No respuesta		1 209 935	964 695	882 590	558 555
<b>No <i>ninis</i></b>	<b>16 729 670</b>	<b>11 955 580</b>	<b>9 809 845</b>	<b>8 152 695</b>	<b>7 059 085</b>
Ocupados	9 027 630	6 336 425	5 118 285	4 155 250	3 563 905
Estudiantes	7 617 065	5 551 720	4 634 425	3 945 300	3 446 525
Pensionados y discapacitados permanentes	84 975	67 435	57 135	52 145	48 655
<b><i>Ninis</i></b>	<b>4 692 735</b>	<b>1 813 710</b>	<b>1 085 055</b>	<b>767 245</b>	<b>546 985</b>
Desocupados	1 001 645	174 115	38 820	10 680	1 220
Quehaceres domésticos disponibles	565 960	82 345	16 695	3 225	545
Quehaceres domésticos no disponibles	2 688 825	1 508 225	1 018 420	750 820	544 530
Otros	436 305	49 025	11 120	2 520	690

Fuente: cálculos propios a partir de la ENOE.

Gráfica 1

**Porcentaje de población de 15 a 24 años que permaneció en la misma condición de actividad económica a través de los trimestres**



Fuente: cálculos propios a partir de la ENOE.



los pensionados y discapacitados permanentes son los que más conservan su condición de actividad con 57.3%, seguidos por los ocupados y los estudiantes que representaban 39.5 y 45.2%, respectivamente, en el segundo trimestre del 2015.

Casualmente, las cuatro clasificaciones que consideramos como *ninis* son las que menos conservan la misma condición de actividad a través de los trimestres del 2014 y el 2015. Solo 20.3% de quienes se dedicaron a los quehaceres domésticos no disponibles —que son el grupo más grande y, además, el que complica más su clasificación como *nini*, dada su decisión propia o del hogar para permanecer en este grupo— permanecieron en esa clasificación y menos de 0.1% de las otras tres clasificaciones se mantuvieron en la misma que iniciaron en el primer trimestre.

Por otro lado, la condición de *nini* pareciera ser más una cuestión de género. Al observar el cuadro 4 notamos que más de 76% de las personas clasificadas como tales son mujeres (segundo trimestre del 2014). Donde más se acentúa la diferencia de género es en las personas que se dedicaban a los quehaceres domésticos no disponibles (95.1% correspondió a mujeres). En este último caso, Negrete y Leyva (2013) hicieron una amplia disertación de hasta qué punto se pueden o no considerar *ninis*. Lo analizaron desde el enfoque de derechos, pero sin dejar de lado la decisión propia —sea libre o no— de dedicarse a esas actividades o bien de los usos y costumbres, donde el rol de la mujer es el cuidado de la casa, de los hijos o de los ancianos.

Para este análisis, las personas que se dedicaban a los quehaceres domésticos no disponibles también las consideraremos como *ninis*.

Cuadro 4

**Porcentaje de población de 15 a 24 años clasificada como *nini* que permaneció en la misma condición de actividad en los trimestres según sexo y condición de actividad**

Condición de actividad	2014			2015	
	Segundo trimestre	Tercer trimestre	Cuarto trimestre	Primer trimestre	Segundo trimestre
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>
Hombre	23.9	9.8	3.2	1.6	0.2
Mujer	76.1	90.2	96.8	98.4	99.8
<b>Desocupados</b>	<b>21.3</b>	<b>9.6</b>	<b>3.6</b>	<b>1.4</b>	<b>0.2</b>
Hombre	55.3	65.3	48.5	53.1	64.8
Mujer	44.7	34.7	51.5	46.9	35.2
<b>Quehaceres domésticos disponibles</b>	<b>12.1</b>	<b>4.5</b>	<b>1.5</b>	<b>0.4</b>	<b>0.1</b>
Hombre	19.7	8.3	0.0	0.0	0.0
Mujer	80.3	91.7	100.0	100.0	100.0
<b>Quehaceres domésticos no disponibles</b>	<b>57.3</b>	<b>83.2</b>	<b>93.9</b>	<b>97.9</b>	<b>99.6</b>
Hombre	4.9	1.2	0.5	0.6	0.0
Mujer	95.1	98.8	99.5	99.4	100.0
<b>Otros</b>	<b>9.3</b>	<b>2.7</b>	<b>1.0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.1</b>
Hombre	74.4	79.3	96.1	82.7	37.0
Mujer	25.6	20.7	3.9	17.3	63.0

Fuente: cálculos propios a partir de la ENOE.

## 5. Metodología

Un modelo de datos de panel es uno de regresión que usa la variabilidad transversal y la temporal de los datos para estimar los parámetros de interés. Para llevarlo a cabo, Hosmer y Lemeshow (2004) mencionan que los enfoques más usados para modelar datos correlacionados —comunes cuando se trata de varias mediciones de un individuo en el tiempo— son los modelos de efectos aleatorios y los de medias poblacionales. Los primeros imitan los errores normales de los modelos de efectos mixtos, donde los parámetros estimados están condicionados sobre los individuos o grupos; en los segundos, los parámetros están estimados como la media de los grupos. Además, los modelos de medias poblacionales están centrados en los efectos de las covariables, mientras que los de efectos mixtos ponen énfasis en la correlación entre las observaciones de un mismo individuo (Zhang, 2016).

Para este trabajo se construyó un micropanel de datos balanceado y se eligió la metodología de medias poblacionales a través de las EEG, propuestas por Liang y Zeger (1986), para su análisis, y que son una extensión de la quasiverosimilitud (Wedderburn, 1974) y ésta, a su vez, se deriva de los modelos lineales generalizados (Nelder y Wedderburn, 1972).

Cuando se requiere hacer un análisis sobre variables continuas se pueden usar técnicas basadas en la distribución normal multivariante, por ejemplo, estimación por máxima verosimilitud; sin embargo, cuando se trata de hacer análisis sobre variables discretas, la falta de una distribución, como la normal multivariante, hace difícil ese análisis usando máxima verosimilitud.

El método de las EEG permite hacer análisis de datos longitudinales sin necesidad de especificar la distribución que pueda tener el vector de respuestas. La metodología es semiparamétrica, porque hay un componente paramétrico  $\beta$  y el componente no paramétrico determinado por los parámetros irrelevantes para el segundo momento,

en la que la ecuación de estimación es derivada sin la especificación completa de la distribución conjunta de las observaciones; solo se especifica la verosimilitud de la distribución marginal y la matriz de covarianzas para el vector de medidas repetidas para cada individuo.

En este método, las ecuaciones de estimación se derivan sin plena especificación de la distribución conjunta de las observaciones de un sujeto.

La ventaja de esta metodología es que modela la esperanza marginal o poblacional incorporando la correlación entre las observaciones del mismo individuo y asumiendo independencia entre éstos. Además, las EEG dan la posibilidad de que la variable respuesta siga una distribución diferente de la gaussiana, incluyendo distribuciones de la familia exponencial (binomial, Poisson, gamma...).

## 6. Modelo propuesto

Para determinar los factores que influyen en la decisión de un individuo de no trabajar y no estudiar en los trimestres que aquí se analizan, se plantea un modelo de EEG con función enlace logística (binomial), donde la variable dependiente es dicotómica (0 = No *nini* y 1 = *Nini*).

De la clasificación obtenida a partir de la referida con anterioridad (nueva clasificación del cuadro 1), las categorías 1, 3 y 4 se reclasificaron como 0. No *nini*; y 2, 5, 6 y 7, como 1. *Nini*.

Para las variables independientes, se decidió involucrar aquellas que pudieran explicar la condición de *nini*. En cierta forma, las características de la localidad donde vive el individuo, las que explican los entornos social y económico del hogar al que pertenece y sus características propias pueden incrementar las probabilidades de que un individuo alcance la condición estudiada. Tomando en cuenta esto, la ENOE proporciona algunas variables que se acercan a lo antes mencionado.

Entonces, el modelo propuesto es EEG con función de enlace:

$$\text{logit}(\mu_{ij}) = x'_{ij}\beta$$

donde:

$$\mu_{ij} = \text{Pr}(y_{ij} = 1 | x_{ij}) = E(y_{ij})$$

por lo que:

$$\text{logit}(\mu_{ij}) = \log\left(\frac{\mu_{ij}}{1 - \mu_{ij}}\right)$$

Así,  $y_{ij}$  representa la condición de *nini* (0 = No *nini* y 1 = *Nini*) del individuo  $i$  en el tiempo  $j$  (variable respuesta),  $x_{ij} = (x_{ij1}, \dots, x_{ijp})'$  es un vector  $px1$  de covariables del individuo  $i$  en el tiempo  $j$  (que para nuestro caso serán los factores) que representan las características de la localidad, algunas del hogar y las de las personas de 15 a 24 años de edad.

Las variables explicativas o independientes se desglosan en el cuadro 5. Con este grupo de variables (factores) queremos determinar sus probabilidades individuales y, en conjunto, de que un individuo adquiera la condición de *nini*.

Las características de la localidad pueden ser relevantes en esa condición, por ejemplo, identificar la diferencia entre residir en una localidad urbana o una rural; además de las condiciones socioeconómicas del municipio al que pertenece esa localidad, medidas a través de su tasa de ocupación y su IDH. La tasa de ocupación a nivel municipal es obtenida a partir de la ENOE para cada trimestre, la cual, para un número importante de municipios, se debe considerar un *proxy* debido a que la ENOE no presenta muestra suficiente para hacer inferencia a ese nivel. El IDH, creado originalmente para medir el nivel de desarrollo de los países que calcula el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2014), es un indicador compuesto obtenido a partir de cinco indicadores agrupados en tres dimensiones:

- Salud:
  - Tasa de supervivencia infantil.
- Educación:
  - Años promedio de escolaridad.
  - Años esperados de escolarización.
  - Índice combinado de educación.

**Cuadro 5**

**Variables explicativas o independientes**

Entorno	Variable	Clasificación
Localidad de residencia	Tamaño de la localidad (TLOC)	0. Localidades de 15 mil y más habitantes (urbano) 1. Localidades menores de 15 mil y más habitantes (rural)
	Índice de desarrollo humano (IDH) municipal	
	Tasa de ocupación (una aproximación) del municipio (TASA_OC)	
Del hogar	Sexo del jefe (SEXO_J)	0. Hombre 1. Mujer
	Edad del jefe (EDAD_J)	
	Años de escolaridad del jefe (ANIOS_E_J)	
	Número de ocupados en el hogar (OCUPADOS)	
De la persona de 15 a 24 años	Sexo (SEXO)	0. Hombre 1. Mujer
	Edad (EDAD)	
	Edad al cuadrado (EDAD2)	
	Años de escolaridad (ANIOS_ESC)	

- Ingreso:
  - Ingreso municipal per cápita ajustado al ingreso nacional bruto anual en dólares estadounidenses ppc (paridad de poder de compra).

En el contexto del hogar, solo se consideran aquellas variables relevantes de las pocas que aporta la ENOE y que se cree pueden incidir en la condición de ser *nini* de los individuos. Lo mismo sucede con las variables relacionadas con las características del propio individuo.

## 7. Resultados

Tanto los de la estimación del modelo planteado como los intervalos de confianza y el nivel de significancia de cada coeficiente estimado se muestran en el cuadro 6.

Al observar el contraste de hipótesis, el  $X^2$  de Wald, vemos que todos los coeficientes estimados son estadísticamente significativos, es decir, aportan información al modelo para explicar la variable dependiente. Además, al ver el signo de los coeficientes, notamos que solo la edad y el sexo del individuo (si es mujer) son positivos, lo cual significa que incrementan la posibilidad de que un joven entre 15 y 24 años se convierta en *nini*; por el contrario, los coeficientes de los años de escolaridad del individuo, del sexo, la edad y los años de escolaridad del jefe del hogar, del número de ocupados dentro del hogar, del tamaño de localidad, del IDH y la tasa de ocupación del municipio de residencia tienen signo negativo, lo cual significa que disminuyen esa posibilidad.

Por otro lado, al interpretar el efecto que cada variable tiene de forma individual, si las demás permanecen constantes, vemos que no hace diferen-

Cuadro 6

### Resultados del ajuste del modelo

Parámetro	$\beta$	Error estándar	95% de intervalo de confianza de Wald		Contraste de hipótesis			Exp ( $\beta$ )	95% de intervalo de confianza de Wald para Exp( $\beta$ )	
			Inferior	Superior	Chicadrado de Wald	Grados de libertad	Significancia		Inferior	Superior
(Intercepto)	-7.829	0.077	-7.980	-7.678	10 282.099	1	0.000	0.000	0.000	0.000
TLOC	-0.009	0.003	-0.015	-0.003	7.578	1	0.006	0.991	0.985	0.997
TASA_OC	-0.043	0.000	-0.043	-0.042	9 474.665	1	0.000	0.958	0.958	0.959
IDH	-1.741	0.022	-1.783	-1.699	6 465.228	1	0.000	0.175	0.168	0.183
SEXO_J	-0.306	0.003	-0.311	-0.300	11 900.685	1	0.000	0.736	0.732	0.740
EDAD_J	-0.004	0.000	-0.004	-0.004	1 754.065	1	0.000	0.996	0.996	0.996
ANIOS_E_J	-0.057	0.000	-0.058	-0.056	30 500.057	1	0.000	0.945	0.944	0.945
OCUPADOS	-0.675	0.001	-0.677	-0.673	351 003.030	1	0.000	0.509	0.508	0.510
SEXO	1.450	0.003	1.445	1.455	330 296.910	1	0.000	4.264	4.243	4.285
EDAD	1.230	0.006	1.219	1.242	44 465.254	1	0.000	3.422	3.383	3.461
EDAD2	-0.026	0.000	-0.026	-0.025	31 996.230	1	0.000	0.975	0.974	0.975
ANIOS_ESC	-0.128	0.000	-0.129	-0.127	67 531.733	1	0.000	0.880	0.879	0.881
(Escala)	413.939									

cia si el individuo reside en una localidad urbana o una rural debido a que los de zonas rurales tan solo tienen 1.01 veces más posibilidades de convertirse en *nini*, esto ratifica el estudio de Tuirán y Ávila (2012).

En las posibilidades de convertirse en *nini*, la tasa de ocupación también tiene un efecto marginal, pues por cada unidad que disminuya ésta, esa posibilidad se incrementa solo 1.04 veces, esto se explica porque la situación del mercado laboral afecta por igual a todos los jóvenes, sin importar su condición, sobre todo si se toma en cuenta que la mayoría de los *ninis* están fuera de él.

Sucede todo lo contrario con el IDH; éste tiene efectos muy importantes en el riesgo de convertirse en *nini*, ya que por cada unidad que disminuya su valor la posibilidad se incrementa 5.7 veces, es decir, un individuo que reside en un municipio con IDH bajo tiene mayor riesgo de ser *nini* que uno que habita en uno con IDH alto, esto se debe a las condiciones u oportunidades que los jóvenes encuentran en su localidad de residencia: quienes habitan en localidades con bajo desarrollo resultan ser más vulnerables a esta condición.

Al observar las características del hogar, nos damos cuenta de que el número de ocupados dentro de éstos es la variable que mayor efecto tiene debido a que, por cada unidad que ésta disminuya, la posibilidad de convertirse en *nini* se incrementa 1.96 veces, es decir, entre más ocupados existan dentro del hogar, el individuo tiene menos riesgo de ser *nini* —un ambiente de mayor trabajo o responsabilidad presiona para que los jóvenes aceleren su incorporación a la fuerza laboral; además, esto confirma el hallazgo de Székely (2011) de que la probabilidad de ser *nini* decrece a mayor número de integrantes del hogar activos—; lo mismo sucede si la jefatura del hogar es masculina, dado que las posibilidades se incrementan 1.36 veces. La edad y los años de escolaridad del jefe o de la jefa tienen efectos marginales en las posibilidades de ser *nini*; esto resulta ser un hallazgo relevante, pues normalmente se asocia que la escolaridad de los padres es transmitida a los hijos.

Revisando las características del individuo, encontramos que por cada unidad adicional en la edad, el riesgo de ser *nini* se incrementa 3.46 veces (entre más edad, mayor posibilidad); por cada unidad que se reste a los años de escolaridad, la posibilidad de convertirse en *nini* se incrementa 1.14 veces (entre mayor grado de escolaridad, menor riesgo de ser *nini*); y, como es de esperarse, las mujeres tienen 4.29 veces más posibilidades de convertirse en *ninis*.

A la luz de los resultados, y considerando los efectos totales del modelo, en el cuadro 7 podemos observar las probabilidades de un individuo de ser *nini* de acuerdo con ciertas características seleccionadas.

Por ejemplo, el individuo con secundaria terminada reside en una zona urbana, con una tasa de ocupación municipal de 95%, el hogar tiene jefatura masculina, de 45 años y con licenciatura, y hay dos personas ocupadas: así, un hombre de 15 años de edad que habita en un municipio con IDH bajo (digamos 0.5) tiene 2.5% de probabilidades de convertirse en *nini*, mientras que uno de 24 años tiene 17.3 por ciento. Esas probabilidades decrecen a 1.3 y 9.4%, respectivamente, si el municipio donde residen tiene un IDH alto (0.9).

Para el caso de una mujer de 15 años que habita en un municipio con IDH bajo (0.5) tiene 10% de probabilidades de convertirse en *nini*, mientras que una de 24 años, 47.1 por ciento. Esas cifras disminuyen a 5.3 y 30.8%, en este orden, si el municipio donde residen tiene un IDH alto (0.9).

También, podemos revisar cómo evolucionan las probabilidades de ser *nini* con el cambio en la edad.

Continuando con el individuo con las características dadas, en las gráficas 2a y 2b podemos observar cómo crecen sus probabilidades de convertirse en *nini* conforme avanza su edad. Además, la probabilidad crece más rápido cuando se trata de las mujeres, de manera que la brecha entre hombres y mujeres se hace más amplia conforme la edad aumenta.

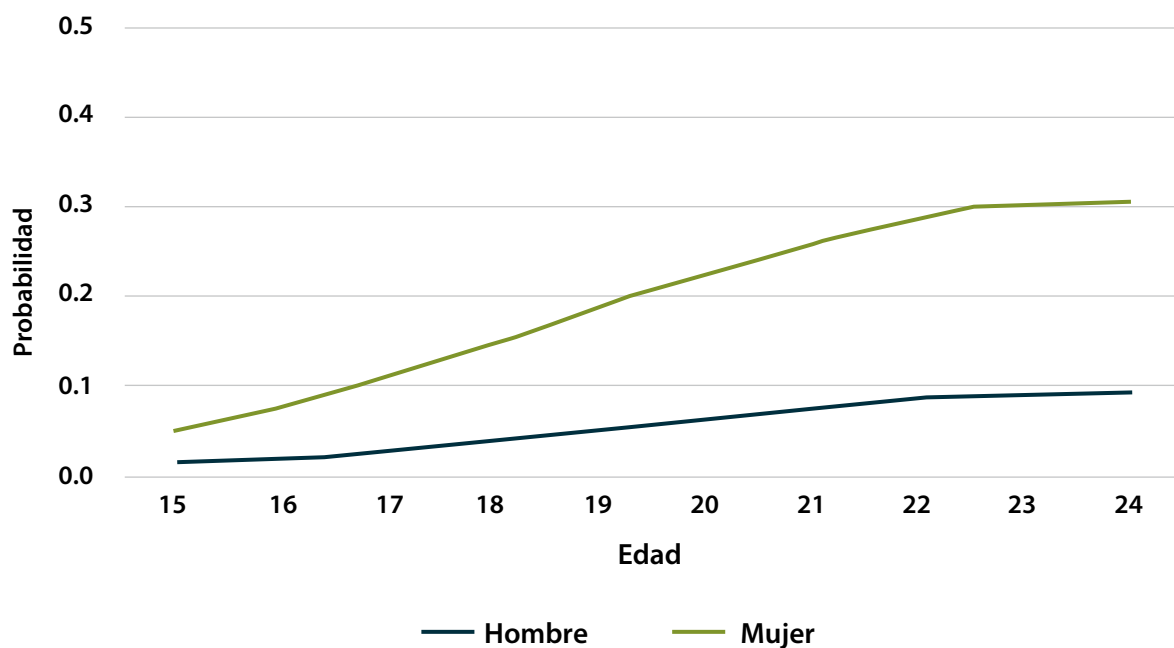
Cuadro 7

### Probabilidades de convertirse en *nini* de individuos con características seleccionadas

Parámetro	15 años de edad				24 años de edad			
	Hombre		Mujer		Hombre		Mujer	
	IDH bajo	IDH alto	IDH bajo	IDH alto	IDH bajo	IDH alto	IDH bajo	IDH alto
(Intercepto)	1	1	1	1	1	1	1	1
TLOC	1	1	1	1	1	1	1	1
TASA_OC	95	95	95	95	95	95	95	95
IDH	0.5	0.9	0.5	0.9	0.5	0.9	0.5	0.9
SEXO_J	0	0	0	0	0	0	0	0
EDAD_J	45	45	45	45	45	45	45	45
ANIOS_E_J	16	16	16	16	16	16	16	16
OCUPADOS	2	2	2	2	2	2	2	2
SEXO	0	0	1	1	0	0	1	1
EDAD	15	15	15	15	24	24	24	24
EDAD2	225	225	225	225	576	576	576	576
ANIOS_ESC	9	9	9	9	9	9	9	9
$\theta$	-3.646	-4.342	-2.195	-2.892	-1.565	-2.261	-0.115	-0.811
$\mu_{ij}$	0.025	0.013	0.100	0.053	0.173	0.094	0.471	0.308

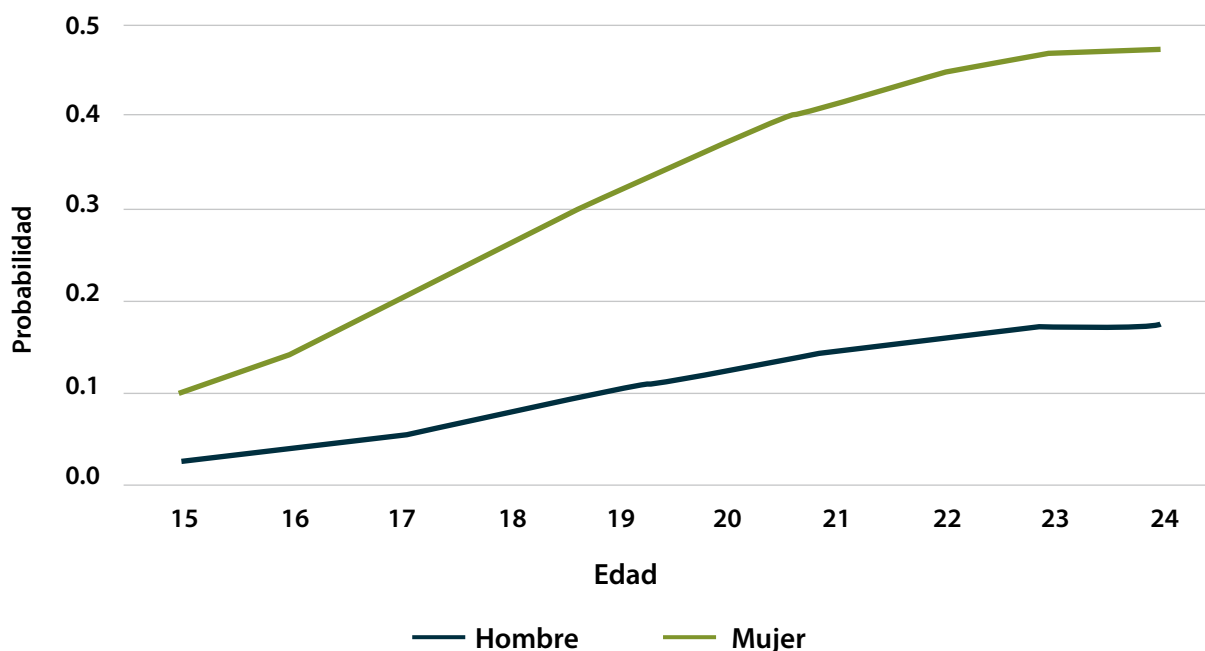
Gráfica 2a

### Probabilidades de convertirse en *nini* en municipios con IDH alto según edad y sexo



Fuente: cálculos propios a partir de los resultados del modelo.

Gráfica 2b

**Probabilidades de convertirse en *nini* en municipios con IDH bajo según edad y sexo**

Fuente: cálculos propios a partir de los resultados del modelo.

## 8. Conclusiones

- El número de *ninis* observado en esta investigación fue de 4.7 millones, considerando que se trata de jóvenes de 15 a 24 años de edad.
- De acuerdo con las evidencias estadísticas aquí presentadas, se puede decir que el problema de *ninis* en México es más de corto plazo, dado el porcentaje tan bajo de personas de 15 a 24 años que permanecen con la misma condición de actividad en los cinco trimestres considerados. Digamos que el problema más fuerte está centrado en las personas que se dedican a los quehaceres domésticos no disponibles, ya que representan más de 50% de los *ninis*, de los cuales 95% son mujeres y son quienes más permanecen en esa condición (más de 20%); pero, dada la alta movilidad en la condición de actividad de este grupo al entrar clasificados de esa forma en el segundo trimestre del 2014, hace pensar que no es un problema de amas de casa como sugieren Leyva y Negrete (2014), sino que pareciera que las razones por las que se declaran en esa condición pueden cambiar en el tiempo.
- Los factores que más inciden en la condición de convertirse en *nini* están: IDH del municipio de residencia del individuo, sexo, edad, número de ocupados en el hogar y, en menor medida, jefatura masculina en el hogar y años de escolaridad del individuo.
- Es muy importante el efecto del IDH, de tal forma que, por cada unidad que disminuye éste, un individuo tiene 5.7 veces más posibilidades de ser *nini*.
- Para el caso de la variable sexo, era de esperarse que tenga efectos importantes dado que de origen más de 95% de los *ninis* son mujeres,

entonces, no es extraño que haya resultado que las mujeres tengan 4.3 veces mayores posibilidades de que adquieran esa condición.

- La edad es el tercer factor en importancia debido a que incrementa las posibilidades 3.4 veces por cada año adicional, por ejemplo, al pasar de 15 a 16 años.
- Pareciera que entre más ocupados haya en el hogar, más inhibe la posibilidad de convertirse en *nini* dentro de éste, pues por cada ocupado que se reste en el hogar existen casi dos veces más posibilidades de la presencia de aquéllos.
- Es interesante ver que el hecho de que el hogar tenga jefatura masculina incrementa las posibilidades de presencia de *ninis* 1.4 veces.
- El resto de los factores considerados tiene efectos marginales en la condición de ser *nini*.

## Fuentes

Águila, Emma *et al.* "Pobreza y vulnerabilidad en México: El caso de los jóvenes que no estudian ni trabajan", en: *Estudios Económicos*. Ciudad de México, México, 30.1, 2015, p. 3.

Arceo Gómez, E. O. & R. M. Campos Vázquez. *¿Quiénes son los NiNis en México?* No. 2011-08. *Documento de trabajo*. Ciudad de México, El Colegio de México, Centro de Estudios Económicos, 2011.

Dautrey, Philippe Louis Charles. "La invención de una categoría: los NiNis. El caso mexicano", en: *Revista de Investigaciones Políticas y Sociológicas*. 13.2, 2015.

Davis, Charles S. *Statistical methods for the analysis of repeated measurements*. Springer Science & Business Media, 2002.

Escobedo, José E. Borunda. "Juventud lapidada: el caso de los *ninis*", en: *Nósis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*. 22.44, 2015, pp. 120-143.

Hosmer Jr., D. W. & S. Lemeshow. *Applied logistic regression*. John Wiley & Sons, 2004.

Hoyos, Rafael de, Halsey Rogers & Miguel Székely. *Ninis en América Latina: 20 millones de jóvenes en búsqueda de oportunidades*. Washington, DC, Banco Mundial, 2016.

Leyva Parra, G. & R. Negrete Prieto. "*NiNi*: un término Ni pertinente Ni útil", en: *Coyuntura Demográfica*. 5. Ciudad de México, SOMEDE, 2014, pp. 15-20.

Liang, K. Y. & S. L. Zeger. "Longitudinal data analysis using generalized linear models", en: *Biometrika*. Oxford University Press & Biometrika Trust, 1986, pp. 13-22.

Mahía, Ramón. *Introducción a la especificación y estimación de modelos con datos de panel*. Madrid, Universidad Autónoma de Madrid, 2000.

McCullagh, Peter & John A. Nelder. *Generalized linear models*. Vol. 37. CRC press, 1989.

Negrete Prieto, R. & G. Leyva Parra. "Los NiNis en México: una aproximación crítica a su medición", en: *Realidad, Datos y Espacio Revista Internacional de Estadística y Geografía*. 4(1). México, INEGI, 2013, pp. 90-121.

Nelder, J. A. & R. W. Wedderburn. "Generalized linear models", en: *Journal of the Royal Statistical Society*. 135. Royal Statistical Society, 1972, pp. 370-385.

Mayorga, Mauricio & Evelin Muñoz. *La técnica de datos de panel. Una guía para su uso e interpretación*. Banco Central de Costa Rica, septiembre del 2000.

OCDE. *Panorama de la Educación 2014. Indicadores de la OCDE*. OECD Publishing, 2014.

ONU. *El estado de la población mundial 2014*. Fondo de Población de las Naciones Unidas, 2014.

Parametría. *Los ninis ¿cuántos son y qué significan?* 2013. Consultado el 12 de noviembre de 2016 en <http://www.parametría.com.mx/descargarCarta.php?id=Ninis.pdf>

PNUD. *Índice de desarrollo humano municipal en México: nueva metodología*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2014.

Robson, K. & M. C. E. Team. *Becoming NEET in Europe: A comparison of predictors and later-life outcomes*. Global Network on Inequality Mini-Conference. Vol. 22. 2008.

Rosales, L. *Técnicas de medición económica*. Universidad Nacional de Piura, Facultad de Economía, 2010. Consultado el 3 de junio de 2016 en <https://tecmedecon.files.wordpress.com/2010/05/panel-data.pdf>

Székely, Miguel. *Jóvenes que ni estudian ni trabajan: un riesgo para la cohesión social en América Latina*. Santiago de Chile, CIEPLAN, 2011.

Social Exclusion Unit. *Bridging the Gap: New opportunities for 16-18 year olds not in education, training or employment*. London, Social Exclusion Unit, 1999.

Tuirán, R. & J. L. Ávila. "Jóvenes que no estudian ni trabajan: ¿cuántos son?, ¿quiénes son?, ¿qué hacer?", en: *Este País*. 251. Ciudad de México, 2012, pp. 1-3.

Velasco, Daniel Téllez. "Jóvenes *nini* y profesionistas *titi*: la estratificación letrada del desempleo", en: *El Cotidiano*. 169.169, 2011, pp. 83-96.

Wedderburn, R. W. "Quasi-likelihood functions, generalized linear models, and the Gauss-Newton method", en: *Biometrika*. 61(3). Oxford University Press & Biometrika Trust, 1974, pp. 439-447.

Zhang, Daowen. *Analysis of Longitudinal Data from Epidemiologic Studies (lecture)*. NC State University, 2016. Consultado el 3 de septiembre de 2016 en <http://www4.stat.ncsu.edu/~dzhang/>



## Anexo

### A. Movilidad en la condición de actividad a través de los trimestres

#### A.1 Población de 15 a 24 años

Cuadro 8

#### Cambios en la condición de actividad entre el tercer y cuarto trimestres del 2014 de la población de 15 a 24 años clasificada como quehaceres domésticos no disponibles en el segundo trimestre del 2014

Condición de actividad en el tercer trimestre del 2014	Condición de actividad en el segundo trimestre del 2014							
	Ocupados	Desocupados	Estudiantes	Pensionados y discapacitados	Quehaceres domésticos disponibles	Quehaceres domésticos no disponibles	Otros	Total
Atrición	343 320	28 960	168 830	1 475	35 620	128 600	8 125	714 930
No respuesta	555 845	69 160	331 490	2 240	53 805	181 595	15 800	1 209 935
Ocupados	6 336 425	428 235	1 071 430	435	111 740	359 925	218 195	8 526 385
Desocupados	393 645	174 115	189 660	0	45 420	98 565	28 930	930 335
Estudiantes	716 870	110 725	5 551 720	3 125	40 455	119 505	70 560	6 612 960
Pensionados y discapacitados	1 205	0	6 675	67 435	0	4 875	11 430	91 620
Quehaceres domésticos disponibles	141 215	52 495	83 725	0	82 345	240 735	11 780	612 295
Quehaceres domésticos no disponibles	379 950	88 420	136 370	750	183 845	1 508 225	22 460	2 320 020
Otros	159 155	49 535	77 165	9 515	12 730	46 800	49 025	403 925
<b>Total</b>	<b>9 027 630</b>	<b>1 001 645</b>	<b>7 617 065</b>	<b>84 975</b>	<b>565 960</b>	<b>2 688 825</b>	<b>436 305</b>	<b>21 422 405</b>

Cuadro 9

Continúa

#### Cambios en la condición de actividad de la población de 15 a 24 años entre el tercer y cuarto trimestres del 2014

Condición de actividad en el cuarto trimestre del 2014	Atrición	No respuesta	Condición de actividad en el tercer trimestre del 2014							
			Ocupados	Desocupados	Estudiantes	Pensionados y discapacitados	Quehaceres domésticos disponibles	Quehaceres domésticos no disponibles	Otros	Total
Atrición	714 930	885 285	196 205	29 870	108 310	5 185	20 880	78 270	9 525	2 048 460
No respuesta	0	45 855	447 650	52 440	242 455	0	33 710	118 170	24 415	964 695
Ocupados	0	79 880	6 224 495	370 330	749 190	445	150 635	374 340	136 135	8 085 450
Desocupados	0	21 540	238 605	170 740	83 595	0	38 440	76 530	38 860	668 310

### Cambios en la condición de actividad de la población de 15 a 24 años entre el tercer y cuarto trimestres del 2014

Condición de actividad en el cuarto trimestre del 2014	Atrición	No respuesta	Condición de actividad en el tercer trimestre del 2014							Total
			Ocupados	Desocupados	Estudiantes	Pensionados y discapacitados	Quehaceres domésticos disponibles	Quehaceres domésticos no disponibles	Otros	
Estudiantes	0	132 015	822 240	145 860	5 228 145	8 325	32 010	110 360	72 550	6 551 505
Pensionados y discapacitados	0	2 240	5 920	625	2 900	67 135	2 545	2 440	11 015	94 820
Quehaceres domésticos disponibles	0	10 265	91 330	30 420	21 010	0	68 685	200 585	17 880	440 175
Quehaceres domésticos no disponibles	0	28 630	333 935	99 270	133 545	3 245	250 270	1 325 390	50 585	2 224 870
Otros	0	4 225	166 005	30 780	43 810	7 285	15 120	33 935	42 960	344 120
<b>Total</b>	<b>714 930</b>	<b>1 209 935</b>	<b>8 526 385</b>	<b>930 335</b>	<b>6 612 960</b>	<b>91 620</b>	<b>612 295</b>	<b>2 320 020</b>	<b>403 925</b>	<b>21 422 405</b>

### Cambios en la condición de actividad de la población de 15 a 24 años entre el cuarto trimestre del 2014 y el primer trimestre del 2015

Condición de actividad en el primer trimestre del 2015	Atrición	No respuesta	Condición de actividad en el cuarto trimestre del 2014							Total
			Ocupados	Desocupados	Estudiantes	Pensionados y discapacitados	Quehaceres domésticos disponibles	Quehaceres domésticos no disponibles	Otros	
Atrición	2 048 460	711 010	240 925	20 405	120 645	0	10 425	115 535	11 990	3 279 395
No respuesta	0	46 495	454 905	39 365	189 780	3 010	19 335	106 975	22 725	882 590
Ocupados	0	69 340	5 817 990	300 635	740 930	5 925	92 745	312 755	149 880	7 490 200
Desocupados	0	16 770	253 505	128 100	94 515	625	17 860	74 055	18 575	604 005
Estudiantes	0	90 420	649 930	65 805	5 214 015	1 850	9 115	132 655	37 460	6 201 250
Pensionados y discapacitados	0	0	445	0	410	74 790	0	10 630	2 545	88 820
Quehaceres domésticos disponibles	0	8 750	131 975	36 165	28 795	1 340	58 190	162 135	9 340	436 690

Cuadro 10

Concluye

### Cambios en la condición de actividad de la población de 15 a 24 años entre el cuarto trimestre del 2014 y el primer trimestre del 2015

Condición de actividad en el primer trimestre del 2015	Atrición	No respuesta	Condición de actividad en el cuarto trimestre del 2014							Total
			Ocupados	Desocupados	Estudiantes	Pensionados y discapacitados	Quehaceres domésticos disponibles	Quehaceres domésticos no disponibles	Otros	
Quehaceres domésticos no disponibles	0	17 405	358 740	62 885	106 960	2 545	222 315	1 283 500	51 300	2 105 650
Otros	0	4 505	177 035	14 950	55 455	4 735	10 190	26 630	40 305	333 805
<b>Total</b>	<b>2 048 460</b>	<b>964 695</b>	<b>8 085 450</b>	<b>668 310</b>	<b>6 551 505</b>	<b>94 820</b>	<b>440 175</b>	<b>2 224 870</b>	<b>344 120</b>	<b>21 422 405</b>

Cuadro 11

### Cambios en la condición de actividad de la población de 15 a 24 años entre el primer y segundo trimestres del 2015

Condición de actividad en el segundo trimestre del 2015	Atrición	No respuesta	Condición de actividad en el primer trimestre del 2014							Total
			Ocupados	Desocupados	Estudiantes	Pensionados y discapacitados	Quehaceres domésticos disponibles	Quehaceres domésticos no disponibles	Otros	
Atrición	3 279 395	653 615	200 340	15 800	161 780	0	6 915	90 075	6 835	4 414 755
No respuesta	0	0	310 080	16 735	87 680	0	19 505	113 775	10 780	558 555
Ocupados	0	94 225	5 669 240	250 180	774 695	6 085	101 710	362 195	168 155	7 426 485
Desocupados	0	1 735	246 170	151 395	83 190	0	35 145	84 085	35 490	637 210
Estudiantes	0	86 085	589 015	52 750	4 882 970	0	39 715	54 705	35 005	5 740 245
Pensionados y discapacitados	0	1 805	0	0	9 630	62 660	1 630	1 700	4 065	81 490
Quehaceres domésticos disponibles	0	665	87 975	38 810	31 225	0	59 940	182 580	9 120	410 315
Quehaceres domésticos no disponibles	0	38 525	260 165	59 685	111 535	10 925	157 630	1 192 960	35 755	1 867 180
Otros	0	5 935	127 215	18 650	58 545	9 150	14 500	23 575	28 600	286 170
<b>Total</b>	<b>3 279 395</b>	<b>882 590</b>	<b>7 490 200</b>	<b>604 005</b>	<b>6 201 250</b>	<b>88 820</b>	<b>436 690</b>	<b>2 105 650</b>	<b>333 805</b>	<b>21 422 405</b>

## A.2 Quehaceres domésticos no disponible

Cuadro 12

### Cambios en la condición de actividad entre el tercer y cuarto trimestres del 2014 de la población de 15 a 24 años clasificada como quehaceres domésticos no disponibles en el segundo trimestre del 2014

Condición de actividad en el cuarto trimestre del 2014	Atrición	No respuesta	Condición de actividad en el tercer trimestre del 2014							Total
			Ocupados	Desocupados	Estudiantes	Pensionados y discapacitados	Quehaceres domésticos disponibles	Quehaceres domésticos no disponibles	Otros	
Atrición	128 600	132 255	9 100	3 195	555	0	11 000	57 585	1 545	343 835
No respuesta	0	8 420	40 385	2 670	4 715	0	22 050	79 715	4 325	162 280
Ocupados	0	1 780	164 990	32 005	12 605	0	28 390	130 805	2 045	372 620
Desocupados	0	7 660	3 695	8 485	0	0	2 320	33 655	3 620	59 435
Estudiantes	0	1 900	18 440	6 040	75 805	0	4 630	27 710	6 370	140 895
Pensionados y discapacitados	0	0	0	0	0	2 835	2 545	2 250	3 705	11 335
Quehaceres domésticos disponibles	0	9 715	15 240	5 555	7 635	0	44 100	138 465	8 580	229 290
Quehaceres domésticos no disponibles	0	19 865	102 780	39 045	17 125	2 040	125 700	1 018 420	14 795	1 339 770
Otros	0	0	5 295	1 570	1 065	0	0	19 620	1 815	29 365
<b>Total</b>	<b>128</b>	<b>181</b>	<b>359 925</b>	<b>98 565</b>	<b>119 505</b>	<b>4 875</b>	<b>240 735</b>	<b>1 508 225</b>	<b>46 800</b>	<b>2 688 825</b>

Cuadro 13

**Cambios en la condición de actividad entre el cuarto trimestre del 2014 y el primer trimestre del 2015 de la población de 15 a 24 años clasificada como quehaceres domésticos no disponibles en el tercer trimestres del 2014**

Condición de actividad en el primer trimestre del 2015	Atrición	No respuesta	Condición de actividad en el cuarto trimestre del 2014							Total
			Ocupados	Desocupados	Estudiantes	Pensionados y discapacitados	Quehaceres domésticos disponibles	Quehaceres domésticos no disponibles	Otros	
Atrición	57 585	73 380	6 215	3 375	0	0	3 795	42 895	0	187 245
No respuesta	0	0	7 740	335	615	0	5 435	43 915	1 050	59 090
Ocupados	0	0	29 780	11 950	675	0	19 860	72 470	3 400	138 135
Desocupados	0	0	4 625	3 565	0	0	5 170	13 075	0	26 435
Estudiantes	0	0	1 655	945	19 440	0	0	26 830	0	48 870
Pensionados y discapacitados	0	0	0	0	0	0	0	0	725	725
Quehaceres domésticos disponibles	0	0	9 615	1 650	0	0	16 635	66 215	380	94 495
Quehaceres domésticos no disponibles	0	6 335	71 175	11 835	6 980	0	86 940	750 820	14 065	948 150
Otros	0	0	0	0	0	2 250	630	2 200	0	5 080
<b>Total</b>	<b>57 585</b>	<b>79 715</b>	<b>130 805</b>	<b>33 655</b>	<b>27 710</b>	<b>2 250</b>	<b>138 465</b>	<b>1 018 420</b>	<b>19 620</b>	<b>1 508 225</b>

Cuadro 14

**Cambios en la condición de actividad entre el primer y segundo trimestres del 2015 de la población de 15 a 24 años clasificada como quehaceres domésticos no disponibles en el cuarto trimestre del 2014**

Condición de actividad en el segundo trimestre del 2015	Atrición	No respuesta	Condición de actividad en el primer trimestre del 2015							Otros	Total
			Ocupados	Desocupados	Estudiantes	Pensionados y discapacitados	Quehaceres domésticos disponibles	Quehaceres domésticos no disponibles			
Atrición	42 895	32 600	2 250	0	0	0	520	28 690	0	106 955	
No respuesta	0	0	0	0	0	0	4 935	30 525	495	35 955	
Ocupado	0	0	30 320	3 890	0	0	1 445	38 585	1 705	75 945	
Desocupado	0	0	905	595	0	0	3 505	13 865	0	18 870	
Estudiante	0	0	0	0	8 905	0	0	630	0	9 535	
Pensionados y discapacitados	0	0	0	0	3 355	0	0	0	0	3 355	
Quehaceres domésticos disponibles	0	0	11 950	3 465	0	0	11 020	92 205	0	118 640	
Quehaceres domésticos no disponibles	0	11 315	26 510	5 125	14 570	0	44 790	544 530	0	646 840	
Otros	0	0	535	0	0	0	0	1 790	0	2 325	
<b>Total</b>	<b>42 895</b>	<b>43 915</b>	<b>72 470</b>	<b>13 075</b>	<b>26 830</b>	<b>0</b>	<b>66 215</b>	<b>750 820</b>	<b>2 200</b>	<b>1 018 420</b>	

# *Heterogeneidad estructural* en la estimación de la *Ley de Okun* para el caso mexicano

*Structural Heterogeneity*  
in the *Okun Law* Estimation for the Mexican Case

Moisés Alejandro Alarcón Osuna\* e Irvin Mikhail Soto Zazueta\*\*

\* Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), malarcon@uas.edu.mx

\*\* UAS, irvin.soto@uas.edu.mx



Patricia Morales/cuartoscuro.com

El objetivo de este trabajo es estimar el costo de oportunidad del desempleo medido en producto interno bruto (PIB); para tal efecto, se estima la *Ley de Okun* en la economía mexicana. Si bien dicha ley para Estados Unidos de América genera resultados aceptados, en México son poco concluyentes y con variaciones considerables entre diferentes metodologías. La mayor parte de estas investigaciones han tomado metodologías derivadas de las series de tiempo, en las cuales se realizan análisis ARIMA o filtros temporales, como Hodrick-Prescott y Kalman, sin tomar en cuenta la heterogeneidad estructural de las diferentes entidades federativas en México, por lo que se propone estimar los coeficientes de Okun mediante un panel de datos del 2003-2014 con las 32 entidades federativas. Los resultados arrojan una estimación de Okun con un coeficiente de 2.99, con evidencia de heterogeneidades que deberían ser consideradas en futuros estudios y estimaciones.

**Palabras clave:** *Ley de Okun*; desempleo; PIB; heterogeneidad estructural.

Código Jel: C23, E24, R11

Recibido: 9 de enero de 2017

Aceptado: 6 de abril de 2017

## 1. Introducción

En años recientes, la discusión en torno a la flexibilidad o rigidez del mercado laboral en México ha ganado importancia entre los investigadores. Difícilmente podríamos hablar de desarrollo económico o de mejoría en la calidad de vida si el empleo no hace lo propio tanto en número como en calidad. Muchos de ellos han estudiado algunos aspectos de los mercados de trabajo en el país, con especial énfasis en la relación del desempleo con el nivel de producción.

En este sentido, cabe señalar que éstos pueden ubicarse en algún punto entre dos extremos; por un lado, tenemos los mercados rígidos, caracterizados por un fuerte marco regulatorio (Chávez, 2001) que incluye la protección contra despidos in-

The aim of this work is to estimate the cost of unemployment opportunity measured in terms of GDP, for that purpose Okun law in the Mexican economy is estimated. Although this law provides accepted results in the USA, in Mexico they are inconclusive and with considerable variations among different methodologies. Most of these studies have used methodologies derived from time series, in which ARIMA analysis or filters like Hodrick-Prescott and Kalman are performed, but without considering the structural heterogeneity of the different federative entities in Mexico. For these reason, we propose an Okun estimate with coefficients through a 2003-2014 panel data in 32 federative entities. The results give an estimate of Okun with a coefficient of 2.99, with evidence of heterogeneities that should be considered in future studies and estimations.

**Key words:** Okun's law; unemployment; product; structural heterogeneity.

justificados, seguros de desempleo e incrementos salariales, así como, finalmente, el fortalecimiento del sindicalismo; y por otra parte se encuentran los flexibles, caracterizados por un tipo de empleo que puede adaptarse a las nuevas características de la economía mundial (Ibarra y González, 2010), como menores prestaciones y la facilidad de contratación o despido, que están en la búsqueda de acabar con las rigideces de las relaciones laborales a niveles micro y macro.

De esta manera, pueden existir distintos tipos de flexibilidad según Fina (2001):

- *Externa*, definida como aquella que permite a las empresas aumentar o disminuir el empleo sin incrementar sus costos y/o problemas legales.



- *Interna*, que es la capacidad de la empresa de asignar a empleados en distintas tareas sin aumentar costos ni problemas legales.
- *Salarial*, definida como el ajuste de salarios de acuerdo con la situación económica de la empresa.

Estos tres tipos de flexibilidad pueden aparecer en mayor o menor grado en las distintas entidades federativas de México.

Es incuestionable la necesidad de realizar estudios sobre el comportamiento del desempleo y su problemática, así como acerca del funcionamiento del mercado de trabajo. En el país, las cifras de los últimos años indican que se trata de un asunto que está lejos de resolverse: el ritmo de aumento de los puestos de trabajo ha sido inferior a los requerimientos de 100 mil empleos mensuales (México Cómo Vamos, 2016).<sup>1</sup> Las causas son múltiples, Islas y Cortez (2013) argumentan que el mercado laboral mexicano es muy inflexible debido a la excesiva regulación, dando como resultado que en el caso de un incremento en el PIB no se traduce obligatoriamente en una disminución del desempleo, sino en fluctuaciones de los salarios reales (Heckman y Pagés, 2000; Gill, Montenegro y Dömeland, 2001).

Destaca que en la literatura sobre la rigidez y flexibilidad laborales se menciona que éstas tienen efectos graves frente a otros fenómenos, como la informalidad laboral, la cual fue estimada para el 2013 en México en 59% con respecto del total del empleo (OIT, 2014). En este sentido, la tesis neoclásica no reconoce la existencia de la informalidad, pues en el mercado de trabajo solo hay empleos involuntarios, y que éstos se ajustan a los mecanismos de oferta y demanda a través del salario real, siempre que no exista rigidez en el mercado laboral (Varela, Castillo y Ocegueda, 2013). Por otro lado, la flexibilidad laboral, en países que cuentan con sectores tradicionales y modernos, empuja al trabajador menos calificado a emplearse en establecimientos pequeños con altos niveles de informalidad, y los sectores

modernos, al ser muy rígidos, no generan empleos suficientes, con lo que se aumenta el desempleo y el empuje hacia los mercados informales (McNabb y Ryan, 1990). Por lo tanto, se puede considerar que la informalidad desestabiliza los mercados laborales y condiciona la seguridad social al no establecer prestaciones sociales y, además, deteriora las relaciones laborales al no haber contratos formales.

Por su parte, Chiquiar y Ramos-Francia (2009) señalan que esta rigidez laboral ha debilitado la competitividad, afectando la atracción y generación de inversión, traducido en la baja utilización del capital humano hacia usos más productivos. De acuerdo con Loría y Ramos (2007), la desocupación tiene enormes costos sociales y económicos intertemporales —como la informalidad señalada en el párrafo anterior— en virtud de que provoca efectos depresivos de largo alcance que se autorreproducen constituyendo, así, un círculo vicioso dinámico. Según estos autores, la economía mexicana entró en una fase de lento crecimiento desde principios de la década de los 80 del siglo pasado con tasas muy fluctuantes de desocupación, acompañadas por cambios en la volatilidad del empleo, que reflejan variaciones de la dinámica del mercado laboral (Loría y Ramos, 2007; Islas y Cortez, 2013).

Al respecto, Islas y Cortez (2013) observan que las fluctuaciones del desempleo registradas desde esa década han coincidido con variaciones del PIB en dirección contraria (i.e. cuando el desempleo fue inferior a su tendencia a largo plazo, el producto fue superior a ésta y viceversa). Algunos investigadores han determinado que el coeficiente de Okun en la economía de México se encuentra entre 2.3% (Chavarín, 2001) a 2.86% (Islas y Cortez, 2013). Estas estimaciones suponen que la relación dinámica del PIB y el desempleo en las entidades federativas es homogénea (i.e. supondrían que el mercado laboral en los distintos estados es tan rígido o flexible, sin importar la entidad); sin embargo, se ha documentado ampliamente que el coeficiente de Okun presenta significativas diferencias a través de distintos territorios y periodos, por lo que esperaríamos distintos niveles de rigidez laboral en las entidades.

<sup>1</sup> [www.mexicocomovamos.mx](http://www.mexicocomovamos.mx), consultado el 19 de septiembre de 2016.

Estudios internacionales sobre la materia demuestran, categóricamente, la inestabilidad del coeficiente (Schnabel, 2002; Cazes, Verick y Al Hussami, 2011; Balakrishnan, Das y Kannan, 2010; Islas y Cortez, 2013). La mayor parte de éstos en México han tomado metodologías derivadas de las series de tiempo, en las cuales se realizan análisis ARIMA o filtros temporales, como Hodrick-Prescott y Kalman, sin tomar en cuenta la heterogeneidad estructural de las diferentes entidades federativas.

Este trabajo estima el coeficiente de Okun de la economía mexicana para medir el costo de oportunidad del desempleo medido en términos del PIB; se utiliza un modelo de heterogeneidad estructural mediante un panel de datos del 2003-2014 con los 32 estados del país. Cabe señalar que el tema del empleo siempre será objeto de controversia, entre otras razones, por causa de las dificultades para encontrar una medida que sea aceptada universalmente. En este sentido, al abordar el análisis del desempleo en un ámbito particular, se corren riesgos asociados a la frecuente falta de consistencia en la información estadística.

Para lograr la estimación de las tasas de desempleo por estado, se retoman datos de la Encuesta Nacional de Empleo Urbano (ENEU) y la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE); además, se retoman datos del INEGI sobre el PIB por entidad federativa desde el 2003 hasta el 2014 para ambos casos. Con éstos se construye un panel para estimar la *Ley de Okun*, en la que se muestra evidencia de una heterogeneidad estructural tanto en tasas de desempleo como en variaciones del PIB para las diferentes entidades, lo que hace evidente estimar dicho coeficiente empleando técnicas de datos en panel como efectos fijos y aleatorios.

Esta investigación se divide en seis secciones, incluida la introducción. En la segunda se presenta una reseña de algunos estudios de estimación del coeficiente de Okun, mientras que en la tercera se analizan brevemente el comportamiento del desempleo y el PIB en México; en la cuarta sección se describe el modelo econométrico utilizado para estimar la relación entre PIB y desempleo; en la

quinta se analizan los resultados del estudio; y, por último, en la sexta se muestran las conclusiones.

## 2. *Ley de Okun*, una revisión de la literatura sobre su heterogeneidad

En su artículo seminal, Okun (1962) señala que se puede estimar el costo del desempleo medido en PIB mediante tres ecuaciones o modelos distintos, las cuales capturan la desocupación con distintas variables *proxy*; no obstante, en todas ellas encuentra un resultado muy particular: por cada punto de crecimiento porcentual en el PIB, la disminución en la tasa de desocupación sería de 3 puntos; a este resultado se le denominó la *Ley de Okun*.

Tal ley o coeficiente de Okun tiene implicaciones bastante importantes en el estudio de la macroeconomía moderna, pues aporta una contribución a la explicación del desempleo y sus impactos en el PIB para las distintas entidades federativas, con sus consecuentes efectos depresivos que se reproducen una y otra vez; no reparan en la implicación de sus supuestos, entre ellos el orden de integración de las series temporales (Chavarín, 2001), los efectos transitorios y permanentes (Islas y Cortez, 2013) ni la causalidad de las variables (Loría y Ramos, 2007); más importante aún es el hecho de que no se repare en la homogeneidad de las regiones donde se estima el coeficiente de Okun pues, para el caso de México, los distintos estudios que se han señalado en la introducción han supuesto que los mercados laborales se comportan de manera uniforme en los distintos estados.

Si bien es cierto que los estudios señalados (Chavarín, 2001; Loría y Ramos, 2007; Islas y Cortez, 2013) hacen mención de la flexibilidad de los mercados laborales en México y que ésta depende en cierta medida de las modificaciones a la *Ley Federal del Trabajo*, tampoco se detienen a explicar que en realidad, aunque la ley que gobierna las regulaciones laborales aplica igual en todas las entidades, éstas tienen distintas dinámicas de desempeño económico (ver gráficas 2 y 4 en la siguiente sec-

ción), por lo que no podrían ser tratadas como iguales en su flexibilidad laboral.

De hecho, existe evidencia de un quiebre del supuesto de homogeneidad estructural en las estimaciones de la *Ley de Okun*, pues esto se hace patente en estimaciones por estados en Estados Unidos de América (Guisinger *et al.*, 2015), a nivel de provincias en España (Melguizo, 2015) e, incluso, a nivel internacional (Huang y Yeh, 2013) con una muestra de países desarrollados, lo cual ha dado como resultado la utilización de datos en panel para estimaciones de estos coeficientes.

Para el caso de México, la CEPAL (2016) identifica seis fuentes de heterogeneidad en la productividad y el empleo a nivel de entidades federativas, las cuales son: a) la participación de los distintos sectores y subsectores económicos y sus aportaciones al PIB estatal, b) los distintos dinamos económicos y sociales de las entidades federativas, c) los diferentes tamaños de empresas que participan en la producción, d) la intensidad exportadora de las distintas regiones, e) la diversidad de la fuerza laboral (participación de la mujer) y f) el nivel de estudios. Con respecto a estas fuentes de heterogeneidad, el presente estudio se circunscribe solo en el inciso b) de distintas dinámicas económicas y sociales que pueden presentarse en los estados.

Así, este documento realiza tres aportaciones, la primera relacionada con la cobertura espacial de los datos utilizados, pues en anteriores trabajos, hasta donde se pudo buscar, no ofrecen una perspectiva a nivel de entidades federativas, lo cual ha sido considerado como una contribución importante en otros estudios de panel a nivel internacional (Huang y Yeh, 2013); la segunda que tiene relación directa con el método utilizado, pues se estiman regresiones con técnicas de efectos fijos y aleatorios, las cuales dan cuenta de los efectos idiosincrásicos en el tiempo y espacio; y, finalmente, se pone de manifiesto una estimación más eficiente a nivel de entidad federativa pues, como se muestra en la siguiente sección y en lo señalado en el documento de la CEPAL (2016), existe una heterogeneidad estructural que debe

ser tomada en cuenta para el estudio de dinámicas productivas y de empleo.

### 3. Los hechos estilizados del PIB y el desempleo en México

A partir de la década de los 80, cuando México experimenta una política de apertura comercial y liberalización económica, se da pie en el mercado laboral al establecimiento de contratos cortos y contrataciones externas con el fin de reducir los costos derivados de la estabilidad laboral (Islas y Cortez, 2013). De hecho, para el caso mexicano, se observa una tendencia estable en el crecimiento del PIB, como lo muestra la gráfica 1.

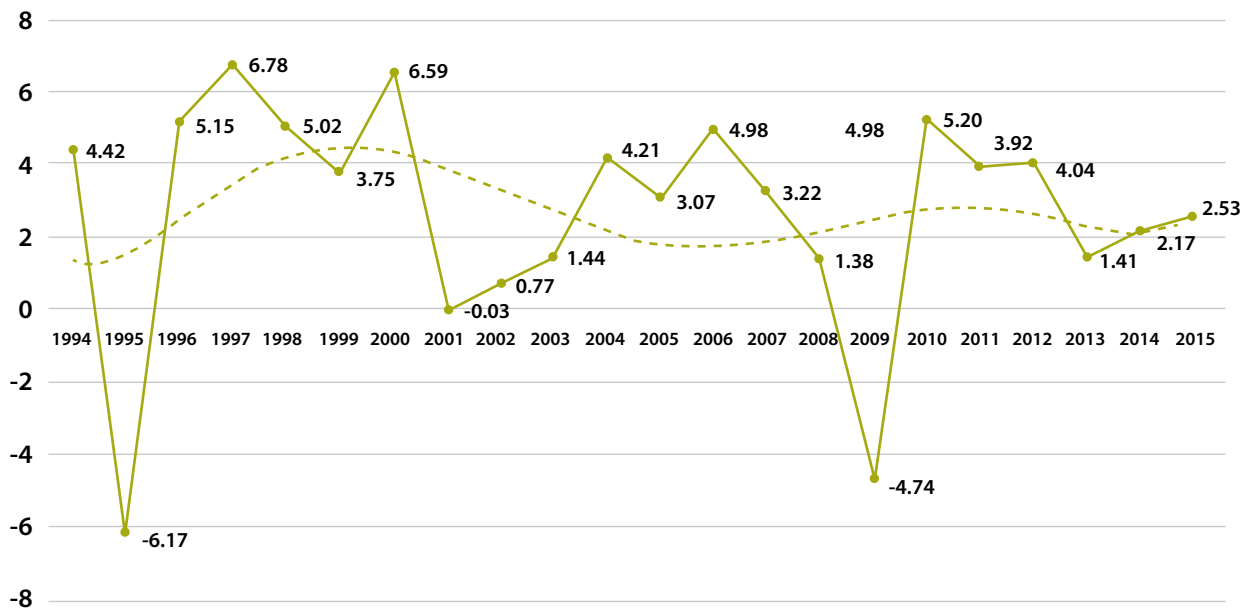
A pesar de ello, las tasas de crecimiento que se han registrado, posterior a estas medidas, no han sido tan altas como las que se esperaban. Como se puede apreciar en la gráfica 1, las variaciones del PIB son cada vez más pequeñas. De acuerdo con datos del INEGI, la tasa de crecimiento promedio anual de la economía fue de 2.6% para el periodo 1994-2015.

Por otra parte, es importante mencionar que el desempeño económico de las entidades federativas ha sido muy heterogéneo. Los estados han padecido de manera desigual los efectos de las crisis presentadas durante las dos últimas décadas. Se puede observar en las gráficas 2 y 3 que algunos han presentado un desempeño relativamente malo durante la última década; en cambio, las entidades de la franja fronteriza y aquéllas con una cierta base industrial de exportación han salido mejor libradas. Otra diferencia significativa estriba en el valor promedio, pues algunas tienen un mayor PIB por año que otras, lo cual aumenta la heterogeneidad estructural entre entidades.

Como lo muestran las gráficas 2 y 3, la heterogeneidad está marcada en el crecimiento del PIB pues, cuando se comparan las cifras de crecimiento promedio del PIB, 17 entidades se encuentran por encima del promedio nacional y 15, debajo del mismo. Por otra parte, si analizamos la gráfica 3, donde están seleccionadas 10 entidades con promedios

Gráfica 1

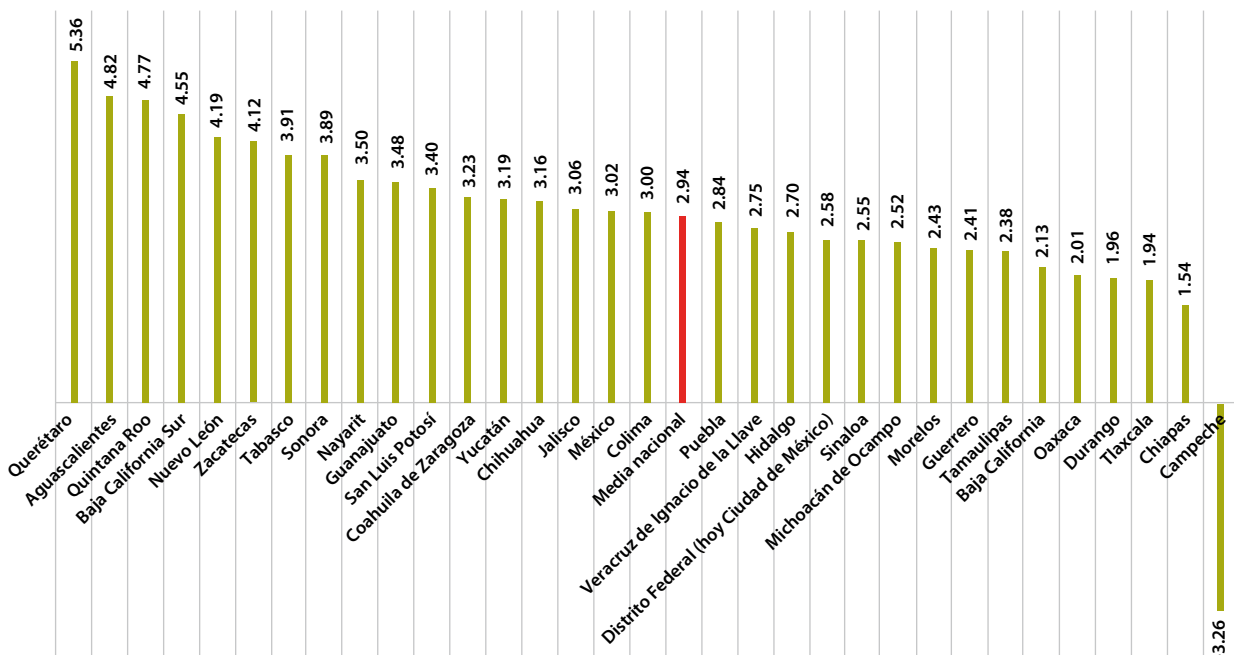
### Tasa de crecimiento del PIB de México, 1994-2014



Fuente: INEGI, PIB por entidad a precios del 2008, elaboración propia, suavización con filtros Hodrick-Prescott.

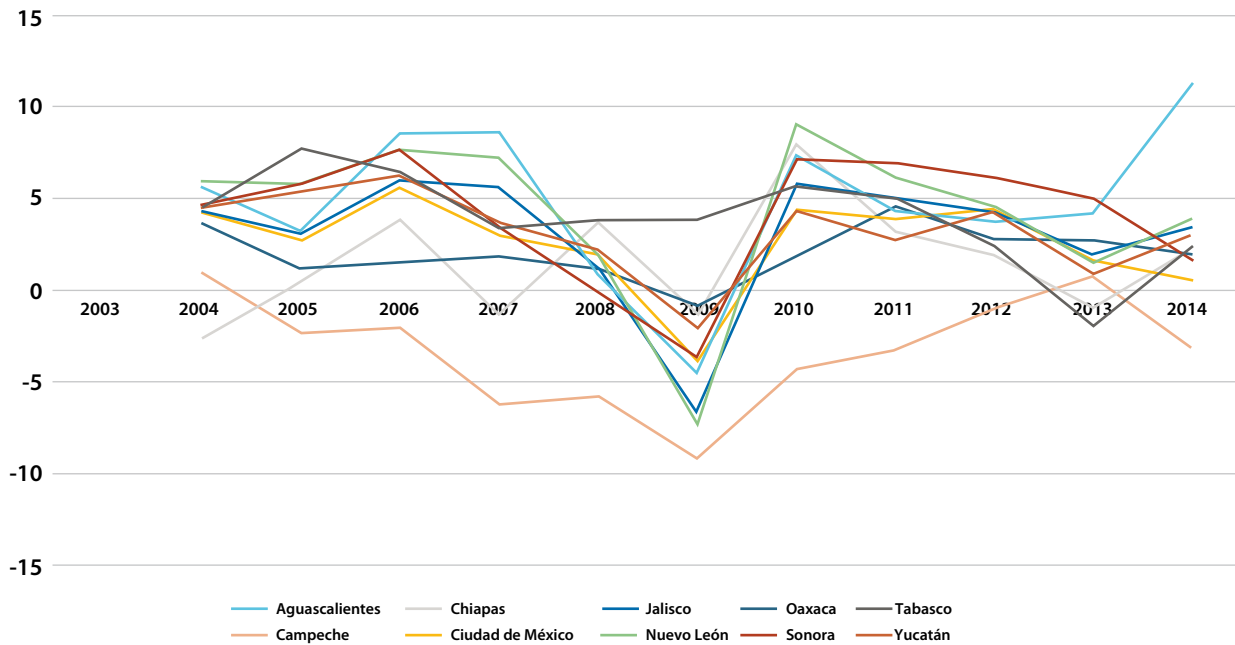
Gráfica 2

### Crecimiento promedio anual del PIB por entidad federativa, 2004-2014



Fuente: INEGI, promedio de crecimiento del PIB por entidad federativa, elaboración propia.

Gráfica 3

**Crecimiento promedio anual del PIB, estados seleccionados, 2004-2014**

Fuente: INEGI, crecimiento del PIB para entidades federativas seleccionadas, elaboración propia.

de crecimiento alto, bajo y medio, se puede apreciar la misma heterogeneidad en la estructura de crecimiento del PIB, con estados como Campeche que estructuralmente tienen un crecimiento más bajo que el resto, Jalisco con uno muy estable y Chiapas con fluctuaciones considerables, que son todos ellos muestra de una heterogeneidad que debería ser considerada en cualquier tipo de estudios macroeconómicos.

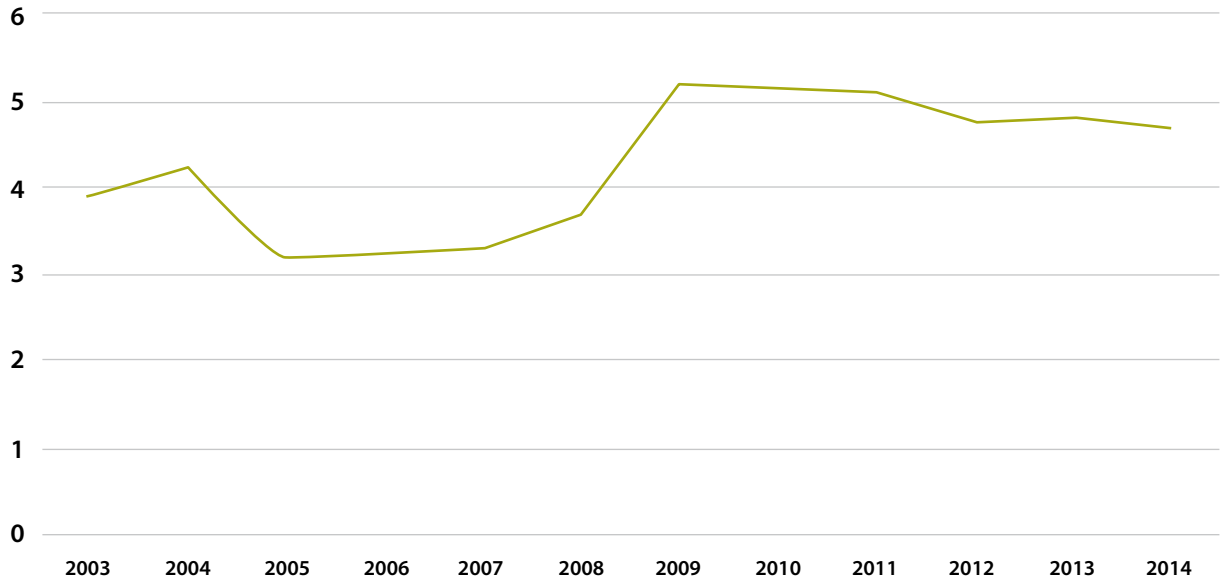
En lo que se refiere al desempleo, tomando como base la ENOE ediciones 2005-2014 y la ENEU levantamientos 2003-2004, en la gráfica 4 se muestra que, en el periodo 2008-2009, los desajustes financieros internacionales que afectaron a México elevaron considerablemente la tasa de desempleo abierto, pasando de un promedio cercano a 4%, a uno de alrededor de 5%, sin embargo, cabe preguntarse si estos desajustes y tasa de desempleo son iguales para todas las entidades federativas. Aunque la crisis financiera afectó a todos los estados, éstos no respondieron de la misma manera.

De la gráfica 5 se aprecia, también, la existencia de una heterogeneidad muy marcada en tasas de desempleo, donde 17 entidades se encuentran por debajo del promedio nacional y 15, por encima de éste; de manera adicional, en la gráfica 6 se observa que estados como Campeche, Chiapas, Yucatán y Oaxaca tienen tasas de desempleo notablemente menores que las de otros con mayores crecimientos del PIB. Estos hallazgos confirman que, difícilmente, se puede encontrar un mismo coeficiente de Okun que no tome en cuenta estas heterogeneidades.

Esta evidencia muestra la importancia de revisar la heterogeneidad estructural en México; la estructura del desempleo entre entidades federativas es distinta, y esto puede llevar a errores idiosincráticos en las estimaciones de la *Ley de Okun*. Los estados muestran distinta flexibilidad laboral y, adicionalmente, no todos responden de igual manera ante las crisis económicas, y lo que es aún más importante, la fluctuación de las tasas de desempleo por entidad no es igual.

Gráfica 4

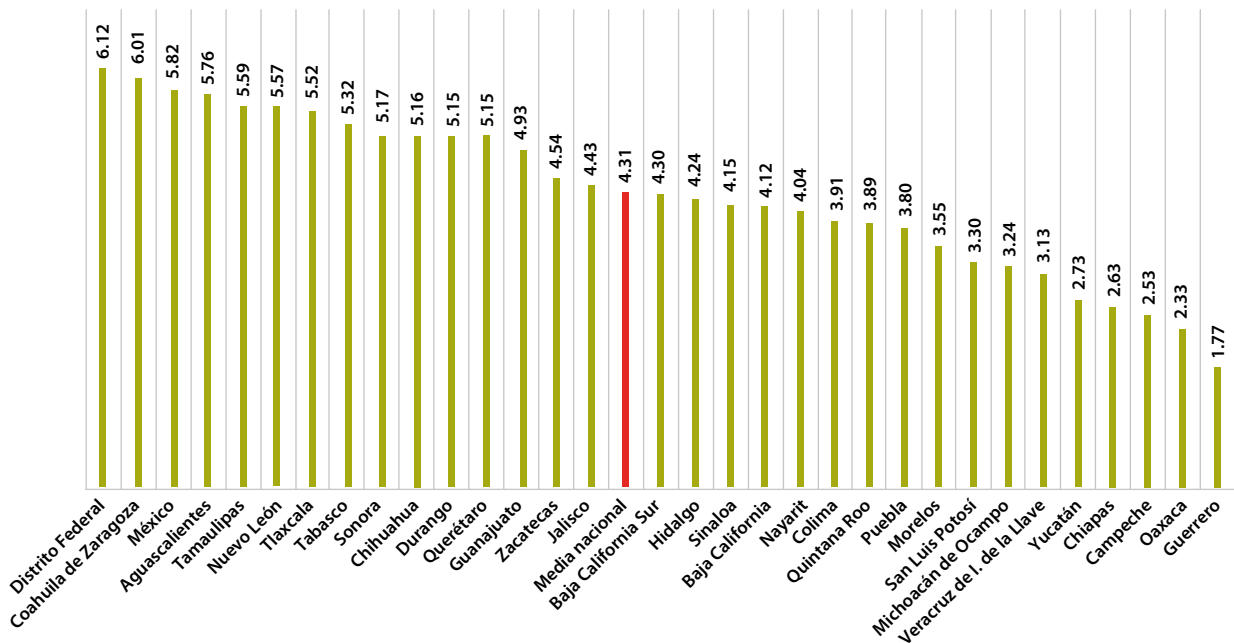
### Tasa de desempleo promedio nacional, 2003-2014



Fuentes: ENEU-ENOE (2003-2014), elaboración propia.

Gráfica 5

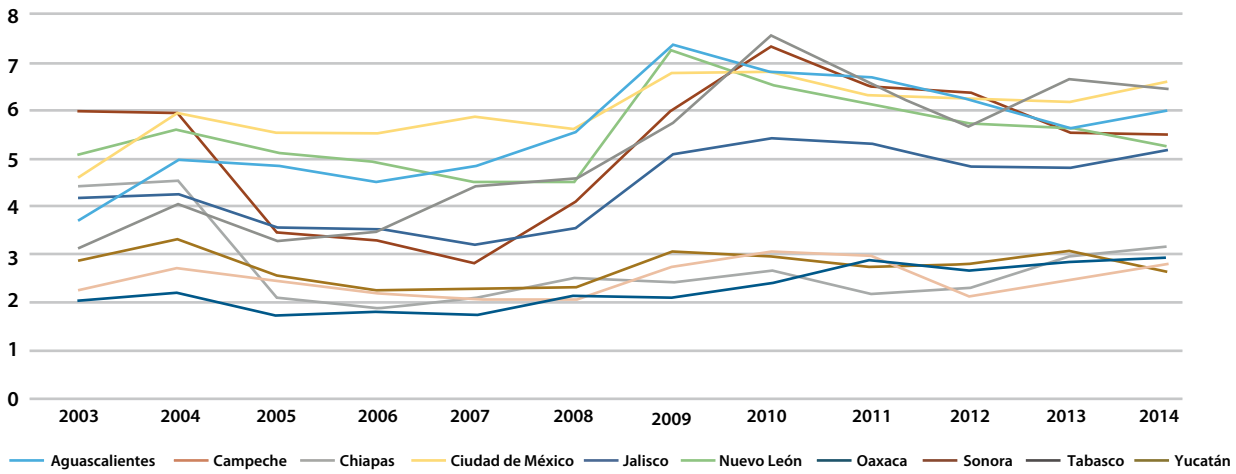
### Promedio de la tasa de desempleo por estados, 2003-2014



Fuentes: ENEU-ENOE (2004-2014), elaboración propia.

**Gráfica 6**

**Tasa de desempleo promedio anual, estados seleccionados, 2003-2014**



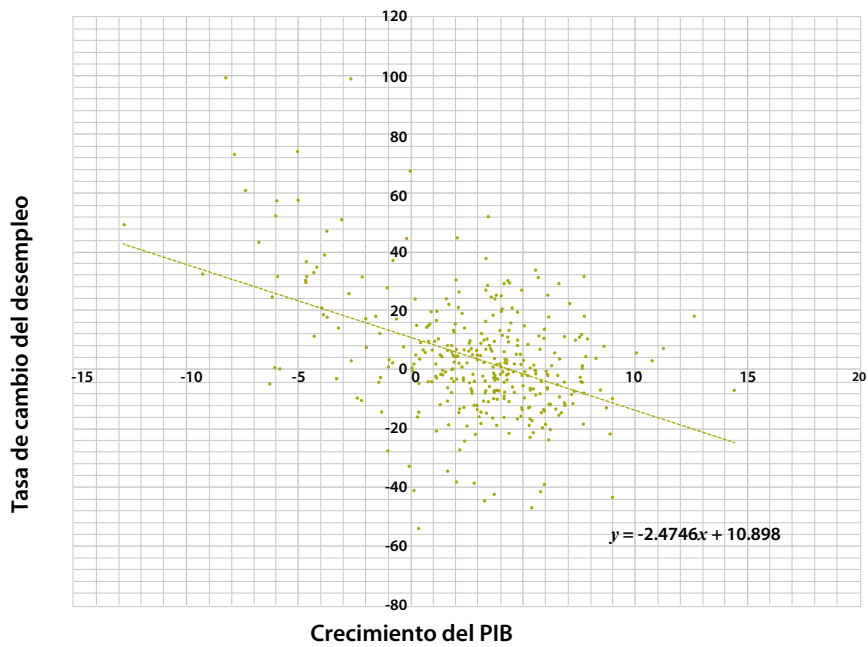
Fuentes: ENEU-ENOE (2004-2014), elaboración propia.

Por ejemplo, Jalisco y Distrito Federal (hoy Ciudad de México) muestran una fuerte estabilidad en sus tasas de desempleo, en tanto que estados como Tabasco y Sonora presentan importantes fluctuaciones anuales; desde otra perspectiva, las tasas de desempleo esperadas son más bajas en entidades como Oaxaca, Yucatán, Campeche y Chiapas en comparación con el resto de los estados.

Finalmente, la gráfica 7 muestra la relación entre el crecimiento del PIB y la tasa de cambio del desempleo, es decir, podemos observar la heterogeneidad que afecta tanto al desempleo como a la producción de las distintas entidades federativas; permite inferir que no se puede estimar un único coeficiente de Okun para el total nacional y que, de hecho, si se quisiera hacer así, éste debería te-

**Gráfica 7**

**Relación entre crecimiento del PIB y la tasa de cambio del desempleo, 2003-2014**



Fuente: INEGI, elaboración propia.

ner en cuenta estas estructuras mediante un panel de datos para los distintos estados, y que tome en consideración que esto puede ser resultado, ya sea de una muestra aleatoria de entidades, o bien, sea de efectos fijos en cada uno de dichos estados.

#### 4. Un modelo de análisis para heterogeneidad estructural de la Ley de Okun

De esta manera, si se estima la ecuación de Okun, donde la variable dependiente es el desempleo y la independiente es el PIB, se pueden obtener distintas formas funcionales, entre ellas algunas de las que señaló Okun (1962) en su artículo seminal:

$$\Delta U_{it} = \beta_1 + \beta_2 \Delta PIB_{it} + e_{it} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$\Delta U_{it} = \sum d_i + \sum d_i \beta_i \Delta PIB_{it} + e_{it} \quad \text{Ecuación 2}$$

donde:

$\Delta U_{it}$  = tasa de cambio del desempleo por entidad y periodo.

$\Delta PIB_{it}$  = tasa de cambio del producto interno bruto por entidad y periodo.

$d_i$  = variable dicotómica para cada entidad.

$e_{it}$  = término de perturbación.

La ecuación 1 anterior, aunque es una variación de la ecuación 1 de Okun (1962), ha sido también utilizada en otros estudios (Loría *et al.*, 2015), y esta variante nos arroja como resultado para el periodo 2004-2014 (que son los datos más actuales a nivel de entidad federativa), que muestra la tabla 1, en la cual se observa que, de no desagregar por estructuras heterogéneas entre entidades, el coeficiente de Okun (-2.47) es consistente con otros estudios realizados en México (Chavarín, 2001; Islas y Cortez, 2013; Loría *et al.*, 2015), donde un aumento de 1% en el producto interno bruto disminuye en 2.47% la tasa de desempleo.

Tabla 1

#### Estimación de la Ley de Okun con datos agrupados

Ecuación 1		
Parámetro	Coefficiente	Valor-P
Pendiente	-2.474552	0.0001
Intercepto	10.89751	0.0001
$R^2$	0.1979	
$F$	86.36	
Valor-P de $F$	0.0001	
Observaciones	352	

Fuentes: INEGI, ENEU y ENOE, elaboración propia.

Sin embargo, es incorrecto interpretar tal estimación pues, como ya se observó en las gráficas 2 y 5, las fuertes variaciones en el PIB de algunos estados no impactan de manera tan estricta a la tasa de desempleo (ver casos de Jalisco, Yucatán y Oaxaca por señalar un ejemplo). Es por ello que se debería encontrar alguna forma de agrupación de entidades que permita realizar una estimación correcta que, incluso, muestre si existe algún tipo de patrón estructural y/o geográfico entre tasas de crecimiento del PIB y el desempleo. Por esta razón, se estima la ecuación 2 por entidad mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO), donde los resultados se toman solo de manera descriptiva, ya que no se tienen suficientes observaciones, y éstas muestran las siguientes agrupaciones de entidades (ver tabla 2), con similitudes en sus tasas de desempleo y variaciones del PIB y que, además, compartan ubicaciones geográficas en común.

Como se puede observar en la tabla 2, existe una heterogeneidad estructural, que si bien la estimación no es significativa por el número de observaciones, sí arroja un patrón de desempeño por entidades. Los patrones tienen que ver en algunos casos con la zona geográfica en la cual se encuentran los estados, pero que también es afectada y/o generada por la dinámica de empleo y crecimiento económico de sus entidades vecinas; adicionalmente, se observa que hay, al menos, cin-



Tabla 2

### Clasificación de estados por coeficiente Okun, zona geográfica, crecimiento promedio de PIB y desempleo promedio en el periodo 2003-2014

Entidad	Intercepto	Pendiente	Promedio desempleo	Promedio PIB	Zona
Colima	16.22	-4.03	3.87	3.00	Centro y Occidente
Guanajuato	11.65	-2.20	4.82	3.48	Centro y Occidente
Jalisco	13.67	-3.51	4.41	3.06	Centro y Occidente
San Luis Potosí	12.01	-3.57	3.31	3.40	Centro y Occidente
Morelos	8.67	-2.33	3.55	2.43	Centro Atlántico
Puebla	8.97	-2.59	3.79	2.84	Centro Atlántico
Tlaxcala	5.08	0.02	5.34	1.94	Centro Atlántico
Veracruz de I. de la Ll.	7.56	-2.85	3.25	2.75	Centro Atlántico
Chiapas	-0.31	0.15	2.78	1.54	Pacífico Sur
Oaxaca	-1.82	2.88	2.31	2.01	Pacífico Sur
Guerrero	8.70	-1.42	1.74	2.41	Pacífico Centro
Michoacán de O.	10.11	-3.46	3.27	2.52	Pacífico Centro
Quintana Roo	25.68	-3.81	3.79	4.77	Península Sur
Tabasco	13.92	-1.44	5.13	3.91	Península Sur
Yucatán	15.22	-4.68	2.75	3.19	Península Sur
Aguascalientes	12.72	-1.51	5.59	4.82	Irregulares
Campeche	-1.50	-1.44	2.50	-3.26	Irregulares
Nayarit	8.22	-0.87	4.02	3.50	Irregulares
Querétaro	53.83	-8.91	5.08	5.36	Irregulares
Zacatecas	-9.87	2.98	4.54	4.12	Irregulares
Distrito Federal (hoy Ciudad de México)	8.11	-1.64	5.99	2.58	Centro
Hidalgo	17.36	-5.30	4.20	2.70	Centro
México	12.32	-3.26	5.77	3.02	Centro
Baja California	27.79	-7.12	4.00	2.13	Norte y Noroeste
Baja California Sur	24.59	-3.47	4.23	4.55	Norte y Noroeste
Coahuila de Z.	7.26	-2.16	6.07	3.23	Norte y Noroeste
Chihuahua	20.39	-5.78	5.19	3.16	Norte y Noroeste
Durango	10.76	-4.03	5.20	1.96	Norte y Noroeste
Nuevo León	18.42	-3.98	5.53	4.19	Norte y Noroeste
Sinaloa	11.52	-3.51	4.18	2.55	Norte y Noroeste
Sonora	20.08	-4.57	5.23	3.89	Norte y Noroeste
Tamaulipas	12.08	-3.51	5.45	2.38	Norte y Noroeste

Fuentes: INEGI, ENEU y ENOE, elaboración propia; ver estimación y estadísticos de la ecuación 2 en el Anexo.

co que son catalogadas como irregulares, pues no muestran características similares en crecimiento del PIB, desempleo y zona geográfica con alguna de sus vecinas: por señalar un ejemplo, se tiene a Querétaro, entidad con fuerte crecimiento en el PIB, pero que también muestra un promedio de desempleo alto, así como un coeficiente de Okun elevado (-8.91), a diferencia de Campeche que es un caso de estado con variaciones negativas en su PIB y con desempleo medio, que no muestra características similares a las de sus vecinos y que, finalmente, tiene un coeficiente de Okun relativamente bajo (-1.44).

Lo anterior es una muestra de la necesidad de encontrar una estimación plausible del coeficiente de Okun, pues la gráfica 2 pone de manifiesto que no existe un único coeficiente para el total nacional, como ya se ha mostrado en estudios anteriores, sino que hay una necesidad de anular los errores idiosincráticos de las entidades.

Todas estas características hacen suponer que en el tiempo y en los distintos estados se presentan dinámicas distintas de producción y desempleo, y que, además, se deberían tomar en cuenta las diferencias estructurales, que en este caso se pueden manejar con un panel de datos para las 32 entidades (con información del PIB por entidad disponible en el INEGI para el periodo 2003-2014) y con datos para el desempleo dados por las ediciones 2003-2004 de la ENEU y 2005-2014 de la ENOE,<sup>2</sup> tales que se pudiera mitigar el impacto del error estructural idiosincrático en el tiempo y espacio.

Para mitigar y/o aminorar este efecto idiosincrático, se pueden aplicar distintos métodos de análisis de regresión, como pueden ser las primeras diferencias; no obstante, un método que funciona mejor bajo ciertos supuestos es la transformación

de efectos fijos, mediante la generación de una variable binaria para cada entidad, o bien, deduciendo el tiempo con un promedio en los distintos años para cada una de las variables para cada entidad. En este sentido, es mejor la estimación de efectos fijos para el presente análisis, pues cuando se tienen más de tres periodos en el panel, con  $i$  grande y  $t$  pequeña, la elección entre estimadores de primeras diferencias y efectos fijos depende de la correlación serial de los errores idiosincráticos; así, cuando estos errores no se correlacionan serialmente, los estimadores de efectos fijos son más eficientes que las primeras diferencias (Wooldridge, 2009) y, como se verá en la siguiente sección, existe una correlación en este término de error, por lo que no se muestran las estimaciones de primeras diferencias.

Otro método comúnmente utilizado con datos en panel es la estimación de efectos aleatorios, que se realiza cuando se da por sentado que el efecto inobservable no se correlaciona con las variables explicativas (Wooldridge, 2009), en este caso con el PIB. Este método consiste en una cuasiducción de datos en cada variable del modelo con la técnica de mínimos cuadrados generalizados, donde la deducción depende de la varianza idiosincrática, la varianza del efecto inobservable y el número de periodos, a diferencia de los efectos fijos, que deducen solo el promedio de los periodos de las variables correspondientes.

Por otro lado, los efectos fijos permiten una correlación arbitraria entre los efectos inobservables y el PIB, mientras que los aleatorios, no; es por ello que se considera que los fijos constituyen una herramienta más convincente para la estimación de los efectos si todo permanece constante (Wooldridge, 2009).

Finalmente, para decidir sobre estos tipos de estimación, Hausman (1978) propuso probar las diferencias estadísticamente significativas en los coeficientes de las variables explicativas que cambian en el tiempo, donde la idea es utilizar las estimaciones de efectos aleatorios a menos que la prueba lo rechace.

<sup>2</sup> En el presente estudio, en el INEGI existen datos para el PIB en el periodo 2003-2014 por entidad federativa; no obstante, para el desempleo por entidad, se calculan las tasas a partir de la ENOE, que solo está disponible de manera trimestral desde el 2005, por lo que se retomaron datos de la ENEU para los años 2003 y 2004, que si bien tiene cuestionarios distintos, las preguntas que corresponden al empleo y desempleo se mantienen en ambas encuestas, lo que permite una unificación.

## 5. Análisis de los resultados

Como ya se ha señalado, el objetivo de este manuscrito es establecer el efecto del PIB sobre el cambio en la tasa de desempleo dadas las condiciones heterogéneas entre las distintas entidades. Es por ello que se ha optado por establecer como método de contrastación un análisis de regresión con datos en panel para efectos combinados, fijos y aleatorios, dado que no se sabe *a priori* cuál es el efecto idiosincrático del término de error que genera tal heterogeneidad. Los resultados de la ecuación 1 mediante distintas técnicas de datos en panel se muestran en tres columnas en la tabla 3: primero con los resultados del análisis de regresión de datos combinados, en segundo lugar se presentan los efectos fijos y, por último, los resultados del modelo con efectos aleatorios.

De la tabla 3, en el primer modelo se puede concluir que existe un coeficiente de Okun significativo y que, además, tiene el signo esperado, tal como se había previsto en el apartado de hechos estilizados, donde un aumento de 1% en el PIB disminuye en 2.47% la tasa de desempleo; sin embargo, este modelo, como ya se ha comentado, no toma en cuenta la heterogeneidad estructural causada por características muy particulares de cada entidad federativa.

El segundo sí toma en cuenta la heterogeneidad estructural y, para ello, genera variables dicotómicas para cada uno de los estados; en este sentido, el coeficiente de Okun revela un mayor peso, pues un aumento de 1% en el PIB genera una disminución

de 2.99% en la tasa de desempleo de las entidades. Además de esto, su ajuste es mejor, ya que el coeficiente  $R^2$  es mayor (0.2636), lo que se explica al tomar en cuenta la heterogeneidad estructural. Por otra parte, este modelo muestra un error idiosincrático mediante el estadístico  $Rho$  del orden de 0.08641, el cual nos dice que alrededor de 8.6% del total de errores en el modelo de regresión son errores idiosincráticos.

Por último, el tercero, que se estima mediante el método de efectos aleatorios, supone que cada una de las entidades federativas fue elegida como una muestra aleatoria, por lo que no genera variables dicotómicas, sino una cuasiestimación de mínimos cuadrados, que tome en cuenta los términos de error generados por cada uno de los estados. Este modelo revela resultados muy similares a los de mínimos cuadrados combinados, lo cual podría explicarse debido a que las entidades no fueron tomadas como una muestra aleatoria, sino como una ya dada, con sus propias características, las cuales causan la heterogeneidad antes señalada.

No obstante a lo señalado por los modelos de efectos fijos y aleatorios, se sabe por los coeficientes  $R^2$  que tienen un mejor ajuste, además de tomar en cuenta la heterogeneidad estructural. Por el coeficiente  $Rho$ , también se puede inferir que el modelo de efectos fijos genera mejores estimaciones, ya que el de efectos aleatorios tiene un coeficiente  $Rho$  de cero y no logra capturar dichos errores, por lo que se estima en la tabla 4 la prueba de Hausman para decidir entre ambos modelos el de mejor ajuste.

Tabla 3

### Resultados del análisis de regresión con datos en panel

Parámetros	Combinados		Efectos fijos		Efectos aleatorios	
	Coefficiente	Error estándar	Coefficiente	Error estándar	Coefficiente	Error estándar
Constante	10.89751*	1.24750	12.43064*	1.29702	10.89751*	1.24750
Pendiente (Okun)	-2.474552*	0.26628	-2.995742*	0.29098	-2.474552*	0.26629
	$R^2$	0.1979	$R^2$	0.2636	$R^2$	0.2494
			$Rho$	0.08641	$Rho$	0
	$F$	86.36*	$F$	105.99*	$Chi$	86.36*

Nota: los signos \* muestran coeficientes significativos al 1 por ciento.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4

**Prueba de Hausman**

	E.F.	E.A.	Diferencia	Cuadrado del error	Chi-2
Coefficiente de Okun	-2.9957	-2.4746	-0.5212	0.1173	19.74*

Nota: los signos \* muestran coeficientes significativos al 1, por ciento.

Fuente: elaboración propia.

Con los datos de la tabla 4 se puede inferir que la diferencia en los coeficientes estimados es significativa y, por lo tanto, el modelo responde de mejor manera a la estimación de los efectos fijos, por lo que se prueba la existencia de una heterogeneidad estructural y que ésta responde a características particulares de cada entidad federativa.

Dentro de la discusión de estos resultados, es evidente que una mejor estimación se podría realizar si se tuvieran las suficientes observaciones para una regresión robusta por cada una de las entidades federativas, sin embargo, para el caso de México, solo se tienen datos desde el 2003 hasta el 2014, por lo cual se dificulta realizar un análisis de regresión por cada entidad y, al mismo tiempo, mostrar resultados robustos; no obstante, los resultados que se observan en la tabla 2, en el apartado de hechos estilizados, muestran que, al realizar las estimaciones por entidad, éstas presentan resultados que podrían conducir no solo a un problema de heterogeneidad estructural sino, además, a problemas de autocorrelación espacial debido a la existencia de patrones geográficos en las variables de tasa de desempleo y crecimiento del PIB; sin embargo, un análisis de esta naturaleza va más allá del objetivo de esta investigación.

Lo que sí se puede afirmar, de nuevo tomando en cuenta las estimaciones de la tabla 2 en la sección de hechos estilizados, es que, aunque la estimación por efectos fijos lanza un coeficiente de Okun de -2.99, existen entidades, como Querétaro, que muestran una mayor sensibilidad ante un cambio en el PIB, pues ésta tiene un coeficiente de Okun de -8.91 pero, además, hay otras que tienen coeficientes que van a contraciclo, como Zacatecas con un coeficiente de 2.98, lo que también muestra una diferencia significativa en la flexibilidad de los mercados laborales, además de diferencias en las estructuras productivas de las 32 entidades.

De ambas estimaciones, la de efectos fijos y la de la tabla 2, se puede establecer que en ciertas zonas geográficas hay similitudes en la flexibilidad o rigidez de los mercados laborales, lo que podría dar pauta para la existencia de la heterogeneidad que aquí se muestra, pues al observar en la tabla 2 es posible advertir un grupo de entidades del norte y noroeste que tienen una mayor flexibilidad laboral, la cual se materializa con un coeficiente de Okun más alto que en el resto de las zonas geográficas; caso contrario el de Chiapas y Oaxaca, en las que se encuentra un valor positivo y que, además, son estados colindantes, por lo que se podría advertir una rigidez laboral muy marcada en algunas zonas geográficas. Éstas son, precisamente, las diferencias que podrían afectar a la estimación del coeficiente Okun y dar una mayor eficiencia mediante una estimación de efectos fijos con respecto a los mínimos cuadrados combinados y los efectos aleatorios.

Por todo lo ya señalado, esta heterogeneidad en PIB y desempleo, y la flexibilidad laboral distinta por zonas geográficas, obligaría a realizar una estimación para cada entidad federativa o, al menos, una valoración para cada zona geográfica; no obstante, la disponibilidad de datos no hace posible estos tipos de estimación, por lo que la realizada por medio de efectos fijos en un panel por entidades es lo más eficiente que se puede lograr dadas las condiciones de disponibilidad de datos.

**6. Conclusiones**

Esta investigación se realizó con el objetivo de estimar el costo de oportunidad del desempleo medido en términos del PIB; para tal efecto, estimamos la *Ley de Okun* en la economía mexicana. A diferencia de otros estudios convencionales, derivados de las series de tiempo a través de análisis tipo

ARIMA o filtros temporales, como Hodrick-Prescott y Kalman, tomamos en cuenta la heterogeneidad estructural de las diferentes entidades federativas, por lo que se calcularon los coeficientes de Okun mediante un panel de datos del 2003-2014 con los 32 estados.

Los hallazgos confirman la presencia de una heterogeneidad estructural en las tasas de desempleo y PIB en las distintas entidades federativas en el periodo mencionado, evidenciando un problema estructural al estimar el coeficiente de Okun para el caso de México, es decir, tanto la flexibilidad del mercado laboral como la producción son distintas para las entidades federativas. Asimismo, esta heterogeneidad plantea la necesidad de un tratamiento diferenciado en la estimación de los coeficientes de Okun para cada estado.

De esta forma, las valoraciones de éstos mediante la técnica de MCO sin tratamiento de heterogeneidad da como resultado un coeficiente de 2.47, lo cual es ineficiente, pues no se toma en cuenta el efecto inobservable de los errores idiosincráticos que al ser estimados por el método de efectos fijos arroja un coeficiente de 2.99, el cual es un estimador más eficiente y, además, es significativo en términos de un comparativo con el método de efectos aleatorios.

Algunos hallazgos de esta investigación ponen de manifiesto que, además de la heterogeneidad estructural en las tasas de desempleo y crecimiento del PIB, existe una posible autocorrelación espacial. Los resultados exponen ciertos patrones de comportamiento entre entidades que colindan geográficamente; este trabajo estableció que en algunas zonas geográficas muestran similitudes en la flexibilidad o rigidez de los mercados laborales.

De manera particular, estados del norte y noroeste son los que tienen una mayor flexibilidad laboral, la cual se materializa con un coeficiente de Okun más alto que en el resto de las zonas geográficas; casos contrarios son los de Chiapas y Oaxaca, en los cuales se encuentra un valor positivo y que, además, son colindantes.

Así, de este análisis surgen algunas consideraciones que deberían de servir para la reformulación de las políticas económicas regionales orientadas a la generación de crecimiento económico y empleo en las regiones más rezagadas y hacia la flexibilización de las entidades más rígidas laboralmente. Además, se sugiere como futura investigación revisar los posibles efectos espaciales en la estimación del coeficiente de Okun.

La heterogeneidad encontrada en este trabajo y la flexibilidad laboral distinta por zonas geográficas obligarían a realizar una estimación para cada entidad federativa o, al menos, una para cada zona geográfica; no obstante, la disponibilidad de datos no hace posible estos tipos de estimación, por lo que la realizada por medio de efectos fijos en un panel por entidades es lo más eficiente que se puede lograr dadas las condiciones de disponibilidad de datos.

## Fuentes

- Aceves, L. y H. Sotomayor. *Reformas de primera y segunda generación en América Latina: espacios de rentabilidad para la acumulación de capital*. Ponencia presentada en la XVII Conferencia Internacional de Estrategias para el Desarrollo y Alternativas para América Latina y el Caribe, 18-20 de octubre de 2006, Asociación de Facultades, Escuelas e Institutos de Economía de América Latina, Facultad de Economía, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla.
- Balakrishnan, R., M. Das y P. Kannan. "Unemployment dynamics during recessions and recoveries: Okun's law and beyond", Chapter 3, en: *World Economic Outlook. Rebalancing Growth*. 2010, pp. 69-107.
- Cazes, S., S. Verick y F. Al-Hussami. "Diverging trends in unemployment in the United States and Europe: Evidence from Okun's law and the global financial crisis", en: *Employment Working Paper No. 106*. International Labor Office, 2011.
- CEPAL. *Productividad y brechas estructurales en México*. México, Naciones Unidas, 2016.
- Chavarrín, Rubén. "El costo del desempleo medido en producto. Una revisión empírica de la Ley de Okun para México", en: *El Trimestre Económico*. 68 (270), 2001.
- Chávez, Paulina. "Flexibilidad en el mercado laboral: orígenes y concepto", en: *Revista Aportes*, 17, mayo-agosto, 2001.
- Chiquiar, D. y M. Ramos-Francia. "Competitividad y crecimiento de la economía mexicana", en: *Banco de México: Documentos de Investigación Núm. 11*. 2009.

- Fina, Lluís. *El reto del empleo*. Madrid, McGrawHill, 2001.
- Gill, I., C. Montenegro y Dömeland (eds.). *Crafting labor policy: techniques and lessons from Latin America*. Washington, D.C., Banco Mundial, 2001.
- Guisinger, A., R. Hernández-Murillo, M. Owyang y T. Sinclair. "A State-Level Analysis of Okun's Law", en: *Federal Reserve Bank of St. Louis Working Paper Series, Working Paper No. 029A*. 2015. Consultado en <http://research.stlouisfed.org/wp/2015/2015-029.pdf>
- Hausman, J. "Specification tests in econometrics", en: *Econometrica*. Vol. 46, 1978, pp. 1251-1271.
- Heckman, J. y C. Pagés. "The cost of job security Regulation: evidence from Latin American labor markets", en: *NBER Working Paper*, (7773), 2000.
- Huang, Ho-Chuan y Chin-Chuan Yeh. "Okun's law in panels of countries and states", en: *Applied Economics*. Vol. 45, 2013, pp. 191-199.
- Ibarra, Manuel y Lourdes González. "La flexibilidad laboral como estrategia de competitividad y sus efectos sobre la economía, la empresa y el mercado de trabajo", en: *Revista Contaduría y Administración*. Núm. 231, 2010, pp. 33-52.
- Islas, Alejandro y Willy Cortez. "Relaciones dinámicas del producto y el empleo en México: una evaluación de sus componentes permanentes y transitorios", en: *Revista CEPAL*, (111), 2013, pp. 167-182.
- Loría, Eduardo, Alejandro Ramírez y Emmanuel Salas. "La Ley de Okun y la flexibilidad laboral en México: un análisis de cointegración, 1997Q3-2014Q1", en: *Contaduría y Administración*. Vol. 60, 2015, pp. 631-650.
- Loría, E. y M. Ramos. "La Ley de Okun: una relectura para México, 1970-2004", en: *Estudios Económicos*. Vol. 22, Núm. 1, 2007, pp. 19-55.
- Lustig, N. y M. Székely. *México: evolución económica y desigualdad*. Washington, DC, Banco Interamericano de Desarrollo, 1997.
- McNabb, R. y P. Ryan. "Segmented labor markets", en: Sapsford y Tzannatos (eds.). *Current issues in labor economics*. MacMillan, 1990.
- Melguizo, Celia. "An analysis of the Okun's law for the Spanish provinces", en: *Research Institute of Applied Economics, Working Paper 2015/01*, 2015, pp. 1-37.
- México Cómo Vamos. *Semáforo Nacional, generación de empleos formales*. 2016. Consultado en <http://www.mexicocomovamos.mx/?s=home> el 19 de septiembre de 2016.
- Okun, A. "Potential GNP: Its measurement and significance", en: *American Statistical Association, Proceedings of the Business and Economics Statistics Section*. 98-104, 1962.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). *Notas sobre formalización. Programa de Promoción de la Formalización en América Latina y el Caribe (FORLAC), Oficina Regional para América Latina y el Caribe*, 2014.
- Schnabel, G. "Output trends and Okun's law", en: *Bank for International Settlements*, Vol. 111, 2002, pp. 1-33.
- Varela, Rogelio, Ramón Castillo y Juan Ocegueda. "El empleo formal e informal en México: un análisis discriminante", en: *Papeles de Población*, 19 (78), 2013, pp. 111-140.
- Wooldridge, J. M. *Introductory Econometrics. A Modern Approach*. 4th Edition. South-Western Cengage Learning, 2009.

## Anexo

Continúa

### Estimación y estadísticos de la ecuación 2

Variable	Coef.	Error estándar	t	P>t	95% Conf.	Intervalo
Intercepto	12.72147	8.141432	1.56	0.119	-3.302779	28.74573
d2	15.06443	10.1252	1.49	0.138	-4.864343	34.9932
d3	11.86387	10.8901	1.09	0.277	-9.570406	33.29814
d4	-14.21856	11.36445	-1.25	0.212	-36.58647	8.149353
d5	-5.466105	10.07392	-0.54	0.588	-25.29394	14.36173
d6	3.4942	10.75581	0.32	0.746	-17.67576	24.66416
d7	-13.03555	10.08495	-1.29	0.197	-32.88509	6.814
d8	7.66608	10.61024	0.72	0.471	-13.21737	28.54952
d9	-4.607108	11.13492	-0.41	0.679	-26.52326	17.30904

## Estimación y estadísticos de la ecuación 2

Variable	Coef.	Error estándar	<i>t</i>	<i>P</i> > <i>t</i>	95% Conf.	Intervalo
<i>d</i> 10	-1.958975	10.83508	-0.18	0.857	-23.28496	19.36701
<i>d</i> 11	-1.070691	11.20664	-0.1	0.924	-23.128	20.98662
<i>d</i> 12	-4.016858	10.93718	-0.37	0.714	-25.54381	17.51009
<i>d</i> 13	4.637508	10.90534	0.43	0.671	-16.82677	26.10178
<i>d</i> 14	0.944237	10.7728	0.09	0.93	-20.25916	22.14764
<i>d</i> 15	-0.4045386	11.23183	-0.04	0.971	-22.51142	21.70235
<i>d</i> 16	-2.609861	10.63115	-0.25	0.806	-23.53447	18.31475
<i>d</i> 17	-4.054032	10.72523	-0.38	0.706	-25.1638	17.05574
<i>d</i> 18	-4.501318	11.14232	-0.4	0.687	-26.43202	17.42938
<i>d</i> 19	5.702084	11.0053	0.52	0.605	-15.95893	27.3631
<i>d</i> 20	-14.54561	12.43716	-1.17	0.243	-39.02487	9.93365
<i>d</i> 21	-3.749137	10.51579	-0.36	0.722	-24.44668	16.9484
<i>d</i> 22	41.1085	13.62833	3.02	0.003	14.28474	67.93227
<i>d</i> 23	12.95926	11.72963	1.1	0.27	-10.1274	36.04593
<i>d</i> 24	-0.7130722	11.365	-0.06	0.95	-23.08206	21.65591
<i>d</i> 25	-1.200281	10.69481	-0.11	0.911	-22.25018	19.84962
<i>d</i> 26	7.353776	11.36914	0.65	0.518	-15.02336	29.73091
<i>d</i> 27	1.201296	12.89271	0.09	0.926	-24.17458	26.57717
<i>d</i> 28	-0.6372169	10.79735	-0.06	0.953	-21.88894	20.61451
<i>d</i> 29	-7.640854	10.0763	-0.76	0.449	-27.47337	12.19166
<i>d</i> 30	-5.162083	11.42739	-0.45	0.652	-27.65387	17.32971
<i>d</i> 31	2.498271	12.34172	0.2	0.84	-21.79313	26.78968
<i>d</i> 32	-22.58686	11.84389	-1.91	0.058	-45.89842	0.7246956
<i>d</i> 1* <i>cpib</i>	-1.514492	1.286625	-1.18	0.24	-4.046873	1.01789
<i>d</i> 2* <i>cpib</i>	-7.122577	1.355573	-5.25	0	-9.790664	-4.45449
<i>d</i> 3* <i>cpib</i>	-3.468774	1.087601	-3.19	0.002	-5.609429	-1.328119
<i>d</i> 4* <i>cpib</i>	-1.441265	1.813517	-0.79	0.427	-5.010692	2.128162
<i>d</i> 5* <i>cpib</i>	-2.156028	0.8384369	-2.57	0.011	-3.806269	-0.5057867
<i>d</i> 6* <i>cpib</i>	-4.026202	1.546924	-2.6	0.01	-7.070913	-0.9814914
<i>d</i> 7* <i>cpib</i>	0.146577	1.786866	0.08	0.935	-3.370396	3.66355
<i>d</i> 8* <i>cpib</i>	-5.778086	1.358428	-4.25	0	-8.451792	-3.10438
<i>d</i> 9* <i>cpib</i>	-1.644815	2.119591	-0.78	0.438	-5.816669	2.527038
<i>d</i> 10* <i>cpib</i>	-4.029213	2.457673	-1.64	0.102	-8.866491	0.8080642
<i>d</i> 11* <i>cpib</i>	-2.20045	1.611047	-1.37	0.173	-5.371369	0.9704689
<i>d</i> 12* <i>cpib</i>	-1.416051	2.094482	-0.68	0.5	-5.538484	2.706382
<i>d</i> 13* <i>cpib</i>	-5.296935	1.844254	-2.87	0.004	-8.926861	-1.667009
<i>d</i> 14* <i>cpib</i>	-3.507966	1.530993	-2.29	0.023	-6.521321	-0.494611
<i>d</i> 15* <i>cpib</i>	-3.259094	1.873426	-1.74	0.083	-6.946437	0.4282486

## Estimación y estadísticos de la ecuación 2

Variable	Coef.	Error estándar	<i>t</i>	<i>P</i> > <i>t</i>	95% Conf.	Intervalo
<i>d16*cpib</i>	-3.462364	1.725062	-2.01	0.046	-6.857693	-0.0670357
<i>d17*cpib</i>	-2.33203	1.881548	-1.24	0.216	-6.035359	1.371299
<i>d18*cpib</i>	-0.8679383	1.563241	-0.56	0.579	-3.944763	2.208887
<i>d19*cpib</i>	-3.975092	1.24019	-3.21	0.002	-6.416078	-1.534106
<i>d20*cpib</i>	2.878046	3.86158	0.75	0.457	-4.722452	10.47854
<i>d21*cpib</i>	-2.585066	1.429723	-1.81	0.072	-5.399097	0.2289649
<i>d22*cpib</i>	-8.912885	1.784317	-5.0	0	-12.42484	-5.400929
<i>d23*cpib</i>	-3.811079	1.381063	-2.76	0.006	-6.529335	-1.092822
<i>d24*cpib</i>	-3.567785	1.73981	-2.05	0.041	-6.99214	-0.1434302
<i>d25*cpib</i>	-3.510784	1.760843	-1.99	0.047	-6.976537	-0.0450317
<i>d26*cpib</i>	-4.570759	1.52195	-3.0	0.003	-7.566315	-1.575203
<i>d27*cpib</i>	-1.43915	2.169284	-0.66	0.508	-5.708811	2.830512
<i>d28*cpib</i>	-3.505698	1.993064	-1.76	0.08	-7.428518	0.4171212
<i>d29*cpib</i>	0.0238653	1.403195	0.02	0.986	-2.737952	2.785682
<i>d30*cpib</i>	-2.84662	2.198313	-1.29	0.196	-7.173417	1.480177
<i>d31*cpib</i>	-4.684282	2.390852	-1.96	0.051	-9.390041	0.0214766
<i>d32*cpib</i>	2.977218	1.646926	1.81	0.072	-0.2643188	6.218756
<b>Observaciones</b>	352	<b>Criterio de información</b>		<b>Prueba de heterocedasticidad Breusch-Pagan</b>		
<i>F</i> (63, 288)	2.93	Akaike	Bayesiano	<i>Chi</i>	0.06	
<b>Prob &gt; F</b>	0	3071.581	3318.854	<i>Prob &gt; Chi</i>	0.8029	
<b>R-squared</b>	0.3903			<i>H0</i> : varianza constante		
<b>Adj R-squared</b>	0.257					



# Una reflexión aterrizada del México contemporáneo

## A Grounded Reflection of Contemporary Mexico

### Reseña

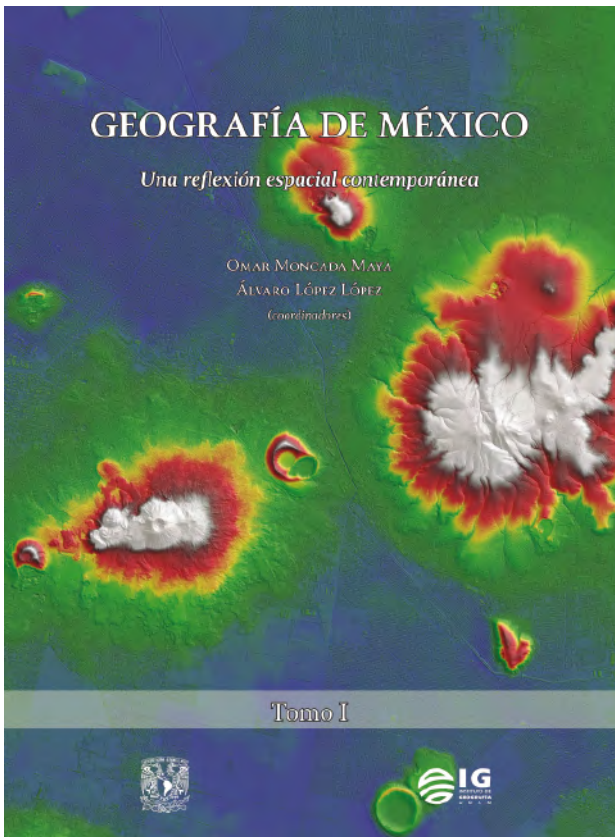
Germán Castro Ibarra\*

Moncada Maya, Omar y Álvaro López López (coords.).  
*Geografía de México. Una reflexión espacial contemporánea*. Dos tomos.  
 México, Instituto de Geografía de la UNAM, 2016.

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) presentó, en noviembre del 2016, el libro *Geografía de México. Una reflexión espacial contemporánea*. El hecho marcó el cierre de una larguísima etapa, medible en varias décadas, de la geografía mexicana. La anterior afirmación es correcta porque, desde mediados del siglo XX, no se había publicado una obra de alcance panorámico y con el rigor académico necesario para situarse como referente obligado para todos los estudiosos e interesados en la materia.

El proyecto fue coordinado por Álvaro López López y José Omar Moncada Maya, investigadores eméritos del Instituto de Geografía de la UNAM. En el texto de presentación, el doctor Moncada refiere la genealogía a la cual aspira a pertenecer el libro: "En 1948 el Dr. Jorge A. Vivó publicó su *Geografía de México*, y un año después hacía lo propio el Ing. Jorge L. Tamayo con la primera edición de su *Geografía general de México*. Por tanto, han transcurrido más de 65 años sin que aparezca en el mercado editorial una obra de esta naturaleza...". El

\* INEGI, [germancastro.ibarra@inegi.org.mx](mailto:germancastro.ibarra@inegi.org.mx)



vacío que tenía que llenarse era inmenso, no solo por la cantidad de tiempo transcurrido sino, sobre todo, por la profundidad de los cambios.

De mediados del siglo XX a la fecha, el país ha transitado por una metamorfosis. Ya ni siquiera la extensión territorial es la misma, se modificó en su Zona Económica Exclusiva. En cuanto al perfil sociodemográfico, las mutaciones que hemos experimentado son sustantivas: en 1950 éramos poco más de 16.5 millones de habitantes, de los cuales dos de cada tres vivían en localidades rurales, mientras que hoy somos más de 123 millones y la mayoría (prácticamente ocho de cada 10) radica en zonas urbanas. En aquel entonces, *gobernar era poblar*: un año antes de que, con el sello editorial del Fondo de Cultura Económica, comenzara a circular el libro del profesor Vivó Escoto, él mismo un inmigrante, se había promulgado una modificación a la *Ley General de Población* de 1936, en la que se mantenía vigente el afán *poblacionista*.

El contexto internacional ha mutado de forma drástica: hoy, el mundo bipolar producto de la II Guerra Mundial ha desaparecido, y muchas de las principales preocupaciones que en la actualidad aquejan a la humanidad seguro hubieran resultado impensables en los primeros años de la posguerra, por ejemplo, el cambio climático ni siquiera era un tema para la ciencia ficción.

La especialidad en Geografía en la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM cumpliría (hasta 1952) apenas dos décadas de haber sido establecida. Hoy por hoy, cualquier estudiante de las varias carreras de Geografía y afines que ofrecen la UNAM y otras instituciones de educación superior en toda la República puede realizar el posicionamiento satelital de un sitio en nuestro país u observarlo en una imagen de satélite desde su propia casa.

Cuando Vivó y Tamayo escribieron sus sendas obras, la información geográfica era un bien escaso; en la actualidad, la cuantía de datos que se produce y difunde de manera incesante es inmensa. En un parpadeo, pasamos de la sequía a la inundación. La revolución tecnológica, por no decir

de conciencia, que ha impulsado la digitalización no solo ha enriquecido en proporciones colosales nuestra capacidad de generar información, también nos permite imprimir velocidad y precisión al análisis; al mismo tiempo, ha facilitado su difusión prácticamente inmediata.

Así las cosas, la integración de una obra como *Geografía de México* implicó, sobre todo, un arduo reto para los criterios de pertinencia y relevancia y un esfuerzo formidable de síntesis. En este orden de ideas, de la pura revisión del índice resulta palmario que el objetivo general que se planteó alcanzar con la obra fue la guía que permitió subsumir de forma adecuada cada uno de sus componentes: "...elaborar un nuevo texto, de profundidad académica y didáctica, que actualizara el conocimiento del territorio mexicano; un libro que presentara temas actuales a escala nacional y que permitiera la comprensión de las relaciones fundamentales entre naturaleza, sociedad, economía y cultura, y que a la vez contribuyera, como libro de texto para universitarios o estudiantes de nivel medio superior, a mejorar la calidad de la educación en México...".

La realización de este libro —una empresa científica y editorial de gran envergadura, además de la plataforma institucional de la UNAM— contó con el apuntamiento tanto del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) como del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de cuyo fondo sectorial fue beneficiaria (Fondo CONACYT-INEGI. Proyecto 209043). Con un tiraje en su primera edición de 2 mil ejemplares, es una obra de gran formato, en dos tomos, pasta dura e impresión a todo color. Con un total de casi 800 páginas foliadas, descontando los textos preliminares, la publicación está formada por cuatro grandes secciones temáticas: la Naturaleza y su interacción con el ser humano, las tecnologías en el corazón de las problemáticas geográficas nacionales, la sociedad y su dinámica territorial y, por último, la actividad económica mexicana en el contexto global.

Para su integración, participaron 95 autores, cuyos artículos (48 en total) tuvieron que pasar por el filtro de la mirada crítica de 34 dictamina-

dores. La mayoría de los firmantes son investigadores del Instituto de Geografía: "...más de 70 por ciento de su personal participa directamente en la redacción del capitulado..." —señaló el doctor Moncada Maya—, aunque también colaboraron expertos de otras escuelas y planteles de la propia UNAM (como los institutos de Geología, de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, y de Investigaciones Económicas; el Centro de Geociencia, el de Investigaciones en Geografía Ambiental y el Regional de Investigaciones Multidisciplinarias), además de las facultades de Ciencias y de Filosofía y Letras, así como de otras instituciones de educación superior (El Colegio de México, El Colegio de la Frontera Norte, las universidades autónomas de San Luis Potosí, del Estado de México, la Benemérita de Puebla y la Michoacana de San Nicolás de Hidalgo) e, incluso, del INEGI.

La sección dedicada a la interacción natura-cultura consta de 17 artículos, en tanto que los dos apartados que abordan desde la perspectiva espacial las dimensiones sociodemográfica y socioeconómica de nuestro país suman 25 ensayos. La parte enfocada al abordaje del análisis geográfico desde su ingrediente tecnológico contiene seis textos. La cantidad de los asuntos que abordan es pletórica: marco tectónico regional, relieve, regiones geomorfológicas, procesos de remoción, estructura y dinámica costera, terremotos y tsunamis, geodiversidad, geopatrimonio, clima, hidrología, erosión, fisiografía, tipos de suelo, vegetación, paisaje, fotogrametría, sistemas de información geo-

gráfica, fronteras...; temas demográficos como distribución, estructura por edad y sexo, migración..., además de asuntos como vulnerabilidad, regionalizaciones económicas, *metropolización*, turismo... Este listado, claro, no pretende ser exhaustivo, sino apenas ilustrativo de la opulencia conceptual de la obra.

Por supuesto, la lectura de *Geografía de México. Una reflexión espacial contemporánea* permite hacerse de "...una propuesta sintética [y acreditada, me permito agregar] de las circunstancias actuales del territorio mexicano...", pero también ofrece un horizonte teórico y conceptual en materia de Geografía puesto al día. Además de las bibliografías correspondientes, al final de cada artículo se incorporan sendos glosarios de términos, lo cual confiere un valor agregado importante al libro.

Ésta es una obra para leer con calma, para reflexionar de manera informada y para disfrutarse con los ojos; además de casi tres centenares de gráficas, figuras y tablas, incorpora más de 50 tomas aéreas y satelitales, casi un centenar de fotografías y, por supuesto, mucha cartografía: más de 150 mapas.

Destaco un acierto editorial más: el libro puede encontrarse en línea en versión digital (*flip book*). No hay pretexto, pues, para no hacerse de un extraordinario soporte científico para poder aterrizar la reflexión acerca de una realidad que nos urge actualizar: México.

## Colaboran en este número

---

### Genaro Acevedo García

De nacionalidad mexicana. Es licenciado en Informática y maestro en Tecnologías de la Información y Administración por el Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM). Su trayectoria laboral ha estado vinculada con la Academia y la investigación participando con instituciones tanto de gobierno como particulares; actualmente, es el director general de Roatech Services, SA de CV. Su campo de acción es en el desarrollo de líneas de arquitectura empresarial e internet de las cosas. Ha sido ponente en diversos foros académicos y ha fungido como evaluador de proyectos de investigación. En el 2013 fue nombrado profesor distinguido por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

**Contacto:** genaro.agarcia@roatech.com.mx

---

### Guillermo Aguilar Sahagún

Nació en México. Es licenciado, maestro y doctor en Física por la UNAM. Su especialidad son las propiedades ópticas y magnéticas de sólidos. Fue director del Instituto de Investigación de Materiales y titular de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM. Fue miembro del Sistema Nacional de Investigadores, coordinador del Programa del Mejoramiento del Personal Académico de la Secretaría de Educación Pública y director de Investigación Aplicada en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Actualmente, se desempeña como consultor independiente.

**Contacto:** gaguilar27@yahoo.com.mx y aguilersahagun@gmail.com

---

### Alejandro Sánchez Peralta

De nacionalidad mexicana, es egresado de la Maestría en Ciencias Matemáticas Aplicadas e Industriales de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)-Iztapalapa. Ha sido profesor en la Academia de Matemáticas de la Escuela de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad Panamericana, campus México, y en el Departamento de Matemáticas de la UAM-Iztapalapa. Sus temas de interés son las finanzas matemáticas, la valuación de derivados financieros y la economía matemática. En la actualidad, ocupa el puesto de enlace de análisis y evaluación de modelos de información en la Dirección General Adjunta de Modelos de Información Gubernamental y Encuestas Nacionales de Gobierno, Victimización, Seguridad y Justicia en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Es autor del trabajo "El primer teorema fundamental para la valuación de derivados financieros para tiempo discreto y horizonte finito", publicado en *Mix' baal, Revista Metropolitana de Matemáticas* (vol. II, núm. 1, junio del 2011).

**Contacto:** alejandro.peralta@inegi.org.mx

---

### Rafael Moreno-Sánchez

He is a United States citizen. Has a BA in Forestry from Chapingo Autonomous University in Mexico, and both a Ph.D. and M.S. degrees in Forest Management from Colorado State University. He has been teaching and doing research in natural resources management, sustainability and Geographic Information Science and Technology for the past 30 years.

**Contact:** Rafael.Moreno@ucdenver.edu

---

**Juan Manuel Torres Rojo**

He is a Mexican citizen. Has a BA in Forestry from Chapingo Autonomous University in Mexico, and both a Ph.D. and M.S. degrees in Forest Management from Oregon State University. He has been a researcher for the *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP)*, director of the *Comisión Nacional Forestal*, and researcher for the *Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE)*, Mexico. He has been doing research and developing forest management systems in Mexico for 30 years.

**Contact:** [juanmanuel.torres@cide.edu](mailto:juanmanuel.torres@cide.edu)

---

**Francisco Moreno-Sánchez**

He is a Mexican citizen. Has a BA and an M.S. degree in Soil Science from Chapingo Autonomous University and *Colegio de Posgraduados*, respectively, in Mexico. He has been a researcher at the *INIFAP* for the last 28 years.

**Contact:** [fmorenosa2011@gmail.com](mailto:fmorenosa2011@gmail.com)

---

**Daniel Carver**

He is a United States citizen. Has a BA in Geology and Physical Geography from Adams State University in Colorado. He is completing his M.S. in Applied Geography and Geospatial Science at the University of Colorado Denver while also working part time for the National Park Service and the United States Geological Survey.

**Contact:** [Daniel.Carver@ucdenver.edu](mailto:Daniel.Carver@ucdenver.edu)

---

**Lily Niknami**

She is a United States citizen. Has a BA in Soil and Crop Sciences from Colorado State University and received an M.S. degree in Environmental Sciences from the University of Colorado Denver in 2016. She has been working part time in Agriculture, and more recently in Hydrography and Geographic Information Science at the United States Geological Survey for the past 5 years.

**Contact:** [lniknami@usgs.gov](mailto:lniknami@usgs.gov)

---

**Elizabeth Clay**

She is a United States citizen. Has a BA in Environmental Science from the University of North Carolina Wilmington, and obtained an M.S. degree in Environmental Science from the University of Colorado Denver in 2016. She also has a graduate certificate in Geographic Information Science and has been working and teaching in the environmental sciences for the past 5 years.

**Contact:** [lclay4364@gmail.com](mailto:lclay4364@gmail.com)

---

**Benito Durán Romo**

De nacionalidad mexicana, es informático por el Instituto Tecnológico de Aguascalientes, cuenta con una maestría en la misma materia por la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) y otra en Análisis Estadístico por el Centro de Investigación en Matemáticas, AC. Desde 1989 labora en el INEGI, en un inicio colaborando en el procesamiento de la Encuesta Nacional de

Ingresos y Gastos de los Hogares y después, como responsable del área de procesamiento de la misma. En la actualidad, es subdirector de Desarrollo de Aplicaciones y Explotación de Bases de Datos de la Dirección General Adjunta de Investigación del INEGI, donde proporciona apoyo técnico a diversos proyectos de investigación y desarrolla aplicaciones *web* interactivas que acercan a la población en general al tema del bienestar y el progreso de las sociedades.

**Contacto:** [benito.duran@inegi.org.mx](mailto:benito.duran@inegi.org.mx)

---

**Moisés Alejandro Alarcón  
Osuna**

De nacionalidad mexicana, es doctor en Ciencias Económico-Administrativas por la Universidad de Guadalajara (2008-2011). Desde el 2014, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) Nivel I. Está adscrito como profesor e investigador en la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), campus Culiacán. Los principales temas de investigación abordan los estudios sobre la pequeña y mediana empresa, así como el cambio tecnológico. Su publicación más reciente: "Human Capital Formation and Foreign Direct Investment: Is it a nonlinear relationship?" en la revista *Acta Universitaria* (volumen 26, número 4).

**Contacto:** [malarcon@uas.edu.mx](mailto:malarcon@uas.edu.mx)

---

**Irvin Mikhail Soto Zazueta**

Nació en México. Es doctor en Ciencias Económicas-Administrativas por la Universidad de Guadalajara (2009-2012). Desde el 2013 se desempeña como profesor-investigador de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la UAS donde, además, es coordinador de investigación. Pertenece al SNI Nivel Candidato; su línea de investigación se orienta hacia temas de economía política, teoría de la elección pública y el desarrollo económico. Ha participado en congresos nacionales e internacionales. Es miembro fundador de la Asociación Internacional de Economía Pública Local.

**Contacto:** [irvin.soto@uas.edu.mx](mailto:irvin.soto@uas.edu.mx)

---

**Germán Castro Ibarra**

De nacionalidad mexicana, es sociólogo y doctor en Letras por la UNAM, con 30 años de experiencia en materia de generación de información estadística y geográfica. Inició su trabajo en el INEGI, donde elaboró el *Informe metodológico del Censo de Población y Vivienda 1980*, y ocupó diversos cargos (director general adjunto de Difusión, director regional Centro-Sur, director de Comunicación de Cartografía Catastral y subdirector Documental de Censos Nacionales); desde el 2007 es director de Geografía en la Dirección Regional Centro. Ha publicado narrativa y ensayo; además, ha editado títulos y publicaciones periódicas para INEGI, UAA, Academia Nacional de Ciencias de la Computación, Mapoteca Manuel Orozco y Berra, entre otros, y ha coordinado la realización de más cien desarrollos multimedia y sitios *web* (INEGI, Consulta Mitofksy, Berumen y Asociados, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Centro de Estudios Económicos del Sector Público, etcétera). Colabora en periódicos, suplementos y revistas. Como docente, ha trabajado en el Instituto Politécnico Nacional, la UAA y la UNAM.

**Contacto:** [germancastro.ibarra@inegi.org.mx](mailto:germancastro.ibarra@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(los) 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 Abrin 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 megapíxeles; b) las fórmulas o expresiones matemáticas tienen que elaborarse con el editor de ecuaciones propio de *Microsoft*<sup>™</sup>, 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(los) 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(los) 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 STATISTICS AND GEOGRAPHY MAGAZINE 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 Abrin 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<sup>™</sup>, 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 title must be in quotation marks followed by a comma 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

## a la vanguardia en Datos Abiertos

**1.º lugar entre las oficinas  
nacionales de estadística de  
Latinoamérica y 16.º en el mundo.\***

**El INEGI ha publicado en su sitio  
en internet más de 100 conjuntos  
de datos, que incluyen más de  
9 mil recursos con información  
estadística y geográfica.**

**Los Datos Abiertos son oportunos,  
públicos, gratuitos, de uso libre  
y legibles por máquinas.**

## TÚ HACES LA ESTADÍSTICA

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







# INEGI

## Red Geodésica Nacional

El INEGI opera la Red Geodésica Nacional con 31 estaciones de la Red Geodésica Nacional Activa y casi 150 mil en la Red Geodésica Nacional Pasiva.

Una red geodésica es un conjunto de puntos ubicados en la superficie terrestre de los cuales se conoce su latitud, longitud y altitud mediante el uso de sistemas de navegación satelital como el GPS. Al conocer las coordenadas de estos puntos, se pueden determinar las del lugar que un usuario requiera.

Las redes geodésicas son útiles para realizar proyectos topográficos y cartográficos de los gobiernos y empresas privadas, por ejemplo: efectuar delimitaciones catastrales, realizar investigaciones de cambios en el terreno generados por sismos y hundimientos, determinar efectos del cambio climático, entre otros.

### TÚ HACES LA ESTADÍSTICA

01 800 111 46 34

[www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

[atencion.usuarios@inegi.org.mx](mailto:atencion.usuarios@inegi.org.mx)

 INEGI Informa

 @INEGI\_INFORMA



**INSTITUTO NACIONAL  
DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA**

