

Artículos

Adopción de Internet en México: Propuesta de un índice con base en Microdatos

Javier Gonzalo Rodríguez Ruiz

Cambio tecnológico y eficiencia logística del transporte de carga internacional a través del modelo DEA

América Ivonne Zamora Torres

Percepción de inseguridad versus tasa delictiva; ¿qué afecta más la economía mexicana?

Pablo Quezada, Miguel Santillán, Ricardo Hinojosa, Jorge Rada

Regional Input-Output Matrices and an Application to Analyze a Manufacturing Export Shock in Mexico

Jorge A. Alvarado, Miroslava Quiroga, Leonardo E. Torre, Daniel I. Chiquiar



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Economía

Centro de Investigaciones Económicas



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Universidad Autónoma de Nuevo León Rector

Dr. med. Santos Guzmán López

Secretario General

Dr. Juan Paura García

Secretario Académico

Dr. Jaime Arturo Castillo Elizondo

Secretario de Extensión y Cultura

Dr. José Javier Villarreal Álvarez Tostado

Director de Editorial Universitaria

Lic. Antonio Jesús Ramos Revillas

Directora de la Facultad de Economía

Dra. Joana Cecilia Chapa Cantú

Director del Centro de Investigaciones Económicas

Dr. Edgar Mauricio Luna Domínguez

Editor Responsable

Dr. Jorge Omar Moreno Treviño

Editores Asociados

Dr. Edgar Mauricio Luna Domínguez

Dr. Daniel Flores Curiel

Dra. Cinthya Guadalupe Caamal Olvera

Dra. Joana Cecilia Chapa Cantú

Consejo Editorial

Alejandro Castañeda Sabido (Comisión Federal de Competencia Económica, México)

Dov Chernichovsky (University of the Negev, Israel)

Richard Dale (University of Reading, Inglaterra)

Alfonso Flores Lagunes (Syracuse University, EUA)

Chinhui Juhn (University of Houston, EUA)

Timothy Kehoe (University of Minnesota, EUA)

Félix Muñoz García (Washington State University, EUA)

Salvador Navarro (University of Western Ontario, Canadá)

José Pagán (The New York Academy of Medicine, EUA)

Elisenda Paluzie (Universitat de Barcelona, España)

Leobardo Plata Pérez (Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México)

Martín Puchet (Universidad Nacional Autónoma de México, México)

Patricia Reagan (Ohio State University, EUA)

Mark Rosenzweig (Yale University, EUA)

Ian Sheldon (Ohio State University, EUA)

Carlos Urzúa Macías († 2024) (Tecnológico de Monterrey, México)

Francisco Venegas Martínez (Instituto Politécnico Nacional, México)

Comité Editorial

Ernesto Aguayo Téllez, Lorenzo Blanco González (UANL, México)

Alejandro Ibarra Yúnez (Tecnológico de Monterrey, México)

Vicente Germán-Soto (Universidad Autónoma de Coahuila, México)

Raúl Ponce Rodríguez (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México)

Ignacio de Loyola Perrotini Hernández (Universidad Nacional Autónoma de México)

Edición de redacción, estilo y formato

Paola Beatriz Cárdenas Pech

Bricelda Bedoy Varela

Ensayos Revista de Economía, Vol. 38, No. 2, julio-diciembre 2019. Es una publicación semestral, editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Economía con la colaboración del Centro de Investigaciones Económicas. Domicilio de la publicación: Av. Lázaro Cárdenas 4600 Ote., Fracc. Residencial Las Torres, Monterrey, N.L. C.P. 64930. Tel. +52 (81) 8329 4150 Ext. 2463 Fax. +52 (81) 8342 2897. Editor Responsable: Jorge Omar Moreno Treviño. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2009-061215024200-102, ISSN 1870-221X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Licitud de Título y Contenido No. 14910, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: 1182771. Impresa por: Serna Impresos, S.A. de C.V., Vallarta 345 Sur, Centro, C.P. 64000, Monterrey, Nuevo León, México. Fecha de terminación de impresión: 1 de julio de 2019. Tiraje: 30 ejemplares. Distribuido por: Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Economía, Av. Lázaro Cárdenas 4600 Ote., Fracc. Residencial Las Torres, Monterrey, N.L. C.P. 64930.

Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores.

Índice

<i>Adopción de Internet en México: Propuesta de un índice con base en Microdatos</i>	135
Javier Gonzalo Rodríguez Ruiz	
<i>Cambio tecnológico y eficiencia logística del transporte de carga internacional a través del modelo DEA</i>	183
América Ivonne Zamora Torres	
<i>Percepción de inseguridad versus tasa delictiva; ¿qué afecta más la economía mexicana?</i>	205
Pablo Quezada, Miguel Santillán, Ricardo Hinojosa, Jorge Rada	
<i>Regional Input-Output Matrices and an Application to Analyze a Manufacturing Export Shock in Mexico</i>	227
Jorge A. Alvarado, Miroslava Quiroga, Leonardo E. Torre, Daniel I. Chiquiar	



Adopción de Internet en México: Propuesta de un índice con base en Microdatos

Internet Adoption in Mexico: Proposal of an Index based on Microdata

Javier G. Rodríguez Ruiz*

Información del artículo

Recibido:
9 agosto 2018

Aceptado:
4 septiembre 2019

Clasificación JEL:
L96; L38; C01; C38;
C054; R21

Palabras clave:

Internet; Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC); Modelos Logit; Análisis de Componentes Principales (ACP); Índices Compuestos de Intensidad TIC (ICITIC)

Resumen

El objetivo de este estudio es explicar la brecha digital en México desde una perspectiva de la dotación de capital TIC, del hogar o del individuo. Para ello se construyen índices de intensidad TIC y se estiman modelos de probabilidad no lineal con base en microdatos de una encuesta nacional de telecomunicaciones, para el año 2016. Los resultados indican que: la dotación de capital de telecomunicaciones es crucial, además del nivel educativo, grupo de edad, tamaño del hogar, ingreso económico y urbanización. A pesar de su representatividad en el nivel estatal y nacional, son necesarios estudios más desagregados y enfocados a los efectos directos del acceso y uso de Internet en la economía y la sociedad. Los hacedores de política pública de telecomunicaciones deben considerar micro realidades, regionales y subnacionales, para alcanzar los objetivos en la masificación del uso y aprovechamiento de las TIC y lograr sus beneficios económicos y sociales potenciales.

*Universidad de Guadalajara. Doctor en Estudios Económicos y docente del Departamento de Economía del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA-UdeG). Email: jruiz@redudg.udg.mx

ISSN Electrónico: 2448-8402 | ISSN Impreso: 1870-221X | ©2019 Los autores



Article information

Received:
9 august 2018

Accepted:
4 september 2019

JEL Classification:

L96; L38; C01; C38;
C054; R21

Keywords:

Information and
Communication;
Technologies (ICT);
Logit models; Principal
Components Analysis
(PCA); Composite ICT
Intensity Indices
(CIICT).

Abstract

The objective of this study is to explain the digital divide in Mexico from an endowment perspective of ICT capital, at the household or individual level. For this purpose, ICT intensity indices are constructed and non-linear probability models are estimated based on microdata from a national telecommunications survey, for the year 2016. In addition to the educational level, age group, household size, personal or aggregated income and urbanization, results indicate that the provision of telecommunications capital is crucial. Despite its representativeness at the national and state levels, they are necessary disaggregated studies, focused on the direct effects of Internet access and use in the economy and society. The makers of public telecommunications policy should consider micro, regional and subnational realities, to achieve the objectives in the mass use and exploitation of ICT and to obtain their potential economic and social benefits.

Introducción

Nuestro país tiene asignaturas pendientes en el acceso y uso de Internet, en términos tanto de hogares con conectividad como de personas usuarias de dicha tecnología. Por ejemplo, en porcentaje de hogares con conexión a Internet, México ocupaba el último lugar entre los países de la Organización para la Cooperación y del Desarrollo Económicos (OCDE) en el año 2016 (47%), una brecha importante respecto a los primeros lugares, Corea del Sur y Noruega, 99.2% y 96.6%, respectivamente; mientras que el porcentaje de personas que usan Internet en México, alcanzó un 59.5%, un rezago considerable, con respecto a países líderes de la OCDE, como Islandia, 98.2%. En términos del Índice de Desarrollo de las TIC (o ICTDI, por sus siglas en inglés)¹, la situación no era muy distinta, para el año 2016 México se ubicaba en el lugar 92 en el mundo (4.87), un valor por debajo del promedio alcanzado por los países del continente, 5.13 (ITU, 2017b).

En el nivel nacional, destaca el nivel diferenciado de la cobertura en conectividad a Internet en el hogar, un rezago en estados del sur, Chiapas y Oaxaca, de 13.3% y 20.6%, respectivamente; y en proporción de usuarios de Internet, 33.1% y 36.9%, respectivamente. En contraste con el avance de estados del norte del país en conectividad a Internet en el hogar, como Baja

¹ Índice de Desarrollo de las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) o Information and Communication Technologies Development Index, compuesto por 11 indicadores, en 3 sub índices, de acceso, uso y habilidades o capital humano (ITU, 2017a).

California Sur y Sonora, 75.5% y 71.7% (INEGI, 2016). Por lo tanto, existe una gran brecha digital, las acciones gubernamentales junto con las fuerzas de mercado han sido insuficientes para lograr el despliegue, mayor cobertura y masificación en el uso.

En consonancia con lo anterior, y para superar esta falla de mercado, a partir de la Reforma al Art. 6º Constitucional en el 2013, se estableció que el Estado mexicano garantizará el derecho al acceso a las TIC, incluido el de banda ancha e Internet; mientras que en el Décimo Cuarto Transitorio se fijó como meta que por lo menos el 70% de los hogares contará con acceso a Internet. La Reforma de Telecomunicaciones del año 2013 fue uno de los instrumentos para impulsar la inclusión digital, a través de la Estrategia Digital Nacional, donde destacaron dos habilitadores clave: Conectividad e inclusión y Habilidades digitales (Gobierno de la República, 2013)². Sin embargo, a pesar de los avances³, queda mucho por hacer ya que 47 de cada 100 hogares cuentan con Internet y 6 de cada 10 personas de 6 y más años son usuarias del mismo, hasta el año 2016.

Un referente de la acción gubernamental en el impulso a las telecomunicaciones se fundamenta en lo documentado en la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información: la importancia de colmar la brecha digital en la gobernanza de Internet -el cual se reconoce como habilitador del ser humano, donde el acceso a la información y el intercambio y la creación de conocimientos contribuyen de manera significativa al fortalecimiento del desarrollo económico, social y cultural (ITU, 2005)-. Sin embargo, a pesar de la aceptación del efecto positivo que puede tener el Internet en la economía nacional y en el bienestar de las familias, por el lado de la demanda se tienen las mayores barreras, dentro de un contexto de esfuerzos gubernamentales por superar elevados niveles de marginación, pobreza, bajos niveles educativos y la insuficiencia en la provisión de servicios públicos, como el acceso a salud y a la vivienda⁴.

Sobre los estudios de las TIC, en países desarrollados ha dominado el enfoque hacia el comportamiento y la forma en que los individuos interactúan con la

² Entre las acciones principales se estableció como meta brindar conectividad a 250,000 sitios públicos para el año 2018, a través del Proyecto México Conectado, como un instrumento de impulso a la digitalización y al mayor uso y aprovechamiento del Internet, sin embargo, fue reprogramada a 150,000 (El Universal, 2016), y posteriormente, se redujo a 120 mil (SCT, 2017).

³ Del año 2013 a finales de 2016 los servicios de banda ancha fija crecieron de 12.2 a 16.3 millones de accesos en los hogares, mientras que los de banda ancha móvil pasaron de 27.4 a 74.5 millones de líneas de Internet por medio de teléfonos móviles (IFETEL, 2017).

⁴ Por ejemplo, el artículo 4º Constitucional (CPEUM, 2017) establece el acceso universal a una vivienda digna y decorosa y a la protección de la salud.

tecnología, influidos por factores motivacionales, de actitud, conductuales y por la incidencia de normas subjetivas o facilidad de uso. Sin embargo, en el caso de países en desarrollo hacen falta estudios exhaustivos dirigidos hacia la explicación de los factores que condicionan ya sea el acceso y el uso. En el caso de México, predominan mayormente los análisis descriptivos o exploratorios (Arredondo, 2007; Márquez & Castro, 2017; Mendoza, Muñoz, Álvarez y Amador, 2014; Tello-Leal, 2014; Toudert, 2015); en países de la región de América Latina y el Caribe, si bien se han basado en modelos probabilísticos (Botello-Peñaloza, 2014, 2015; Sánchez, 2010; Vergara y Grazi, 2008), se han limitado a documentar el efecto positivo o negativo de las variables de interés o de control sobre el fenómeno estudiado, sin documentar acuciosamente la brecha digital; mientras que otros estudios abordan la temática mediante muestras más pequeñas (Agostini y Willington, 2012; Lera-López, Gil Izquierdo, y Billón-Currás, 2009; Vergara y Grazi, 2008).

A partir de estas consideraciones, el presente estudio pretende subsanar el vacío de la falta de estudios con microdatos, abonar a la discusión del fenómeno de la penetración de Internet en México y ser un referente de los estudios en el nivel microeconómico. Dos objetivos centrales guían esta investigación:

- Explicar las causas del rezago en la adopción de Internet en México mediante la explotación de información de Hogares e Individuos, proveniente de una encuesta nacional de telecomunicaciones.
- Aportar una metodología para la construcción de un índice de infraestructura tecnológica en el nivel de Hogares e Individuos, identificando bienes y servicios de alta y baja intensidad en la adopción de las TIC, que permita visibilizar el avance o posición de las 32 entidades federativas del país, en materia de penetración de Internet.

De acuerdo con Galperín y Mariscal (2016), el estudio con microdatos presenta varias ventajas, por ejemplo, sobre los ensayos controlados aleatorios (ECA): a) al basarse en grandes muestras se reduce la validez externa, es decir, si son válidos bajo diferentes escenarios, diferentes poblaciones o con variaciones en el tratamiento; b) pueden realizarse aseveraciones causales verosímiles y metodológicamente sólidas; c) se utilizan los niveles más bajos de agregación posible (en este caso el hogar y el individuo); d) se aprovecha la mayor cantidad de información generada por la encuesta nacional; y, e) tienen representatividad, en este caso, en el nivel nacional, regional y estatal.

Sobre este tipo de estudios, destacan los enfoques hacia la desigualdad digital o brecha digital (DiMaggio y Hargittai, 2001) o por la relación entre TIC y la

pobreza, a la cual Adeya (2003) define como un fenómeno nuevo y que debe estudiarse a profundidad, sobre todo al tener en cuenta la diferencia entre países desarrollados y en desarrollo⁵. Es así que adquiere relevancia un estudio a partir de microdatos, enfocando la lupa hacia las micro realidades de los hogares y de los individuos y su relación con las TIC.

En los estudios sobre determinantes de acceso y/o uso de Internet o sobre desigualdad en su acceso, ha sido común utilizar una o pocas variables de telecomunicaciones, en el nivel macroeconómico y microeconómico. El aporte de este trabajo es identificar no solo los factores determinantes de la adopción y uso del Internet, sino la propuesta de un índice de desarrollo de las telecomunicaciones en el nivel de hogares y de individuos, partiendo de que son dos unidades de análisis distintas y responden de forma diferenciada al relacionarse con la tecnología. Por un lado, está el hogar que implica interacciones entre los miembros, en función de un bien común, donde se definen roles, reglas de convivencia hacia el alcance de satisfactores básicos; por el otro, está el individuo, quien se rige principalmente por motivaciones, incentivos y la maximización de la utilidad. En esencia, es importante mostrar el capital social TIC desde el lado de la demanda, para diferenciar el avance logrado y conocer las causas subyacentes, tendientes a la reducción de brechas entre los diferentes estados del país.

Además, en el caso del factor económico, otros trabajos se restringen a documentar la dirección del efecto global (Agostini y Willington, 2012; Botello-Peñaloza, 2014, 2015; Sánchez, 2010; Vergara y Grazi, 2008); en cambio, en este, la construcción de índices de intensidad TIC permite visualizar la posición o nivel de cada estado respecto del grado de penetración de las TIC, lo cual posibilita mediciones precisas y comparativas entre unidades de análisis, del hogar o el individuo.

A final de cuentas, un análisis a nivel microeconómico podría ser útil para orientar la política pública hacia el cierre de la brecha digital, de ingreso, conocimientos y dimensionar el reto de la administración gubernamental en las diferentes regiones del país, con más de 120 millones de habitantes. En el sentido de atacar el problema de la exclusión digital con un enfoque hacia el hogar o hacia el individuo, teniendo presente que involucra otros elementos,

⁵ En particular, discute sobre el papel de las TIC en la superación de la pobreza o lograr progreso económico y cita a: Braga (1998), algunos creen que las TIC tienen y contribuirán a una divergencia económica aún más amplia entre países en desarrollo y países desarrollados; Brown (2001), todavía hay mucho escepticismo con respecto a si las TIC pueden reducir la pobreza en los países en desarrollo; Chowdhury (2000), afirma que algunos escépticos aún no ven ningún rol para las TIC en los esfuerzos dirigidos a la reducción de la pobreza.

como dotación de infraestructura física y de red, servicios básicos y seguridad social.

En cuanto a la metodología, se eligen las variables que influyen en la adopción de Internet y se construyen categorías para enriquecer el análisis, a partir de variables de la ENDUTIH-INEGI (en adelante ENDUTIH)⁶, además de que se cuantifica el efecto de cada variable independiente sobre la dependiente – *ceteris paribus*-, mediante la estimación de efectos marginales (marginal effects).

En tal sentido, el trabajo se justifica en términos: i) metodológicos, al proponer índices de intensidad en el acceso y uso de las TIC y ofrecer una explicación alternativa al avance y rezago en la penetración del Internet en México; ii) económicos, el sector de las telecomunicaciones es de alto valor agregado⁷ y puede constituirse en una palanca de desarrollo, una alternativa real y de apoyo al ingreso, empleo, educación y formación de capital social⁸; y, iii) de inclusión digital, es importante evaluar los principales factores que inciden en el rezago tecnológico en México, ya que eso reafirmará la relevancia de las variables a tomar en cuenta por los tomadores de decisiones de política pública, tendientes a impulsar una mayor demanda por el servicio.

El documento consta de cinco partes. En la parte dos, se discute el referente teórico y empírico donde se aporta evidencia sobre los factores determinantes de la adopción del Internet. En el punto tres, se esbozan la metodología, hipótesis y las características de las variables utilizadas en los modelos. En la cuarta parte, se plantean las formas funcionales y sus rasgos principales. En la siguiente sección, se presentan los resultados de los modelos y se interpreta su significado en términos de intensidad, dirección del efecto y significancia estadística, contrastando los hallazgos y similitudes con otros estudios. En las conclusiones, se discuten los hallazgos y se plantean algunas reflexiones en

⁶ Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación en los Hogares. En 1992, el INEGI realizó un primer acopio de información sobre el uso de TIC en hogares y, a partir del año 2001, levanta regularmente una encuesta probabilística de alcance nacional, con excepción del año 2003: en 2001 y 2002, a través del Módulo Nacional de Computación (MONACO), de 2004 a 2014, por medio del Módulo sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (MODUTIH) y para 2015 y 2016, a través de la ENDUTIH.

⁷ El PIB Telecom registró una tasa de crecimiento promedio anual, entre 2011 y fines de 2016, de 10%. en contraste con la del PIB nacional, 3.5%. Visto de otra manera, la participación del PIB de telecomunicaciones pasó de representar el 2.55% al 3.39% en el PIB nacional (IFETEL, 2017).

⁸ Destaca la banda ancha fija por su impacto en el crecimiento económico, tanto en países desarrollados como en desarrollo (Czernich, Falck, Kretschmer y Woessmann, 2011; Gruber, Hätönen y Koutroumpis, 2014; Katz, 2009; Koutroumpis, 2009; Qiang, Rossotto y Kimura, 2009).

términos de política pública y futuras líneas de investigación. Por último, en el anexo se muestra información importante sobre las variables seleccionadas para los modelos.

1. Referente teórico y empírico

Junto con la electricidad, las Tecnologías de la Información (TI) se consideran como Tecnologías de Propósito General (GPT, por sus siglas en inglés)⁹, caracterizadas por el potencial de uso generalizado en una amplia gama de sectores y por su dinamismo tecnológico (Bresnahan y Trajtenberg, 1995). En un estudio reciente, Clarke, Qiang, & Xu (2015) documentaron que el Internet cumple con la característica de las GPT, en contraste con los servicios de telefonía fija o móvil, donde un mayor uso de Internet conduce a mayor crecimiento, incremento de la productividad, en industrias de baja y alta tecnología, de todos tamaños, exportadoras y no exportadoras. Sin embargo, en el caso de países no desarrollados, es necesario alcanzar primero un nivel suficiente de capital físico, tecnológico y humano o lo que Koutrompis (2009) denomina masa crítica de infraestructura.

A la par de las ideas anteriores, y por el nivel de penetración de Internet en México, es importante discutir primero sobre los factores que motivan o condicionan el acceso y uso del Internet, conocer los principales aspectos que condicionan su adopción y socialización, es decir, aún hacen falta análisis profundos sobre todo en los países en desarrollo, ya que la mayoría de los estudios se han realizado para países desarrollados; posteriormente, podrá evaluarse y conocerse la intensidad de su uso y la profundización y expectativas del fenómeno en México.

En la última década, y sobre todo en países desarrollados, han ganado terreno las investigaciones sobre el comportamiento en el uso de la tecnología; se ha identificado un sinnúmero de factores que inciden en la forma e intensidad en que las personas interactúan con las TIC, tales como: motivación, intención, actitud, facilidad de uso, normas subjetivas y comportamiento, que se han traducido en modelos teóricos (ver cuadro 1). Lo cual se explica en mucho por el elevado nivel de penetración del Internet, en conectividad en el hogar o en porcentaje de usuarios de dicha herramienta.

⁹ Término acuñado para describir un nuevo método de producción e invención que es lo suficientemente importante como para tener un impacto agregado prolongado (Jovanovic & Rousseau, 2005).

Cuadro 1

Principales planteamientos teóricos en el estudio de la tecnología

Modelos	Ideas principales
Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM). (F. Davis, 1985; F. D. Davis, Bagozzi y Warshaw, 1989; Venkatesh, Morris, Davis y Davis, 2003)	Poco complejo y muy popular ¹⁰ . Establecen que variables como la intención de uso, la utilidad, la facilidad en su manejo, la actitud y las normas subjetivas, determinan la aceptación y uso de la tecnología informática, a la cual los autores califican de sub utilizada.
Teoría del Comportamiento Planeado (TBP). (Ajzen, 1991)	Se identifican actitudes, intenciones, normas subjetivas y control de comportamiento de las personas como variables relevantes, además de documentar que hay fallas no resueltas en la tarea de predecir comportamientos específicos de las personas.
Modelo de Difusión de la Innovación (DIM). (Rogers, Medina, Rivera y Wiley, 2005)	Sostiene que las innovaciones, definidas como ideas o prácticas que se perciben como nuevas, se propagan y adoptan, primero en forma lenta y posteriormente en forma masiva.
Teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología (UTAUT). (Venkatesh et al., 2003)	Estudia el comportamiento y la relación del individuo con la tecnología, basado en la estimación de la probabilidad de éxito en la introducción de nueva tecnología, así como entender los resultados organizacionales asociados con su uso.

Fuente: Elaboración propia

En relación con el uso de la tecnología, Gao, Krogstie, y Siau (2014) emplearon la metodología del TAM para estimar variables asociadas a la aceptación del uso de servicios móviles (MSAM) entre estudiantes universitarios, entre sus principales hallazgos, la iniciativa y características personales fueron los factores de mayor influencia en su comportamiento y expectativas en la intención de uso de servicios móviles. Para Bagozzi (2007), en una crítica del TAM, afirma que el modelo de aceptación de la tecnología consiste primero en un núcleo de toma de decisiones: deseo e intención de objetivo y deseo e intención de acción, por lo que debe enfocarse más en las metas y objetivos de la tecnología, así como en el vínculo entre reacciones individuales ante el uso de información e intenciones.

¹⁰ Sobre todo, desde mediados de la década pasada, donde se observa una tendencia creciente en la cantidad de artículos publicados bajo esta metodología, alcanzando una cifra superior a los 400 artículos en un año (Mortenson & Vidgen, 2016).

En otro tipo de estudios, en cuanto al uso de Internet móvil en países desarrollados, los resultados relevantes de Gerpott y Thomas (2014) mostraron que los principales constructos predictores, son: el disfrute (valor hedónico), la intención conductual, el nivel educativo, suscripción a tarifa única y facilidad de uso.

A diferencia de los países desarrollados, es necesario realizar análisis en el nivel familiar o individual, a través de evidencia empírica, los cuales coadyuven a focalizar los programas gubernamentales, por ejemplo, para avanzar hacia la digitalización y masificación en el uso de Internet en los países en desarrollo; es decir, estudiar aspectos que favorezcan su adopción como eje de una estrategia de desarrollo nacional. Y, en el caso particular de México, conocer el impacto de variables sociodemográficas, económicas y de telecomunicaciones en el acceso y uso del Internet, debido a la baja penetración, condiciones geográficas, dispersión poblacional, al aún insuficiente capital físico y humano y a la pobreza de buena parte de la población¹¹.

En cuanto al enfoque, algunos estudios han tendido a dilucidar la penetración y el uso de Internet argumentando la brecha digital¹² (Arredondo, 2007; Tello, 2007; Tello-Leal, 2014; Vergara y Grazi, 2008), o la desigualdad social y económica (Ono y Zavodny, 2007); es decir, no solo documentan que existe inequidad sino que se explica por la infraestructura disponible y la carencia de habilidades de la población¹³. Una brecha digital concebida como: “la distancia entre países, comunidades, familias e individuos, manifestada por la desigualdad de posibilidades para acceder y utilizar las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como parte rutinaria de sus actividades, de manera consciente y sistemática [...]. Se convierte en marginalidad para aquellos que no tienen o que tienen un acceso limitado a la red, así como para los que no son capaces de sacarle partido” (Vega, 2016, p. 83). Es decir, es vital visibilizar grupos poblacionales que por motivos económicos, culturales o geográficos no se han integrado a una nueva realidad digital.

¹¹ 53.4 millones de personas en México (43.6% del total) se clasificaron como en situación de pobreza (CONEVAL, 2016).

¹² Definida como: “la diferencia de acceso a las TIC entre los países desarrollados y en desarrollo” o cómo lo define la CEPAL: “la línea divisoria entre el grupo de población que ya tiene la posibilidad de beneficiarse de las TIC y el grupo que aún es incapaz de hacerlo” (citado en Tello, 2007, p. 3).

¹³ Manuel Castells (citado en Alcalá, 2017, p. 408) plantea que: “cuando la información y el conocimiento se encuentran en la red, pero no se cuenta con las herramientas y habilidades necesarias para hacer uso de ellos, también existe una divisoria tecnológica y digital.

En el mismo sentido, Robinson et al. (2015), afirman que las desigualdades digitales subyacen en un amplio rango de dominios en el nivel individual y macrosocial, como el género, la raza, la clase, la salud, la política, la actividad económica y el capital social. Asimismo, en cuanto a la edad no encontraron diferencia entre infantes y adolescentes, ya que parecen pegados a sus Smartphone 24/7 y navegan en la red con facilidad. No obstante, es importante conocer el comportamiento de otros grupos de edad, como la población en edad avanzada.

Es sabido que las áreas urbanas o metropolitanas presentan características deseables o aptas en infraestructura de red o para el despliegue del Internet (University of New Mexico, 2013) y, por lo tanto, mayor aprovechamiento debido a condiciones económicas y sociales relevantes: grandes mercados, concentración de población, sistemas financieros fuertes, vías de comunicación y transporte y, en general, capital físico y humano, elementos determinantes del éxito en el despliegue tecnológico y las externalidades positivas.

En cuanto a la metodología de la construcción de índices TIC, para explicar avances o retrocesos en la adopción y uso de la tecnología, se identifican estudios para países desarrollados. El estudio de Berumen y Arriaza (2013), para el periodo 2002-2008, se enfocó en la definición de un perfil de usuarios de las TIC, en cómo estos las han aprovechado y han impactado en sus procesos de comunicación, desde la perspectiva de hogares, empresas, servicios públicos gubernamentales e infraestructuras, con un claro liderazgo de los países nórdicos. En otra investigación, se utilizó información del ICTDI publicado por la UIT, para clasificar a un conjunto de países en cuanto a su avance en acceso, uso y habilidades TIC. Entre las variables más relevantes, destacaron: suscripciones a internet de banda ancha fija, líneas de telefonía fija, hogares con acceso a Internet e individuos que usan Internet (Dobrota, Jeremic y Markovic, 2012).

Conforme a la revisión de la literatura, no se identifica un procedimiento de construcción de índices TIC –de alta y baja intensidad-, con base en microdatos de una encuesta nacional o que considere las características del hogar o del usuario, como fuente de explicación del avance o rezago en penetración de las TIC en un territorio determinado. Escobar y Sámano (2018), con base en información estatal, construyeron subíndices de infraestructura de telecomunicaciones, fijas y móviles, para detectar avances o rezagos en los estados de la república; sus resultados indicaron: una baja dotación en los estados del sureste mexicano, con excepción de los peninsulares, y el liderazgo de la Ciudad de México y entidades norteafricanas; y, una fuerte asociación positiva de dichos índices con la competitividad, el ingreso económico y la urbanización.

De acuerdo con lo expuesto, este trabajo se basa en mayor medida en los modelos TAM y UTAUT. En el caso de TAM por ser ampliamente aceptado, con poder de explicación por considerar elementos relevantes en cuando a la adopción y uso de la tecnología, y en el caso de UTAUT, por la inclusión de variables independientes y de control con las que puede aislarse y aprehenderse el efecto unitario de las variables independientes de interés. Asimismo, se omite el modelo TBP debido a que en este trabajo se aborda el fenómeno de adopción y uso del Internet y el enfoque no es hacia la revisión del comportamiento, actitudes o intenciones de los individuos con respecto al uso de la tecnología; tampoco la metodología DIM, puesto que el interés no es estudiar la evolución o tendencia en el acceso y uso del Internet, al ser esta una investigación de corte transversal.

En un estudio empírico realizado para Chile, entre los años 2008 y 2010, los resultados de Agostini y Willington (2012), mostraron una alta correlación positiva entre las variables nivel de ingreso, nivel educativo, población joven (en edad escolar) y disponibilidad bienes de telecomunicaciones con el uso de Internet. Hallazgos similares a los de Botello-Peñaloza en Ecuador (2015), quienes además de documentar la estrecha relación del mayor uso de Internet con el nivel de ingreso y el nivel educativo, encontraron brechas de género, sobre todo al tomar en cuenta el ámbito rural-urbano. Caso similar a su estudio en Colombia (Botello-Peñaloza, 2014), donde el ingreso, el género, la ubicación geográfica y los niveles educativos fueron los factores de mayor influencia en el acceso a Internet. Utilizando otro indicador de penetración de las TIC, al estudiar el acceso a Internet y la adopción de computadora en los hogares en Paraguay, Vergara y Grazi (2008), se encontraron resultados similares: prevalencia del ingreso económico, el nivel educativo y la ubicación geográfica, como determinantes de la difusión del Internet.

En el caso de variables regionales se ha documentado su influencia en la probabilidad de que un individuo sea usuario de Internet, sin embargo, dichas variables se han introducido poco en países en desarrollo o de la región de América Latina. En el caso de España, las variables de empleo, capital neto en TIC, gasto en investigación y desarrollo (I+D) y el PIB se relacionaron positivamente con el uso de Internet (Lera López et al., 2009). En el mismo tenor del trabajo citado, en este estudio se incluyen este tipo de variables de control, tales como: marginación, urbanización, lengua indígena y ciudad.

En términos de género, históricamente ha destacado la brecha de acceso al Internet (Bimber, 2000), la cual se ha ido cerrando en los últimos años (Robinson et al., 2015), no obstante el acceso, un hecho innegable es que las mujeres se caracterizan por consultar contenidos distintos a los hombres, así como por navegar con menor frecuencia (Agostini & Willington, 2012; Gray, Gainous y Wagner, 2017; Wasserman & Richmond-Abott, 2005); es decir, si

no se da una brecha en acceso, sí se da una brecha en el uso (Sánchez, 2010). En un estudio empírico sobre los determinantes de uso del Internet, en un análisis comparado para México y Chile, uno de los principales hallazgos fue el efecto positivo del ingreso económico en la probabilidad de uso de Internet, mayor para los hombres que para las mujeres, es decir, que las diferencias de género prevalecen a lo largo de diferentes edades, niveles educativos y niveles de ingreso (Sánchez, 2010).

En una discusión más amplia, Berrío et al. (2017), definen la problemática de las desigualdades digitales entre hombres y mujeres como Brecha Digital de Género (BDG), para referirse no solo a la adopción de Internet sino a los factores sociales, educativos y laborales asociados, por la sub representación en el acceso a las profesiones de ingenierías e ingeniería en informática, las condiciones sexistas en los mercados de trabajo de las telecomunicaciones, la disparidad en percepción de salarios o en los roles culturales que la sociedad y el sistema político, históricamente, les ha atribuido. Lo cual les ha restringido el aprovechamiento de oportunidades en materia de empleo, educación, salud y participación gubernamental.

De acuerdo con lo expuesto, es pertinente incluir en los modelos, variables sociodemográficas, económicas y de telecomunicaciones, así como variables regionales con el fin de validar el poder explicación de la información de posesión o disfrute de bienes TIC entre los hogares o los individuos. Enseguida se presentan los rasgos de los datos, variables utilizadas y sus particularidades.

2. Metodología, hipótesis y datos

Se utiliza la información en microdatos de la ENDUTIH, representativa a nivel nacional y de las 32 entidades federativas¹⁴. El tamaño de la muestra es 102,460 observaciones, con información en el nivel de hogar e individual¹⁵. Por la selección de variables relevantes y el referente internacional, la muestra se restringió a la población de 15 años o más¹⁶ y, con base en esta se presentan

¹⁴ A diferencia de las anteriores ENDUTIH, de antes del año 2015, es una encuesta probabilística y representativa para las 32 entidades federativas del país y se divide en cuatro cuestionarios: hogares, usuarios, viviendas y residentes. La población considerada es la que contaba con 6 años y más al momento de la encuesta.

¹⁵ En el caso de los hogares se recupera información de los residentes para las variables: edad, tamaño de hogar y nivel educativo, por lo que dicha muestra es de más de 400,000 personas. En el resto de variables (no agregadas), se considera la información proporcionada por la persona que fue seleccionada aleatoriamente en la encuesta, por ejemplo, sexo y condición laboral.

¹⁶ Con base en organismos internacionales de telecomunicaciones cuando se analizan encuestas de hogares sobre el uso de las TIC, como la OCDE y el Eurostat (CEPAL, 2005, p. 33; UIT, 2010, p. 6), y por la edad mínima para trabajar, de acuerdo con el mandato de la

los estadísticos y descripción de los datos, diferenciando entre hogares e individuos. El supuesto es que los condicionantes de los hogares y de los individuos son distintos, pues los primeros consideran estrategias en el núcleo familiar donde las decisiones se consensan y tienen efecto sobre todos los miembros; en contraste con el individuo, quien actúa en términos de utilidad, preferencias, objetivos, esfuerzo y con un rol familiar y social.

Los microdatos se complementa con información de variables de económicas agregadas a nivel estatal (BANXICO, 2016; CONAPO, 2015)¹⁷, con el fin de controlar el efecto de las variables de interés y sustentar con mayor rigor los resultados. Se utiliza el paquete estadístico y econométrico STATA versión 14. Los estadísticos y la estimación de los modelos se realiza sin utilizar factor de expansión.¹⁸ Al final del documento se integra información adicional relevante para el planteamiento de los modelos y sus características principales, como matrices de correlaciones de las variables sociodemográficas y agregadas incluidas en cada modelo (anexo 2 y 3), y de las variables utilizadas para construir los índices de capital TIC (anexo 4 y 5).

En términos operacionales y debido a que se trabaja con dos unidades de análisis distintas, hogares e individuos, se plantean dos modelos por separado. En uno de ellos se exploran variables que condicionan la conectividad a Internet en los hogares y en el segundo hacia los determinantes del uso del Internet por parte del individuo. Se procesó la información de la ENDUTIH para construir categorías en la mayoría de las variables, con el fin de diferenciarlas con respecto a una tomada como base; por ejemplo, adultos con 65 años y más en grupo de edad, educación superior en nivel educativo u hogares con más miembros en tamaño del hogar, entre otras.

En ambos modelos, la variable dependiente es binaria o dummy, es decir, toma un valor de 1 si en el hogar se cuenta con Internet o la persona declaró ser usuaria del servicio en los últimos tres meses, y de lo contrario se toma el valor cero. Se eligen las variables explicativas y de control con base en los cuestionarios y la revisión de la literatura. Se ensayan 2 formas funcionales de

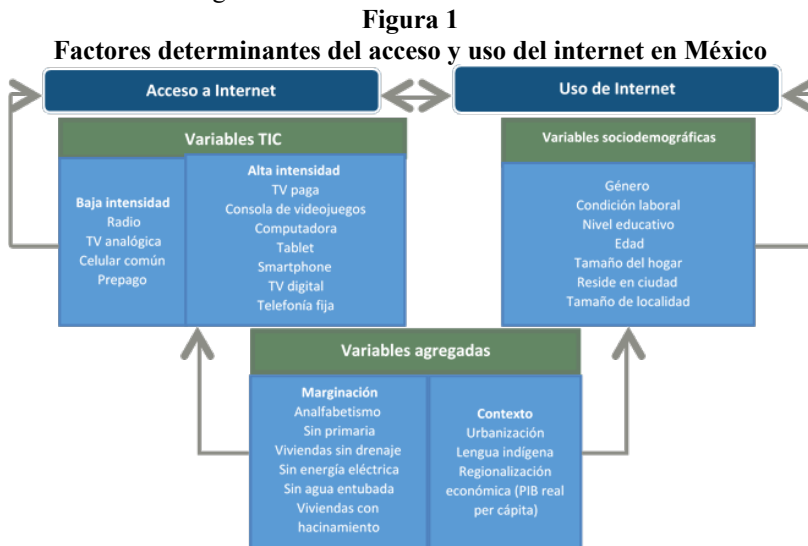
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (INEGI, 2015). Aunque en otros trabajos no se especifica el rango de edad (Botello-Peñaloza, 2014, 2015) o se utiliza la edad de 18 años o más (Agostini & Willington, 2012; Vergara & Grazi, 2008), los resultados mantienen su consistencia.

¹⁷ Banco de México (BANXICO, 2016) y Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2015).

¹⁸ Se opta por este procedimiento en virtud del tamaño de la muestra (más de 100 mil observaciones), además de que sirve para robustecer la significancia y efecto de los coeficientes estimados. El resultado utilizando factor de expansión no difiere sustancialmente del expuesto.

modelos de probabilidad no lineal, Logit¹⁹, se estiman los efectos marginales y se reporta la validez estadística de los coeficientes mediante el p-value²⁰; además, se hace uso del análisis de componentes principales (ACP) para construir variables compuestas y aproximar el efecto económico de los bienes y servicios TIC, así como de la influencia de variables de marginación (CONAPO, 2015), sobre las variables dependientes.

Las variables construidas mediante CP se estiman a través de diversos indicadores, con el fin de diferenciar a hogares e individuos por su posesión o disfrute de bienes y servicios de baja y alta intensidad TIC. En todos los casos se construyó un solo componente, siguiendo la Regla de Kaiser (retener solo factores con eigenvalores lambda que excedan la unidad) y la Regla de Kaisey-Meyer-Olkin o KMO (que mide la adecuación de la muestra, donde un valor por encima de 0.5 es satisfactorio para el uso de ACP, garantizando que las variables consideradas comparten características en común). En la figura 1, se enlistan las variables identificadas en el cuestionario para la construcción de dichos índices, las variables que reflejan el índice de marginación y las variables sociodemográficas.²¹



Fuente: Elaboración propia.

¹⁹ Se corrieron los modelos Logit y Probit. Los estadísticos de ajuste del modelo indican que el Logit es el más adecuado; además, los valores de los coeficientes no difieren sustancialmente, lo cual es muestra de la consistencia de los resultados.

²⁰ Parámetro que indica que el valor del coeficiente es distinto de cero, por lo que puede afirmarse que existe un efecto de la variable independiente sobre la dependiente.

²¹ CONAPO estimó el grado de marginación estatal para el año 2015 y lo clasifica en 5 categorías, para este ejercicio, y en el mismo sentido, se aplicaron componentes principales con las mismas variables utilizadas para obtener 4 categorías.

VARIABLES DEPENDIENTES

Dos indicadores importantes del desarrollo de las telecomunicaciones en un país son la proporción de hogares con Internet en el hogar y el porcentaje de individuos que utilizan Internet (ITU, 2017b). Al modelarse variables de elección discreta o de variable dependiente dicotómica, se recurre a modelos de probabilidad no lineal, Logit. El valor de los coeficientes calculados se expresa en términos de efectos marginales promedio, en una escala de cero a uno y se interpretan en términos de la probabilidad o el porcentaje que representan respecto a la categoría de referencia²², *ceteris paribus*. Por ello, en la interpretación del efecto marginal de una variable específica, debe tenerse en cuenta que los valores en el resto de las variables permanecen en su valor promedio, sin cambio.

1) Acceso a Internet en el hogar

De acuerdo con INEGI (2016), se considera que existe una conexión a la red mundial de la que actualmente o durante los últimos tres meses, se dispuso en el hogar²³. En el nivel nacional los resultados, considerando a la población de 15 años o más, mostraron que 47.1% de los hogares contaba con Internet. Por un lado, tres estados del norte encabezaban la conectividad, Baja California Sur (74.3%), Sonora y Baja California (67%), junto con la Ciudad de México (67.5%); y, por otro lado, dos estados del sur con el mayor rezago, Chiapas y Oaxaca, 14.5% y 20.6%, respectivamente. Por otro lado, destaca el motivo económico como el principal impedimento de conectividad a Internet en el hogar (51.2%).

2) Usuario de Internet

Se considera que una persona es usuaria de Internet, si lo hizo al menos una vez en los últimos tres meses²⁴. En el nivel nacional, 58.7% de las personas declararon haber sido usuarios de Internet, Quintana Roo, Baja California y CDMX lideraban la lista (con 75.3%, 75.1% y 72%, respectivamente), en

²² Vale la pena aclarar que en este tipo de modelos solo es válido comparar cada una de las categorías con respecto a la categoría base, y no, entre ellas.

²³ Para el caso de esta Encuesta, los recursos necesarios son tanto un equipo de conexión (computadoras, celulares, iPhone, entre otros) como la habilitación del servicio de conexión a la red mundial de información, independientemente de que medie un pago por este servicio. Excluye a los hogares en los que, de manera eventual, se ha realizado el acceso a Internet por medio de equipos en tránsito y ajenos al hogar

²⁴ Individuo de seis, quince o más años que en forma eventual o cotidiana, y de manera autónoma, ha accedido y realizado alguna actividad en Internet, tales como: tareas escolares, relacionadas con el trabajo, de comunicación, de capacitación, adiestramiento o formación a distancia, de entretenimiento, para interactuar con el gobierno o con una entidad bancaria o de otro tipo.

contraste al rezago de Chiapas y Oaxaca, 35.7% y 36.1%, respectivamente. El principal motivo de no uso fue porque no sabían cómo hacerlo (63%), lo cual refleja una ausencia de alfabetización digital, explicada en mayor medida por el bajo nivel educativo y por una condición de edad avanzada de las personas.

Sobresalen razones distintas para considerar al hogar o al individuo en su relación con el acceso y uso de la tecnología, además de que se ha mostrado que el acceso a Internet no se traduce automáticamente en su uso (Grazzi & Vergara, 2014); y mucho menos, en la apropiación de las TIC, con lo cual se completa el proceso de inclusión digital: acceso, uso y apropiación de las TIC, que se hace diferencialmente entre personas y comunidades (Vega, 2016), independientemente de su condición de salud, económica, género o ubicación geográfica (González Zabala, Galvis Lista, & Sánchez Torres, 2015). Por lo cual, vale la pena la utilización de variables independientes para cada fenómeno, ya que, si el argumento esbozado es difícil de lograr en un individuo, entonces lo será más para el conjunto de miembros de un hogar. Enseguida se enlistan las variables independientes. En los cuadros 2 y 3 se presentan sus definiciones, características y el resumen estadístico.

Variables independientes

Se presume que existen variables que influyen en la probabilidad de tener acceso a Internet en el hogar y/o de ser usuario de dicha tecnología. Se presentan en categorías para facilitar su lectura y análisis.

Variables TIC: se identifican como variables tecnológicas y como proxy del nivel económico y de capital humano (conocimientos y habilidades para manipularlas), a través de la disponibilidad y/o uso de aparatos electrónicos o servicios de telecomunicaciones. Con el fin de diferenciar hogares e individuos²⁵, se agrupan por: **i) Baja intensidad TIC**, la cual indicaría un alejamiento de la vida digital, sea por una condición de ingreso, socio-cultural o de conocimientos y habilidades. Se contemplan: radio, TV analógico, telefonía móvil sin acceso a Internet o que el individuo utilice su dispositivo móvil en modalidad de prepago²⁶; y, **ii) Alta intensidad TIC**, es la que refleja la cercanía del hogar o de individuos a la tecnología, la cual ha adoptado, la utiliza cotidianamente y de la que obtiene una utilidad, disfrute y aceptación

²⁵ La diferenciación no es ociosa. Es necesario dilucidar el fenómeno de la penetración a Internet atendiendo patrones diferenciados entre distintos grupos sociales, clases económicas y/o rol social de las personas. Cualquier medida de impulso a la digitalización y universalización del Internet debiese contemplar una discusión amplia, conjuntamente, desde un punto de vista sociológico, económico y cultural.

²⁶ Es cuando el usuario paga por los servicios de telecomunicaciones antes de utilizarlos. Por ejemplo, mediante fichas o recargas electrónicas.

social. Indirectamente, demuestra un estatus económico mayor al de los bienes anteriores. Computadora, Smartphone, Tablet, servicio de TV de paga, telefonía fija, consola de videojuegos, TV digital o que la persona utilice el servicio de telefonía celular en modalidad postpago o plan tarifario²⁷.

Variables sociodemográficas: indican el entorno o condición del hogar o del individuo, por ejemplo, sexo, condición laboral, nivel educativo, edad, tamaño del hogar y si reside en ciudad²⁸.

Variables regionales o agregadas: corresponden al grado de urbanización, lengua indígena, PIB real per cápita del estado en que residen o grado de marginación²⁹. A través de la variable regionalización (ver anexo 1), se categoriza a las entidades federativas con base en su PIB real per cápita, del año 2016³⁰.

En el cuadro 2, se presentan definiciones, características y el resumen estadístico de las variables utilizadas para el modelo de factores determinantes de contar con Internet en el hogar y, posteriormente, una descripción de sus rasgos principales. En el cuadro 3, se presenta un cuadro similar con las variables que determinan el uso del Internet, con enfoque en un individuo representativo del hogar.

²⁷ Tipo de contratación mediante la cual el suscriptor paga los servicios de telecomunicaciones de manera posterior a la utilización de los mismos. Por ejemplo, renta mensual por contrato.

²⁸ En la Encuesta se enlista un total de 49 ciudades de las distintas entidades federativas, lo cual no significa que no existan otras localidades de igual o mayor población a estas.

²⁹ Entre las que destacan: ingresos de hasta dos salarios mínimos, analfabetismo y otra relacionadas con las condiciones de habitabilidad de la vivienda.

³⁰ Se corrió el modelo con la distribución geográfica de Urzúa (2009), sin embargo, a pesar de la consistencia de la mayoría de las variables en el modelo, arroja resultados contradictorios debido a la agrupación de entidades con distinto nivel económico y penetración de Internet, por un lado, de bajo PIB (Chiapas, Oaxaca y Guerrero) y, por otro, de alto PIB (Campeche, Tabasco y Quintana Roo), éstas últimas influidas por el petróleo e hidrocarburos, con una gran participación en el PIB nacional de la región Centro-Este (Bassols Batalla, 1994).

Cuadro 2
Resumen estadístico: variables del Hogar

Variable	Desc.	Categoría	Obs.	Media o porcentaje	Desv. Est.	Mín	Máx
Conexión a Internet en el hogar (Dependiente)	Dicótoma 1=Si 0=No		102,460	0.561	0.496	0	1
		Todos	386,446	8.822	4.809	0	24
Escolaridad ⁱ	Máximo nivel educativo alcanzado en años	Sin educación	2,401	0	0	0	0
		Básica	225,567	6.594	3.656	0	22
		Media superior	95,280	10.545	3.955	0	24
		Superior	63,198	14.512	3.548	0	24
		Todos	427,665	31.433	21.060	0	99
Edad ⁱ	Edad en años	15 a 17	50,681	15.265	12.099	0	70
		18 a 24	112,353	21.512	14.389	0	98
		25 a 34	135,909	29.372	17.128	0	99
		35 a 44	64,900	39.165	18.927	0	99
		45 a 54	29,418	49.291	17.607	0	99
		55 a 64	18,545	59.351	13.583	0	99
		65+	15,859	73.639	12.537	0	99
Tamaño del hogar ⁱ	Número de miembros en el hogar	Todos	427,665	4.471	1.936	0	0
		1 a 2	56,270	1.761	0.426	1	2
		3 a 4	183,772	3.603	0.489	3	4
		5 a 6	135,872	5.343	0.475	5	6
Ciudad	1=Ciudad, 0=No ciudad	7 o más	51,751	8.206	1.647	7	20
			102,460	0.769	0.421	0	1

Baja intensidad TIC en el Hogarⁱⁱ

Variable	Descripción	Obs.	Media o porcentaje	Desv. Est.	Mín	Máx
Radio	1=Si, 0=No	102,460	0.617	0.485	0	1
TV analógico	1=Si, 0=No	102,460	0.539	0.498	0	1
Celular sub utilizado ⁱⁱⁱ	1=Si, 0=No	102,460	0.587	0.492	0	1

Alta intensidad TIC en el Hogarⁱⁱ

TV paga	1=Si, 0=No	102,460	0.577	0.494	0	1
Consola videojuegos	1=Si, 0=No	102,460	0.13	0.336	0	1
Computadora	1=Si, 0=No	102,460	0.433	0.495	0	1
Tablet	1=Si, 0=No	102,460	0.249	0.432	0	1
Smartphone ^{iv}	1=Si, 0=No	102,460	0.311	0.463	0	1
TV digital	1=Si, 0=No	102,460	0.685	0.464	0	1
Telefonía fija	1=Si, 0=No	102,460	0.421	0.493	0	1

Fuente: Elaboración propia con base en microdatos de la ENDUTIH 2016.

Notas: i) Variables para las que se construyeron categorías; para Escolaridad, residentes de 6 años o más y para Edad y Tamaño del hogar todos los miembros del residentes en el hogar, ii) variables con las que se construyen índices a través de componentes principales (en el caso de 3 variables de alta intensidad TIC la información es del uso por parte de la persona, el resto son bienes o servicios disponibles en el hogar, en buenas condiciones); iii) teléfono móvil en el hogar con el que no se conectan a Internet; y, iv) Teléfono móvil inteligente con el cual se conectan a Internet en el hogar.

En cuanto a las variables del hogar, destaca un nivel educativo promedio de segundo grado de secundaria concluido. Un promedio de edad de 31.4 años. Un promedio de 4.5 miembros en el hogar. Que del total de la muestra, el 77% fue de ciudades. En el caso de bienes de baja intensidad TIC, destaca la alta proporción en los hogares con radio, 61.7%, que en el 59% aún se dispone de un celular que no permite la conexión a Internet; y a la vez, que en 68.5% de los hogares se dispone de TV digital, fenómeno influido por el programa federal de dotación de dichos dispositivos, en el marco de la transición de la señal analógica a la digital; 57.7% de ellos con servicio de TV de paga, por encima de la disponibilidad de computadora (43.3%), telefonía fija (42.1%, que viene en claro descenso por la sustitución a la telefonía móvil) y de los otros equipos de telecomunicaciones, como el Smartphone, Tablet o Consola de videojuegos, que además de su costo requieren un aprendizaje para su manipulación y/o disfrute.

En el caso de variables relacionadas con el individuo, (ver cuadro 3), destaca: que 56% realizó alguna actividad laboral remunerada, que el promedio de escolaridad formal alcanza hasta el inicio del nivel medio superior o bachillerato, así como, que el promedio de la muestra es de 42 años de edad. También sobresale el alto uso del Smartphone y, en menor medida, de la computadora. En cuanto al uso de Internet, destaca que 3 de cada 4 personas recurren al prepago; se trata de usuarios con un acceso limitado a servicios de Banda Ancha Móvil, lo que estaría relacionado con un Internet limitado, supeditado a una cantidad determinada de datos en periodicidades cortas y a la existencia de redes WiFi, públicas para satisfacer necesidades de Internet³¹. Asimismo, el uso reducido de productos electrónicos de entretenimiento, influidos por el precio y exigencia de conocimientos tecnológicos, como la tablet y consola de videojuegos.

Con la finalidad de robustecer los resultados de los modelos, y siguiendo el razonamiento de Lera López et al. (2009, p. 101), en el sentido de que la inclusión de variables regionales ha tenido como objetivo explicar desigualdades geográficas en la adopción de Internet, en el cuadro 4, se muestra la definición y estadística descriptiva de las variables consideradas en este estudio. Los estadísticos y la estimación de los modelos se realiza sin utilizar factor de expansión³².

³¹ Se ha acuñado el término “WiFiero” para referirse a los usuarios que aprovechan puntos que pueden representar una alternativa gratuita para navegar por medio de dispositivos de acceso, como lo son smartphones y tabletas. Al final del año 2015, se contabilizaban más de 60 millones (IDET, 2016).

³² Se opta por este procedimiento en virtud del tamaño de la muestra, además de que sirve para robustecer la significancia y efecto de los coeficientes estimados. El resultado utilizando factor de expansión no difiere sustancialmente del expuesto.

Cuadro 3
Resumen estadístico: variables del individuo

Variable	Desc.	Categoría	Obs.	Media o porcentaje	Desv. Est.	Mín	Máx
Usuario de Internet (Dependiente)	Dicótoma (1=Si, 0=No)		102,460	0.628	0.483	0	1
Género	1=Hombre, 0=Mujer		102,460	0.47	0.499	0	1
Condición laboral	1=Trabaja, 0=No trabaja		102,460	0.559	0.496	0	1
		Todos	102,460	9.863	4.774	0	24
Escolaridad ⁱ	Máximo nivel educativo alcanzado en años	Sin educación	4,923	0.071	0.258	0	1
		Básica	49,492	6.899	2.388	1	9
		Media superior	25,161	11.767	1.204	7	16
		Superior	22,884	16.285	1.802	13	24
		Todos	102,460	42.102	18.407	15	98
		15 a 17	5,697	15.997	0.825	15	17
Edad ⁱ	Edad en años	18 a 24	15,290	21.104	1.98	18	24
		25 a 34	20,517	29.231	2.868	25	34
		35 a 44	18,109	39.374	2.841	35	44
		45 a 54	16,101	49.376	2.873	45	54
		55 a 64	12,988	59.135	2.846	55	64
		65+	13,758	74.439	8.254	65	98

Fuente: Elaboración propia con base en microdatos de la ENDUTIH 2016.

Notas: i) Variables para las que se construyeron categorías. ii) Información recabada a nivel del individuo y con las cuales se construyeron categorías mediante ACP. En todos los casos, se trata de bienes –en buenas condiciones de uso- y servicios disponibles para el uso del individuo o en el hogar.

Cuadro 3
Resumen estadístico: variables del individuo
Continuación

Variable	Desc.	Obs.	Media o porcentaje	Desv. Est.	Mín	Máx
<i>Baja intensidad TICⁱ</i>						
Radio	1=Si, 0=No	102,460	0.617	0.485	0	1
TV analógico	1=Si, 0=No	102,460	0.539	0.498	0	1
Celular común	No permite conexión a Internet:	102,460	0.587	0.492	0	1
	1=Si, 0=No					
Prepago	Servicio a través de recargas: 1=Si, 0=No	85,287	0.759	0.427	0	1
<i>Alta intensidad TICⁱⁱ</i>						
Uso de computadora	Uso de computadora	102,460	0.436	0.495	0	1
Uso de Tablet	Uso de Tablet	102,460	0.142	0.349	0	1
Uso de Smartphone	Uso de Smartphone	102,460	0.634	0.481	0	1
Consola videojuegos	1=Si, 0=No	102,460	0.13	0.336	0	1
TV digital	1=Si, 0=No	102,460	0.685	0.464	0	1
TV paga	1=Si, 0=No	102,460	0.577	0.494	0	1
Telefonía fija	1=Si, 0=No	102,460	0.421	0.493	0	1
Pospago	Servicio en modalidad pospago o plan tarifario: 1=Si, 0=No	85,287	0.24	0.427	0	1

Fuente: Elaboración propia con base en microdatos de la ENDUTIH 2016.

Notas: i) Variables para las que se construyeron categorías. ii) Información recabada a nivel del individuo y con las cuales se construyeron categorías mediante ACP. En todos los casos, se trata de bienes –en buenas condiciones de uso– y servicios disponibles para el uso del individuo o en el hogar.

Cuadro 4
Resumen estadístico: variables regionales

Marginaciónⁱ						
Variable	Descripción	Obs.	Media o porcentaje	Desv. Est.	Mín.	Máx.
Analfabetismo	% de población de 15 años o más analfabeta	102,460	5.502	3.626	1.49	14.98
Sin primaria	% de población de 15 años o más sin primaria completa	102,460	16.845	6.193	6.62	31.71
Drenaje	% de ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	102,460	2.357	2.68	0.04	13.03
Energía eléctrica	% e ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	102,460	1.05	0.784	0.04	2.87
Agua entubada	% de ocupantes en viviendas sin agua entubada	102,460	5.137	4.223	0.81	15.64
Hacinamiento	% de viviendas con algún nivel de hacinamiento	102,460	28.853	6.116	19.19	44.46
Piso de tierra	% de ocupantes en viviendas con piso de tierra	102,460	3.773	3.561	0.47	14.86
Baja densidad poblacional	% de población en localidades con menos de 5,000 habitantes	102,460	29.853	15.983	0.67	61.51
Ingreso económico	% de población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos (SM)	102,460	38.118	10.514	16.15	62.46

Fuente: Elaboración propia con base en ENDUTIH, CONAPO Y BANXICO.

Notas: i) Variables a nivel estatal y con las que se construyeron índices a través de ACP; ii) Variables por entidad federativa; iii) Categorización con base en el PIB real per cápita, año base 2008; iv) Regionalización geográfica con base en Urzúa (2009). En las regionalizaciones se contemplan los 32 estados.

Cuadro 4
Resumen estadístico: variables regionales
Continuación

Regionales o agregadas						
Variable	Descripción / Categoría	Obs.	Media o proporción	Desv. Est.	Mín.	Máx.
Urbanización ⁱⁱ	% Población que reside en localidades con 2,500 habitantes o más (2015)	102,460	76.472	13.822	47.68523	99.43369
	% de población de 3 años o más que habla alguna lengua indígena (2015)	102,460	6.184	8.318	0.2	32.2
PIB real per cápita (2016) ⁱⁱ	PIB real per cápita del año 2016 (2008=100)	102,460	\$115,201	\$78,579	\$44,855	\$542,498
	PIB Muy bajo	28,565	\$62,752	\$11,156	\$44,855	\$76,855
Regionalización económica ⁱⁱⁱ	PIB Bajo	34,556	\$90,414	\$6,653	\$78,175	\$98,096
	PIB Medio	20,378	\$120,225	\$11,713	\$100,345	\$144,385
	PIB Alto	18,961	\$223,644	\$121,196	\$147,328	\$542,498
	Centro	28,565	\$99,122	\$55,978	\$58,209	\$264,481
Regionalización geográfica ^{iv}	Norte	34,556	\$130,387	\$30,599	\$92,431	\$206,634
	Occidente	20,378	\$101,337	\$14,716	\$76,855	\$127,192
	Sur	18,961	\$146,444	\$157,442	\$44,855	\$542,498

Fuente: Elaboración propia con base en ENDUTIH, CONAPO Y BANXICO.

Notas: i) Variables a nivel estatal y con las que se construyeron índices a través de ACP; ii) Variables por entidad federativa; iii) Categorización con base en el PIB real per cápita, año base 2008; iv) Regionalización geográfica con base en Urzúa (2009). En las regionalizaciones se contemplan los 32 estados.

En las variables de marginación sobresale el grado de hacinamiento en hogares (28%), la residencia en localidades de baja densidad poblacional (30%), el bajo ingreso económico (38%) o las personas sin primaria completa (16.8%), mientras que, en el ingreso económico agregado, resalta el hecho de que el estado con mayor PIB real per cápita promedio, represente doce veces el del estado más desfavorecido.

Las características expuestas son modeladas para encontrar patrones o interacciones entre variables explicativas, de control y regionales, en su relación con las variables dependientes, en la siguiente sección. Primero, la influencia de variables en la probabilidad de contar con conexión a Internet en el hogar y después, en la probabilidad de que una persona sea usuaria de Internet.

Con base en lo expuesto, las hipótesis sobre el efecto esperado de la aportación de cada variable a la explicación del avance en adopción de Internet, parten de la revisión teórica, hallazgos en investigaciones previas y descripción de los microdatos.

- i) El nivel educativo es un elemento diferenciador de la posición del individuo o del hogar respecto de las nuevas TIC (NTIC), más años de educación formal, conducen a una mayor probabilidad, tanto de vivir en hogar con conectividad a Internet (en adelante HCI) o de ser usuario del mismo (en adelante SUI).
- ii) El factor etario condiciona un menor o mayor acercamiento a las NTIC, personas más jóvenes se relacionan con mayor intensidad con la tecnología.
- iii) La condición laboral se asocia positivamente con el uso de Internet, principalmente por: uso en actividades laborales, mayor ingreso, capital intelectual, o posesión de habilidades que demanda el mercado laboral.
- iv) En cuanto al capital de telecomunicaciones, una baja intensidad TIC reduce la probabilidad de HCI o de SUI; mientras que una de alta, la incrementa.
- v) Vivir en ciudad favorece la probabilidad de HCI o de SUI; principalmente, por contar con infraestructura, redes de comunicación, cobertura y proveedores del servicio, mercados de consumo e inversión, entre otros.
- vi) Una mayor marginación y una alta proporción de población que habla lengua indígena, se asocian negativamente con SUI o con HCI.
- vii) Un mayor PIB real tiene un efecto positivo en las probabilidades de SUI o de HCI, y permite visualizar la distancia o brecha entre las regiones.

3. Modelos de probabilidad Logit: aproximación empírica y resultados

Modelo 1: Acceso a Internet en el hogar

Por la naturaleza de los valores de la variable dependiente, se asigna un valor de 1, si existe el HCI y de 0, en caso contrario; y se aproxima el efecto de cada variable explicativa sobre la dependiente, mediante una curva logística. Las variables explicativas se operacionalizan de distintas formas: i) de respuesta dicotoma o binaria; ii) como variables categóricas, con más de 2 opciones de respuesta; iii) como variables compuestas, construidas mediante el ACP, con

el fin de resumir un gran número de variables en una sola, representativa de un patrón similar, y así evitar multicolinealidad³³.

En términos del modelo, la forma funcional genérica adopta la siguiente expresión:

$$E(Y_i|X_i) = \beta_0 + \beta_i X_i$$

Donde $E(Y_i|X_i)$ indica la probabilidad de que el hogar cuente con Internet, dadas ciertas características o valores que tome cada variable independiente, es decir, $P_i = \text{Probabilidad de que } Y_i = 1$ y $1 - P_i = \text{Probabilidad de que el hogar no tenga acceso a Internet}$. $X_i =$ cada una de las variables independientes que incide en la probabilidad de que un hogar cuente o no con Internet. Es decir, Y_i sigue la distribución de probabilidades de Bernoulli (Gujarati y Porter, 2010). Es decir, la esperanza condicional se interpreta como la probabilidad condicional de Y_i .

$$E(Y_i|X_i) = \beta_0 + \beta_i X_i = P_i$$

O, en términos de probabilidades, sería igual a la probabilidad de éxito dividido por la probabilidad total. Para el modelo de acceso al Internet en el hogar:

$$\begin{aligned} \text{Prob}(\text{Acceso} = 1) &= \Phi(\beta_0 + \beta_1 * \text{NivEdu}_i + \beta_2 * \text{GruEdad}_i + \beta_3 * \text{TamHog}_i \\ &+ \beta_4 * \text{TamLoc}_i + \beta_5 * \text{TICBaja}_i + \beta_6 * \text{TICAlta}_i + \beta_7 \\ &* \text{Marg}_i + \beta_8 * \text{LengInd}_i + \beta_9 * \text{Ciudad}_i + \beta_{10} * \text{NivPIB}_i) \end{aligned}$$

O vista en términos de función logística:

$$\text{Prob}(Y|X) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_i X_i)}{[1 + \exp(\beta_0 + \beta_i X_i)]}$$

y la probabilidad de no ocurrencia de la variable dependiente:

$$1 - \text{Prob}(Y) = \frac{1}{[1 + \exp(\beta_0 + \beta_i X_i)]}$$

³³ Correlaciones entre predictores que reducen el grado de explicación cuando todas están en el modelo, es decir, las variables se traslapan entre sí sin conocer el efecto individual de cada una. La eliminación de un predictor redundante, de este tipo, puede ser útil para reducir los errores estándar de otros estimados (Agresti, 2002).

Modelo 2: Uso de Internet

En la encuesta se cuestionó a un individuo representativo del hogar con respecto al uso del Internet en los últimos tres meses. Sin tener en cuenta la intensidad de uso se considera un valor de 1, si la respuesta fue afirmativa y de 0, si fue lo contrario. Al igual que en el modelo anterior, las variables independientes comparten las características mencionadas. Se diferencia del modelo anterior en algunas de las variables que miden la intensidad del uso de las TIC: para el de baja, se considera la posesión de un celular con el que no se conectan a Internet, modalidad de prepago, y los de alta, la inclusión de uso de computadora, Tablet y Smartphone y en consumo de Internet móvil, el uso de la modalidad del plan tarifario o pospago.

Análogamente, se plantea el modelo de probabilidad de ser usuario de Internet:

$$\begin{aligned} \text{Prob}(\text{Usuario} = 1) &= \Phi(\alpha_0 + \alpha_1 * \text{Genero}_i + \alpha_2 * \text{Trabaja}_i + \alpha_3 * \text{NivEdu}_i \\ &+ \alpha_4 * \text{GruEdad}_i + \alpha_5 * \text{TamHog}_i + \alpha_6 * \text{TamLoc}_i + \alpha_7 \\ &* \text{TICBaja} + \alpha_8 * \text{TICAlta} + \alpha_9 * \text{Marg} + \alpha_{10} * \text{LengInd} \\ &+ \alpha_{11} * \text{Ciudad} + \alpha_{12} * \text{NivPIB}_i) \end{aligned}$$

Así, con el fin de dimensionar de mejor manera el fenómeno de los factores que determinan la conectividad a Internet en el hogar y los que influyen en la probabilidad de uso del Internet, se recurre a la metodología del cálculo de efectos marginales para dimensionar el efecto de cada variable independiente, por separado, -y manteniendo todo lo demás igual- sobre cada variable dependiente. Dicho procedimiento es el indicado, ya que restringe los valores de respuesta a un intervalo de 0 a 1. Dicho cálculo no se obtiene directamente de la regresión, por lo que es necesario estimarlos con un procedimiento adicional.

4. Interpretación de resultados

El procedimiento de interpretación de los coeficientes en su efecto sobre la variable dependiente es distinto, de acuerdo con el tipo de variables independientes en el modelo. Se identifican tres casos: i) variables binarias o Dummy, donde la interpretación es directa; por ejemplo, una persona que trabaja tendría un 9.5% de probabilidad mayor de SUI que una persona que no lo hace, dejando el resto de las variables constantes o *ceteris paribus*³⁴; ii) variables categóricas, en donde el valor del coeficiente se interpreta en términos porcentuales y se compara contra la categoría base y no contra el resto de las categorías; por ejemplo, en Nivel educativo, una persona sin educación

³⁴ La interpretación implica que el resto de las variables permanecen en sus valores promedio.

formal tendría una probabilidad 62.5% menor de SUI que una persona que cuenta con algún grado de educación superior; iii) variables compuestas (ACP), que al ser variables continuas, representan la derivada o cambio instantáneo, ya que la unidad podría ser muy pequeña.

La mayoría de los resultados son estadísticamente significativos y se constatan los signos esperados en las variables. Además, el modelo es consistente, tanto por su validez (el valor del Log-Likelihood) y por la clasificación correcta de las observaciones, como porque los valores del modelo Probit no difieren significativamente de los obtenidos en el Logit. Con base en dichos resultados, la interpretación se hace con los de estos últimos, destacando algunas diferencias entre las variables inter e intra modelos.

Acceso a Internet en el hogar: resultados e interpretación

El caso de la variable Nivel educativo revela una alta correlación positiva, por ejemplo, la probabilidad de acceso a Internet en un hogar sin escolaridad formal sería un 33.6% menor, respecto de un hogar con nivel promedio de educación superior; mientras que, se aprecia una diferenciación casi nula de estos últimos, contra los hogares con educación promedio de media superior, 1.9%. Para el Grupo de edad resalta la similitud en la ventaja de los valores de casi todos los grupos de edad (entre 30% y 34%), con respecto a las personas de 65 y más años; valdría la pena mencionar el hecho de que en la mayoría de los estudios referidos antes, invariablemente, se ha documentado que un año adicional de edad reduce la probabilidad de contar -o usar- Internet (Balboni et al., 2011; Botello-Peñaloza, 2014; Ono & Zavodny, 2007), aunque sin mostrar la magnitud de dicho efecto entre grupos de edad.

Sobre el Tamaño del hogar sobresale una mayor probabilidad de contar con Internet en hogares de pocos miembros (1 o 2) respecto de los de 7 o más miembros, distinto al resultado de Balboni et al. (2011, pp. 59-61), para países latinoamericanos (Brasil, Costa Rica, El Salvador, Honduras y México), donde un miembro adicional en el hogar incrementaría en dichas probabilidades.

Cuadro 5
Determinantes de la conectividad a Internet en el hogar

	(1)	(2)	(3)	(4)
Nivel educativo (Superior)				
Sin educación	-0.337*** (0.033)	-0.337*** (0.034)	-0.336*** (0.034)	-0.336*** (0.034)
Básica	-0.100*** (0.006)	-0.105*** (0.006)	-0.105*** (0.006)	-0.104*** (0.006)
Media superior	-0.015** (0.006)	-0.019*** (0.006)	-0.019*** (0.006)	-0.019*** (0.006)
Grupo de edad (65+)				
15-17	0.344*** (0.011)	0.340*** (0.011)	0.341*** (0.011)	0.340*** (0.011)
18-24	0.339*** (0.010)	0.335*** (0.010)	0.336*** (0.010)	0.335*** (0.010)
25-34	0.355*** (0.010)	0.352*** (0.010)	0.353*** (0.010)	0.352*** (0.010)
35-44	0.357*** (0.010)	0.353*** (0.010)	0.355*** (0.010)	0.353*** (0.010)
45-54	0.301*** (0.010)	0.297*** (0.010)	0.298*** (0.010)	0.297*** (0.010)
55-64	0.178*** (0.011)	0.175*** (0.011)	0.176*** (0.011)	0.175*** (0.011)
Tamaño del hogar (7 o más)				
1 a 2	0.030*** (0.011)	0.021** (0.011)	0.022** (0.011)	0.021** (0.011)
3 a 4	0.012 (0.010)	0.006 (0.010)	0.007 (0.010)	0.006 (0.010)
5 a 6	0.008 (0.010)	0.005 (0.010)	0.005 (0.010)	0.005 (0.010)
Tamaño de localidad (<2,500)				
2,500 a 14,999	0.172*** (0.010)	0.183*** (0.010)	0.174*** (0.011)	0.174*** (0.011)
15,000 a 99,999	0.227*** (0.010)	0.235*** (0.010)	0.223*** (0.011)	0.222*** (0.011)
100,000 o más	0.283*** (0.008)	0.285*** (0.008)	0.257*** (0.013)	0.256*** (0.013)
Intensidad TIC				
TIC Baja (ACP)	-0.068*** (0.002)	-0.063*** (0.002)	-0.064*** (0.002)	-0.063*** (0.002)
TIC Alta (ACP)	0.360*** (0.002)	0.360*** (0.002)	0.359*** (0.002)	0.360*** (0.002)
Contexto / Agregación				
Marginación (ACP)	-0.009*** (0.001)			
Lengua indígena		0.002*** (0.000)		0.002*** (0.000)
Ciudad			0.026*** (0.009)	0.027*** (0.009)
Región económica (PIB Muy bajo)				
PIB Bajo		0.044*** (0.007)	0.026*** (0.006)	0.045*** (0.007)
PIB Medio		0.122*** (0.007)	0.100*** (0.006)	0.125*** (0.007)
PIB Alto		0.159*** (0.007)	0.141*** (0.006)	0.161*** (0.007)
Observaciones	102,458	102,458	102,458	102,458
Log-likelihood	-34,827.89	-34,534.11	-34,551.57	-34,529.62
LR Chi2 ()	70,824.26	71,411.81	71,376.89	71,420.80
(Prob > Chi2)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hosmer-Lemeshow Chi2 (8)	327.37	341.16	347.57	343.53
Pseudo-R2	0.5042	0.5083	0.5081	0.5084
AIC	69,693.78	69,112.23	69,147.15	69,105.25
BIC	69,874.99	69,322.05	69,356.97	69,324.60
Clasificadas correctamente	84.70%	85.01%	84.99%	85.01%

Fuente: elaboración propia. Notas: Significancia estadística: * p<0.1, ** p<0.05 y *** p<0.01. Los efectos marginales están evaluados en la media de las variables explicativas. Los errores estándar de los coeficientes zeta están entre paréntesis. La muestra consiste en personas de 15 años o más de edad. ACP= Análisis de Componentes Principales; en el caso de Marginación un valor más negativo es mejor. En la columna de Variables, entre paréntesis, se indica la categoría de referencia.

De acuerdo con los resultados, es clara la desventaja en la probabilidad de contar con Internet en el hogar cuando este se ubica en localidades rurales, con población menor a 2,500 habitantes; de hecho, la correlación es creciente ante grandes centros urbanos (100 mil o más), donde la probabilidad se incrementaría hasta en un 25.6%, con respecto a las menos pobladas. Este es un hallazgo consistente con las investigaciones revisadas a lo largo de este trabajo. Respecto de la variable Ciudad, el residir en alguna de ellas incrementaría levemente la probabilidad, un 2.7% en promedio, lo cual a primera vista parece reducido³⁵.

En cuanto a las variables compuestas de Baja y Alta intensidad TIC en el hogar, el predominio de bienes o servicios de baja intensidad reduciría hasta en un 6% la probabilidad de HCI; mientras que poseer de alta intensidad, la incrementaría hasta en un 36.6%. Es una clara diferenciación de dos tipos de hogares, unos dotados mayormente con bienes de baja intensidad TIC y otros con bienes de alta intensidad TIC; donde además debe tenerse presente la fuerte influencia -además del ingreso económico-, de las habilidades y conocimientos necesarios para su manejo o manipulación.³⁶

Otra forma de visualizar este fenómeno es relacionar la Alta intensidad TIC con el porcentaje de hogares con Internet. Se aprecia la clara desventaja de estados del centro y sur del país (sobre todo Chiapas y Oaxaca), en contraparte con estados del centro o norte (ver figura 2).

Otra forma de interpretar la relación entre ambas variables, sería observar el sub (sobre) aprovechamiento del capital TIC, sobre todo en los estados cuyo valor de porcentaje de hogares con Internet se encuentra por debajo (por encima) del valor promedio de capital TIC, como Zacatecas o Hidalgo (Quintana Roo o Morelos); es decir, haciendo un ranking son los que presentan una mayor diferencia negativa (positiva) al comparar su posición en el Índice TIC con el de conectividad en el hogar, 7-26 y 10-24 (23-6 y 24-14). Este aparente rezago se explicaría por una multiplicidad de factores, por ejemplo, Zacatecas e Hidalgo presentan una mayor dispersión poblacional, un menor PIB real per cápita y mayores índices de marginación que los estados de Morelos y Quintana Roo, en donde, la economía de esta última está basada predominantemente en actividades turísticas, navegación y comercio (Secretaría de Economía, 2018), mientras que Zacatecas, a pesar de su

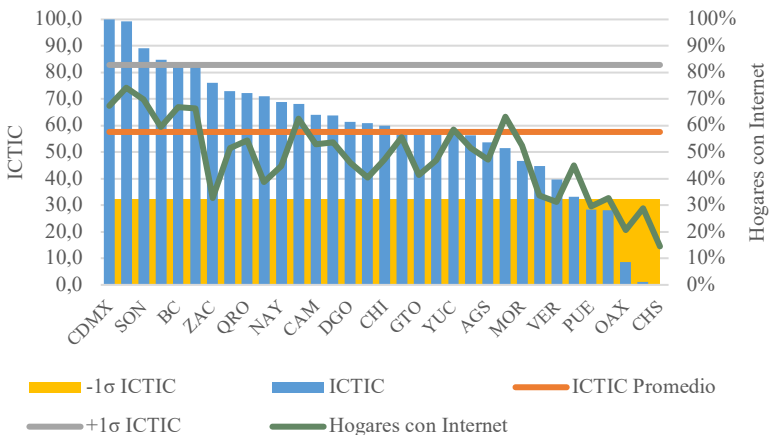
³⁵ Valor que debe tomarse con reservas, por ejemplo, pues hay entidades federativas con más de una ciudad grande. En Jalisco, las ciudades de Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá tienen más de 400 mil habitantes, sin embargo, no figuran en el listado de ciudades de la ENDUTIH. Además, de que en el mejor modelo se incluye simultáneamente Tamaño de localidad (ver Anexo 2).

³⁶ Productos como: computadora, consola de videojuegos, Tablet, Smartphone, TV digital y el servicio de TV de paga (ver Anexo 4).

atractivo turístico presenta una larga tradición migratoria, nacional e internacional³⁷. No obstante, sería necesario profundizar en el análisis para encontrar elementos adicionales que expliquen las causas subyacentes al fenómeno de la relación entre Alta intensidad TIC y conectividad en el hogar.

En cuanto a la categorización de las entidades por su nivel económico, los hogares en entidades con PIB mayor incrementarían su probabilidad de contar con Internet hasta en un 16%, respecto de las entidades con PIB muy bajo (ver en Anexo 1 los estados en cada región económica)³⁸.

Figura 2
Índice de Alta intensidad TIC y porcentaje de hogares con Internet, por entidad federativa (2016)



Fuente: Elaboración propia con base en información de ENDUTIH.

Notas: Los valores del Índice de Capital TIC (ICTIC) se estandarizaron de 0 a 100. El umbral del área sombreada en amarillo indica estados ubicados en y por debajo de -1 desviación estándar del ICTIC y la línea gris punteada, +1 desviación estándar, en y por encima del ICTIC.

³⁷ Una entidad con más de 200 años de tradición migratoria. Para el 2015, se documentó que la población de Zacatecas es de 1.5 millones, mientras que en Estados Unidos de Norteamérica asciende a 650,000 (García Zamora, Ambriz y Herrera, 2015).

³⁸ En trabajos para países de la región como el de Balboni et al. (2011), Grazzi y Vergara (2008) y el de Ono y Zavodni (2007), entre otros, solo se aprecia el efecto global del ingreso sobre variables de adopción de tecnología.

Usuario de Internet: resultados e interpretación

Con base en la información de un individuo representativo del hogar, su actividad laboral incrementaría la probabilidad de ser usuario de Internet (SUI), hasta en un 9.5% -*ceteris paribus*-, respecto de quienes no la tienen. En cuanto al género, y consistente con lo expresado por Bimber (2000), se observa una disolución de la brecha digital en cuanto al factor específico, *per se*, del género³⁹. En el caso del Nivel educativo, el resultado es dramático, una persona sin educación formal tendría una probabilidad de SUI -*ceteris paribus*- hasta un 62.6% menor respecto de quien ha logrado algún grado de estudios superiores⁴⁰.

En cuanto al Grupo de edad, se aprecia claramente la relación inversa entre edad y probabilidad de SUI, por ejemplo, las personas con entre 15 y 34 años de edad tendrían probabilidades de entre 74% y 82% mayores al grupo de 65 años y más. Profundizar en un análisis etario debe comprender una reflexión profunda sobre la estrategia de impulso a la inclusión tecnológica del grupo de edad mayor⁴¹.

En el caso del Tamaño del hogar del individuo, contrario al resultado de conectividad en el hogar, destaca una mayor probabilidad de SUI -*ceteris paribus*- cuando el hogar es más pequeño, lo cual estaría relacionado con la portabilidad de la tecnología, es decir, el Internet móvil puede ser utilizado sin la condición de tecnología fija, además de que paulatinamente se ha transitado hacia la conectividad móvil; y a la vez, indicaría una dificultad económica el dotar a cada uno de los miembros con un dispositivo móvil. Asimismo, por el Lugar de residencia, un patrón similar al análisis por hogar, el SUI está correlacionado positivamente con una mayor densidad poblacional.

³⁹ Es importante mencionar que dicho estudio, junto con autores como Sánchez (2010) o Vega (2016), enriquecen y documentan la existencia de desigualdades o brecha digital al considerar variables sociodemográficas, económicas o culturales. Lo cual queda fuera del alcance de este estudio.

⁴⁰ Resultado relacionado con los resultados de la ENDUTIH en términos de carencia de conocimiento y habilidades, ya que 63% de las personas que manifestaron no ser usuarias de Internet mencionaron como motivo principal que no sabían cómo usarlo.

⁴¹ Pleno de la Cámara de Diputados aprobó reformas y adiciones a la Ley de los Derechos de las Personas Adultas Mayores para garantizarles el derecho a la accesibilidad a las TIC (Congreso, 2016), sin embargo, no se identifica documentación que dé cuenta del seguimiento.

Cuadro 6
Determinantes del uso de Internet

	(1)	(2)	(3)	(4)
Género (Hombre=1)	-0.015*** (0.004)	-0.015*** (0.004)	-0.015*** (0.004)	-0.015*** (0.004)
Condición laboral (Trabaja=1)	0.095*** (0.005)	0.096*** (0.005)	0.095*** (0.005)	0.095*** (0.005)
Nivel educativo (Superior)				
Sin educación	-0.624*** (0.015)	-0.627*** (0.015)	-0.625*** (0.015)	-0.626*** (0.015)
Básica	-0.346*** (0.004)	-0.347*** (0.004)	-0.346*** (0.004)	-0.345*** (0.004)
Media superior	-0.096*** (0.004)	-0.096*** (0.003)	-0.096*** (0.004)	-0.096*** (0.004)
Grupo de edad				
15-17	0.820*** (0.005)	0.819*** (0.005)	0.819*** (0.005)	0.819*** (0.005)
18-24	0.788*** (0.005)	0.787*** (0.005)	0.788*** (0.005)	0.788*** (0.005)
25-34	0.743*** (0.006)	0.742*** (0.006)	0.743*** (0.006)	0.743*** (0.006)
35-44	0.626*** (0.007)	0.624*** (0.007)	0.625*** (0.007)	0.624*** (0.007)
45-54	0.410*** (0.008)	0.408*** (0.008)	0.408*** (0.008)	0.408*** (0.008)
55-64	0.178*** (0.007)	0.177*** (0.007)	0.178*** (0.007)	0.177*** (0.007)
Tamaño del hogar				
1 a 2	0.159*** (0.010)	0.156*** (0.010)	0.157*** (0.010)	0.157*** (0.010)
3 a 4	0.084*** (0.010)	0.083*** (0.010)	0.083*** (0.010)	0.083*** (0.010)
5 a 6	0.041*** (0.010)	0.041*** (0.010)	0.042*** (0.010)	0.042*** (0.010)
Tamaño de localidad				
2,500 a 14,999	0.143*** (0.009)	0.148*** (0.009)	0.122*** (0.010)	0.122*** (0.010)
15,000 a 99,999	0.198*** (0.009)	0.202*** (0.009)	0.165*** (0.010)	0.165*** (0.010)
100,000 o más	0.240*** (0.008)	0.239*** (0.008)	0.168*** (0.012)	0.168*** (0.012)
Intensidad TIC				
TIC Baja (ACP)	0.004** (0.002)	0.007*** (0.002)	0.006*** (0.002)	0.006*** (0.002)
TIC Alta (ACP)	0.148*** (0.002)	0.148*** (0.002)	0.148*** (0.002)	0.148*** (0.002)
Contexto / Agregación				
Marginación (ACP)	-0.008*** (0.001)			
Lengua indígena		0.001*** (0.000)		0.001*** (0.000)
Ciudad			0.059*** (0.008)	0.060*** (0.008)
Nivel del PIB				
PIB Bajo		0.035*** (0.006)	0.028*** (0.005)	0.037*** (0.006)
PIB Medio		0.073*** (0.006)	0.067*** (0.005)	0.079*** (0.006)
PIB Alto		0.068*** (0.006)	0.063*** (0.006)	0.073*** (0.006)
Observaciones	102,460	102,460	102,460	102,460
Log-likelihood	-33,716.28	-33,687.98	-33,666.76	-33,659.56
LR Chi2(2)	67,800.11	67,856.71	67,899.16	67,913.56
(Prob > Chi2)	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
Hosmer- Lemeshow Chi2				
(8)	33.42	31.47	35.03	31.52
Pseudo-R2	0.5014	0.5018	0.5021	0.5022
AIC	67,474.56	67,423.96	67,381.51	67,369.12
BIC	67,674.85	67,652.85	67,610.41	67,607.55
Clasificadas correctamente	85.15%	85.21%	85.20%	85.19%

Fuente: Elaboración propia. Notas: Significancia estadística: * p<0.1, ** p<0.05 y *** p<0.01. Los efectos marginales están evaluados en la media de las variables explicativas. Los errores estándar de los coeficientes zeta están entre paréntesis. La muestra consiste en personas de 15 años o más de edad. ACP= Variables estimadas mediante Análisis de Componentes Principales; en el caso de Marginación, un valor más negativo es mejor. En la columna de Variables, entre paréntesis, se indica la categoría de referencia.

En el caso de posesión de bienes y servicios por su intensidad TIC, la aportación de baja intensidad es marginal (destaca la consistencia del signo positivo); sin embargo, eso se explicaría tanto por el predominio y uso de bienes de Baja intensidad TIC, así como por la caída en el precio del servicio, el incremento de proveedores y redes de servicio y mejores condiciones de asequibilidad del servicio móvil⁴², ya que se considera solo el uso de Internet, sea fijo, móvil, en el hogar o en otro lugar. En el caso de uso de bienes y servicios de Alta intensidad TIC, aunque en menor magnitud que en el caso de HCI, los hogares de este tipo incrementarían en promedio, *ceteris paribus*, las probabilidades de SUI hasta en 15%.

Al igual que en el caso de HCI, la aportación de las variables de Marginación y Lengua indígena es muy bajo, aunque el signo es el esperado para la primera variable. En el caso de residir en Ciudad incrementaría la probabilidad de SUI -*ceteris paribus*- hasta en un 6%, el cual, aunque positivo, es reducido, teniendo en cuenta lo expuesto antes.

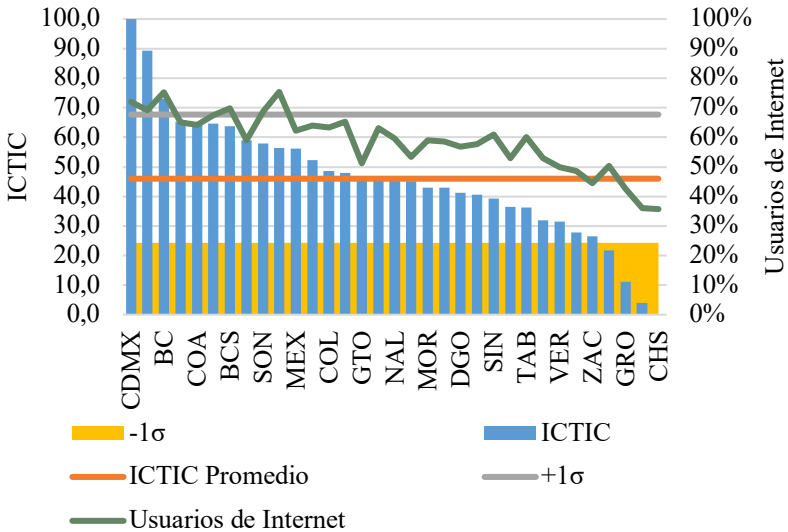
En el análisis por entidad federativa, es interesante notar un comportamiento diferenciado con respecto a la gráfica anterior, donde ahora en la mayoría de los estados se estaría obteniendo un aprovechamiento del Internet, por encima del respectivo capital TIC de alta intensidad (ver figura 3).

La imagen ilustra una clara preferencia por los servicios de Internet, fija y/o móvil. Es por ello que la dotación de bienes de Alta intensidad TIC se relacionan en menor medida con la condición de SUI. De acuerdo con el mismo razonamiento, la mayoría de los estados presentarían un sobre aprovechamiento del capital TIC, es decir, el porcentaje de usuarios de Internet es mayor que el capital de Alta intensidad TIC.

Por último, en la variable PIB real per cápita, si bien se aprecia el efecto positivo de un ingreso mayor, debe tenerse tomarse con cuidado puesto que indicaría una probabilidad mayor para personas que residen en entidades con PIB Medio –con respecto a vivir en entidades con PIB Muy bajo-, que la probabilidad que resultase de residir en entidades con PIB Alto. Es decir, indicaría que la decisión de SUI no depende en demasía de lo que ocurra en el nivel agregado o regional, sino que depende más de decisiones individuales, por interés propios, gustos, utilidad, preferencias o por la reducción paulatina en los precios, tanto del dispositivo como del servicio.

⁴² De junio de 2013 a diciembre de 2016, los precios de la Telefonía Móvil disminuyeron 43%, el porcentaje de usuarios de 6 años o más aumentó de 23% a 61%, el servicio de banda ancha móvil es el que registró mayor crecimiento, al pasar de 27.4 a 74.5 millones de líneas de Internet por medio de teléfonos móviles y, por el lado de la infraestructura, aumentó la cantidad de espectro radioeléctrico asignado para telecomunicaciones móviles, de 222 MHz a 404 MHz.

Figura 3
Índice de Alta intensidad TIC y porcentaje de usuarios de Internet, por entidad federativa (2016)



Fuente: Elaboración propia con base en información de ENDUTIH.

Notas: Los valores del Índice de Capital TIC (ICTIC) se estandarizaron de 0 a 100. El umbral del área sombreada en amarillo indica estados ubicados en y por debajo de -1 desviación estándar del ICTIC y la línea gris punteada, +1 desviación estándar, en y por encima del ICTIC.

En la figura del anexo 6, puede apreciarse la posición de las entidades federativas y una asociación positiva entre entidades con PIB medio y su relación con el uso de Internet. El patrón es consistente con lo mostrado al analizar la relación entre Intensidad TIC y porcentaje de hogares con conectividad a Internet o con porcentaje de usuarios de Internet; es decir, el posicionamiento en el más alto nivel de Ciudad de México o Nuevo León, sin embargo, al dibujar una línea con la tendencia, podríamos clasificar a dos tipos de estados por su avance en uso de Internet respecto a su PIB real agregado: i) avanzados, tres estados del norte (Baja California, Baja California Sur y Sonora) y Quintana Roo, y ii) en rezago estructural, Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Zacatecas.

Conclusiones

Los resultados arrojan que existe una creciente desigualdad en la penetración del Internet en México. Los índices compuestos de capital TIC confirman la diferenciación entre hogares e individuos. El estudio da cuenta de la

importancia de visualizar la problemática desde la demanda, en el cual hogares e individuos presentan patrones diferenciados: con una alta relevancia del nivel educativo, la condición laboral y el tamaño del hogar en el caso de las personas y del tamaño de localidad y la presencia de bienes y servicios de baja y alta intensidad TIC.

Se presenta una propuesta metodológica para estimar el efecto del capital TIC en la penetración de Internet, distinto a la variable ingreso económico, con lo cual se pretende contribuir a la discusión del fenómeno y enriquecer el debate académico. Se puede afirmar que, además de conocimientos y habilidades digitales, los hogares requieren una dotación mínima de capital TIC para acceder a la tecnología y a sus beneficios, en términos de empleo, bienestar e inclusión social, ya que entre estos se nota una mayor brecha digital.

Superar las desigualdades digitales en México deberá considerar también observar micro realidades en el nivel de individuos y hogares y no centrarse, exclusivamente, –aunque es importante– en elementos macroeconómicos, como provisión de infraestructura tecnológica, competencia económica o regulación del mercado. Es decir, un amplio segmento de la población carece de los medios económicos para financiar bienes y servicios TIC para subirse al tren de la digitalización y la modernidad. En definitiva, los resultados de esta investigación corroboran que el mercado es incapaz de lograr la inclusión digital de un amplio segmento de la población, y que, la política pública debe orientarse hacia el impulso de actividades inclusivas, en términos económicos, sociales y culturales para, así, garantizar lo estipulado en la Carta Magna en materia de acceso y uso universal de Internet de banda ancha.

Una de las limitaciones del trabajo subyace en el tamaño de la muestra, la selección aleatoria de la persona que responde la misma, así como los resultados agregados en el nivel de entidad federativa. Otra es la restricción de las variables en el modelo, sujetas a los reactivos del cuestionario de la ENDUTIH.

Los resultados de esta investigación abren la puerta para abordar líneas de estudio relacionadas con patrones de uso y aprovechamiento de la tecnología, o estudiar el fenómeno en contextos geográficos más pequeños; es decir, si existen regiones o zonas tecnológicas especializadas, en las cuales, sea posible invertir en infraestructura tecnológica, impulsar la innovación y emprendimiento y aprovechar al máximo su potencial. Asimismo, convendría dilucidar la relación de la penetración de Internet con las variables socioeconómicas, demográficas y TIC a lo largo del tiempo, ya que podría mostrar que de continuar con la actual tendencia –regida fuertemente por el comportamiento del mercado–, impedirá la conectividad futura de amplios

segmentos de la población en desventaja, económica y social, de continuar con la estrategia actual.

Con base en los resultados, se sostiene que existe una tarea pendiente en materia de digitalización, además de que se corroboran las hipótesis planteadas, es decir, entre mayor sea el nivel educativo, el capital TIC, el nivel de urbanización o el PIB, se tendrán mejores expectativas de adopción de Internet. Por otro lado, se da una relación inversa entre edad y marginación y acceso / uso de Internet, donde resalta un claro componente económico, de habilidades y cultural. Este último, poco abordado en este trabajo.

Los hallazgos de esta investigación están fuertemente ligados con la discusión teórica; por ejemplo, la preeminencia del fenómeno entre los jóvenes (Gao et al., 2014), fuertemente asociado con el nivel educativo (Gerpott & Thomas, 2014), lo que da cuenta de que en México existe una brecha digital o desigualdad tecnológica (Ono & Zavodny, 2007; Vega, 2016; Vergara & Grazi, 2008). Y en cuanto al uso de índices (Escobar & Sámano, 2018), la búsqueda instrumentos de metodologías y análisis idóneos que den cuenta de una realidad densa y compleja: el acceso y uso de la tecnología, que han permeado todos los segmentos de las sociedades.

Adicionalmente, la construcción de categorías permite profundizar en las causas de la desigualdad tecnológica, ya que da cuenta de los avances y rezagos de los estados del país, diferenciar entre grupos poblacionales, de acuerdo con su edad, ubicación geográfica, nivel económico y por su capital social y humano. A partir de los resultados de este estudio, nuevas líneas de investigación podrán construir mediciones del impacto económico y social del uso de productos o servicios digitales, por ejemplo, en términos de transacciones económicas (E-Commerce), bancarización (E-Banking), salud (E-Health), mayor participación de la sociedad con entidades gubernamentales (mediante E-Government) u otro tipo de acciones que mejoren la calidad de vida de la sociedad en su conjunto. Otra vertiente interesante de análisis es el enfoque de género, en términos de las brechas en cantidad de profesionales en las telecomunicaciones, sueldos y salarios, habilidades y competencias digitales, entre otros, con el fin de aportar nuevas ideas a la discusión de las disparidades entre hombres y mujeres. Asimismo, un análisis evolutivo de los determinantes del acceso y uso de Internet pudiese aportar elementos adicionales interesantes a la discusión de los resultados de este trabajo, y a las expectativas de integración de estados rezagados en materia digital.

Es momento de implementar políticas públicas para impulsar el sector de las telecomunicaciones e industrias relacionadas, donde los gobiernos subnacionales podrían abonar a dicha tarea –ligadas al proyecto de la Estrategia Digital Nacional-, mediante acciones de impulso a la conectividad,

privada o social. Como se dijo antes, la digitalización puede constituirse en una palanca de desarrollo, una alternativa real y de apoyo al ingreso, acrecentar los conocimientos y habilidades de las personas y aumentar el empleo y la productividad. Sin embargo, debe acompañarse de medidas que tiendan al incremento del ingreso económico de las familias, ya que la precariedad en que viven más de 50 millones de personas se refleja en la incapacidad por sufragar una canasta de bienes y servicios de telecomunicaciones; por ejemplo, consistentemente y a lo largo del tiempo, el principal motivo para no contar con Internet en el hogar ha sido la falta de recursos económicos.

Si bien el avance desde la Reforma de Telecomunicaciones del año 2013 ha sido importante, tanto en conectividad, uso de Internet, intervención gubernamental, impacto en la oferta del servicio (reducción de precios del servicio, reducción del poder de mercado del Agente Económico Preponderante, AEP, eliminación del cobro por el servicio de larga distancia, entre otras), también plantea retos, ya que el fenómeno es multicausal.

Finalmente, la intervención gubernamental en la dotación y promoción del Internet es crítica. Son necesarios más recursos económicos y humanos, un programa nacional de alfabetización digital, aumentar la cobertura del servicio, establecer convenios con proveedores para hacer más asequible el precio del servicio y que sea con calidad; en definitiva, iniciar una cruzada nacional por la digitalización y alcanzar una sociedad del conocimiento al nivel de los países miembros de la OCDE.

Referencias

- [1] Adeya, N. C. (2003). ICTs and poverty: a literature review, 1–85.
- [2] Agostini, C. A., & Willington, M. (2012). Acceso y uso de internet en Chile: evolución y factores determinantes. *Persona y Sociedad*, Botello (1), 11–42.
- [3] Agresti, A. (2002). *Categorical Data Analysis* (2nd ed.). United States of America: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04898-2_161
- [4] Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- [5] Alcalá, G. M. (2017). La Galaxia Internet: Reflexiones sobre Internet, empresa y sociedad de Manuel Castells. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 62(231). [http://dx.doi.org/10.1016/S0185-1918\(17\)30051-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0185-1918(17)30051-X)
- [6] Arredondo, P. (2007). Acceso y usos de internet en el occidente de México: el caso de Jalisco. *Comunicación y Sociedad*, (8), 11–33.
- [7] Balboni, M., Rovira, S., Vergara, S., CEPAL, N., OSILAC, & Europea, C. (2011). *ICT in Latin America: A microdata analysis*. 247.
- [8] Bagozzi, R. P. (2007). The legacy of the technology acceptance model and a proposal for a paradigm shift. *Journal of the Association for Information Systems*, 244–254.
- [9] BANXICO. (2016). Consulta de Estructura de Información.

- [10] Bassols Batalla, Á. (1994). Regiones para el desarrollo de México. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 25(96). <http://revistas.unam.mx/>
- [11] Berumen, S. A., & Arriaza Ibarra, K. (2013). Medición de la intensidad en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación en Escandinavia. *Contaduría y Administración*, 58(1), 289–306. [https://doi.org/10.1016/S0186-1042\(13\)71206-3](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(13)71206-3)
- [12] Berrío Zapata, C., Marín Arraiza, P., Ferreira da Silva, E., & das Chagas Soares, E. (2017). Desafíos de la Inclusión Digital: antecedentes, problemáticas y medición de la Brecha Digital de Género. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 7(2), 162-198–198.
- [13] Bimber, B. (2000). Measuring the Gender Gap on the Internet. *Social Science Quarterly*, 81(3), 868–876.
- [14] Botello-Peñaloza, H. A. (2014). Determinantes del acceso a Internet en Colombia. *Ánfora*, 21(37). <http://www.redalyc.org/>
- [15] Botello-Peñaloza, H. A. (2015). Determinantes del acceso al internet: Evidencia de los hogares del Ecuador. *Entramado*, 11(2), 12–19. <https://doi.org/10.18041/entramado.2015v11n2.22205>
- [16] Bresnahan, T., & Trajtenberg, M. (1995). General Purpose Technologies ‘Engines of Growth’? (Vol. 65). *Researchgate*. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01598-T](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01598-T)
- [17] CEPAL, N. U. (2005). Indicadores clave de las tecnologías de la información y de las comunicaciones. <https://www.cepal.org>
- [18] Clarke, G. R. G., Qiang, C. Z., & Xu, L. C. (2015). The internet as a general-purpose technology: firm-level evidence from around the world (Policy Research Working Paper Series No. 7192) (pp. 1–9). The World Bank. <https://ideas.repec.org/p/wbk/wbrwps/7192.html>
- [19] CONAPO. (2015). Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2015 (Anexo A) (pp. 1–4). México: Consejo Nacional de Población. <https://www.gob.mx>
- [20] CONEVAL. (2016). Pobreza 2016. México. <http://www.coneval.org.mx/>
- [21] CPEUM. (2017). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última Reforma DOF 24-02-2017. <https://mexico.justia.com>
- [22] Czernich, N., Falck, O., Kretschmer, T., & Woessmann, L. (2011). Broadband Infrastructure and Economic Growth*. *The Economic Journal*, 121(552), 505–532. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2011.02420.x>
- [23] Davis, F. (1985). A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New End-User Information Systems, 1–291.
- [24] Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*, 35(8), 982–1003. <https://doi.org/10.1287/mnsc.35.8.982>
- [25] DiMaggio, P., & Hargittai, E. (2001, julio). From the “Digital Divide” to “Digital Inequality”: Studying Internet Use as Penetration Increases, 1–25.
- [26] Dobrota, M., Jeremic, V., & Markovic, A. (2012). A new perspective on the ICT Development Index. *Information Development*, 28(4), 271–280. <https://doi.org/10.1177/0266666912446497>
- [27] El Universal. (2016, septiembre 7). SCT: México Conectado reduce en 40% meta de sitios. <http://www.eluniversal.com.mx>

- [28] Escobar, R., & Sámano, Y. M. (2018). Disponibilidad regional de la infraestructura de telecomunicaciones. Un análisis multivariado. *El Trimestre Económico*, 85(340), 765–799. <https://doi.org/10.20430/ete.v85i340.537>
- [29] Galperín, H., & Mariscal, J. (2016). Internet y pobreza. Evidencia y nuevas líneas de investigación para América Latina. México: CIDE. <http://www.libreriacide.com/>
- [30] Gao, S., Krogstie, J., & Siau, K. (2014). Adoption of Mobile Information Services: An Empirical Study. *Mobile Information Systems*, 10(2), 147–171. <https://doi.org/10.3233/MIS-130176>
- [31] García Zamora, R., Ambriz, A., & Herrera, P. (2015). The return of United States migrants to Mexico: Impacts and challenges for Zacatecas. Zacatecas, Mexico: Palgrave Macmillan UK. <http://ricaxcan.uaz.edu.mx/>
- [32] Gerpott, T. J., & Thomas, S. (2014). Empirical research on mobile Internet usage: A meta-analysis of the literature. *Telecommunications Policy*, 38(3), 291–310. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2013.10.003>
- [33] Gobierno de la República. (2013). Estrategia digital nacional (pp. 1–44). México: Presidencia de la República. <http://cdn.mexicodigital.gob.mx/>
- [34] González Zabala, M. P., Galvis Lista, E. A., & Sánchez Torres, J. M. (2015). Identificación de factores que afectan el desarrollo de la inclusión digital. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 1(44), 175-191–191.
- [35] Gray, T. J., Gainous, J., & Wagner, K. M. (2017). Gender and the Digital Divide in Latin America. *Social Science Quarterly*, 98(1), 326–340. <https://doi.org/10.1111/ssqu.12270>
- [36] Grazzi, M., & Vergara, S. (2014). Internet in Latin America: who uses it? ... and for what? *Economics of Innovation and New Technology*, 23(4), 327–352. <https://doi.org/10.1080/10438599.2013.854513>
- [37] Gruber, H., Hätönen, J., & Koutroumpis, P. (2014). Broadband access in the EU: An assessment of future economic benefits. *Telecommunications Policy*, 38(11), 1046–1058. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2014.06.007>
- [38] Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría*. México: McGrawHill.
- [39] IDET. (2016, marzo 22). Cada vez hay más WiFieros. <http://www.idet.org.mx/>
- [40] IFETEL. (2017). Las Telecomunicaciones a 3 1/2 años de la Reforma Constitucional en México (p. 19). México: Instituto Federal de Telecomunicaciones. <http://www.ift.org.mx>
- [41] INEGI. (2015). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). Microdatos. <http://www.inegi.org.mx>
- [42] INEGI. (2016). ENDUTIH 2016. <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/regulares/dutih/2016/>
- [43] ITU. (2005). Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información. Recuperado el 19 de abril de 2018, de <https://www.itu.int>
- [44] ITU. (2017a). ITU Global ICT Development Index. <https://www.itu.int>
- [45] ITU. (2017b). Measuring the Information Society Report 2017 (No. Vol. 1) (pp. 1–156). Geneva, Switzerland: International Telecommunications Union. <https://www.itu.int>
- [46] Jovanovic, B., & Rousseau, P. L. (2005). Chapter 18 - General Purpose Technologies. En P. Aghion & S. N. Durlauf (Eds.), *Handbook of Economic Growth* (Vol. 1, pp. 1181–1224). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1574-0684\(05\)01018-X](https://doi.org/10.1016/S1574-0684(05)01018-X)

- [47] Katz, R. (2009). Estimating Broadband Demand and its Economic Impact in Latin America (pp. 1–20). Mexico.
- [48] Koutroumpis, P. (2009). The economic impact of broadband on growth: A simultaneous approach. *Telecommunications Policy*, 9(33), 471–485. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2009.07.004>
- [49] Lera, F., Gil, M., & Billón, M. (2009). El uso de Internet en España: Influencia de factores regionales y socio-demográficos. *Investigaciones Regionales*, (16). <http://www.redalyc.org/>
- [50] Lera López, F., Gil Izquierdo, M., & Billón Currás, M. (2009). El uso de Internet en España: Influencia de factores regionales y socio-demográficos. <https://repositorio.uam.es/handle/10486/668559>
- [51] Márquez, A. M., & Castro, D. (2017, junio 22). Brecha Digital y Desarrollo Económico: Evidencia Empírica en las Entidades Federativas de México, 1, 238–248.
- [52] Mendoza, J. E. G., Muñoz, J., Álvarez, F. J., & Amador, C. E. V. (2014). La brecha digital en el estado de Aguascalientes. *Investigación y Ciencia: de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (61), 54–61.
- [53] Mortenson, M. J., & Vidgen, R. (2016). A computational literature review of the technology acceptance model. *International Journal of Information Management*, 36(6, Part B), 1248–1259. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.07.007>
- [54] Ono, H., & Zavodny, M. (2007). Digital Inequality: A Five Country Comparison Using Microdata. *Social Science Research*, 36, 1135–1155.
- [55] Qiang, C. Z.-W., Rossotto, C. M., & Kimura, K. (2009). Information and Communications for Development : Extending Reach and Increasing Impact (p. 320). <https://openknowledge.worldbank.org/>
- [56] Robinson, L., Cotten, S. R., Ono, H., Quan-Haase, A., Mesch, G., Chen, W., ... Stern, M. J. (2015). Digital inequalities and why they matter. *Information, Communication & Society*, 18(5), 569–582. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2015.1012532>
- [57] Rogers, E. M., Medina, U. E., Rivera, M. A., & Wiley, C. J. (2005). Complex Adaptive Systems and the Diffusion of Innovations, 10, 1–25.
- [58] Sánchez, M. (2010). Implicaciones de Género en la Sociedad de la Información: Un Análisis desde los Determinantes de Uso de Internet en Chile y México. *Journal of technology management & innovation*, 5(1), 108–126. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242010000100009>
- [59] SCT. (2017, noviembre 14). SCT reduce meta de “México Conectado”. <http://www.elfinanciero.com.mx>
- [60] Secretaría de Economía. (2018). Información económica y estatal Quintana Roo (pp. 1–18). México. <https://www.gob.mx/>
- [61] Tello, E. (2007). Las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) y la brecha digital: su impacto en la sociedad de México. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 4(2), 1–8.
- [62] Tello-Leal, E. (2014). La brecha digital: índices de desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en México. *Ciencias de la Información*, 45(1), 43–50.
- [63] Toudert, D. E. (2015). Brecha digital y perfiles de uso de las tic en México: Un estudio exploratorio con microdatos. *Culturales*, III (1), 167–200.

- [64] UIT. (2010). Definiciones de los indicadores mundiales de las telecomunicaciones/tic (pp. 1–24). Unión Internacional de Telecomunicaciones. <https://www.itu.int>
- [65] University of New Mexico, B. of B. & E. R. (2013). Broadband Subscription and Internet Use in New Mexico (Report) (p. 136). New Mexico, US: New Mexico University. http://www.doit.state.nm.us/broadband/reports/NMBBP_bb_use_0613.pdf
- [66] Urzúa, C. (2009). Distributive and Regional Effects of Monopoly Power (EGAP Working Paper No. 2009–04) (pp. 279–295). Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México. <https://econpapers.repec.org/paper/egadocume/200904.htm>
- [67] Vega, O. A. (2016). Índice para medir la situación digital rural: caso de jóvenes escolarizados. *Entre ciencia e ingeniería*, 10(19), 81–88. <https://doi.org/10.31908/19098367.2800>
- [68] Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478.
- [69] Vergara, S., & Grazzi, M. (2008). What Drives ICT Diffusion in Developing Countries? Evidence from Paraguay (SSRN Scholarly Paper No. ID 1801507) (pp. 1–21). Rochester, NY: Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=1801507>
- [70] Wasserman, I. M., & Richmond-Abott, M. (2005). Gender and the Internet: Causes of Variation in Access, Level, and Scope of Use. *Social Science Quarterly*, 86(1), 252–270.

Anexo 1 Regionalización

Variable	Entidad federativa	Categoría
Regionalización económica	Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla y Tlaxcala (CH, GRO, HGO, MICH, NAY, OAX, PUE, TLAX)	PIB Muy bajo
	Durango, Guanajuato, Estado de México, Morelos, Sinaloa, Veracruz, Yucatán y Zacatecas (DGO, GTO, MEX, MOR, SIN, VER, YUC, ZAC)	PIB Bajo
	Aguascalientes, Baja California, Colima, Chihuahua, Jalisco, San Luis Potosí, Sonora y Tamaulipas (AS, BC, COL, CHI, JAL, SLP, SON, TMPS)	PIB Medio
	Baja California Sur, Campeche, Coahuila, Ciudad de México, Nuevo León, Querétaro, Quintana Roo y Tabasco (BCS, CAM, COA, CDMX, NL, QRO, QROO, TAB)	PIB Alto
Regionalización geográfica	Ciudad de México, Hidalgo, México, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Veracruz	Centro
	Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Sinaloa, Sonora, y Tamaulipas	Norte
	Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Nayarit, San Luis Potosí y Zacatecas	Occidente
	Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Tabasco, Quintana Roo y Yucatán	Sur

Fuente: Regionalización geográfica con base en Urzúa (2009). Regionalización económica con base en el PIB real per cápita 2016, año base 2008.

Anexo 2

Matriz de correlaciones. Determinantes de conectividad a Internet en el hogar

Internet ^e	1																								
Sexo ^f	-0,0342*	1																							
Trabajador ^a	0,2297*	-0,2867*	1																						
Escolaridad ^d	0,5768*	-0,0374*	0,2557*	1																					
Edad ^a	-0,5299*	0,0388*	-0,2331*	-0,3481*	1																				
Miembros del Hogar ^h	0,1213*	0,0226*	0,0150*	0,0091*	-0,3040*	1																			
Localidad ^d	0,2292*	0,0071**	0,0694*	0,2433*	-0,0123*	-0,0521*	1																		
TTC baja ^b	-0,0449*	-0,0029	0,0012	-0,0224*	0,0222*	0,0902*	0,0286*	1																	
TTC alta ^b	0,4413*	0,0138*	0,0649*	0,4697*	-0,1177*	0,1699*	0,2629*	-0,1012*	1																
Marginalización ^b	-0,0657*	0,0203*	-0,0267*	-0,0393*	-0,0052	0,0253*	-0,0699*	-0,0244*	-0,1215*	1															
Lengua Indígena ^a	-0,0388*	0,0074*	-0,0119*	-0,0322*	-0,0110*	0,0127*	-0,0877*	-0,0447*	-0,0997*	0,7736*	1														
Ciudad ^e	0,2080*	0,0098*	0,0629*	0,2347*	-0,0148*	-0,0389*	0,8327*	0,0342*	0,2343*	-0,0253*	-0,0463*	1													
PIB real ^b	0,0367*	-0,0083*	0,0126*	0,0217*	0,0111*	-0,0248*	0,0326*	-0,0784*	0,0754*	-0,3253*	-0,1680*	-0,0097*	1												

Fuente: Elaboración propia.

Notas: * Significancia estadística al 1%; a) variables originales; b) variables construidas mediante componentes principales; c) variables binarias o dummy.

Anexo 3 Matriz de correlaciones. Determinantes de uso de Internet

Internet ^a	1												
Sexo ^c	-0.0342*	1											
Trabajos ^a	0.2297*	-0.2867*	1										
Escolaridad ^b	0.5768*	-0.0374*	0.2557*	1									
Edad ^a	-0.5299*	0.0388*	-0.2331*	-0.3481*	1								
Miembros del Hogar ^a	0.1213*	0.0226*	0.0150*	0.0091*	-0.3040*	1							
Localidad ^b	0.2292*	0.0071*	0.0694*	0.2433*	-0.0123*	-0.0521*	1						
TIC baja ^b	-0.0449*	-0.0029	0.0012	-0.0224*	0.0222*	0.0902*	0.0286*	1					
TIC alta ^b	0.4413*	0.0138*	0.0649*	0.4697*	-0.1177*	0.1699*	0.2629*	-0.1012*	1				
Marginación ^b	-0.0657*	0.0203*	-0.0267*	-0.0393*	-0.0052	0.0253*	-0.0699*	-0.0244*	-0.1215*	1			
Lengua Indígena ^b	-0.0388*	0.0074*	-0.0119*	-0.0322*	-0.0110*	0.0127*	-0.0877*	-0.0447*	-0.0997*	0.7736*	1		
Ciudad ^a	0.2080*	0.0098*	0.0629*	0.2347*	-0.0148*	-0.0389*	0.8327*	0.0342*	0.2343*	-0.0253*	-0.0463*	1	
PIB real ^a	0.0367*	-0.0083*	0.0126*	0.0217*	0.0111*	-0.0248*	0.0326*	-0.0784*	0.0754*	-0.3253*	-0.1680*	-0.0097*	1

Fuente: Elaboración propia.

Notas: * Significancia estadística al 5% o menos; a) variables originales; b) variables construidas mediante componentes principales; c) variables binarias o dummy.

Anexo 4
Matriz de correlaciones. Variables de baja y alta intensidad TIC en el hogar

		Baja										
		Intensidad TIC										
		Internet en el hogar	Radio	TV analógico	Celular común	TV paga	Consola de videojuegos	Computadora	Tablet	Smartphone	TV digital	Telefonía fija
Alta		1	0.0662*	-0.0230*	-0.3684*	0.3168*	0.2537*	0.5610*	0.3167*	0.5940*	0.2399*	0.4575*
		1	1	0.0845*	0.0141*	0.0562*	0.0663*	0.0969*	0.0888*	0.0273*	0.0790*	0.1244*
		1	1	1	0.0518*	0.1402*	-0.0387*	-0.0374*	-0.0258*	-0.0232*	-0.3767*	-0.0227*
		1	1	1	-0.0595*	-0.0911*	-0.1138*	-0.1016*	-0.8019*	-0.0449*	-0.1029*	-0.1029*
		1	1	1	1	0.1505*	0.2418*	0.1899*	0.1776*	0.1214*	0.2048*	0.2048*
		1	1	1	1	1	0.2973*	0.2805*	0.1727*	0.1768*	0.1829*	0.1829*
		1	1	1	1	1	1	0.3072*	0.2809*	0.2527*	0.4016*	0.4016*
		1	1	1	1	1	1	1	0.2133*	0.1895*	0.2117*	0.2117*
		1	1	1	1	1	1	1	1	0.1303*	0.1489*	0.1489*
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.2362*	0.2362*
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Nota: * Significancia estadística al 1%.

Anexo 5
Matriz de correlaciones. Variables de baja y alta intensidad TIC del Usuario

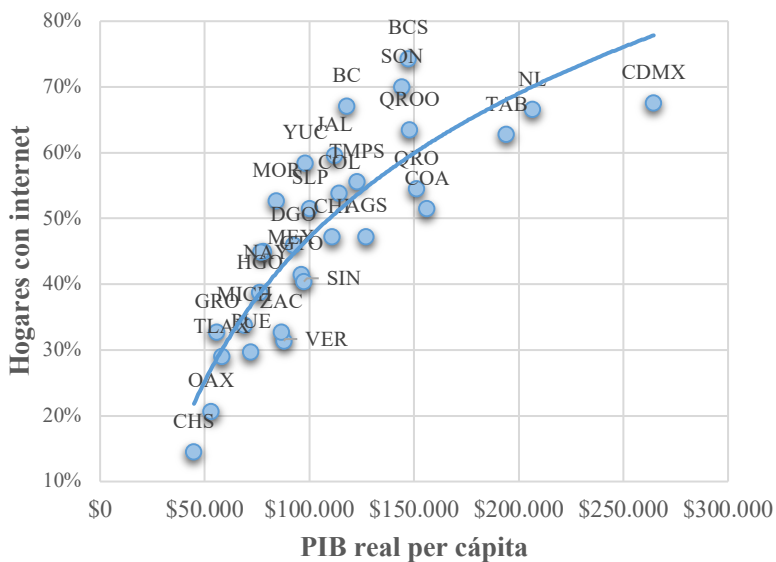
	Usuario de Internet	1																
Baja intensidad TIC	Radio	0.0237*	1															
	TV analógico	-0.0308*	0.0845*	1														
	Celular común	-0.5041*	0.0102*	0.0584*	1													
	Prepago	0.1260*	0.0078	0.0784*	0.3413*	1												
	Computadora	0.6523*	0.0384*	-0.0515*	-0.3056*	-0.0004	1											
Alta intensidad TIC	Tablet	0.3036*	0.0425*	-0.0406*	-0.1632*	-0.0417*	0.2644*	1										
	Smartphone	0.8118*	0.0222*	-0.0309*	-0.6571*	0.1696*	0.5098*	0.2585*	1									
	Consola de videojuegos	0.2187*	0.0663*	-0.0387*	-0.1222*	-0.0382*	0.2281*	0.1776*	0.2030*	1								
	TV digital	0.1646*	0.0790*	-0.3767*	-0.1104*	-0.0472*	0.1628*	0.1116*	0.1663*	0.1768*	1							
	TV paga	0.2016*	0.0562*	0.1402*	-0.0942*	-0.0054	0.1599*	0.1218*	0.2045*	0.1505*	0.1214*	1						
	Telefonía fija	0.1652*	0.1244*	-0.0227*	-0.1300*	-0.1087*	0.2172*	0.1355*	0.1247*	0.1829*	0.2362*	0.2048*	1					
	Pospago	0.3217*	0.0279*	-0.0736*	-0.2048*	-0.6561*	0.3095*	0.1986*	0.3429*	0.1689*	0.1475*	0.1589*	0.1518*	1				

Fuente: Elaboración propia.

Nota: * Significancia estadística al 1%.

Anexo 6

PIB real per cápita y % de usuarios de Internet, por entidad federativa (2016)



Fuente: Elaboración propia con base en información de ENDUTIH y BANXICO.

Notas: PIB real per cápita en pesos mexicanos a precios de 2008. Se omite Campeche.



Cambio tecnológico y eficiencia logística del transporte de carga internacional a través del modelo DEA

Technological change and efficiency of the logistics system of international freight through the DEA model

América Ivonne Zamora Torres*

Información del artículo

Recibido:
27 marzo 2018

Aceptado:
12 junio 2019

Clasificación JEL:
F10;F14; R40; R4L

Palabras clave:
Eficiencia; transporte carretero de carga internacional; DEA; Malmquist

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo determinar la eficiencia, el índice de Malmquist y cambio tecnológico del sistema de transporte carretero de carga internacional por entidad federativa, considerando los factores que afectan la movilización de carga internacional, a través del modelo DEA y el índice Malmquist. Se hace un análisis detallado del periodo 2010 a 2014, así como sobre los diferentes tipos de eficiencia: eficiencia técnica global, eficiencia técnica y eficiencia de escala. Los resultados muestran un aumento de la productividad total de los factores, sin embargo ese incremento de productividad es significativamente desigual entre las diferentes entidades federativas.

* Secretaría Académica del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, Directora del centro de Estudios APEC y profesora investigadora. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Email: americazt@hotmail.com

Article information	Abstract
Received: 27 march 2018	This paper aims to determine the efficiency, the Malmquist index and the technological change of the transport system the international freight carrier in international trade, taking into consideration the factors that affect the mobilization of goods through the DEA model and the Malmquist index. Performing a detailed analysis of the period 2010 to 2014 as well as the different types of efficiency (overall technical efficiency, technical efficiency and efficiency of scale). The results show an increase in the total productivity of the factors, however this increase of the productivity is significantly unequal between the different federative entities.
Accepted: 12 June 2019	
JEL Classification: F10; F14; R40; R4L	
Keywords: Efficiency; international freight transport; DEA; Malmquist	

Introducción

La eficiencia en la logística del comercio internacional es parte importante en la competitividad que un país pueda tener, en el nivel mundial. Dicho sistema logístico se compone de cada una de las fases o etapas por las que el producto terminado debe pasar a fin de llegar al importador, ya sea consumidor final o intermediario. Por lo que, a grandes rasgos, el sistema logístico se puede agrupar, en: aduanas, almacenes, transporte internacional de carga y servicios logísticos (como trazabilidad y rastreo). Dentro de estos eslabones, uno de los pasos cruciales es sin duda el transporte internacional de carga, que habrá de transportar la mercancía cruzando fronteras no solo ejecutando en tiempo sino, además, preservando el producto en las mejores condiciones posibles.

En México, el transporte de carga terrestre es de suma importancia para el sector productivo nacional; ya que, actualmente, la red carretera nacional se ha convertido en la vía más relevante en México, para el movimiento de mercancías, dado que representan más del 60% de las exportaciones. Debido a ello, cabe preguntarse: ¿qué tan eficiente es el transporte carretero de carga internacional?

En este sentido, la infraestructura del transporte tiene un papel trascendental en el marco del comercio internacional; esto se da principalmente por el suministro de materias primas al sector industrial, al movimiento de productos intermedios a centros de procesamiento y a la distribución de productos terminados de los centros de almacenamiento al consumidor final, ya sea nacional o extranjero. Las características propias de los medios de transporte, como: cobertura, capacidad de tonelaje movido, distancia recorrida, tiempo de traslado y costos de operación, son las ventajas y desventajas por las que el usuario decide el reparto modal de los flujos en autotransporte.

Para lo cual, las carreteras son fundamentales para el comercio, puesto que posibilitan el desplazamiento de mercancías de un mercado a otro de manera rápida en distancias cortas y medias. Dependiendo de su cobertura, brindan mayor flexibilidad que otros modos de transporte, y facilitan el movimiento de mercancías a través de diferentes medios de transporte, que generan redes de corredores intermodales de transporte, necesarios para el flujo expedito de las mercancías. Eso permite, a través del transporte multimodal, la facilitación de mercancías gracias al uso de unidades de carga estandarizada como contenedores o remolques (Puetman y Stadtler, 2010; Crainic y Florian, 2008).

Consecuentemente, una adecuada infraestructura del sistema de transporte de carga que esté a la vanguardia tecnológica y permita una mayor cobertura geográfica, así como una reducción en tiempos y costos, además de garantizar la entrega de los productos a comerciar en óptimas condiciones, puede ser la diferencia para que un producto se considere competitivo o incluso, propicie la mejora del crecimiento comercial internacional de un país.

A partir de los planteamientos presentados, surge la hipótesis de investigación siguiente: el transporte carretero de carga internacional en el comercio exterior muestra un incremento en su eficiencia durante del período 2010 a 2014, derivado de los cambios tecnológicos en el sector. De ahí que el objetivo de esta investigación sea determinar la eficiencia, el índice de Malmquist y el cambio tecnológico del sistema de transporte carretero de carga internacional, por entidad federativa.

1. El transporte de carga y la logística del comercio internacional

En los últimos años, la posibilidad de realizar diferentes análisis sobre esta temática se ha visto reforzada con la publicación del Índice de Desempeño Logístico, el cual ha aportado información valiosa sobre la situación de cada uno de los países. Este índice permite, entre otras cosas, establecer comparaciones entre las naciones e identificar aquellas áreas donde la deficiente logística puede suponer una limitación para su desarrollo económico (Banco Mundial, 2016).

Hertel y Mirza (2009) evalúan el efecto del índice sobre los flujos de comercio con datos de 95 países para el año 2001, obteniendo como resultado que el coeficiente del exportador pesa más que el del importador y los componentes aduanas e infraestructuras son los de mayor impacto sobre el comercio. También, Felipe y Kumar (2010) hacen un análisis por componentes del mismo índice, donde sus resultados muestran que la infraestructura es el factor

determinante de los flujos comerciales asiáticos, seguido de la logística y las aduanas.

Acorde con el ranking de logística y comercio global realizado por el Banco Mundial (BM), la eficiencia de México en 2016 bajó a la posición 54, mientras que en 2014, en exportaciones e importaciones, se ubicó en la posición 50 de 160 economías, cuando en 2012 su posición era la 47. Esto refleja retroceso continuo en la competitividad logística de México en el comercio internacional.

Por otra parte, el Foro Económico Mundial llega a conclusiones similares al establecer que México se ubica en el lugar 68 de 144 en el Índice de Competitividad e Infraestructura.

Mankiw (2010) afirmó que, el comercio internacional es un acelerador del desarrollo. Según Hummels, Ishi y Yi (2001), el crecimiento del comercio se dio en virtud a una creciente especialización vertical entre países, por lo que un mayor número de transacciones de exportación e importación fueron hechas por cada producto final.

Acorde con FTA (2016), la logística tiene un rol vital en el bienestar de la sociedad, ya que sin la conectividad necesaria y el buen desempeño de la red logística de transporte, tanto la disponibilidad como la cantidad de los recursos con los que contamos, disminuiría drásticamente.

Según Manheim (1979), la mayoría de las actividades globales de transporte se llevan a cabo en cinco grandes modalidades: carretera, ferroviario, aéreo, acuático y ductos. Cada una de ellas se divide en dos o más medios específicos, y se evalúan en términos de los siguientes atributos:

- Ubicación: Grado de accesibilidad al sistema, facilidad de rutas.
- Movilidad: Cantidad de tránsito, capacidad y rapidez para transportar.
- Eficiencia: Relación entre costos totales (directos más indirectos) del transporte y su productividad.

La infraestructura de un país tiene un papel importante en la movilización de su comercio, tema que es ampliamente tratado en diversos estudios. Por ejemplo, Flitsch y Brümmerstedt (2015b) muestran en su estudio la importancia de las redes de transporte, mientras que Bougheas (1999), muestra las circunstancias en las que la infraestructura de transporte, afecta el volumen de comercio entre dos países.

Para Francois y Manchin (2007), el transporte y la infraestructura de comunicaciones, así como, la calidad de las instituciones son factores determinantes cuya importancia no sólo afecta a los niveles de exportaciones

sino también a su probabilidad de referencia de entrega de bienes, con otros países; y, de esta manera, reflejan el estado de la infraestructura propia y de los socios comerciales.

Se considera que la reducción en los costos del comercio internacional es un tema importante, que se relaciona con las medidas de facilitación del comercio, el desarrollo económico y el crecimiento del comercio internacional.

Hummels (2007) sostuvo que el crecimiento del comercio internacional está positivamente relacionado con la reducción de los costos del transporte internacional. Por su parte, Brümmerstedt, Flitsch y Jahn (2015) muestran en su estudio funciones de costos de los modelos de carga, concluyendo sobre la gran importancia que tiene el transporte carretero en el comercio internacional intermodal.

Según Sourdín y Pomfret (2012), cuando se asocia la liberalización del comercio con reducciones de costos de transporte debido al uso de contenedores, mejores aviones y logística, se da lugar a una notable expansión del comercio internacional. Por lo que se puede afirmar que el transporte resulta ser una actividad de alto valor agregado, dentro de una cadena de suministro, donde hasta dos tercios de los costos logísticos se pueden asociar con el transporte de bienes (Caplice y Sheriff, 2011) y (Federal Highway Administration, 2005).

Derivado de lo expuesto en este apartado, permea la necesidad de un eficiente sistema de transporte que incluya la modernización de los factores o variables del sistema de transporte carretero, como pueden ser: mejoras en infraestructura, tanto carretera como del medio de transporte, capacitaciones, implementación de sistemas de calidad que impliquen una reducción de costos y, por ende, un incremento en el comercio internacional y su eficiencia.

2. Eficiencia técnica y cambio tecnológico

Las ideas de Farrell (1957) han sido aplicadas a través de dos metodologías: la estimación de fronteras estocásticas y las mediciones DEA. El Análisis de la Envolvente de Datos (DEA) es una técnica utilizada para la medición de la eficiencia comparativa de unidades homogéneas. Partiendo de los inputs y outputs, este método proporciona un ordenamiento de los agentes o DMU (Unidad de Toma de Decisión), otorgándoles una puntuación de eficiencia relativa. Los modelos DEA aprovechan el know-how de las DMU y una vez determinado quién es eficiente, buscan fijar objetivos de mejora para las DMUs no eficientes, a partir de los logros de los primeros. Los modelos DEA

pueden tener dos orientaciones, hacia la optimización en la combinación de inputs o hacia la optimización en la producción de outputs (Cooper, Seiford & Tone, 2007).

La habilidad de obtener el máximo producto, dados ciertos insumos y tecnología fija, se define como eficiencia técnica. Las medidas de eficiencia técnica, en el análisis de frontera determinística o estocástica, están inspiradas en las propuestas de Debreu (1951) y Farrell (1957). Se puede decir que las DMUs que operan en la frontera de producción, son técnicamente eficientes.

La medida de eficiencia técnica Debreu-Farrell se define como la máxima contracción equi-proporcional en todos los insumos, que permite continuar con la producción. Es una medida de carácter radial. Si no es posible contraer de forma equi-proporcional todos los insumos, se dice que el vector de insumos es técnicamente eficiente.

2.1 Cambio tecnológico y eficiencia técnica variable en el tiempo

La eficiencia técnica cambiante en el tiempo, se refiere al acercamiento o distanciamiento del nivel de producción de una unidad productiva, con respecto a la frontera de posibilidades de producción del sector a la que pertenece, respecto de diferentes períodos de tiempo; mientras que el cambio técnico o cambio tecnológico, se asocia con un desplazamiento de la frontera de posibilidades de producción. Al disponer de información de datos panel, que involucre varios períodos, es posible que se presente cambio técnico, así como también que la eficiencia técnica cambie con el tiempo.

Sin duda, el artículo de Solow (1957) sobre el cambio tecnológico y la función de producción agregada permitieron que recobrara fuerza el concepto de productividad total de los factores (PTF). En dicho artículo, Solow cuantifica las variaciones de la producción debidas al progreso técnico en forma residual, razón por la cual al progreso técnico se lo conoce también como residuo de Solow o PTF.

3. Metodología

La eficiencia medida como el grado mínimo de recursos que se utilizan, asociado a un máximo nivel de *outputs* generados, logra una optimalidad impuesta bajo ciertas condiciones como lo son, los precios y la tecnología. De este tipo de análisis, se desprende una frontera o límite derivado de las observaciones realizadas para cada una de las unidades consideradas, que pueden ser empresas, instituciones, países, regiones, etc.

Cuando dicho óptimo está definido por la función de producción, a la medida de eficiencia que se obtiene se le denomina eficiencia técnica. Mientras que, si la comparación se realiza considerando un óptimo de índole económica (como pueden ser costos, maximización de ingresos o beneficios), la medida de eficiencia que resulta de aplicar el modelo, se denomina eficiencia económica.

El primero en utilizar la idea de Malmquist, para la comparación de una institución en dos momentos diferentes de tiempo dado, fue Moorteen en 1961, cuando buscaba ver cómo un input puede ser deflactado para producir el nivel observado de *output* del otro período.

Caves, Christensen y Diewert, en 1982, establecieron la relación entre los índices de Malmquist (1953) y Törnqvist (1936) desarrollando el índice de Malmquist, a través de dos enfoques; uno, que analiza las diferencias de productividad como las diferencias en el máximo output alcanzable, dado cierto nivel de inputs conocido como índice de Malmquist de productividad, basado en el output; y el segundo, analiza las diferencias de productividad como las diferencias en el mínimo nivel de inputs que permite producir ciertos niveles de outputs determinados, conocido como índice de Malmquist de productividad, basado en el input.

Berg, Forsund y Jansen (1992) hicieron la conexión entre los conceptos de función de distancia y las medidas de eficiencia de Farrell (1957); a partir de ahí, se pudieron observar las unidades analizadas ineficientes, sustituyendo el concepto de frontera tecnológica por tecnología.

El modelo a utilizar en el presente trabajo es el modelo de índice de Malmquist de productividad, que está basado en el input la justificación, y que parte de que el máximo beneficio tendría que ser un mayor flujo comercial o, dicho de otro modo, una mayor entrada y salida de productos en las diferentes entidades federativas, por lo que no cabría esperar una reducción o un output estable, sino por el contrario una minimización de los recursos empleados por el gobierno y empresas, que se traduciría teóricamente en un aumento de recursos disponibles en otros sectores, que también coadyuven al crecimiento económico del país.

Adicionalmente, acorde con Lovell (2002), a pesar de que la exogeneidad no es un problema estadístico en DEA, en el sentido que lo es para los modelos econométricos, la elección entre las medias orientadas en inputs o en outputs se someten a las mismas consideraciones. Por lo que el sistema de transporte carretero de carga internacional de las diferentes entidades federativas, objeto

de estudio, están sometidas a condiciones de demanda, ajustando libremente sus inputs, así, el modelo orientado a los inputs sería el más apropiado.

Para ilustrar el cálculo del índice de Malmquist, supóngase que la función de transformación que describe la tecnología de las empresas, en cada período, es:

$$F_t(Y^t, X^t) = 0 \quad t = 1, \dots, T \quad (1)$$

Donde $y^t = (y_{1t}^t, \dots, y_N^t) \in R_N^+$ es el vector de outputs y $x^t = (x_1^t, \dots, x_M^t) \in R_M^+$ denota el vector de inputs, correspondientes ambos al período t .

La tecnología puede ser representada de una forma más conveniente a través de la "función distancia de input", utilizada por Caves et al. (1982):

$$D^r(y^s, x^s) = \text{Max } \mu_{rs} \left[\mu_{rs} : F_r \left(y^s, \frac{x^s}{\mu_{rs}} \right) = 0 \right] \quad r, s = 1, \dots, T; \quad r < s \quad (2)$$

En donde, el escalar μ_{rs} es la máxima deflación del vector de inputs del período $s(x^s)$, tal que el vector inputs deflactado resultante x^s/μ_{rs} y el vector de outputs (y^s) estén en la frontera del período r . si $r=s$ se está comprando cada empresa con la frontera del período al que pertenece, por lo que la función distancia de input $D^r(y^r, x^r) \geq 1$, siendo igual a la unidad en el caso de que la empresa evaluada sea eficiente y, por tanto, se encuentre en la frontera. Por el contrario, si $r \neq s$ la función distancia puede tomar valores inferiores a la unidad, ya que la observación pertenece a un período diferente del de la frontera, con la cual se está comparando (frontera de referencia).

El índice de Malmquist de productividad basado en los inputs, tomando la tecnología del período r como referencia, se define, como:

$$M_r(y^s, x^s, y^r, x^r) = \frac{D^r(y^r, x^r)}{D^r(y^s, x^s)} \quad (3)$$

Un $M_r > 1$ indica que la productividad del período s es superior a la del período r , puesto que la deflación necesaria del vector de inputs del período r , para estar en la frontera del período r , es superior a la aplicable al vector de inputs del período s para que esté en la frontera del período r . Por el contrario, un M_r indica que la productividad ha descendido entre los períodos r y s .

Los números índices que frecuentemente se han utilizado para analizar el cambio productivo, son: el índice de Fisher (1922), el índice de Törnqvist (1936) y el índice de Malmquist (1953). Las ventajas de la utilización de los índices de Fisher y Törnqvist es que pueden ser calculados sin recurrir a la

estimación de la tecnología subyacente, si no que únicamente precisan datos de cantidades (de outputs o de inputs) y de precios.

Sin embargo, como señala Grifell et al. (1993a), el índice de Malmquist presenta tres ventajas frente al de Fisher y Törnqvist. En primer lugar, no necesita suponer comportamiento minimizador de costes o maximizador de ingresos. En segundo lugar, no precisa de datos relativos o precios, lo cual es una gran ventaja, sobre todo en aquellos casos en los que existan graves carencias estadísticas, o simplemente en los casos en los que la existencia de regulaciones sobre los mismos y/o presencia de poder de mercado, reflejado en los precios, hagan desaconsejable su utilización. Por último, permite la descomposición del cambio productivo, cambio en la eficiencia técnica (catching-up) y cambio técnico (o desplazamiento de la frontera), siendo este el objetivo central del presente trabajo. El inconveniente principal que presenta el índice Malmquist es que, para su cálculo individual, precisa el previo cálculo de la distancia, por lo que requiere la estimación de la función de producción.

La descomposición del cambio productivo en cambio en la eficiencia técnica y progreso (regreso) técnico fue una cuestión abordada por Nishimizu y Page (1982). Estos autores analizaron el sector industrial de la antigua Yugoslavia en el período 1965-78 mediante la especificación, y posterior estimación, por métodos de programación matemática, de una función de producción *translong* imponiendo rendimientos constantes a escala.

Después de este pionero trabajo, Berg *et al.* (1992), obtienen una similar descomposición del cambio productivo utilizando el índice de Malmquist. Para su estimación, emplean la técnica no paramétrica determinista DEA, mucho más flexible que la técnica paramétrica empleada por Nishimizu *et al.* (1982).

Desde entonces, las aportaciones empíricas y teóricas más relevantes de la referida metodología corresponden a los trabajos de Grifell *et al.* (1993a), que aplican la metodología de Berg *et al.* (1992), para analizar el cambio productivo de las cajas de ahorro españolas, y la de Grifell *et al.* (1993b), en donde se propone una descomposición alternativa que permite analizar adicionalmente la posible presencia de sesgo tecnológico, y, por último, la de Grifell *et al.* (1996), en donde se demuestra que el índice de Malmquist ofrece una medida imprecisa del cambio productivo, cuando los rendimientos a escala no son constantes.

La referida descomposición del índice de Malmquist en el efecto catching-up y desplazamiento de la frontera puede expresarse como (Berg, Forsund, & Jansen, 1992), (Grifell & Lovell, Grifell, Deregulation and Productivity

Decline: The case of Spanish Saving Banks. , 1993a), (Grifell & Lovell, 1993b) y (Grifell & Lovell, 1996) :

$$M_r(y^s, x^s, y^r, x^r) = \frac{D^r(y^r, x^r)}{D^r(y^s, x^s)} = \frac{D^r(y^r, x^r)}{D^r(y^s, x^s)} \cdot \frac{D^s(y^s, x^s)}{D^r(y^s, x^s)} \quad (4)$$

El primer cociente representa el acercamiento de las empresas a la frontera, ocurrido entre los períodos r y s , mientras que el segundo término muestra el desplazamiento relativo de la frontera entre los dos períodos.

Si la empresa se encuentra en ambos períodos en sus fronteras respectivas, el primer término será igual a 1 y el cambio productivo experimentado entre los dos períodos vendrá explicado únicamente por el movimiento de la frontera. Por el contrario, si el segundo término es 1 (la frontera no se ha desplazado), los cambios de productividad estimados por M_r vendrán explicados únicamente por los cambios en la eficiencia de las empresas en ambos períodos (catching-up). En los demás casos, los cambios productivos reflejados en M_r serán una mezcla de cambios en la eficiencia y desplazamientos de la frontera.

Färe y Lovell (1978) formalizaron la relación existente entre la función distancia de input y las medidas de Farrell ahorradoras de inputs $E_{r^r}(y^r, x^r)$, y demostraron que la función distancia es igual a la inversa de la medida de Farrell ahorradora de inputs $D^r(y^r, x^r) = [E_{r^r}(y^r, x^r)]^{-1}$

Dado que en el caso de rendimientos constantes a escala, se cumple que $\frac{x_r^s}{x_r^r} = y^s/y^r$, el índice de Malmquist puede ser escrito en este caso, como:

$$M_r(y^s, x^s, y^r, x^r) = \frac{D^r(y^r, x^r)}{D^r(y^s, x^s)} = \frac{E_{rs}}{E_{rr}} = \frac{\frac{\frac{x_r^s}{x_s^s}}{\frac{x_r^r}{x_r^r}}}{\frac{x_r^r}{x_r^r}} = \frac{y^s}{x^s} \quad (5)$$

Que en este caso, se reduce a un simple ratio de índices de productividad de los períodos r y s .

Para este sencillo ejemplo, la descomposición del índice de Malmquist en el efecto catching-up (CU) y el cambio técnico o desplazamiento de la frontera (DF) puede expresarse, como:

$$M_r(y^s, x^s, y^r, x^r) = \frac{E_{rs}}{E_{rr}} = \frac{E_{ss}}{E_{rr}} \cdot \frac{E_{rs}}{E_{ss}} = \text{CU}(y^s, x^s, y^r, x^r) \cdot \text{DF}(y^s, x^s, y^r, x^r) \quad (6)$$

En donde, el catching-up o acercamiento relativo a la frontera, ocurrido entre el período r y s , sería $\text{CU}(y^s, x^s, y^r, x^r) = \frac{E_{ss}}{E_{rr}} = (x_s^s/x_s^r)/x_r^r/x_r^r$ ⁸ y el

desplazamiento de la frontera entre los dos períodos vendría expresado por,

$$DF(y^s, x^s, y^r, x^r) = \frac{E_{rs}}{E_{ss}} = (x_r^s / x^s) / (x_s^s / x^s) = x_r^s / x_s^s.$$

En cuanto a las especificaciones, se considera un modelo con orientación *output* en el cálculo del índice *Malmquist*, ya que se pretende maximizar las exportaciones con los insumos que se tienen.

Otra de las limitantes de los modelos DEA es el número total de inputs y outputs que se pueden utilizar para el análisis. Específicamente, es recomendable que el número de DMUS a ser analizadas (en la presente investigación entidades federativas) sea al menos tres veces más grande que el número en suma de inputs y outputs incluidos en el análisis (Cooper, Seiford, & Tone, 2006). Esta limitante implica de entrada un problema, al tratar de seleccionar los inputs y outputs más relevantes, para lo cual se consultó información de los reportes de la Organización Mundial de Comercio (OMC) y de SCCP principalmente, de donde se seleccionarán los siguientes inputs y outputs:

Inputs:

Los inputs seleccionados se consideraron tomando en cuenta cuatro variables principales a) la infraestructura carretera; b) la infraestructura de las empresas transportistas; c) recursos humanos y d) calidad. De dichas variables se desprenden los inputs a utilizar, considerando el cambio tecnológico en la infraestructura carretera de las empresas transportistas y estándares de calidad, así como capacitación en los recursos humanos. Quedando la operacionalización de las variables, de la siguiente manera:

a) Infraestructura carretera. La infraestructura carretera se medirá a través de dos indicadores:

1. Las carreteras pavimentadas, es decir, el número de kilómetros de carretera que al momento del estudio se registren como asfaltados. Cabe señalar que acorde con las regulaciones internacionales, la circulación de vehículos de carga internacional solo puede transitar por este tipo de caminos.
2. Densidad vehicular de carga. Este indicador se refiere al número de vehículos de carga que efectivamente circulan por las carreteras y autopistas, con dicho indicador se puede medir el aprovechamiento de las carreteras.

b) Infraestructura de empresas transportistas. Otra variable de infraestructura es la flota con la que cuentan las empresas transportistas de carga dedicadas al

comercio internacional, dicha infraestructura -para efectos de este estudio- se ha dividido en tres indicadores.

1. Unidades motrices de carga. Corresponde al número de vehículos en uso para carga de transporte internacional.
2. Número de empresas de transporte internacional. Si bien actualmente existe en la actualidad un vasto número de empresas dedicadas al movimiento de bienes, solo algunas cuentan realmente con los registros y requerimientos para realizar transporte de bienes, de manera internacional; de ahí, la importancia de conocer cuál es el verdadero recurso con el que se cuenta para el movimiento de mercancías.
3. Licencias internacionales. Este indicador permite medir el número de choferes que cuentan con una licencia para conducir afuera de su territorio nacional transporte de carga, actualmente, tener dicha licencia es requisito indispensable en el tránsito de mercancías.

c) Recursos humanos. Esta variable pretende medir el número de recursos humanos con los que se cuenta, a fin de que estén a disposición para hacer más eficiente la circulación de mercancía.

1. Conductores capacitados. Este indicador mide el número de conductores que han tomado los cursos correspondientes y han pasado las evaluaciones que les permiten ser conductores certificados para mover mercancías internacionalmente.

d) Calidad. La calidad de los servicios logísticos del transporte es una variable que se considera crucial en términos de eficiencia, y los indicadores son:

1. Centros de capacitación. Dicho indicador mide el número de centros de capacitación que existen en el país, para servicios especializados de carga de transporte internacional.
2. Número de inspecciones realizadas. Este indicador se refiere al número de revisiones que se realizan tanto de la carga como del transporte y el transportista, a fin de vigilar que todo esté en forma y no se cometan ilícitos.
3. Número de verificaciones. El indicador de verificaciones abarca las supervisiones de control de calidad, cumplimiento de regulaciones y certificaciones.

Outputs:

Por su parte, la selección de outputs obedece al fin último de las operaciones de comercio exterior: un mayor flujo de productos en los mercados internacionales, por lo que será importante medir el nivel de comercio internacional que se tiene, particularmente, a través de las exportaciones, considerando el valor de la mercancía comercializada, donde el indicador a utilizar, es:

valor de las exportaciones. Este indicador considera el valor registrado de la mercancía en aduana, dicho valor está estimado en dólares americanos y considera un valor FOB¹.

4. Resultados

El índice de productividad de Malmquist genera una frontera de posibilidades de producción para cada período, en este caso, 2010 y 2014, a fin de analizar los cambios en la productividad de cada una de las DMUs en dichos períodos. La medición del índice de Malmquist representa el crecimiento de la productividad total de los factores de una unidad de toma de decisiones, particularmente del sistema de transporte de carga por entidad federativa, en donde se refleja el progreso o retroceso en la eficiencia y, por otro lado, el progreso o retroceso de la frontera tecnológica entre dos períodos de tiempo bajo el marco de múltiples entradas y salidas (Cooper, Seiford & Tone, 2007). De tal manera que, un coeficiente mayor a 1 representa un cambio o progreso en la productividad total de los factores de la unidad analizada, un valor igual a 1 representa un valor constante en la productividad y, finalmente, un valor inferior a 1 representa un deterioro en la productividad total de los factores. En análisis llevado a cabo se realizó a través del software MAXDEA.

Se observa, en la tabla 1, que durante el período estudiado en general la mayoría de las entidades federativas tuvieron un aumento en su productividad, en lo que se refiere al transporte de carga carretero, entre las entidades que sobresalen con el mayor incremento están: Durango en el período de 2012 a 2013, el Estado de México, San Luis Potosí, Sinaloa, Chihuahua y Guanajuato. Por su parte, entidades como Coahuila, Morelos y Colima son las entidades que mostraron un menor crecimiento en su productividad.

Cabe señalar que, para el período 2012 – 2013, el gobierno de Durango invirtió un monto de 2,826 millones de pesos en infraestructura carretera, donde sobresalen proyectos como los caminos: Durango-La Flor, La Flor-Mimbres, Durango-Parral, Durango-Tepic, entre otros; por su parte, los gobiernos de Chihuahua y Guanajuato incrementaron la inversión en infraestructura carretera durante los períodos 2012-2013 y 2013-2014, al mismo tiempo que se realizan innovaciones en el sistema carretero y de transporte de carga internacional.

¹ *Free on Board* o Libre a Bordo, INCOTERMS 2010.

Tabla 1
Índice Malmquist del transporte carretero de carga 2010-2014

DMU	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2010-2014	PROMEDIO
Aguascalientes	1.03	1	1	1	1.09	1.02
Baja California	0.94	1.11	1.08	1.08	0.35	0.91
Baja California Sur	1	1	1	1	1.17	1.03
Campeche	1	1	1	1	0.73	0.95
Chiapas	0.88	1	1	1	1.01	0.98
Chihuahua	1.10	1.05	3.79	0.94	0.62	1.50
Coahuila	1.33	0.62	1.05	0.98	0.03	0.80
Colima	1	1	0.04	0.69	1.69	0.88
Ciudad de México	1	1	1	1.13	1.50	1.13
Durango	0.99	1.02	15.32	0.12	1.99	3.89
Estado de México	1.61	1.29	1	1.09	4.02	1.80
Guanajuato	1.61	0.57	0.95	2.88	1.38	1.48
Guerrero	1	1	1	1	0.59	0.92
Hidalgo	0.72	0.68	0.97	1.23	0.92	0.90
Jalisco	0.76	1.30	1.08	0.91	1.77	1.16
Michoacán	0.96	1.11	1.23	0.72	1.13	1.03
Morelos	1	1	1	1	0.05	0.81
Nayarit	1	1	1	1	1.10	1.02
Nuevo León	1.12	0.95	1.42	0.81	0.84	1.03
Oaxaca	1	1	1.69	1	0.67	1.07
Puebla	1.09	0.56	0.87	0.96	2.99	1.29
Querétaro	1.35	1.45	0.96	1.08	0.01	0.97
Quintana Roo	1	1	1	1	1.44	1.09
San Luis Potosí	1.08	1.19	1.12	1.12	4.05	1.71
Sinaloa	1.17	0.68	1.23	3.98	1.07	1.63
Sonora	0.95	1.01	1.30	0.94	0.43	0.93
Tabasco	1	1	0.94	0.79	1.16	0.98
Tamaulipas	1.04	1.00	1.02	1.20	1.22	1.10
Tlaxcala	1	1	1	1	1.04	1.01
Veracruz	1.22	1.51	0.84	0.96	0.14	0.93
Yucatán	0.726	0.860	1	1	1.07	0.93
Zacatecas	1	1	1	1	0.76	0.95

Fuente: elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA y Malmquist.

Por lo que, para el conjunto del sector logístico de transporte carretero de carga contemplado en este estudio, los niveles medios de cambio en eficiencia que se alcanzaron, muestran que la mayor parte de las entidades federativas no llevan el ritmo de crecimiento de las entidades federativas líderes, con respecto al sector de transporte carretero de carga internacional. Mientras que las evoluciones medias de productividad experimentadas, se deben al cambio técnico en el desplazamiento de la frontera. Ya que, el cambio tecnológico mayor lo presentó Ciudad de México siendo que, comparado con el más bajo (Baja California Sur), es un 39.1914 por ciento superior, lo cual denota un enorme diferencial entre las entidades.

Tabla 2
Cambio Tecnológico 2010-2014

DMU	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2010-2014	PROMEDIO
Aguascalientes	1.13	0.75	1.18	1.21	0.96	1.05
Baja California	0.97	1.08	1.53	1.13	1.65	1.27
Baja California Sur	1.25	0.12	0.93	0.45	0.47	0.64
Campeche	1.02	1.07	1.27	0.67	1.17	1.04
Chiapas	1.23	0.57	1	0.81	0.79	0.88
Chihuahua	1.28	0.94	2.24	1.02	0.98	1.29
Coahuila	1.38	0.65	1.16	0.84	0.94	0.99
Colima	1.32	0.99	1.62	1.09	0.42	1.09
Ciudad de México	1.26	0.9	2.22	6.07	18.42	5.77
Durango	0.95	0.67	1.67	1.06	0.66	1.00
Estado de México	1.67	0.65	1.05	1.35	1.99	1.34
Guanajuato	1.33	0.39	1.48	1.07	0.94	1.04
Guerrero	1.23	1.01	1.33	0.77	1.41	1.15
Hidalgo	1.31	1.07	1.14	0.96	1.46	1.19
Jalisco	1.35	0.71	1.35	0.84	1.05	1.06
Michoacán	1.04	0.75	1.52	0.75	1.32	1.08
Morelos	1.38	0.81	1.36	1.03	0.89	1.09
Nayarit	1.25	1.15	1.05	0.71	0.19	0.87
Nuevo León	1.12	0.89	1.41	0.81	1.1	1.07
Oaxaca	1.47	0.36	1.63	0.93	0.8	1.04
Puebla	1.72	0.6	1.21	0.79	1.05	1.07
Querétaro	1.13	0.97	1.01	1	1.51	1.12
Quintana Roo	3.27	0.1	1.56	1.06	0.36	1.27
San Luis Potosí	1.23	0.9	1.27	0.79	1.14	1.07
Sinaloa	1.13	0.65	1.19	1.04	0.9	0.98
Sonora	1.28	1	1.17	0.71	1.41	1.11
Tabasco	3.59	0.79	1.64	0.81	0.85	1.54
Tamaulipas	1.21	0.96	1.65	1.22	2.31	1.47
Tlaxcala	2.54	0.39	1.06	0.93	1.14	1.21
Veracruz	1.24	0.56	1.62	0.97	0.99	1.08
Yucatán	3.94	0.35	1.33	1.09	0.63	1.47
Zacatecas	1.25	1.44	0.96	1.25	1.07	1.19
Media geométrica	1.4	0.67	1.33	0.97	1.04	1.04

Fuente: elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA y Malmquist.

Al realizar el análisis del cambio en la eficiencia de manera desagregada, se puede observar el cambio en la eficiencia de escala, el cambio de la eficiencia técnica pura y la eficiencia técnica global, compuesta por las dos primeras, además del cambio tecnológico y el índice Malmquist del período estudiado (2010 – 2014).

La tabla 3 muestra como el cambio tecnológico y el cambio en la eficiencia técnica global tuvieron un comportamiento opuesto, algunas entidades federativas presentaron progreso tecnológico, sobresaliendo el de Ciudad de

México, Tamaulipas y el Estado de México. En cuanto al índice de Malmquist, los estados que mostraron un mayor incremento en la productividad del transporte carretero de carga internacional, para el período 2010 – 2014, fueron en orden descendente: Sinaloa, Guanajuato, Querétaro, Estado de México, Michoacán, Ciudad de México, Durango, San Luis Potosí, Guerrero, Tlaxcala, Campeche, Tamaulipas y Morelos.

Tabla 3
Productividad transporte carretero de carga internacional 2010-2014

DMU	Cambio eficiencia de escala	Cambio eficiencia técnica pura	Cambio eficiencia técnica global	Cambio tecnológico	Índice Malmquist
Aguascalientes	1	1	1	0.96	0.96
Baja California	0.73	0.90	0.66	1.65	1.09
Baja California Sur	0.74	1	0.74	0.47	0.35
Campeche	1	1	1	1.17	1.17
Chiapas	0.93	1	0.93	0.79	0.73
Chihuahua	1.03	1	1.03	0.98	1.01
Coahuila	0.66	1	0.66	0.94	0.62
Colima	5.06	0.02	0.08	0.42	0.03
Ciudad de México	1.00	0.09	0.09	18.42	1.69
Durango	1.01	2.26	2.28	0.66	1.50
Estado de México	1	1	1	1.99	1.99
Guanajuato	1.45	2.97	4.30	0.94	4.02
Guerrero	0.98	1	0.98	1.41	1.38
Hidalgo	0.87	0.46	0.40	1.46	0.59
Jalisco	0.96	0.91	0.88	1.05	0.92
Michoacán	1.45	0.93	1.34	1.32	1.77
Morelos	1.27	1	1.27	0.89	1.13
Nayarit	0.27	1	0.27	0.19	0.05
Nuevo León	1	1	1	1.10	1.10
Oaxaca	1.04	1	1.04	0.80	0.84
Puebla	0.80	0.80	0.64	1.05	0.67
Querétaro	1.49	1.32	1.98	1.51	2.99
Quintana Roo	0.04	1	0.04	0.36	0.01
San Luis Potosí	0.86	1.48	1.27	1.14	1.44
Sinaloa	0.98	4.60	4.50	0.90	4.05
Sonora	0.79	0.97	0.76	1.41	1.07
Tabasco	1.00	0.51	0.51	0.85	0.43
Tamaulipas	0.53	0.96	0.50	2.31	1.16
Tlaxcala	1.07	1	1.07	1.14	1.22
Veracruz	0.80	1.32	1.06	0.99	1.04
Yucatán	0.10	2.13	0.22	0.63	0.14
Zacatecas	1	1	1	1.07	1.07
Media geométrica	0.82	0.90	0.73	1.04	0.76

Fuente: elaboración propia con base en los cálculos realizados a partir de la metodología DEA y Malmquist

Conclusiones

El índice de productividad de Malmquist muestra un crecimiento de la productividad total de los factores del sistema de transporte de carga internacional por entidad federativa, en donde se refleja el progreso o retroceso en la eficiencia, así como el progreso o retroceso de la frontera tecnológica entre dos períodos de tiempo, 2010 y 2014. Esto, a su vez, permite observar si hay un aumento en la competitividad del comercio exterior mexicano, ya que es altamente significativo, en términos de competitividad, que la mercancía llegue en tiempo y forma al cliente o consumidor.

Se puede concluir, con respecto a los resultados del índice Malmquist, que la mayoría de las entidades federativas han incrementado su productividad en el sistema logístico de carga internacional carretero, para el período de 2010 a 2014. Sin embargo, se aprecia un ritmo de crecimiento muy dispar entre las entidades federativas, esto se hace aún más evidente en la segunda parte del análisis, al interpretar los resultados del cambio tecnológico, donde el diferencial entre la entidad mejor posicionada y la peor posicionada es de 896.75 por ciento.

En cuanto a los resultados arrojados, en el análisis de cambio tecnológico y el cambio en la eficiencia técnica global, tuvieron un comportamiento opuesto, lo que se traduce como una fuerte inversión en algunas entidades federativas, así como innovaciones en los procesos, pero no una adecuada optimización de sus recursos.

Así mismo, el presente trabajo presenta el índice Malmquist desagregado en eficiencia de escala, eficiencia técnica pura, eficiencia técnica global y cambio tecnológico. Lo que permite no solo obtener resultados más precisos, del estado del arte, en materia de logística del sistema carretero de carga internacional, sino que también en este trabajo se hace una aproximación a la propuesta original del modelo de Färe et al. (1994).

El comercio exterior con Canadá y EE.UU, mediante la utilización del transporte carretero, presentó un crecimiento constante a partir de la firma del TLCAN, lo cual puede explicarse por el gran número de maquiladoras estadounidenses establecidas en el territorio mexicano, para las cuales, México otorga facilidades bajo los programas de promoción sectorial, entre otros. Lo que refuerza los resultados del estudio que señalan un incremento en el total de la red carretera que ha mostrado un incremento en el período analizado, aunque en un porcentaje mayor se han incrementado las unidades vehiculares de carga registradas para este sector y, por ende, el personal ocupado. Es

importante mencionar que el aumento de las unidades vehiculares registrado, no necesariamente significa que las unidades utilizadas para este sector sean unidades nuevas; es decir, un cambio tecnológico exponencial, ya que a partir del 2005 se incrementó la importación de unidades usadas, provenientes de EE.UU.

Por lo que se puede concluir que los estados mejor posicionados o más eficientes son aquellos que han invertido más en las variables utilizadas en el modelo como inputs infraestructura tanto carretera como de infraestructura en las empresas dedicadas al transporte de carga internacional, recursos humanos y calidad. Esto se puede traducir en la necesidad de un esfuerzo conjunto del gobierno y el sector empresarial, a fin de invertir en la mejora de dichos insumos.

Haciendo una reflexión respecto de los resultados de eficiencia obtenidos tras el estudio llevado a cabo por el Banco Interamericano para el Desarrollo en el año 2010, titulado: *La logística de cargas en América Latina y el Caribe: una agenda para mejorar su desempeño*, se observa como principales resultados, en torno a la logística de carga internacional vía carretera, para el caso de Argentina, que existe un elevado costo logístico donde, entre los principales problemas, destacan los robos del transporte carretero y la falta de calidad en los mecanismos de inspección. Mientras que, Bolivia presenta una escasa capacitación en torno al conocimiento de temas logísticos, así como, la falta de infraestructura y la reducida capacitación profesional de los operadores logísticos. Por su parte, Colombia muestra una baja infraestructura carretera al igual que Paraguay. En ese mismo estudio se señala, para el caso de México, que las carreteras son especialmente críticas en lo referente al comercio exterior, debido al alto porcentaje de flujo de comercio exterior realizado por este medio, y se comenta que el proceso de modernización está aún por completarse. No obstante, puntualiza que el autotransporte es muy eficiente en general, presentando una menor eficiencia en los pasos fronterizos con Estados Unidos. Este documento pone de manifiesto que México mostró una mayor eficiencia que muchos países de América Latina, siendo que apenas marca el inicio del período analizado en el presente trabajo. Lo que abre la posibilidad de realizar otros estudios a nivel países, para observar el cambio tecnológico y niveles de eficiencia comparada a nivel país, y respecto de otros países de América Latina.

Cabe destacar la importancia de realizar estudios del sistema carretero de carga internacional a este nivel de desagregación (entidad federativa), puesto que ello permite conocer no solo los niveles de eficiencia empleados, sino también el nivel de eficiencia de los recursos estatales y federales empleados en términos de infraestructura carretera como impulso al comercio exterior de México. Ya que, actualmente, el principal medio de transporte de las exportaciones

mexicanas es el transporte carretero, lo que sin duda pone de manifiesto la necesidad de mejorar el sistema logístico carretero de carga si se quiere aumentar o, por lo menos, mantener el posicionamiento de las exportaciones mexicanas con sus socios comerciales y particularmente con Estados Unidos de Norteamérica.

Referencias

- [1] Aghion, P. & Howitt, P. (1999). *Endogenous Growth Theory*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- [2] Aghion, P., Boulanger, J. & Cohen, E. (2011). "Rethinking industrial policy". *Bruegel Policy Brief 2011/04, June 2011*.
- [3] Aghion, P., Dewatripont, M., Du, L., Harrison, A. & Legros, P. (2012). *Industrial Policy and Competition*. NBER, Working Paper No. 18048.
- [4] Balassa, B. (1965). "Trade Liberalization and 'Revealed' Comparative Advantage". *Manchester School* 33, 99-123.
- [5] Boschma, R. A. & Frenken, K. (2006). "Why is economic geography not an evolutionary science? Towards an evolutionary economic geography". *Journal of Economic Geography*, 11(2), 273-307.
- [6] Boschma, R. & Frenken, K. (2011). "The emerging empirics of evolutionary economic geography". *Journal of Economic Geography*, 11(2), 295-307.
- [7] Boschma, R. & Martin, R. (2007). "Editorial: Constructing an evolutionary economic geography". *Journal of Economic Geography*, 7(5), 537-548.
- [8] Chávez Martín del Campo, J. C., Mosqueda Chávez, M. T. & Gómez-Zaldívar, M. (2017). "Economic complexity and regional growth performance: Evidence from the Mexican Economy". *The Review of Regional Studies*, 201-219.
- [9] Chiquiar, D. (2005). "Why Mexico's regional income convergence broke down". *Journal of Development Economics*, 257-275.
- [10] Delgado, M., Porter, M. E. & Stern, S. (2014). "Clusters, convergence, and economic performance". *Research Policy*, 1785-1799.
- [11] Farole, T. (2011). "*Special Economic Zones: What Have We Learned?*". The World Bank. Number 64.
- [12] Farole, T. & Akinci, G. (2011). *Special economic zones: progress, emerging challenges, and future directions*. Washington, DC: The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.
- [13] Frenken, K. & Boschma, R. A. (2007). "A theoretical framework for evolutionary economic geography: Industrial dynamics and urban growth as a branching process". *Journal of Economic Geography*, 7(5), 635-649.
- [14] gob.mx. (2018a). *Zonas Económicas Especiales*. Retrieved from Zona Económica de Puerto Chiapas: <https://www.gob.mx/zee/articulos/zona-economica-de-puerto-chiapas>
- [15] gob.mx. (2018b). *Zonas Económicas Especiales*. Retrieved from Zona Económica Especial de Lázaro Cárdenas: <https://www.gob.mx/zee/es/articulos/zona-economica-de-lazaro-cardenas-la-union?idiom=es>

- [16] gob.mx. (2018c). *Zonas Económicas Especiales*. Retrieved from Zona Económica Especial de Coahuila de Zaragoza: <https://www.gob.mx/zee/es/articulos/zona-economica-especial-de-coahuila-de-zaragoza?idiom=es>
- [17] Gómez, M. & Ventosa-Santaularia, D. (2009). "Liberación comercial y convergencia regional del ingreso en México". *El Trimestre Económico*, vol. LXXVI (1), núm. 301, pp. 2105-235.
- [18] Gómez-Zaldívar, F. & Molina, E. (2018). Zonas Económicas Especiales y su impacto sobre el desarrollo económico regional. *Problemas del desarrollo*, 193.
- [19] Grossman, G. & Helpman, E. (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- [20] Guo, Q. & He, C. (2015). "Production space and regional industrial evolution in China". *GeoJournal*, 379-396.
- [21] Hausmann, R., H Barbero, José (2010). *La logística de cargas en América Latina y el Caribe: una agenda para mejorar su desempeño*. Banco Interamericano para el Desarrollo (BID). Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente. No.IDB-TN-103. Washington, DC. USA, pp. 56-58.
- [22] Berg, Sigbjorn Atle; Forsund, Finn y Jansen, Eilev (1992). "Malmquist indices of productivity growth during the deregulation of Norwegian banking, 1980–89". *Scandinavian Journal of Economics* 94 pp. 211–228.
- [23] Bougheas, Spiros; Demetriades, Panicos O. y Morgenroth, Edgar L. W. (1999). "Infrastructure, transport costs and trade". *Journal of International Economics*, Elsevier, vol. 47(1), pp. 169-189.
- [24] Caplice, Chris y Yossi, Sheffi (2011). "Optimization-based procurement for transportation services". *Journal of Business Logistics* 24 (2), pp.109-128.
- [25] Caves, Douglas; Laurits, Christensen y Erwin, Diewert (1982). "The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity". *Econometrika* 50(6), pp. 1393–1414.
- [26] Cooper, William; Lawrence, Seiford y Kaoru, Tone (2007). *Data envelopment analysis. A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software* (2nd ed.). Springer.
- [27] Cooper, William; Lawrence, Seiford y Kaoru, Tone (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses*. Nueva York: Springer.
- [28] Cornwell, Christopher; Peter, Schmidt y Robin, Sickles (1990). "Production frontiers with cross-sectional and time-series variation in efficiency levels". *Journal of Econometrics*, Vol. 46, N.º 1-2, pp. 185-200.
- [29] Crainic, Teodor Gabriel y Michael, Florian (2008). "National planning models and instruments". *INFOR: Information Systems and Operational Research*, 46 (4), pp. 299-308.
- [30] Debreu, Gerard (1951). "The coefficient of resource utilization". *Econometrica*, 19(3), pp. 273–292.
- [31] ETAN (2011). *Estadísticas de Transporte de América del Norte*. (2011). Obtenido de <http://nats.sct.gob.mx>
- [32] Färe, Rolf; Shawna, Grosskopf y Knox, Lovell (1994), *Production Frontiers*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [33] Farrell, M. J. (1957), 'The measurement of productive efficiency', *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol. 120, pp.253-290.

- [34] Federal Highway Administration (2005). *Logistics costs and the US Gross Domestic Product*. MacroSys Research and Technology, Washington, D. C. Department of Transportation
- [35] Felipe, Jesus; Utsav, Kumar y Arnelyn, Abdon (2010). "Exports, Capabilities, and Industrial Policy in India." Working paper no.638. Levy Economics Institute of Bard College, November, pp. 1-34.
- [36] Fisher, Ronald Aylmer (1922). "On the mathematical foundations of theoretical statistics". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character, Vol. 222, The Royal Society, pp. 309-368.
- [37] Francois, Joseph and Miriam, Manchin. (2007). "Institutions, Infrastructure, and Trade". *Working Paper No. 0705*, Johannes Kepler University of Linz, Department of Economics, pp. 1-41.
- [38] Flitsch, Verena y Brümmerstedt, Katrin (2015). *Freight Transport Modelling of Container Hinterland Supply Chains*. Operational Excellence in Logistics and Supply Chains. Agosto Ed. GmbH.
- [39] Flitsch, Verena y Brümmerstedt, Katrin (2015b). *Cost Functions in Freight Transport Models*. Operational Excellence in Logistics and Supply Chains. Agosto Ed. GmbH.
- [40] FTA, (2016). Prosperity, productivity, resilience. Delivering Safe, Efficient Sustainable Logistics. Logistics Report. Freight Transport Association. England. UK
- [41] Grifell-Tajté, Emili y Knox, Lovell (1993a). "Deregulation and Productivity Decline: The case of Spanish Saving Banks". *Working Paper*, 93-02 (June), Department of Economics, University of North Carolina.
- [42] Grifell-Tajté, Emili y Knox, Lovell (1993b). "A New Descomposition of the Malquist Productivity Index". *Working Paper*, 93-04 (October) Department of Economics, University of North Carolina.
- [43] Grifell-Tajté, Emili y Knox, Lovell (1996). "Deregulation and productivity decline: The case of Spanish saving banks". *European Economic Review*, 40, pp.1259-1279.
- [44] Hertel, Thomas y Tasneem, Mirza (2009). "The Role of Trade Facilitation in South Asian Economic Integration", Chapter 2 The Asian Development Bank Study on Intraregional Trade and Investment in South Asia, Manila: The Asian Development Bank, pp. 12-39.
- [45] Hummels, David; Jun, Ishii y Kei-Mu, Yi (2001). "The nature and growth of vertical specialization in world trade". *Journal of International Economics*, 54, pp. 75-96.
- [46] Lowell, Knox (2002). "Performance Assessment in the Public Sector".
- [47] Manheim, Marvin (1979), "Fundamentals of Transportation System Analysis", En *Fundamentals of Transportation System Analysis*, Vol. 1. MIT press, 1979.
- [48] Mankiw, Gregory (2010). *Macroeconomics* (7th ed.). New York: Worth Publishers.
- [49] Malmquist, Sten (1953). Index numbers and indifference surfaces, *Trabajos de Estadística* 4, pp. 209-242.
- [50] Moorstenn, Hicks (1961). "On Measuring Productive Potential and Relative Efficiency". *Quarterly Journal of Economics* 75, pp. 451-467.

- [51] Nishimizu, Miki y John M. Page (1982). "Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change: Dimension of Productivity Change in Yugoslavia, 1965-78". *The Economic Journal*, 92, no. 368, pp. 920-936.
- [52] Puettman, Carolin y Hartmut, Stadler (2010). "A collaborative planning approach for intermodal freight transportation". *OR Spectrum*, 32 (3), pp. 809-830.
- [53] Sourdin, Patricia y Richard, Pomfret (2012). "Measuring International Trade Costs". *The World Economy*. Volume 35, Issue 6, June, pp.740-756.
- [54] Tornqvist, Leo (1936). "The Bank of Finland's Consumption Price Index", Bank of Finland Monthly Bulletin, No. 10, 1-8.



Percepción de inseguridad versus tasa delictiva; ¿qué afecta más la economía mexicana?

Insecurity perception versus crime rate; ¿which has a bigger impact on Mexico's economy?

Pablo Quezada^{*†}
Miguel Santillan^{*}
Ricardo Hinojosa^{*}
Jorge Rada^{*}

Información del artículo

Recibido:
27 agosto 2018

Aceptado:
24 abril 2019

Clasificación JEL:
H10; O20

Palabras clave:
Percepción de la inseguridad; Tasa delictiva; Heurísticas

Resumen

El propósito de este estudio es comparar el impacto de la percepción de la inseguridad contra la tasa delictiva en indicadores económicos, que reflejan los medios por los cuales estas dos variables podrían afectar la economía. A través de un análisis de datos panel, considerando los 32 estados de la república mexicana en el periodo 2011 - 2016, se encuentra que la percepción de la inseguridad afecta más a la economía que la tasa delictiva.

* Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Campus Monterrey.

†Email : pablo.quezada@itesm.mx

Article information	Abstract
Received: 27 august 2018 Accepted: 24 april 2019	The purpose of this study is to compare the impact of insecurity perception against the crime rate in economic indicators that reflect the channels in which these variables might affect the economy. Through a panel data analysis considering the 32 states of the Mexican republic in the period 2011-2016, it is found that the perception of insecurity has a higher impact on the economy than the crime rate.
JEL Classification: H10; O20	
Keywords: Insecurity perception; Crime rate; Heuristics	

Introducción

La inseguridad es uno de los temas que más preocupa a los mexicanos. El 32% de los mexicanos considera que la delincuencia e inseguridad son el mayor problema en México, por encima de la corrupción (16%) y bajos salarios (12%); además, la mayoría piensa que la inseguridad va en aumento (IPSOS, junio 2017).

Dado que la inseguridad afecta la economía a través del impacto que tiene en las decisiones de las personas que la integran y los hallazgos de la economía conductual indican que, en muchos casos, éstas usan heurísticas basadas en percepciones más que en hechos para tomar decisiones, se sospecha que la percepción de la inseguridad podría afectar la economía más que la tasa delictiva.

El propósito de este estudio es comparar el impacto de la percepción de la inseguridad contra la tasa delictiva en indicadores económicos, que reflejan los medios por los cuales estas dos variables podrían afectar la economía mexicana.

Se encuentra que la percepción de la inseguridad afecta más la economía mexicana que las tasas delictivas consideradas en este estudio. Las actividades económicas más afectadas por la percepción de la inseguridad resultan ser la cantidad de empresas registradas en el Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) y el producto interno bruto de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas en millones de MXN.

Esto implica que, si los gobiernos en México quieren ver sus esfuerzos para combatir la inseguridad reflejados en la economía mexicana, tendrán que considerar reducir la percepción de la inseguridad, sin olvidar reducir las tasas delictivas y poner más énfasis en lo primero que en lo segundo.

El resto del artículo está estructurado de la siguiente manera: en la primer sección se explica cómo se mide la percepción de la inseguridad en México; en la segunda, se discute si existe una relación entre la percepción de la inseguridad y la tasa delictiva en México; en la tercera, se menciona cómo es que la percepción de la inseguridad y la tasa delictiva podrían afectar la economía mexicana; en la cuarta, se detalla el análisis empírico realizado para probar la hipótesis de este estudio; en la quinta se muestra los resultados del análisis empírico; en la sexta se incluye un análisis de sensibilidad del estudio empírico.

I. ¿Cómo se mide la percepción de la inseguridad en México?

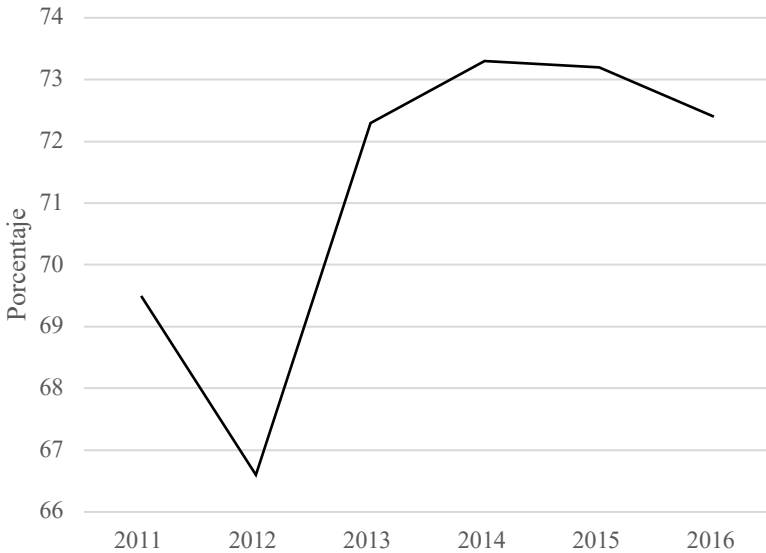
En México, desde 2011 se realiza anualmente la Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre la Seguridad Pública (ENVIPE), para monitorear y tratar de entender este fenómeno.

Para medir la percepción de la inseguridad, los encargados de realizar esta encuesta le preguntan a los encuestados si consideran que vivir en cierta zona geográfica es inseguro. Es decir, si contestan con la opción (2) a la pregunta 4.3 de la ENVIPE de 2016, 2015, 2014, y 2013, que dice: “En términos de delincuencia, considera que vivir en (ámbito geográfico) es: (1) ¿seguro? (2) ¿inseguro? (3) No sabe/No responde” y si contestan con la opción (2) a la pregunta 4.4 de la ENVIPE 2012 y la pregunta 4.3 de la ENVIPE 2011: “¿Considera que vivir en (ámbito geográfico) es: (1) seguro? (2) inseguro? (3) No sabe/No responde”

Cabe notar que en las ENVIPE correspondientes a los años 2016, 2015, 2014 y 2013 se aclara que la pregunta 4.3, que se menciona en el párrafo previo, es “En términos de delincuencia” a diferencia de la pregunta 4.4 de la ENVIPE 2012 y la pregunta 4.3 de la ENVIPE 2011, donde no se realiza esta aclaración. Debido a que es poco probable que el encuestado no relacione la pregunta con la delincuencia, porque sabe de antemano que la encuesta es sobre la victimización y esta generalmente se entiende en términos de delincuencia, se asume que las preguntas son equivalentes, independientemente si se hizo o no la aclaración.

Bajo estas consideraciones, más de la mitad de los mexicanos considera que vivir en su país es inseguro desde 2011 hasta el 2016, y en el período de 2013 a 2016, la fracción aumenta a más de un tercio, tal y como se muestra en el gráfico 1:

Gráfico 1
Fracción de la población de los Estados Unidos Mexicanos que considera inseguro vivir en los Estados Unidos Mexicanos



Fuente: elaboración propia con datos calculados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) considerando los resultados de La Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE) de los años 2011-2016.

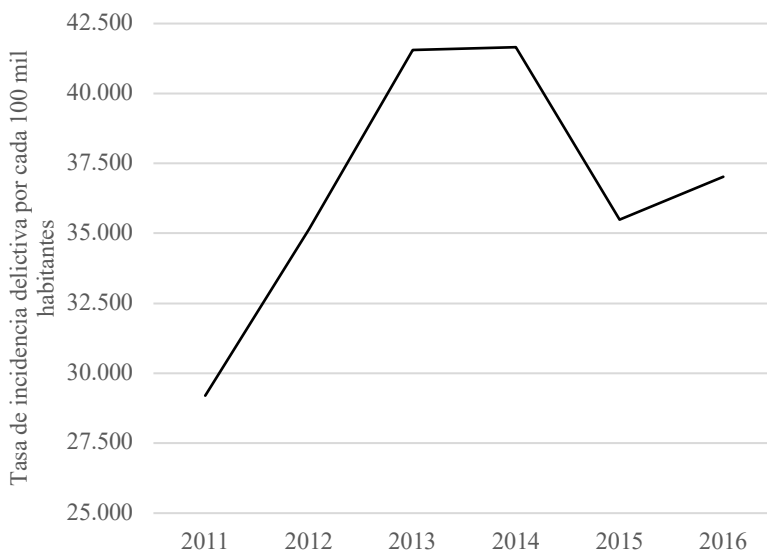
II. ¿Cuál es la relación entre la percepción de la inseguridad y la tasa delictiva?

De 2011 a 2016, la tasa de incidencia delictiva por cada 100 mil habitantes calculada por el INEGI con datos de la ENVIPE se ha mantenido en el rango de entre 29,200 y 41,654, tal y como se puede observar en el gráfico 2.

Desde una perspectiva económica tradicional, la percepción de la inseguridad debería estar relacionada con la tasa delictiva. Si las personas son racionales en el sentido económico, es decir, que lo saben todo, toman decisiones a través de un procedimiento lógico y no se equivocan, su percepción de inseguridad debería estar en función de la tasa delictiva y la relación esperada entre estas dos variables debería ser directa. Entre mayor sea la tasa delictiva, mayor debería ser la percepción de la inseguridad. Si las personas realmente consideran las tasas delictivas calculadas por el INEGI con datos de la ENVIPE, para evaluar la seguridad de una zona geográfica en determinado momento, la relación entre la percepción de la inseguridad y la tasa delictiva debería ser directa y con rezago de un año, puesto que en el momento de la entrevista la persona solo puede saber la tasa delictiva del año anterior. Por

supuesto que una persona racional en el sentido económico, no solo tomará en cuenta la tendencia histórica de las tasas delictivas calculadas por el INEGI con datos de la ENVIPE. Adicional a esto, deberá considerar las políticas públicas que se han llevado a cabo en el período, desde que salieron los últimos resultados de la ENVIPE y se publicaron las tasas delictivas, hasta el momento de la entrevista. Sin embargo, aún así, se esperaría una relación directa entre la percepción de la inseguridad y las tasas delictivas, porque ninguna política pública puede resolver el problema de la inseguridad en menos de un año, y una persona racional, en el sentido económico, lo debe saber.

Gráfico 2
Tasa de Incidencia Delictiva por cada 100 mil habitantes en los Estados Unidos Mexicanos



Fuente: elaboración propia con datos calculados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) considerando los resultados de La Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE) de los años 2011-2016.

El procedimiento descrito en el párrafo anterior no es más que una aplicación de la teoría de probabilidad de Bayes, para calcular la probabilidad de ser víctima de un acto delictivo en cierta zona geográfica y en un determinado momento. De acuerdo con esta teoría, las personas deberían considerar las probabilidades a priori calculadas con datos históricos (en este caso, los resultados de la encuesta ENVIPE) y las probabilidades posteriores calculadas con nueva información (en este caso, las políticas públicas que se están llevando a cabo en el presente, para reducir la inseguridad).

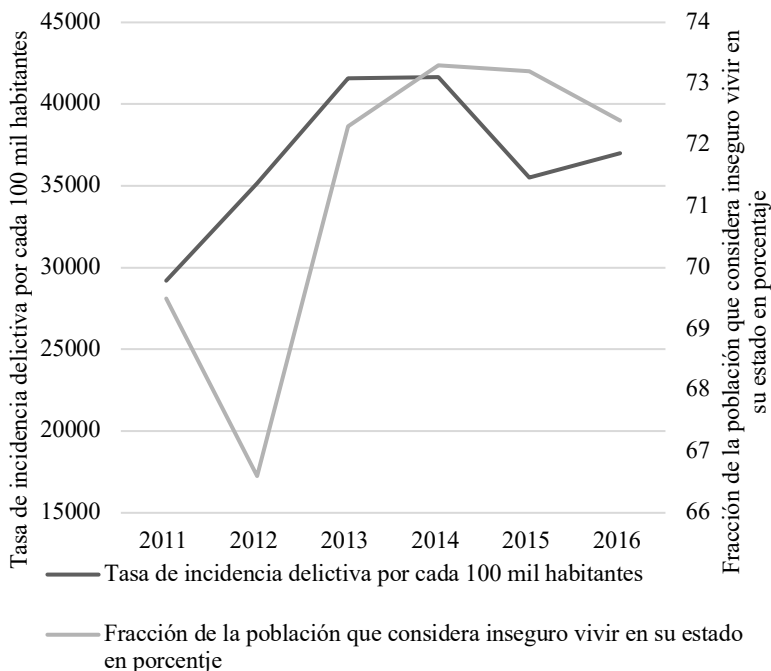
En consecuencia, ¿qué se observa en la realidad? El gráfico 3 muestra la tasa de incidencia delictiva por cada 100 mil habitantes calculada por la INEGI con datos de la ENVIPE, para los Estados Unidos Mexicanos, contrastada con la fracción de la población que considera inseguro vivir en este país.

Tal y como se puede observar, pareciera ser que la relación entre la percepción de la inseguridad y la tasa delictiva es directa y que tiene un año de rezago; sin embargo, es probable que la relación no sea lineal, puesto que los cambios en la tasa delictiva no conllevan siempre a cambios en la percepción de la inseguridad en la misma proporción. La tasa delictiva aumentó 20% de 2011 a 2012; mientras que la percepción de la inseguridad, solo aumentó 8.5% de 2012 a 2013. Posteriormente, la tasa delictiva aumentó 18% de 2012 a 2013, mientras que la percepción de la inseguridad solo aumentó 1%. Además, este gráfico compara solamente dos series de tiempo de variables aleatorias muy cortas. La serie de tiempo a penas cuenta con 6 observaciones.

Para ver este grado de relación con más detalle, se calcula el coeficiente de correlación distancia desarrollado por Szekely et al. (2007), de la matriz de las percepciones de inseguridad y la matriz de las tasas de incidencia delictiva por cada 100 mil habitantes, de los 32 estados de la república mexicana para el período 2011-2016. El coeficiente de correlación distancia, a diferencia del coeficiente de correlación de Pearson, no asume que la relación entre las matrices de las variables aleatorias sea lineal. El coeficiente de correlación distancia está acotado entre 0 y 1, donde un número cercano a 0 significa que las matrices de variables aleatorias que se están comparando tienen poca relación, y un número cercano a 1 significa que tienen mucha relación. Un coeficiente de correlación distancia igual a 0 significa que las matrices de variables aleatorias son independientes, en el sentido estadístico. El cálculo del coeficiente de correlación distancia para estas matrices resultó en 0.2088. Esto significa que, considerando estas muestras, la percepción de la inseguridad y la tasa de incidencia delictiva por cada 100 mil habitantes no están muy relacionadas.

Esto concuerda con los hallazgos de Curiel y Bishop (2016). Estos autores muestran en su estudio para el caso de México que no existe una relación clara entre la percepción de la inseguridad tal y como se define en este artículo y las tasas delictiva. En este estudio, los autores comparan la ordenación de mayor a menor percepción de la inseguridad, contra la ordenación de mayor a menor tasa de incidencia delictiva de varios municipios en México, y encuentran que la relación de estas ordenaciones se asemeja a una relación aleatoria. Es decir, que el municipio con mayor percepción de inseguridad, puede estar relacionado con cualquier lugar de los municipios ordenados de mayor a menor tasa de incidencia delictiva.

Gráfico 3
Tasa de incidencia delictiva por cada 100 mil habitantes y fracción de la población que considera inseguro vivir en su estado en los Estados Unidos Mexicanos



Fuente: elaboración propia con datos calculados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), considerando los resultados de La Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE) entre los años 2011-2016

Estos resultados indican que las personas no se están comportando como la teoría económica tradicional predice. Si así fuera, el coeficiente de correlación distancia de la matriz de las percepciones de inseguridad y la matriz de las tasas de incidencia delictiva por cada 100 mil habitantes de los 32 estados de la república mexicana, para el período 2011-2016, sería mayor, y Curiel y Bishop (2016) hubieran encontrado lo contrario a lo que hallaron en su estudio. ¿Qué explicación podría tener esta observación?

Es posible que la percepción de la inseguridad no esté relacionada o está débilmente relacionada con las tasas delictivas porque, en la mayoría de los casos, las personas utilizan heurísticas para evaluar la seguridad de una zona geográfica y posteriormente tomar decisiones económicas. Si este argumento es válido, la percepción de la inseguridad, tal y como se define en este estudio, debería afectar más la actividad económica que las tasas delictivas.

Hay dos heurísticas que se podrían utilizar para evaluar la seguridad de cierta zona geográfica en determinado momento y, posteriormente, tomar decisiones económicas: la heurística de la disponibilidad y la heurística de la confirmación.

La heurística de la disponibilidad de acuerdo con Tversky y Kahneman (1973) es una estrategia utilizada por las personas para contestar preguntas difíciles de forma rápida y satisfactoria. La estrategia consiste en sustituir una difícil pregunta, como: “¿Es segura tal zona geográfica?” por una más sencilla, como: “¿Qué dicen las noticias al respecto?”. Posteriormente, los recuerdos más recientes y salientes de la persona la ayudarán a contestar la pregunta sencilla. En este caso, si la persona leyó recientemente una noticia de un asesinato en cierta zona geográfica que le causó conmoción, es probable que cuando se le pregunte si dicha zona geográfica es segura, conteste que no.

Al igual que la heurística de la disponibilidad, la heurística de la confirmación de acuerdo con Bazerman y Moore (2008) es una estrategia utilizada por las personas para contestar preguntas difíciles de forma rápida y satisfactoria solo que, a diferencia de la primera, la segunda se basa en una creencia personal en lugar de recuerdos recientes y salientes. La estrategia consiste en sustituir una difícil pregunta, como: “¿Cuál es la probabilidad de que me asalten en un restaurant de cierta zona geográfica?” por una más sencilla, como: “¿Tal zona geográfica es segura?”. Solo que, en este caso, para contestar la pregunta sencilla la persona buscará una creencia personal que a su vez será respaldada por recuerdos selectivos. Si la persona cree que tal zona geográfica es insegura, su mente realizará una búsqueda selectiva de evidencia que respalde dicha creencia (e. g., a un conocido lo asaltaron en un restaurant de dicha zona geográfica en algún momento, hay evidencia de actos vandálicos en dicha zona geográfica, etc.), y concluirá que dicha zona geográfica es insegura. Esta conclusión provocará que la persona no vaya al restaurant y decida hacer otra cosa con su tiempo.

Existe una amplia literatura que documenta, cómo el uso de heurísticas en ciertas circunstancias, resulta en juicios sesgados que provocan comportamientos contrarios a lo que predice la teoría económica tradicional. Para una extensa revisión literaria al respecto, véase Gilovich et al. (2002). La premisa de esta posible explicación está fundada en este conjunto de evidencia empírica.

Por estas razones, se plantea la hipótesis de que la percepción de la inseguridad afecta más a la economía que la tasa delictiva.

Nótese, además, que la percepción de la inseguridad en este estudio, es una evaluación de la seguridad de una zona geográfica. Esto es diferente al miedo a ser víctima de un delito o el cálculo de la probabilidad de ser víctima de algún crimen, sobre lo cual existe suficiente literatura (véase Hale, 1996).

Este estudio busca complementar los hallazgos de Curiel y Bishop (2016), al extender el análisis a las implicaciones económicas que la poca relación existente entre la percepción de la inseguridad y las tasas delictivas, pueda tener.

III. ¿Cómo es que la percepción de la inseguridad y la tasa delictiva podrían afectar la economía?

Se asume que la percepción de la inseguridad y la tasa delictiva afectan cuatro actividades económicas, a través del mismo mecanismo que Ayala y Chapa (2012) proponen, para explicar cómo la probabilidad subjetiva de ser víctima de un delito afecta la demanda de entretenimiento. Para relacionar la hipótesis planteada en la introducción, con este mecanismo, se asume que la evaluación de la seguridad de una zona geográfica y/o la tasa delictiva de dicha zona geográfica, afecta directamente el cálculo de la probabilidad subjetiva de ser víctima de un delito. Es decir, si el individuo considera que vivir en cierta zona geográfica es inseguro y/o la tasa delictiva en dicha zona geográfica es alta, es más probable que le asigne una probabilidad alta a la ocurrencia de ser víctima de un delito en el acto necesario para consumir el bien en cuestión, en dicha zona geográfica.

Para explicar cómo la probabilidad subjetiva de ser víctima de un delito afecta la demanda de entretenimiento, Ayala y Chapa (2012) proponen un modelo de demanda basado en la teoría económica tradicional; es decir, en la teoría de la utilidad esperada, donde el consumidor se encarga de maximizar una función de satisfacción sujeto a una restricción presupuestaria. La ventaja de este paradigma es que se puede adaptar a la demanda de otros bienes distintos al entretenimiento, sin cambiar sus propiedades ni las conclusiones.

Bajo este esquema, los individuos tendrían que maximizar la siguiente función de utilidad de elasticidades constantes:

$$U(n, y) = \frac{\theta_i n^\delta}{\delta} + \frac{y^\delta}{\delta} \quad (1)$$

Donde "n" es el bien de consumo de interés, "y" son todos los demás bienes de consumo que no sean "n", θ_i es la incertidumbre asociada a realizar la acción para consumir el bien "n" del individuo "i" y la elasticidad de sustitución entre "n" y "y" es $1/(1-\delta)$

Sujeto a la siguiente restricción presupuestaria:

$$m = p_i n + y \quad (2)$$

Donde m es el ingreso, p_i es el precio que el individuo "i" le asocia a "n", en términos de "y",

$$p_i = \begin{cases} p, & \text{si no ocurre un delito al realizar la acción para consumir "n"} \\ p(1+c), & \text{si ocurre un delito al realizar la acción para consumir "n"} \end{cases} \quad (3)$$

Donde "c" es el costo de haber sido víctima de un delito al realizar la acción para consumir "n", y la probabilidad subjetiva que el individuo "i" le asigna al desenlace de que ocurra un delito al realizar la acción para consumir "n" es "q".

Por tanto, utilizando la misma estrategia que Ayala y Chapa (2012) emplean, para resolver este problema de maximización, se sustituye la restricción presupuestaria en la función de utilidad y se calcula su esperanza matemática, lo cual resulta en la siguiente expresión:

$$E(U) = q * \frac{[m-p(1-c)n]^\delta}{\delta} + (1-q) * \left[\frac{\theta n^\delta}{\delta} + \frac{(m-pn)^\delta}{\delta} \right] \quad (4)$$

Posteriormente, se resuelven las condiciones de primer orden para obtener la siguiente expresión:

$$(1-q)\theta n^{\delta-1} = qp(1+c)[m-pn-cpn]^{\delta-1} + (1-q)p[m-pn]^{\delta-1} \quad (5)$$

Y finalmente, resolviendo para "n", asumiendo que $\frac{cpn}{m-pn} = 0^3$; se obtiene:

$$n^* = \frac{\beta^\sigma}{(1+\beta^\sigma p)} * m \quad (6)$$

$$\text{Donde } \beta = \left[\frac{(1-q)\theta}{p(1+qc)} \right]^\sigma \text{ y } \sigma = \frac{1}{(1-\delta)}$$

El resultado importante de este análisis teórico es que un incremento en q provoca una disminución en n^* , lo cual quiere decir que la probabilidad subjetiva que las personas calculen para la ocurrencia de un delito, al realizar cierta acción para consumir algún bien, reducirá la demanda por ese bien.

³ Ayala y Chapa (2012) consideran que este término no es más que un impuesto al valor que la delincuencia le impone al consumo del bien "n" sobre el bien "y", equiparable con el impuesto al valor agregado, por lo que omitirlo no altera el propósito y las conclusiones del análisis teórico.

La elección de las actividades económicas que podrían ser afectadas, por la percepción de la inseguridad y la tasa delictiva, está basada en la evidencia empírica que se describe a continuación.

El conocimiento de la violencia y el miedo excesivo pueden hacer que los habitantes de la zona geográfica afectada, migren hacia otros estados o municipios más seguros. La Encuesta de Percepción Ciudadana sobre Inseguridad en Ciudad Juárez sugieren que la percepción de la inseguridad podría ser una causa de migración. En 2009, el 42% de la población de Ciudad Juárez manifestó, a través de la encuesta citada, su deseo de migrar para evitar ser víctimas de un delito. Adicionalmente, Robles et al. (2013), encuentra que un aumento de 10 homicidios por cada 100,000 habitantes genera una disminución aproximada de 2 a 3 puntos porcentuales de la proporción de personas que trabajan en un municipio. Por este motivo se considera que un incremento en la percepción de la inseguridad y la tasa delictiva podría provocar un incremento en la cantidad de personas que deciden emigrar fuera del país.

A su vez, Ayala y Chapa (2012) encuentran que las personas salen menos de su casa con fines recreativos, si perciben que la probabilidad de ser víctima de un delito en el acto, es alta. Tanto la percepción de la inseguridad como la tasa delictiva podrían desincentivar el consumo. Por este motivo, se considera que un incremento en la percepción de la inseguridad y la tasa delictiva podrían reducir el producto interno bruto de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas en millones de MXN, y también afectarían al producto interno bruto de servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos en millones de MXN.

Estos factores pueden crear un ambiente poco propicio para los negocios. Una explicación viable es que en un área geográfica insegura el emprendedor teme por su propiedad y, por ende, disminuye la probabilidad de que decida abrir un negocio en esa zona, a menos que sea del giro de seguridad u otro giro que no se vea afectado por estos factores. Además, es probable que los tres medios mencionados anteriormente harían menos atractiva casi cualquier tipo de inversión. La disminución de la productividad y la migración hacen más cara la mano de obra mientras que la austeridad reduce los retornos de la inversión. Robles et al. (2013), encuentra que un aumento de 10 homicidios por cada 100,000 habitantes genera que disminuya, en 0.4 puntos porcentuales, la proporción de personas propietarias de un negocio. Por este motivo, se considera un incremento en la percepción de la inseguridad y la tasa delictiva, que podrían reducir la inversión extranjera directa en millones de MXN y el número de empresas registradas en el Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM).

IV. Análisis empírico

Para probar las diferencias de los efectos de la percepción de inseguridad y la tasa delictiva en la economía, se realizó un análisis de datos panel, tomando en consideración considerando los 32 estados de la república mexicana en el periodo 2011-2016. Esto resulta en un panel “balanceado” (i. e. que no le faltan observaciones) de 192 observaciones (32 objetos por 6 periodos de tiempo). Para controlar las variables que afectan a todos los estados y no cambian en el tiempo (e. g. ubicación, extensión territorial, etc.) y los “shocks” que afectan a todos los estados en cada período de tiempo, (e. g. una modificación de la tasa impositiva a nivel federal) se estimó el siguiente modelo estadístico de efectos fijos con una variable dicotómica, que identifica el año y otra que identifica el estado para cada una de los indicadores económicos que podrían ser afectados por la tasa delictiva o la percepción de la inseguridad. A continuación, se muestra dicho modelo estadístico, al que se denota Ecuación 7:

$$\ln(ind)_{it} = \beta_1 \ln(per)_{it} + \beta_2 \ln(inc)_{it} + \alpha_t + \gamma_i + e_{it} \quad (7)$$

Donde “*ind*”, se refiere a un indicador económico; “*per*”, se refiere a percepción de la inseguridad tal y como se define en la introducción de este estudio; “*inc*”, se refiere a la tasa de incidencia delictiva por cada 100 mil habitantes calculada por el INEGI con datos de la ENVIPE, “ α_t ” es una variable dicotómica para identificar el período, $t = 2011-2016$, “ γ_i ” es una variable dicotómica para identificar el estado e “*i*”, se refiere a cada uno de los 32 estados de la república mexicana. La “percepción de la inseguridad” es el porcentaje de encuestados que considera que vivir en el estado “*i*” es inseguro.

Donde “*ind*”, se refiere a un indicador económico; “*per*”, se refiere a percepción de la inseguridad tal y como se define en la introducción de este estudio; “*inc*”, se refiere a la tasa de incidencia delictiva por cada 100 mil habitantes calculada por el INEGI con datos de la ENVIPE, “ α_t ” es una variable dicotómica para identificar el período, $t = 2011-2016$, “ γ_i ” es una variable dicotómica para identificar el estado e “*i*”, se refiere a cada uno de los 32 estados de la república mexicana. La “percepción de la inseguridad” es el porcentaje de encuestados que considera que vivir en el estado “*i*” es inseguro.

Las estimaciones se hicieron a través de regresiones de mínimos cuadrados generalizados, utilizando el paquete estadístico R.

Cabe notar que este modelo no controla los impactos que afectan solo a unos estados (e. g. un arancel a la exportación de un producto que se produce en un estado); sin embargo, en el período de análisis, se considera que no hubo impactos de esta naturaleza que merezcan consideración. El Tratado de Libre Comercio de América del Norte no sufrió modificaciones en estos años, y no

hubo desastres naturales que hayan causado suficientes estragos para ser tomados en cuenta.

Tabla 1
Signos esperados de los coeficientes de la percepción de la inseguridad y la tasa delictiva para cada uno de los indicadores económicos, considerados en los modelos estadísticos del presente estudio

Indicador económico	Abreviación	Fuente	Signo esperado del coeficiente de la percepción de la inseguridad y la tasa delictiva
Producto interno bruto de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas en millones de MXN	pibt	INEGI	< 0
Producto interno bruto de servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos en millones de MXN	pibe	INEGI	< 0
Inversión Extranjera Directa en millones de MXN	ied	INEGI	< 0
Número de empresas registradas en el Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM)	emp	SIEM	< 0
Personas que emigran fuera de México	emi	CONAPO	> 0

Fuente: elaboración propia .

Idealmente, el modelo estadístico debería incluir los recursos naturales y las leyes del estado como variables explicativas, ya que ambas varían con el tiempo en cada estado. Ninguna de estas se incluye, porque ambas son difíciles de estimar, y se asume que en el período de análisis no variaron considerablemente.

A continuación, se presenta una tabla con el signo esperado del coeficiente, tanto de la percepción de la inseguridad como de la tasa delictiva que resulte al realizar las estimaciones del modelo estadístico, estimaciones correspondientes a cada uno de los indicadores económicos que podrían ser afectados por la percepción de la inseguridad y/o la tasa delictiva, junto con la definición del indicador económico, abreviación y fuente de este. El signo

esperado de estos coeficientes se deriva de la relación esperada entre cada uno de los indicadores económicos con la percepción de la inseguridad y la tasa delictiva explicada, en la sección: “¿Cómo es que la percepción de la inseguridad y la tasa delictiva podrían afectar la economía?”

V. Resultados

En la siguiente tabla, se presentan los resultados de las estimaciones. Para la inversión extranjera directa (“ied”), el modelo estadístico que se utilizó fue el mismo que para el resto de los indicadores, tal y como se especifica en la Ecuación 7; pero sin logaritmos naturales, ya que este indicador puede tener valores negativos (lo cual significa una salida de capital) y, por ende, no se puede calcular su logaritmo natural.

Tabla 2
Resultados de la estimación de la Ecuación 7, para cada uno de los indicadores económicos considerados

ind	per	inc	R2
pibt	-0.1127** (0.0515)	-0.0360 (0.0416)	0.0383
pibe	-0.0233* (0.0124)	-0.0091 (0.0101)	0.0303
ied	-4.42E+02 (6.16E+02)	6.63E-03 (7.54E-03)	0.0075
emp	-0.5163*** (0.1423)	-0.1293 (0.1151)	0.0926
emi	0.0155** (0.0072)	-0.0066 (0.0059)	0.0339

Nota: Error estándar en paréntesis. ***, **, *, se refiere a nivel de significancia estadística al 0.01, 0.05 y 0.1, respectivamente. Para la inversión extranjera directa (“ied”), el modelo estadístico que se utilizó fue el mismo que para el resto de los indicadores, tal y como se especifica en la Ecuación 7; pero sin logaritmos naturales, ya que este indicador puede tener valores negativos (lo cual significa una salida de capital) y, por ende, no se puede calcular su logaritmo natural.

Tal y como se puede observar, solo los coeficientes de la percepción de la inseguridad son estadísticamente significativos, al menos, a un nivel de significancia estadística del 10%. El único coeficiente de la percepción de la inseguridad que no es estadísticamente significativo, a un nivel de significancia estadística de al menos 10%, es el correspondiente al modelo estadístico en el que la variable dependiente es la inversión extranjera directa en millones de MXN. Ninguno de los coeficientes de la tasa de incidencia delictiva por cada 100 mil habitantes, calculada por la INEGI con datos de la ENVIPE, es estadísticamente significativo a un nivel de significancia estadística de al menos 10%. Todos los signos de los coeficientes estadísticamente significativos, al menos a un nivel de significancia estadística del 10%, son los

esperados. Un aumento del 10% en la percepción de la inseguridad reduce -en promedio- el producto interno bruto de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas en millones de MXN, en 11.27%. Un aumento del 10% en la percepción de la inseguridad reduce -en promedio- el producto interno bruto de servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos en millones de MXN, en 2.32%. Un aumento del 10% en la percepción de la inseguridad reduce -en promedio- el número de empresas registradas en el SIEM, en 51.63%. Un aumento del 10% en la percepción de la inseguridad incrementa -en promedio- la cantidad de personas que emigran fuera de México, en 1.55%. Como es de notarse, el impacto de la percepción de la inseguridad es mayor en el número de empresas registradas en el SIEM y el producto interno bruto de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas en millones de MXN.

VI. ¿Y que hay de otras tasas delictivas?

La tasa de incidencia delictiva por cada 100 mil habitantes, calculada por el INEGI con datos de la ENVIPE, refleja la cantidad de delitos que hay en cierta zona geográfica; sin embargo, puede ser que no todos los delitos afecten, en igual medida, el comportamiento de la población. Los delitos graves podrían afectar más el comportamiento de las personas que los delitos menos graves. Y de todos los delitos, el más grave para la sociedad considerando las penas asociadas al mismo, es el homicidio. ¿Qué pasaría si en lugar de utilizar tasa de incidencia delictiva por cada 100 mil habitantes calculada por el INEGI con datos de la ENVIPE, se utiliza la tasa de homicidios por cada 100 mil habitantes calculada por el INEGI con datos de la ENVIPE, como variable independiente en los modelos estadísticos estimados en la sección anterior? Para ver qué sucedería, se procede a estimar la siguiente ecuación, denominada Ecuación 8:

$$\ln(ind)_{it} = \beta_1 \ln(per)_{it} + \beta_2 \ln(hom)_{it} + \alpha_t + \gamma_i + e_{it} \quad (8)$$

Donde “*ind*” se refiere a un indicador económico, “*per*” se refiere a percepción de la inseguridad tal y como se define en la introducción de este estudio, “*hom*” se refiere a la tasa de homicidios por cada 100 mil habitantes calculada por el INEGI con datos de la ENVIPE, “ α_t ” es una variable dicotómica para identificar el período, $t = 2011-2016$, “ γ_i ” es una variable dicotómica para identificar el estado e “*i*” se refiere a cada uno de los 32 estados de la república mexicana. La “percepción de la inseguridad” es el porcentaje de encuestados que considera que vivir en el estado “*i*” es inseguro.

En la siguiente tabla, se presentan los resultados de las estimaciones:

Tabla 3
Resultados considerando la tasa de homicidios por cada 100 mil

ind	per	hom	R²
pibt	-0.1116** (0.0515)	-0.0189 (0.0199)	0.0392
pibe	-0.0217* (0.0124)	-0.0086* (0.0048)	0.0454
ied	-310.6929 (611.7620)	-7.4884 (5.5437)	0.0143
emp	-0.5507*** (0.1429)	0.0447 (0.0551)	0.0890
emi	0.0116 (0.0071)	0.0086*** (0.0027)	0.0849

Nota: Tasa de homicidios por cada 100 mil Habitantes calculada por la INEGI con datos de la ENVIPE (i. e. resultados de la estimación de la Ecuación 8 para cada uno de los indicadores económicos considerados). Error estándar en paréntesis. ***, **, *, se refiere a nivel de significancia estadística al 0.01, 0.05 y 0.1, respectivamente. Para la inversión extranjera directa (“ied”), el modelo estadístico que se utilizó fue el mismo que para el resto de los indicadores, tal y como se especifica en la Ecuación 8, pero sin logaritmos naturales, ya que este indicador puede tener valores negativos (lo cual significa una salida de capital) y por ende, no se puede calcular su logaritmo natural.

Tal y como se puede observar, todos los signos son los esperados. En los modelos estadísticos que utilizan el producto interno bruto de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas en millones de MXN y el número de empresas registradas en el SIEM como variables dependientes, respectivamente, solo la percepción de la inseguridad resulta tener un efecto estadísticamente significativo, al menos a un nivel de significancia estadística del 10%. En el modelo estadístico que utiliza el producto interno bruto de servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos en millones de MXN como variable dependiente, la percepción de la inseguridad y la tasa de homicidios por cada 100 mil habitantes tienen efectos estadísticamente significativos con el mismo nivel de significancia estadística. Sin embargo, en este caso, la percepción de la inseguridad afecta más al producto interno bruto de servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos en millones de MXN que la tasa de homicidios por cada 100 mil habitantes. Un aumento del 10% en la percepción de la inseguridad reduce, en promedio, el producto interno bruto de servicios de esparcimiento culturales y deportivos y otros servicios recreativos en millones de MXN, en 2.17% mientras que un aumento del 10% en la tasa de homicidios solo lo reduce 0.86%, en promedio. Únicamente en el modelo estadístico que utiliza las personas que emigran fuera de México, como variable dependiente, la percepción de la inseguridad no tiene un efecto estadísticamente significativo, y la tasa de homicidios por cada 100 mil habitantes, sí. Sin embargo, el efecto de la tasa de homicidios es pequeño. Un aumento del 10% en la tasa de homicidios incrementa la cantidad de personas

que emigran fuera de México 0.86%, en promedio. El único modelo estadístico que no presenta coeficientes estadísticamente significativos es el que utiliza la inversión extranjera directa, como variable dependiente.

La tasa de incidencia delictiva por cada 100 mil habitantes calculada por el INEGI con datos de la ENVIPE refleja la cantidad de delitos que hay en cierta zona geográfica; sin embargo, puede ser que los delitos estén concentrados en ciertas partes de la zona geográfica y, por ese motivo, no afectan la actividad económica en toda la zona. Esta es una posible explicación de por qué los coeficientes relacionados con la tasa de incidencia delictiva por cada 100 mil habitantes, calculada por el INEGI con datos de la ENVIPE, no resultaron ser estadísticamente significativos a un nivel de significancia estadística de al menos 10%, en las estimaciones realizadas con la ecuación 7. La tasa de prevalencia delictiva por cada 100 mil habitantes refleja cuántas personas son afectadas por al menos un delito, en una zona geográfica. ¿Qué pasaría si, en lugar de utilizar la tasa de incidencia delictiva por cada 100 mil habitantes calculada por el INEGI con datos de la ENVIPE, se utiliza la tasa de prevalencia delictiva por cada 100 mil habitantes calculada por el INEGI con datos de la ENVIPE, como variable independiente en los modelos estadísticos estimados en las secciones anteriores? Para ver qué sucedería, se procede a estimar la siguiente ecuación denominada Ecuación 9:

$$\ln(ind)_{it} = \beta_1 \ln(per)_{it} + \beta_2 \ln(prev)_{it} + \alpha_t + \gamma_i + e_{it} \quad (9)$$

Donde “*ind*”, se refiere a un indicador económico; “*per*”, se refiere a percepción de la inseguridad tal y como se define en la introducción; “*prev*”, se refiere a la tasa de prevalencia delictiva por cada 100 mil habitantes calculada por el INEGI con datos de la ENVIPE; “ α_t ” es una variable dicotómica para identificar el período; $t = 2011-2016$; “ γ_i ” es una variable dicotómica para identificar el estado e “*i*”, se refiere a cada uno de los 32 estados de la república mexicana. La “percepción de la inseguridad” es el porcentaje de encuestados que considera que vivir en el estado “*i*”, es inseguro.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de las estimaciones. Para la inversión extranjera directa (“*ied*”), el modelo estadístico que se utilizó fue el mismo que para el resto de los indicadores tal y como se especifica en la Ecuación 9 pero sin logaritmos naturales ya que este indicador puede tener valores negativos (lo cual significa una salida de capital) y por ende no se puede calcular su logaritmo natural.

Tabla 4
Resultados considerando la tasa de prevalencia delictiva por cada 100 mil habitantes

ind	per	prev	R²
pibt	-0.1133** (0.0529)	-0.0227 (0.0653)	0.0343
pibe	-0.0209 (0.0128)	-0.0178 (0.0157)	0.0333
ied	-4.90E+02 (636.3010)	1.09E-02 (0.0170)	0.0052
emp	-0.4939*** (0.1462)	-0.2006 (0.1804)	0.0924
emi	0.0158** (0.0075)	-0.0062 (0.0092)	0.0286

Nota: Tasa de prevalencia delictiva por cada 100 mil habitantes calculada por la INEGI con datos de la ENVIPE (i. e. resultados de la estimación de la Ecuación 9 para cada uno de los indicadores económicos considerados). Error estándar en paréntesis. ***, **, *, se refiere a nivel de significancia estadística al 0.01, 0.05 y 0.1 respectivamente.

Tal y como se puede observar, solo los coeficientes de la percepción de la inseguridad son estadísticamente significativos al menos a un nivel de significancia estadística del 5%. Los únicos coeficientes que no son estadísticamente significativos al menos a un nivel de significancia estadística del 10% son los correspondientes a los modelos que tienen como variable dependiente el producto interno bruto de servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos en millones de MXN y la inversión extranjera directa en millones de MXN respectivamente. Ninguno de los coeficientes de la tasa de prevalencia delictiva por cada 100 mil habitantes calculada por la INEGI con datos de la ENVIPE es estadísticamente significativo a un nivel de significancia estadística de al menos 10%. Todos los signos de los coeficientes estadísticamente significativos al menos a un nivel de significancia estadística del 5% son los esperados. Un aumento del 10% en la percepción de la inseguridad disminuye en promedio el producto interno bruto de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas en millones de MXN en 11.33%. Un aumento del 10% en la percepción de la inseguridad disminuye en promedio el número de empresas registradas en el SIEM 49.39%. Un aumento del 10%, en la percepción de la inseguridad, aumenta en promedio la cantidad de personas que emigran fuera de México 1.57%. Como es de notarse, el impacto de la percepción de la inseguridad es mayor en el número de empresas registradas en el SIEM, y el producto interno bruto de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, en millones de MXN.

Conclusión

Es difícil imaginar que una persona vaya a revisar las tasas delictivas reportadas por el Ministerio Público para tomar la decisión de ir a pasear al parque, por ejemplo. Además, las tasas delictivas representan una información difícil de incluir en la toma de este tipo de decisiones. Si la persona es suficientemente sofisticada, entenderá que este estadístico está sesgado por la “cifra negra”. Es decir, por todos los delitos que no se reportan por vergüenza, pereza, corrupción o falta de confianza en las autoridades. Para ello, tendrá que recurrir al resultado de encuestas como la ENVIPE y considerar todos los sesgos inherentes en estos estudios (e. g., la memoria y el estado de ánimo del encuestado a la hora de contestar la encuesta, su disponibilidad, cómo la redacción de la pregunta podría inclinar al encuestado a contestarla de cierta forma, etc.). Esto, además de ser más costoso, es muy demandante para la mente, por ende, propenso a errores de cálculo o limitantes cognitivas.

Es más fácil imaginar que la persona utilice una heurística para contestar la difícil pregunta de: ¿qué tan probable es que me roben la billetera si salgo a dar un paseo al parque? Dicha estrategia podría sustituir esta pregunta por otras más sencillas como: ¿salen a pasear al parque mis vecinos? Si veo que lo hacen, no debe haber problema con esta actividad y, por ende, la probabilidad de que me roben la billetera en el acto debe ser mínima. Otra pregunta que se podría utilizar en sustitución, es: ¿en qué condiciones está el parque?, si noto que está afectado por actos vandálicos, es probable que no haya patrullaje por allí, por tanto, la probabilidad de que me roben la billetera es alta. De hecho, Lewis y Maxfield (1980) encuentran que en Chicago la cantidad de edificios abandonados y el vandalismo juvenil afectan más la percepción de la inseguridad que las tasas delictivas.

Considerando las limitantes estadísticas de este análisis (las variables que no se pudieron incluir en los modelos estadísticos y el resultado tan bajo de sus respectivos coeficientes de determinación), se puede concluir que la percepción de la inseguridad afecta más la economía que las tasas delictivas consideradas en este estudio. Esto implica que, si los gobiernos quieren ver sus esfuerzos para combatir la inseguridad reflejados en la economía, tendrán que considerar reducir la percepción de la inseguridad, sin olvidar reducir las tasas delictivas y poner más énfasis en lo primero que en lo segundo. Cualquiera pensaría que patrullar los parques recreativos es una buena política para disminuir tanto la tasa delictiva como la percepción de la inseguridad, sin embargo, tal y como encuentra López (2013), este no es el caso. Contrario a las expectativas, mucha gente no se da cuenta de esta medida y la percepción de la inseguridad se mantiene.

Todas las estimaciones realizadas en este estudio indican que la percepción de la inseguridad afecta más al número de empresas registradas en el SIEM y al producto interno bruto de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas en millones de MXN. Un incremento del 10% en la percepción de la inseguridad está relacionado con una disminución -en promedio- de aproximadamente el 50% del número de empresas registradas en el SIEM, y una disminución -en promedio- de aproximadamente 11% del producto interno bruto de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas en millones de MXN.

Aunado a esto, tanto la tasa delictiva como la percepción de la inseguridad podrían afectar la economía de otras maneras. Por ejemplo, Pope (2008) encuentra que el precio de las casas en ciertos barrios de Estados Unidos, baja cuando un delincuente sexual se muda al vecindario y aumentan cuando sale del mismo. Para futuras investigaciones habrá que realizar el análisis para otros indicadores económicos según sugiera la evidencia empírica.

A pesar de que los coeficientes de correlación distancia, entre la matriz de las percepciones de inseguridad contra la matriz de las tasas de incidencia delictiva por cada 100 mil habitantes, calculadas por el INEGI con datos de la ENVIPE, la matriz de las tasas de homicidios por cada 100 mil habitantes calculadas por el INEGI con datos de la ENVIPE y la matriz de las tasas de prevalencia delictiva por cada 100 mil habitantes calculadas por el INEGI con datos de la ENVIPE, respectivamente, no pasan de 0.21, sin embargo, puede ser que la tasa delictiva afecte la actividad económica a través de la percepción de la inseguridad. Para futuras investigaciones, será interesante realizar un análisis de mediación con datos panel para probar esta hipótesis. El principal reto de este análisis de acuerdo con Little (2013) será determinar cuánto tiempo tarda la tasa delictiva en afectar la percepción de la inseguridad y cuánto tiempo tarda la percepción de la inseguridad en afectar la actividad económica si es que realmente la tasa delictiva afecta la actividad económica a través de la percepción de la inseguridad. Además, habrá que revisar si no hay otras variables mediadoras involucradas en la cadena de causalidad. Puede ser que la tasa delictiva afecte el miedo a ser víctima de un delito, y que el miedo a ser víctima de un delito afecte la percepción de la inseguridad y que, a su vez, la percepción de la inseguridad afecte la actividad económica.

Referencias

- [1] Ayala Gaytán, E. A., & Chapa Cantú, J. C. (2012). La inseguridad y la demanda por entretenimiento: evidencia para las áreas metropolitanas de Monterrey, Guadalajara y León, *EconoQuantum*, 9(1), 135-148
- [2] Bazerman, M. H., & Moore, D. A. (2008). Judgment in managerial decision making.

- [3] Curiel, R. P., & Bishop, S. R. (2016). A metric of the difference between perception of security and victimisation rates. *Crime Science, 5*(1), 12.
- [4] ENOPI (Junio 2017). Encuesta Nacional de Opinión Pública Ipsos. Recuperado de: <https://www.ipsos.com/>
- [5] Gilovich, T., Griffin, D., & Kahneman, D. (Eds.). (2002) Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgment. Cambridge university press.
- [6] Hale, C. (1996) Fear of Crime: A Review of the Literature, *International Review of Victimology, 4*: 79–150.
- [7] Lewis, D. A., & Maxfield, M. G. (1980). Fear in the neighborhoods: An investigation of the impact of crime. *Journal of research in crime and delinquency, 17*(2), 160-189.
- [8] Little, T. D. (2013). Longitudinal structural equation modeling. Guilford press.
- [9] López, C. J. (2013). Percepción de inseguridad en México. *Revista Mexicana de Opinión Pública, 15*, 12-29.
- [10] Pope, J. C. (2008). Fear of crime and housing prices: Household reactions to sex offender registries. *Journal of Urban Economics, 64*(3), 601-614.
- [11] Robles, G., Calderón, G., & Magaloni, B. (2013). Las consecuencias económicas de la violencia del narcotráfico en México (No. IDB-WP-426). IDB Working Paper Series
- [12] Szekely, G. J., Rizzo, M. L. & Bakirov, N. K. (2007). Measuring and testing dependence by Correlation of distances. *The Annals of Statistics, 35*(6): 2769-2794.
- [13] Tversky, A., & Kahneman, D. (1973). Availability: A heuristic for judging frequency and probability. *Cognitive psychology, 5*(2), 207-232.



Regional Input-Output Matrices and an Application to Analyze a Manufacturing Export Shock in Mexico

Matrices insumo producto regionales y una aplicación para analizar impactos de las exportaciones manufactureras en México

Jorge Alvarado*[§]
Miroslava Quiroga*
Leonardo Torre*
Daniel Chiquiar*

Article information

Received:
11 november 2017

Accepted:
4 october 2019

JEL Classification:
O14; R11; R12; R15

Keywords:
Input-Output Model;
Regional Analysis;
Multiplier Effects;
Exports

Abstract

Based on the national Input-Output Matrix (IOM) 2012 calculated by INEGI, we estimate with the Flegg approach four regional Input-Output Matrices (RIOMs) using Banco de México's regionalization (Northern, North-Central, Central and Southern). These RIOMs are employed to evaluate the impact on regional gross output, value added and employment from a 10,000 million dollar shock on Mexican manufacturing exports. The results show that the effects on the absolute values of gross output, value added and employment in the North are clearly larger than those estimated for the other regions. Another finding is that the total effects of the regional shocks tend to concentrate in the manufacturing sector, with the highest concentration observed in the North, and the lowest in the South. It is also shown that the North is, by far, the region experiencing the greatest change in its value added relative to GDP, followed by the North Central, the Central and the South. The results suggest a strong linkage between the manufacturing sector and tertiary activities, particularly commerce and services in the central regions, as well as between manufacturing and oil and gas extraction in the South.

[§] Email: jorge.alvarado@banxico.org.mx

* Banco de México.



Información del artículo	Resumen
<p>Recibido: 11 noviembre 2017</p> <p>Aceptado: 4 octubre 2019</p>	<p>A partir de la Matriz de Insumo-Producto nacional (MIP) 2012, calculada por el INEGI, estimamos cuatro Matrices de Insumo-Producto regionales (MIPRs) utilizando el enfoque de Flegg. Estas matrices se emplean para evaluar el impacto en producción bruta, valor agregado y empleo en el nivel regional de un choque de 10,000 millones de dólares, en las exportaciones manufactureras mexicanas. Los resultados muestran que los efectos sobre los valores absolutos de la producción bruta, el valor agregado y el empleo en el Norte son significativamente mayores que los estimados para las otras regiones. Se observa también que los efectos totales de los choques regionales tienden a concentrarse en el sector manufacturero, y que la mayor concentración se encuentra en el Norte, y la más baja, en el Sur. El Norte es también la región con el mayor cambio en valor agregado como proporción del PIB, seguida por la región Centro Norte, Centro y Sur. Sin embargo, los efectos indirectos tienden a ser mayores en regiones alejadas de la frontera con Estados Unidos. Así, los resultados sugieren un fuerte vínculo entre el sector manufacturero y las actividades terciarias, en particular, el comercio y los servicios en las regiones centrales, y en la fabricación y la extracción de petróleo y gas en el Sur.</p>
<p>Clasificación JEL: R11; R12; R15</p>	
<p>Palabras clave: Modelo insumo producto; Análisis regional; Efecto multiplicador; Exportaciones</p>	

Agradecimientos: Los autores agradecen los comentarios de Joana Chapa, Juan Carlos Chávez, Alejandrina Salcedo, Daniel Sámano, dos dictaminadores anónimos y a los participantes del 4º Congreso Anual de Economía y Políticas Públicas en la Universidad Iberoamericana en la Ciudad de México. Los puntos de vista y conclusiones en este trabajo son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente reflejan los del Banco de México. Los errores restantes son responsabilidad de los autores.

Introduction

This paper estimates the direct and indirect effects that an exogenous shock to the manufacturing exporting sector can have on other sectors of economic activity at the regional level in Mexico. Positive shocks that originate in a particular manufacturing sector can have spill-over effects on other manufacturing sectors and on other activities—such as services or construction— via input-output linkages. To identify these effects, this paper extends traditional input-output matrix (IOM) analysis to obtain regional input-output matrices (RIOMs), which can be useful tools to characterize the regional heterogeneity in the organization of economic activity within a country. An IOM summarizes information regarding the economy's productive structure useful to evaluate the aggregate impact on the entire economic system produced by exogenous shocks that initially originate within a particular activity. The estimation of IOMs at the regional level allows for a richer characterization of the aggregate effects from the exogenous shocks as

we may identify the differential spill-over effects that these shocks may have across regions within the same country.

Previous work has found that the regional impact of trade liberalization may be very heterogeneous. For example, Chiquiar (2005) and Cosar and Fajgelbaum (2016) study the regional impact of external economic integration and find that specialization patterns (i.e. sectoral composition) can lead to uneven effects of international trade. Similarly, authors, Dorn and Hanson (2013) find differential effects of import competition from China in local labor markets in the U.S. In a related paper, Chiquiar et al. (2014) also find heterogeneous effects of trade shocks—such as the enactment of NAFTA or the entry of China into the WTO—on Mexican labor markets. This paper focuses on a particular channel that can exacerbate or dampen the differential responses to an exogenous export shock at the regional level, and that can be relevant to explain heterogeneous regional effects of external shocks. In particular, even if the first order effect of an exogenous shock on exports for a particular region depends on its export orientation, regions in which sectors are more interconnected will benefit greater from the same shock relative to those with weaker sectoral links. This implies that heterogeneous effects can arise not only from a region's export capability, but also from its underlying microeconomic structure in terms of how economic activity is organized. Indeed, Acemoglu et al. (2012) and Foerster et al. (2011) have emphasized the role of intersectoral linkages as an amplification mechanism that accounts for a substantial amount of aggregate fluctuations. Moreover, Caliendo et al. (2016) argue that intersectoral and interregional linkages are keys to understanding the response of the aggregate economy to micro-level shocks.

Methodological advances, the availability of new and reliable data, and the development of more powerful and easy-to operate computational tools have made IOM analysis and its extension to RIOMs a tool that can be effectively implemented to further our understanding of the organization of economic activity and its consequences for aggregate outcomes. This paper uses the methodology in Alvarado et al. (2016) in order to estimate RIOMs for Mexico. In particular, RIOMs are estimated for the regionalization of the Mexican economy used in the *Reporte Sobre las Economías Regionales* of Banco de México, which divides Mexico into four economic regions: North, North-Center, Center, and South.¹

¹ We recognize that it is not possible to determine the optimal regionalization of a country. In fact, in the case of Mexico other researchers have already estimated RIOMs defining the regions differently to ours. See, for instance, Callicó et al. (2000) for the Western region (Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit); Ayala y Chapa (2007) for the North-East (Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas); and Dávila (2015), who compiles estimations of RIOMs for seven regions obtained by different authors. There are also some estimations of RIOMs at

The main result of this paper deals with the heterogeneous regional impact of a shock to manufacturing exports on gross output, value added, and employment. For instance, a positive shock to manufacturing exports will naturally benefit the Northern region more due to its export orientation relative to other regions in Mexico. However, the RIOM analysis allows us to uncover that there is substantial regional heterogeneity in the indirect effects that arise from this external shock. In terms of the impact on gross output, it is seen that the indirect effect is largest in the South, where it accounts for 29 percent of the total effect, while the indirect effect is smallest in the North, where it accounts for 16 percent of the total effect. This result in itself may be surprising, because the North is the most industrially developed and export oriented region in the country, while the South has a less developed industrial structure and is more closed off to international trade. It is also interesting to note that in terms of gross output, the indirect effects are concentrated in service sectors such as transportation and administrative and support services. For value added the patterns are roughly the same as those for gross output, with the notable exception that, in this case, indirect effects play a larger role in accounting for the total regional effect. Regarding employment, the most notable result is that both the Northern and Southern regions register the largest direct effects to a shock in manufacturing exports. This stands in contrast to the results for gross output and valued added where the South always registered the smallest direct effect.

The paper is organized as follows: Section II presents the basic theoretical framework to construct regional input-output matrices; Section III describes the estimation of RIOMs for the Mexican case. Section IV uses the estimates of section III to estimate the impact of a shock to Mexican manufacturing on gross output, value added and employment; Section V concludes.

1. Methodology

1.1. Derivation of the National Input-Output Matrix (IOM)

The basic approaches to estimate a RIOM with indirect methods are invariably based on a national IOM. Once the latter has been obtained, its elements are transformed in accordance with the chosen methodology, as well as on different criteria related to the distinctive features of the region for which a RIOM is constructed.

the state level. Some examples are Fuentes (2005) for Baja California; Valdez (2004) for Tamaulipas; Dávila (2002) for Coahuila; and Chapa and Rangel (2010) and Rodríguez-Oreggia (1995) for Nuevo León.

The basic procedure to construct a national IOM starts by assuming that the gross output of an economy with “ n ” sectors in one period can be represented as follows¹:

$$\mathbf{x} = \mathbf{Z}\mathbf{i} + \mathbf{f} \quad (1)$$

where \mathbf{x} is a $(n \times 1)$ vector of gross outputs; \mathbf{Z} is a $(n \times n)$ matrix of (intermediate) sales to other productive sectors (with each of its elements given by z_{ij}); \mathbf{f} is a $(n \times 1)$ vector of the final demands; and “ \mathbf{i} ” represents a column vector of 1’s of dimension $(1 \times n)$.

In the input-output approach, the fundamental assumption is that the flow of goods and services of any given sector “ i ” demanded by sector “ j ” (i.e, the z_{ij} elements of the \mathbf{Z} matrix) depends exclusively on the total production of “ j ” (x_j), where this relation is expressed as follows:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} \quad (2)$$

Based on this definition, notice that:

$$z_{ij} = a_{ij}x_j \quad (3)$$

where a_{ij} is a coefficient that captures, for sector “ j ”, a fixed relation between the level of production of “ j ” and the level of input “ i ” used to obtain the referred production. These coefficients are called “fixed technical coefficients”, implying that all productive sectors have Leontief production functions and, therefore, that all productive sectors have constant returns to scale.² Then (1) can be expressed as:

$$\mathbf{x} = \mathbf{A}\mathbf{x} - \mathbf{f} \quad (4)$$

¹ Sections II.1 and II.2 are based on Miller and Blair (2009). In the discussion that follows, the variables are supposed to be measured in constant pesos of 2012. The approach can also be consulted in Leontief (1986).

² It should be noted that the input-output approach is usually employed to analyze short run impacts, which is why the assumption that fixed coefficient technology turns out to be adequate in the context of the analysis to be presented in section IV.

Finally, solving for \mathbf{x} :

$$\begin{aligned}\mathbf{x} &= (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{f} \\ \mathbf{x} &= \mathbf{L}\mathbf{f}\end{aligned}\tag{5}$$

where $\mathbf{L} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$.

\mathbf{L} is known as the “Leontief inverse matrix”, or “matrix of total requirements”, which its elements depend on a_{ij} . This matrix allows us to identify the impact of exogenous shocks on gross output by means of the so-called multiplier effects, and in which we are interested for the purposes of impact analysis. These multiplier effects are classified into *direct* (the effect on the economic sector that receives the exogenous shock), and *indirect* (the effect generated by the affected sector on other sectors of the economy it interacts with); while their sum is known as *total multiplier*.³ The intuition behind these multipliers is that when a sector experiences, for instance, a positive exogenous shock, it leads to greater productive activity in the same sector (a direct effect), as a result there is higher demand for intermediate inputs from other sectors of the economy involved in the productive process (an indirect effect), and so on. This process continues in a way that the economy’s production grows more compared to the initial impact. This generates greater value added, and more employment in the economy.⁴

To obtain the coefficients a_{ij} and, therefore, the IOM in Mexico’s case, we rely on INEGI’s IOMs estimates of 2012. The result generated from the RIOMs for Mexico, based on such IOM, is presented in the following section.

1.2. Estimation of a RIOM

The main goal of this paper is to construct RIOMs for Mexico. The literature on the subject indicates that the construction of a RIOM can be carried out using “direct methods”, that is, methods that require statistical data obtained from surveys, just like a national IOM is constructed.⁵

³ In the literature on input-output matrices, “direct” and “indirect” multipliers are called “type I multipliers”. When the “induced” impacts on the variables of interest are considered, the multipliers are called “type II multipliers”. See Bess and Ambargis (2011).

⁴ For the formal derivation of gross output, value added and employment multipliers, see Appendix 1 in Alvarado et al. (2017).

⁵ On this approach, see Isard (1951) and Leontief (1953). Clearly, this approach implied high monetary and time costs, derived from capturing and processing statistical data. Still, in the 70s alternative techniques to construct RIOMs started to be developed, reducing their costs and presenting results with a reasonable degree of reliability. In this sense, technological developments in the field of data processing have been fundamental for the progress in the RIOMs estimation techniques.

Alternatively, RIOMs can also be generated using “synthetic approaches”, that is, using indirect and semi-direct methods (also known as hybrid methods), which help transform information available at the aggregate level to information at the regional level.⁶ The essence of these methods lies in adjusting the elements of an IOM to obtain components of a RIOM. Thus, in all cases there is an IOM as a starting point.

A practical problem with indirect methods, however, is that in order to convert technical coefficients from the national to the regional level, there is a set of different alternatives, which depend on the application of the so-called Location Quotients (LQ). A LQ is an analytical statistic that measures a region’s industrial specialization relative to the nation, which is computed as an industry’s share of a regional total for some economic variable divided by the industry’s share of the value for the same statistic at the national level and for which there are various alternative methodologies to compute them.⁷

Given these alternatives, different studies have focused on evaluating the performance of the different LQs to construct RIOMs. Such evaluations compared the RIOMs estimated with “direct” methods against those obtained with “indirect” methods, and concluded that the best performance was observed using the Flegg method (FLQ).⁸ Therefore, the Flegg approach will be used in this paper to estimate the regional technical coefficients required to obtain the RIOM.⁹

It should be stressed that the only economic series required for the estimation of Flegg’s coefficients (FLQ_{ij}) is states’ GDP (which is the one used to calculate regional GDP) and national GDP per sector, which in Mexico is

⁶ Hybrid models of matrices’ regionalization, as implied by their name, are a combination of indirect methods that use data from surveys on productive activity and even expert opinions (see Lahr, 1993).

⁷ Among the LQs used to transform national quotients to regional quotients we find the simple location quotient (SLQ), the cross-industry quotient (CLQ), Round’s semi-logarithmic location quotient (RLQ), the symmetric cross-industry location quotient (SCILQ), Flegg’s location quotient (FLQ) and the augmented Flegg’s location quotient (AFLQ) (Round, 1983; Flegg et al. 1995; Tohmo, 2004).

⁸ The exercises were carried out with data from the U.S. and some European countries, because they have more available resources to construct the IOM with “direct” methods. Bonfiglio and Chelli (2008), for instance, performed Monte Carlo simulations and concluded that FLQ and AFLQ are better at reproducing the real values of RIOMs. Subsequently, Flegg and Tohmo (2013), performed a new evaluation of the existing methodologies by taking advantage of 20 regional matrices for Finland, and estimated them using “direct” methods, and compared the technical coefficients obtained with different “indirect” methods with the “true” technical coefficients (i.e., those derived from the regional matrices, which in turn were obtained with “direct methods”). However, since the publication of Flegg and Tohmo (2013), the estimation of MIPRs has essentially followed their approach. See Dávila (2015).

⁹ For a detailed discussion of the Flegg method, see Alvarado et al. (2017).

provided by INEGI. The following section describes in detail how the rest of the necessary components to construct a RIOM are obtained.

2. An Estimation of a RIOM for Mexico

To construct a RIOM and use it to evaluate the possible effects of different exogenous shocks on the economic activity of any given region, the following information is required:

- i) Obtain an IOM at the national level, which will be used to estimate data at the regional level.
- ii) Construct a regional matrix of intermediate goods' consumption (Z^R) using the regional technical coefficients (a_{ij}^R) based on Flegg's approach.
- iii) Obtain, by sector and region, the components of final demand (F_j^R), that is, private consumption (C_j^R), investment (I_j^R), government spending (G_j^R), exports (EXP_j^R), value added (V_j^R), and imports (M_j^R); as well as the components of the payment sectors, namely, taxes (T_j^R), wages (REM_j^R), and the payment of capital (EBO_j^R).

Regarding the first point, as was mentioned before, INEGI provides estimations of the IOMs at the national level. In particular, as part of Mexico's National Accounts System, the Institute has published IOMs for 2003, 2008 and 2012. This paper uses the 2012 IOM, as it is the most recent one.¹⁰

It should be noted that in deriving the RIOMs, a disaggregation level of 31 subsectors was used in accordance with the North American Industry Classification System (NAICS), which implies working a three-digit disaggregation level.¹¹ The reason to operate at this disaggregation level has to do with data availability at the state level, which is needed to construct some required variables at the regional level. On the other hand, it should be clarified that for some variables there is indeed information by state and economic

¹⁰ The national IOMs of 2003 and 2008 are based on representative surveys of productive activity as well as on economic censuses (a direct method). Meanwhile, the 2012 IOM was obtained after updating the 2008 IOM with the indirect RAS method (*Ratio Allocation System*). It is noteworthy that the RAS method is a process of iterative adjustments in which the columns (purchases) and the lines (sales) of an IOM are forced to successively sum total values of the observed new levels of activity, taking as a reference point the structure of purchases and sales of an IOM derived from the direct method (an original matrix). The process of iterative adjustment consists in multiplying each cell of the original matrix by a given proportion between the total of the new observed value and the total of the original value, a process that is repeated until the differences between the sum of columns and lines with respect to the corresponding observed values tend to zero. For an example of this approach, see Lynch (1986), Toh (1998) and Trinh and Viet-Pong (2013).

¹¹ Appendix 1 presents the 31 subsectors considered by the NAICS.

sectors, among them, Gross Domestic Product, obtained from Mexico's System of National Accounts; Wages, obtained from the National Survey of Occupation and Employment (ENOE, for its acronym in Spanish); and Exports, obtained from statistics of the external sector, released by INEGI. All of these variables at the state level will be the basis to obtain our regional level data.

Having detailed the above, we now proceed to discuss how to construct the regional matrix of intermediate goods' consumption (Z^R), as well as the components of final demand and payment sectors, for which there is no disaggregated data. As it will be seen below, it will be in the construction of some of these components that the Flegg quotients will enter into play.

2.1. Construction of the Regional Matrix of Intermediate Goods' Consumption (Z^R)

The regional intermediate consumption of sector "j" that stems from sector "i" (Z_{ij}^R) is obtained based on the following definition:

$$Z_{ij}^R = a_{ij}^R * X_j^R \quad (6)$$

where X_j^R is the regional gross output of good "j" and a_{ij}^R is the regional technical coefficient.

Out of these two components, only a_{ij}^R is available, which compels us to estimate X_j^R . To do so, let us keep in mind that the regional gross output of sector "j" (X_j^R) is defined as:

$$X_j^R = V_j^R + ZT_j^R + M_j^R + T_j^R \quad (7)$$

where V_j^R is the regional gross value added; ZT_j^R is the total regional demand for intermediate goods; M_j^R are regional imports; and T_j^R are payments of regional taxes.

Given that there is no information at the state level for M_j^R and T_j^R , they are estimated, as a result, as follows:

$$M_j^R = m_j^N X_j^R \quad (8)$$

$$T_j^R = t_j^N X_j^R \quad (9)$$

where it is assumed, on the one hand, that the national and regional average propensity to import are also equal ($m_j^N = m_j^R$); and, on the other hand, that the effective national and regional tax rates are equal ($t_j^N = t_j^R$). These two last assumptions are used, given that there is only information available on m_j^N and t_j^N .

Based on the above definitions, expression (7) becomes¹²:

$$X_j^R = V_j^R + \left(\sum_{i=1}^n a_{ij}^N X_j^R \right) + (m_j^N X_j^R) + (t_j^N X_j^R) \quad (10)$$

Finally, solving for X_j^R :

$$\begin{aligned} X_j^R &= V_j^R + \left(\sum_{i=1}^n a_{ij}^N X_j^R \right) + (m_j^R X_j^R) + (t_j^R X_j^R) \\ X_j^R \left(1 - \sum_{i=1}^n a_{ij}^N - m_j^R - t_j^R \right) &= V_j^R \\ X_j^R &= \frac{V_j^R}{\left(1 - \sum_{i=1}^n a_{ij}^N - m_j^R - t_j^R \right)} \end{aligned} \quad (11)$$

Thus, the gross output of sector “j” in region “R” (X_j^R) can be estimated with the formula referred above, as it contains the numerator V_j^R , that is, the value of the regional GDP of economic sector “j”, and for which there is information; and in the denominator there is a series of parameters that are regional technical coefficients (a_{ij}^R), the region’s average propensity to import (m_j^R) and the regional effective tax rate (t_j^R), for which there are also estimates. When the components of regional gross output (X_j^R) and regional technical coefficients (a_{ij}^R) are available, it is possible to estimate the following for each sector “j”:

$$Z_{ij}^R = a_{ij}^R * X_j^R \quad (12)$$

¹² Of all the variables mentioned above, there is only information on regional gross value added (V_j^R), as it is simply a sum of GDP by sector of the states conforming the region in question and that it is provided by INEGI. The remaining variables are estimated based on the detailed definitions, which are standard for these type of studies. See, for example, Ayala and Chapa (2013).

Meanwhile, each of these components indicates the consumption of each sector “j” of the different sectors that provide inputs. Using this formula, we form the region’s intermediate consumption matrix, which is one of the components of a RIOM. The sum of all elements yields total intermediate consumption of sector “j” of regional origin:

$$Z_j^R = \sum_{i=1}^n Z_{ij}^R \quad (13)$$

As mentioned in Section II, the Flegg method assumes that the techniques of national and regional production are the same. Under this assumption, at the regional level each sector “j” would be consuming intermediate goods with a value of:

$$ZT_j^R = \sum_{i=1}^n \alpha_{ij}^N * X_j^R \quad (14)$$

Still, given that the Flegg method is applied to adjust regional production technique differences from what the region is supposed to consume, if it maintains national production techniques, minus what it, in fact, consumes given the adjusted production techniques that are obtained using the Flegg method, the total intermediate consumption of sector “j” stemming from the rest of the states (ZRE_j) equals:

$$ZRE_j = ZT_j^R - Z_j^R \quad (15)$$

2.2. Estimation of the Components of Final Demand and the Sector of Payments

The RIOM is complemented by estimating, at the regional level, the components of the final demand (C^R , I^R , G^R , EXP^R , M^R)¹³, as well as the components of the payment industry: value added (V^R), taxes (T_j^R) and imports (M_j^R); along with the disaggregation of value added, that is taxes ($TSPNS_j^R$), wages (REM_j^R) and the payment of capital (EBO_j^R).

As regarding the components of regional final demand, for the case of private consumption and the regional government spending (C^R and G^R , respectively),

¹³ The sum of all the elements should be equal to the amount of the final demand and that is why C^R , I^R , G^R and X^R are summed up. The difference between the final demand and the sum of the above mentioned elements is called “Exports to the rest of states”. This last variable works as a way to absorb the error of using regional weights to obtain the components of the final demand.

the national values of these variables are multiplied by the share of regional population in the national total; while regional investment (I^R), that equals the gross capital formation plus the change in inventories, is obtained from multiplying the value of national investment by the share of regional GDP in the national total.¹⁴ For the case of EXP^R , state exports' data released by INEGI were used in order to obtain the corresponding regional values.

With respect to the components of the payment industry, M^R was calculated as the average ratio of output to imports at the national level and the regional gross output, while T_j^R , which corresponds to taxes on goods, is estimated by applying the tax rate of the goods at the national level (t_j^N) to the regional gross output (X_j^R). Consequently, the item of regional wages (REM_j^R) is estimated multiplying the national figures by the share of regional wages in national wages (wage earners, self-employed, employers, and non-paid employees); while the tax on production ($TSPNS_j^R$) is obtained by multiplying the payroll tax (ISN) by the sectorial share of wages in the region. The capital payment (EBO_j^R) is obtained as the (residual) difference between V^R and the rest of above-mentioned components. It should be noted that, insofar as the rest of components of V^R have errors in the measurement, the analysis of the capital payment can fail to generate reliable results.

Once the aforementioned operations are carried out, we obtain the necessary information to construct RIOMs for the Mexican economy, along with estimates of value added at the regional level.¹⁵ Since there are four regions (Northern, North-Central, Central and Southern) according to the regionalization proposed in the "*Reporte Sobre las Economías Regionales*" published by Banco de México (see Figure 1), there are four matrices, one for each region.

¹⁴ In the case of private consumption, it is possible to make approximations using the Household Income and Expenditure Survey (ENIGH, for its acronym in Spanish). However, it is well known that the survey is not representative at the state level, given the sample and the different spending patterns across regions. With respect to government spending, even though there is indeed information at the state level, there is no breakdown by sectors of origin, is the reason why it would be impossible to make the estimates corresponding to the item of the final demand. In view of the previously mentioned limitations, we proceed to estimate the final demand weighing private consumption and government spending by their participation in the population, while the variables of fixed capital gross formation and the change in inventories are weighed by the share of GDP.

¹⁵ Appendix 2 presents all of the variables used for the estimation of RIOMs, including their respective definitions and sources.

Figure 1
Regionalization



Northern	North-Central	Central	Southern
Baja California (BC)	Aguascalientes (AGS)	Ciudad de México (CDMX)	Campeche (CAMP)
Chihuahua (CHIH)	Baja California Sur (BCS)	Estado de México (MEX)	Chiapas (CHIS)
Coahuila (COAH)	Colima (COL)	Guanajuato (GTO)	Guerrero (GRO)
Nuevo León (NL)	Durango (DGO)	Hidalgo (HGO)	Oaxaca (OAX)
Sonora (SON)	Jalisco (JAL)	Morelos (MOR)	Quintana Roo (QR)
Tamaulipas (TAMP)	Michoacán (MICH)	Puebla (PUE)	Tabasco (TAB)
	Nayarit (NAY)	Querétaro (QRO)	Veracruz (VER)
	San Luis Potosí (SLP)	Tlaxcala (TLAX)	Yucatán (YUC)
	Sinaloa (SIN)		
	Zacatecas (ZAC)		

Source: Banco de México.

3. Impact on Regional Economic Activity of a Shock to Mexican Manufacturing Exports

During the last decades the Mexican manufacturing sector has been the main pillar of Mexico's external sector, accounting today for almost 90 percent of total exports. In 2015, however, the dynamism it had been showing during the previous six years (average annual growth rate of 8 percent) came to a halt. More precisely, if we compare the value of annualized manufacturing exports

in the third quarter of 2016 (USD 333,801 million) against the same figure of 2015 (USD 342,848 million), we obtain a contraction of USD 9,048 million.

Considering the above, this section applies input-output analysis to determine how an exogenous shock to Mexican manufacturing exports of a magnitude similar to the one indicated in the previous paragraph affects variables such as gross output, value added, and employment at the regional level.

3.1. The Size of the Shock on the Manufacturing Sector and its Regional Distribution

The exercise will consider, for simplicity, a shock on total manufacturing exports of USD 10,000 million, which represents 3.5 percent of total manufacturing exports from Mexico to the US in 2015. The regional distribution of the shock, in dollar terms, will be derived by multiplying the share of each region's manufacturing exports in total manufacturing exports, by the previously mentioned USD 10,000 million shock. Since official data indicate that the shares of regional manufacturing exports in total manufacturing exports are 61.3, 22.5, 13.0, and 3.2 percent for the Northern, Central, North-Central and the Southern regions, the regional shocks in dollar terms will amount to USD 6,130 million; USD 2,245 million; USD 1,300 million and USD 320 million, respectively (Table 1a).¹⁶

With an estimate of the four regional shocks at hand, the next step consists of distributing them within each region across the 12 manufacturing subsectors considered, to obtain the calculation of the regional input-output matrices. In each region, the shock is distributed in terms of the share of the subsectors' exports in total manufacturing exports, and is shown in Table 1b. Thus, we have four regional distributions of external shocks since the shares of regional manufacturing exports in total manufacturing exports differ across regions. This table is quite revealing as it shows that the impacts in the Northern, North-Central and Central regions concentrate in Machinery, Computer, Electrical and Electronic Product, and Transportation Equipment Manufacturing (subsectors 333-336), with shares of 76.6, 75.0 and 71.5 percent, respectively. In the South, on the other hand, the main subsectors to absorb the shock are Chemical (45.1 percent), Primary Metal (17.3 percent), and Food Manufacturing (13.8 percent).

¹⁶ The data correspond to 2014 and were taken from INEGI.

Table 1a
National Distribution of the Shock across Regions (%)

Manufacturing Subsectors		Northern	North-Central	Central	Southern
311	Food Manufacturing	0.7	0.5	0.7	0.4
312	Beverage and Tobacco Product Manufacturing	0.5	0.7	0.0	0.1
313-314	Textile Mills and Textile Product Mills	0.2	0.0	0.2	0.0
	Apparel Manufacturing, Leather and Allied Product				
315-316	Manufacturing	0.6	0.2	0.6	0.2
321	Wood Product Manufacturing	0.0	0.0	0.0	0.0
322-323	Paper Manufacturing	0.2	0.0	0.1	0.0
324-326	Oil and Chemical Manufacturing	3.3	1.2	2.7	1.4
327	Nonmetallic Mineral Product Manufacturing	0.6	0.1	0.4	0.0
331-332	Primary Metal Manufacturing	4.0	0.4	0.9	0.6
333-336	Machinery, Computer, Electrical and Electronic Product, and Transportation Equipment Manufacturing	47.0	9.8	16.1	0.2
337	Furniture and Related Product Manufacturing	0.6	0.0	0.0	0.0
339	Miscellaneous Manufacturing	3.8	0.1	0.8	0.2
Total		61.3	13.0	22.5	3.2

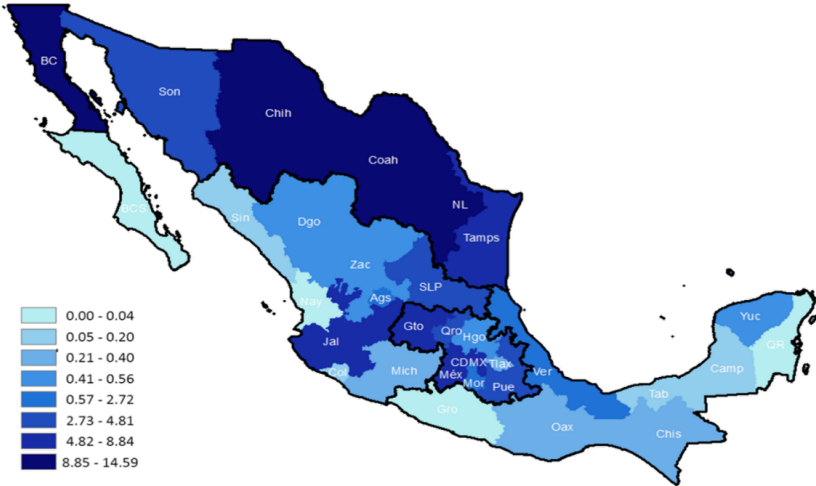
Table 1b
Relative Distribution of the Shock within Regions (%)

Manufacturing Subsectors		Northern	North-Central	Central	Southern
311	Food Manufacturing	1.1	4.1	2.9	13.8
312	Beverage and Tobacco Product Manufacturing	0.7	5.5	0.2	4.0
313-314	Textile Mills and Textile Product Mills	0.2	0.2	0.9	0.5
	Apparel Manufacturing, Leather and Allied Product				
315-316	Manufacturing	0.9	1.4	2.6	5.8
321	Wood Product Manufacturing	0.0	0.2	0.0	0.2
322-323	Paper Manufacturing	0.4	0.3	0.5	0.2
324-326	Oil and Chemical Manufacturing	5.4	9.0	12.0	45.1
327	Nonmetallic Mineral Product Manufacturing	0.9	0.4	1.6	0.6
331-332	Primary Metal Manufacturing	6.5	3.3	3.8	17.3
333-336	Machinery, Computer, Electrical and Electronic Product, and Transportation Equipment Manufacturing	76.6	75.0	71.5	6.4
337	Furniture and Related Product Manufacturing	0.9	0.2	0.1	0.1
339	Miscellaneous Manufacturing	6.1	0.4	3.7	6.0
Total		100.0	100.0	100.0	100.0

Source: Own estimates with data from INEGI.

Figure 2 provides the shares of state manufacturing exports in national manufacturing exports, reinforcing the view of why external shocks may affect regions differently. As it can be seen, the North is the region which concentrates the largest shares of state manufacturing exports concerning national exports, and hence, is the most sensitive to external shocks. It is then followed by the Central, North-Central and Southern regions.

Figure 2
Share of State Manufacturing Exports in National Manufacturing Exports (%)



Source: Own estimates using INEGI data.

3.2. Direct and Indirect Effects on Gross Output, Value Added and Employment

Following the methodology outlined in subsections II and III, we now proceed to estimate direct and indirect effects on regional gross output, value added and employment of the shocks mentioned above. It is important to mention at this point that we will work with input-output matrices in which the “manufacturing sector” is divided in the 12 subsectors already shown in Tables 1a and 1b. Thus, in our analysis, the direct multiplier for the whole manufacturing sector within each region will be derived by adding the direct effects obtained across the 12 regional manufacturing subsectors. Clearly, given the complementarities among manufacturing subsectors, “indirect effects” are also expected to emerge among them. Hence, the total indirect multiplier will be obtained by adding the indirect effects from the manufacturing subsectors, to the indirect effects stemming from subsectors other than manufacturing. Tables 2-4 present these results, with gross output and value added expressed in MXN 2012 million; and employment expressed in number of workers.¹⁷

One feature that immediately stands out in Tables 2-4 has to do with large differences of total effects across regions. In particular, notice that the impacts

¹⁷ Since the IOM refers to a 2012, the shocks were transformed from current dollars to 2012 pesos. This operation implied that the absolute shocks to gross output and value added are expressed in 2012 pesos.

of the external shock on gross output, value added and employment in the North are, by far, the largest. This result, however, should not be considered a surprise as it was previously mentioned that this region concentrates 61.3 percent of total manufacturing exports, followed by the Central region with a distant 22.5 percent, the North-Central region with 13.0 percent, and, lastly, the Southern region, with a meager 3.2 percent of total manufacturing exports. Since the differences mentioned above imply that absolute impacts are very heterogeneous across regions, comparisons of absolute direct and indirect effects are of little value. Hence, in what follows we will be referring, first of all, to relative measures of the direct and indirect effects within each region (obtained by dividing the direct and indirect effects by the regional total effect); and, second, to the measures of changes at the regional level in the relevant variables (gross output, value added, and employment) which result from the shock, expressed as fractions of the 2012 absolute value of the corresponding variable.

Gross Output

Table 2 shows that the direct effects of the external shocks in manufacturing clearly dominate the indirect effects across all regions. The table also shows that the relative direct effect is significantly larger in the North (83.7 percent), followed by the North-Central region (79.8 percent), then by the Central region (79.5 percent), and lastly the Southern region (71 percent). Now, when taking into account the indirect effects of the manufacturing subsectors, the total effect on manufacturing (i.e., direct plus indirect effects of the manufacturing subsectors) goes up to 94 percent of the total effect in the North; up to 88 percent in the central regions; and 79 percent in the South. Notice also that manufacturing is the sector with the largest indirect effect in all regions, except the South. Another interesting pattern that emerges from Table 4, associated with the indirect effects of sectors other than manufacturing, is that they are concentrated in activities related with Commerce and Services (Administrative and Support Services; Professional, Scientific and Technical services; and Transportation). This supports the existence of a strong linkage between secondary and tertiary activities across the Mexican regions.

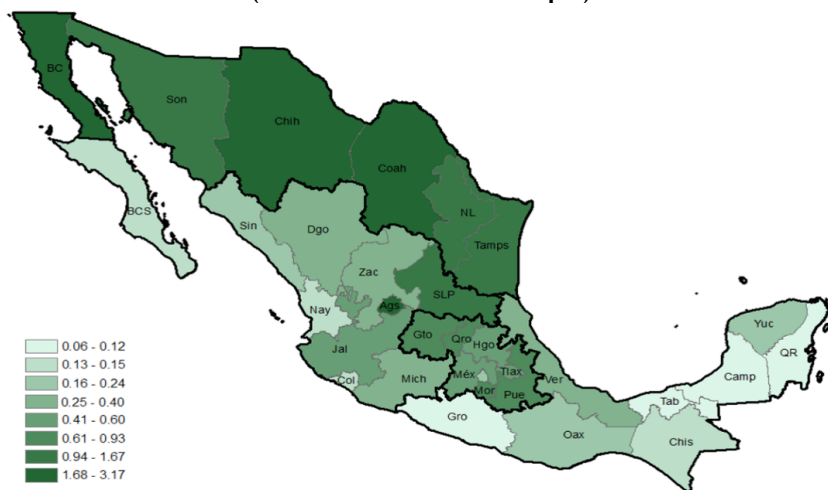
Table 2
Regional Impacts of a Shock on Mexican Manufacturing Exports:
Direct and Indirect Effects on Gross Output

		Gross Output (Millions of pesos of 2012)*									
		Total	Direct Effect	Indirect Effect	Manufacturing	Commerce	Non-oil Mining	Administrative and Support Services	Transportation	Others	
Northern	Impact										
	Absolute	121,630	101,829	19,801	11,643	2,391	1,316	890	886	2,674	
	Relative	100.0	83.7	16.3	9.6	2.0	1.1	0.7	0.7	2.2	
North Central	Total										
	Absolute	27,137	21,668	5,469	2,297	1,253	337	307	306	969	
	Relative	100.0	79.8	20.2	8.5	4.6	1.2	1.1	1.1	3.6	
Central	Total										
	Absolute	47,007	37,363	9,644	4,195	2,088	852	703	503	1,303	
	Relative	100.0	79.5	20.5	8.9	4.4	1.8	1.5	1.1	2.8	
Southern	Total										
	Absolute	7,441	5,281	2,160	773	594	228	194	71	301	
	Relative	100.0	71.0	29.0	10.4	8.0	3.1	2.6	0.9	4.0	

*Results are expressed in millions of pesos of 2012 since the IOM used to obtain regional coefficients corresponds to the mentioned year.
 Note: The last six columns of each table present a breakdown of the indirect effect by affected sectors.
 Source: Own estimates using data of INEGI.

Figure 3 shows, in turn, the impacts of the export manufacturing shock on each state's gross output, as a fraction of their corresponding 2012 state gross output. The figure is useful to visualize the states that experience the largest changes in their gross output as a result of the external shock. As it can be readily seen, the pattern that emerges is one in which the largest effects are observed in the Northern states, followed by those of the Central, North-Central and Southern regions. This pattern makes sense as the Northern states are the ones more concentrated in export manufacturing activities, due to its economic integration with the United States; while those of the South show the lowest concentration in export manufacturing sectors (see, for instance, Table 1a).

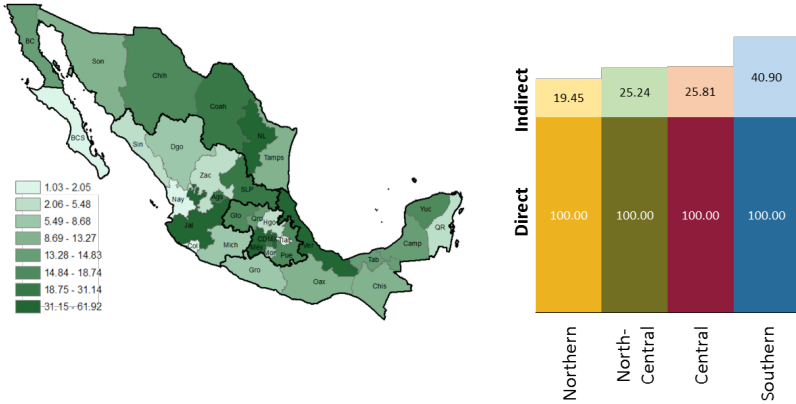
Figure 3
Effect of a Shock on Manufacturing Exports on State's Gross Output
(As a % of State's Gross Output)



Source: Own estimates using INEGI data.

As a percentage of the initial regional shock, the indirect effect is the largest in the South, where it accounts for 40.9 percent of the shock, and the smallest in the North, where it accounts for 19.45 percent (Figure 4). This result in itself may be surprising, as the North is the most industrially developed and export oriented region in the country, while the South has a less developed industrial structure and a more inward oriented economy.

Figure 4
Impact on Gross Output Relative to the Initial Regional Shock (%)
Total Impact **Direct and Indirect Impacts**



Source: Own estimates using INEGI data.

Value Added

In the case of value added, we find patterns roughly similar to those of gross output (Table 3). For instance, the direct effects are significantly larger than the indirect effects in the Northern, North-Central and Central regions. Another similar pattern is that the largest direct effect is again observed in the North (73.6 percent of the total impact), followed by those of the central regions (65.3 and 64.8 percent, respectively), and then the South (52 percent). A different pattern is that the sum of the direct and indirect effects of the manufacturing sector at the regional level is smaller than the sum of the same effects for gross output; however, indirect effects in value added are larger relative to those of gross output.

It is also worth mentioning that manufacturing, while being the sector registering the largest indirect effects for gross output, has been displaced by the commercial sector concerning value added in all regions, except the Northern region. As it was the case for gross output, Commerce and Services (specifically, in the Administrative and Support Services and Transportation) appear among the sectors with the largest indirect effects across all regions, particularly in the central regions. In the case of the South, Oil and Gas Extraction is the sector with the largest share in the indirect effect, which is to be expected given its relevance as an input provider for Chemical Manufacturing in that region.

The last row of each region’s results presents the estimates of value added generated by the exogenous shock, as a fraction of regional GDP. These figures indicate that the North is, by far, the one experiencing the largest increase in

GDP (1 percent), followed by the North-Central region (0.32 percent), then the Central region (0.26 percent) and, finally, the South (0.09 percent). Once again, this pattern could be related to the larger integration of the Northern regions to the U.S. economy. Also, while it is true that the absolute change in value added is greater in the Central region than in the North-Central one, it is also true that the latter generates more value added relative to regional GDP.

Another interesting pattern is observed in Figure 5, which shows the effect of increased manufacturing exports on each state's value added, expressed as fractions of each state's value added. Here, the darker (lighter) colored in a given state, the stronger (weaker) is the effect of the shock on that state's value added. As it is readily seen, the Northern states are the ones benefiting the most, and the Southern states the least.

Figure 6 shows, in turn, a map of the total impact on a state's value added as a percentage of the initial regional shock. In this case, the patterns are roughly the same as those for gross output, with Southern states displaying, on average, the largest direct (29.33 percent) and indirect (27.04 percent) impacts relative to the size of the initial regional shock, followed by states located in the Central regions, which show smaller relative direct (26 percent each) and indirect impacts (14 percent each), while the North displays, on average, the lowest direct (25.53 percent) and indirect (9.13 percent) impacts with respect to the initial shock.

Employment

The last effects analyzed are those on employment. In this case, Table 4 shows that the impact of the manufacturing exports shock has the strongest direct effect in the Northern and Southern regions (73.8 and 59.9 percent, respectively), followed by those displayed in the Central and North Central regions (55.6 and 54.9 percent, respectively). Table 6 also shows, as in the case of gross output and value added, that the indirect effects concentrate, in addition to Manufacturing, in Commerce and Services (Administrative and Support; Professional, Scientific, and Technical Services), which are recognized as labor intensive sectors.

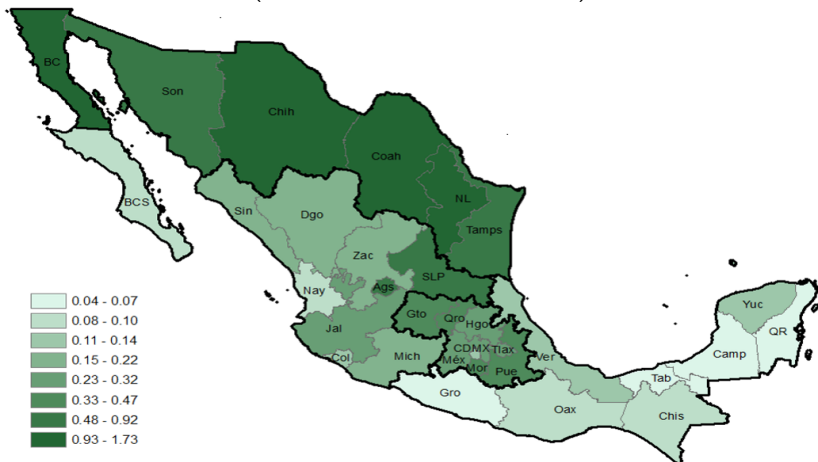
Figure 7 presents the changes in each state's employment arising from the external shock, expressed as shares for each state's total employment. In this case, the figure shows that the relative impacts are, again, larger in the Northern states, followed by those of the central regions. Notice also that in some Southern states (specifically, Oaxaca, Guerrero, and Chiapas) the effects are larger than those of most states in other regions.

Table 3
Regional Impacts of a Shock on Mexican Manufacturing Exports:
Direct and Indirect Effects on Value Added

		Value Added (Millions of pesos of 2012)*									
		Total	Direct Effect	Indirect Effect	Manufacturing	Commerce	Non-oil Mining	Administrative and Support Services	Transportation	Others	
Northern	Absolute	35,295	25,994	9,301	3,378	1,857	885	745	529	1,907	
	Relative	100.0	73.6	26.4	9.6	5.3	2.5	2.1	1.5	5.4	
	VA/GDP (%)	1.06	0.78	0.28	0.10	0.06	0.03	0.02	0.02	0.06	
	Total		Direct Effect	Indirect Effect	Commerce	Manufacturing	Non-oil Mining	Transportation	Administrative and Support Services	Others	
North Central	Absolute	8,624	5,629	2,994	973	701	206	201	199	713	
	Relative	100.0	65.3	34.7	11.3	8.1	2.4	2.3	2.3	8.3	
	VA/GDP (%)	0.32	0.21	0.11	0.04	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	
	Total		Direct Effect	Indirect Effect	Commerce	Manufacturing	Administrative and Support Services	Transportation	Professional, Scientific, and Technical Services	Others	
Central	Absolute	14,838	9,609	5,229	1,622	1,182	713	420	377	915	
	Relative	100.0	64.8	35.2	10.9	8.0	4.8	2.8	2.5	6.2	
	VA/GDP (%)	0.26	0.17	0.09	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	
	Total		Direct Effect	Indirect Effect	Commerce	Manufacturing	Administrative and Support Services	Transportation	Professional, Scientific, and Technical Services	Others	
Southern	Absolute	2,977	1,549	1,428	703	177	169	122	59	198	
	Relative	100.0	52.0	48.0	23.6	6.0	5.7	4.1	2.0	6.7	
	VA/GDP (%)	0.09	0.05	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	
	Total		Direct Effect	Indirect Effect	Oil and Gas Extraction	Commerce	Manufacturing	Agriculture	Administrative and Support Services	Others	

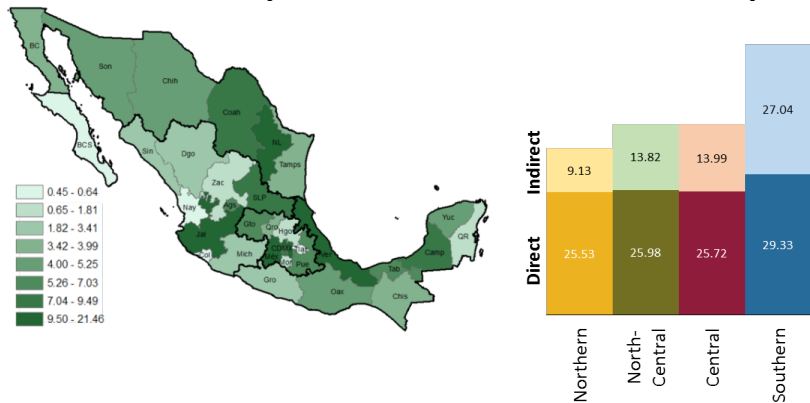
* Results are expressed in millions of pesos of 2012 since the IOM used to obtain regional coefficients corresponds to the mentioned year.
 Note: The last six columns of each table present a breakdown of the indirect effect by affected sectors. Source: Own estimates using data of INEGI.

Figure 5
Effect of a Shock on Manufacturing Exports on State's Value Added
(As a % of State's Value Added)



Source: Own estimates using INEGI data.

Figure 6
Impact on Value Added Relative to the Initial Regional Shock (%)
Total Impact
Direct and Indirect Impacts



Source: Own estimates using INEGI data.

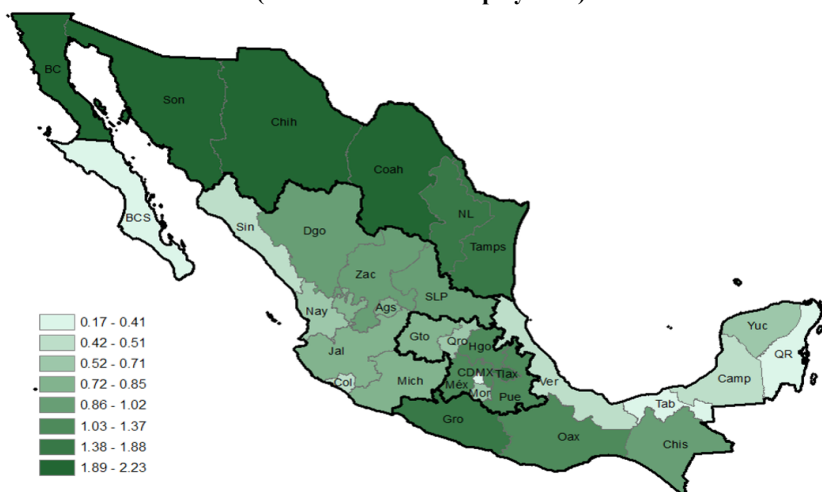
Table 4
Regional Impacts of a Shock on Mexican Manufacturing Exports:
Direct and Indirect Effects on Employment^a

		Employment (Number of workers)										
Northern	Total	Direct Effect	Indirect Effect	Manufacturing	Commerce	Administrative and Support Services	Agriculture	Professional, Scientific, and Technical Services	Others			
				8.5	8.0	2.13	1.250	1.188	1.5	3.120	3.9	
Absolute	79,478	58,647	20,830	6,793	6,367	2,113	1,250	1,188	1,120	1,188	3,120	
Relative	100.0	73.8	26.2	8.5	8.0	2.7	1.6	1.5	1.5	1.5	3.9	
<hr/>												
North Central	Total	Direct Effect	Indirect Effect	Commerce	Manufacturing	Agriculture	Administrative and Support Services	Professional, Scientific, and Technical Services	Others			
				17.2	9.2	6.2	3.8	2.3	6.4			
Absolute	24,214	13,301	10,914	4,157	2,220	1,502	932	559	1,544	1,544	6.4	
Relative	100.0	54.9	45.1	17.2	9.2	6.2	3.8	2.3	6.4	6.4	6.4	
<hr/>												
Central	Total	Direct Effect	Indirect Effect	Commerce	Manufacturing	Administrative and Support Services	Agriculture	Professional, Scientific, and Technical Services	Others			
				17.2	10.2	4.0	3.6	2.7	6.7			
Absolute	37,762	21,011	16,751	6,477	3,869	1,512	1,344	1,010	2,538	1,010	6.7	
Relative	100.0	55.6	44.4	17.2	10.2	4.0	3.6	2.7	6.7	6.7	6.7	
<hr/>												
Southern	Total	Direct Effect	Indirect Effect	Agriculture	Commerce	Manufacturing	Administrative and Support Services	Non-oil Mining	Others			
				22.3	6.5	5.7	1.4	0.9	3.3			
Absolute	14,252	8,534	5,717	3,180	930	809	198	125	475	198	4.75	
Relative	100.0	59.9	40.1	22.3 <td>6.5 <td>5.7 <td>1.4 <td>0.9 <td>3.3 <td>1.4</td> <td>3.3</td> </td></td></td></td></td>	6.5 <td>5.7 <td>1.4 <td>0.9 <td>3.3 <td>1.4</td> <td>3.3</td> </td></td></td></td>	5.7 <td>1.4 <td>0.9 <td>3.3 <td>1.4</td> <td>3.3</td> </td></td></td>	1.4 <td>0.9 <td>3.3 <td>1.4</td> <td>3.3</td> </td></td>	0.9 <td>3.3 <td>1.4</td> <td>3.3</td> </td>	3.3 <td>1.4</td> <td>3.3</td>	1.4	3.3	

Source: Own estimates using data of INEGI.

The result that the largest relative effects are observed in the Northern states as well as in the Southern states of Oaxaca, Guerrero, and Chiapas, deserving a few words, particularly when it has been the case that the South has been the region reporting the lowest direct effects in terms of gross output and value added. Regarding the results observed in the North, it can be argued that since this region possesses a large manufacturing sector, which is highly integrated to the U.S. economy, and then a strong positive external shock will significantly affect its economy, therefore propelling its employment levels. Some state economies of the South, on the opposite, are characterized by a relatively small manufacturing industry, but also by a small formal employment basis. As a result, it is plausible that an exogenous positive shock in manufacturing could bring about a relatively large increase in (formal) employment, mostly as a result of a base effect.

Figure 7
Effect of a Shock on Manufacturing Exports on State's Employment
(As a % of State's Employment)



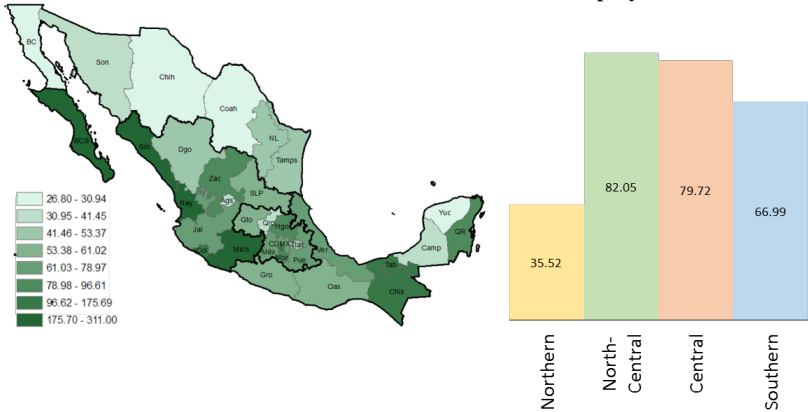
Source: Own estimates using data of INEGI.

Finally, Figure 8 presents indirect effects in each state's employment as the result from the shock on manufacturing exports, expressed as a fraction of each state's direct effect on employment. It can be seen that states located in the Central regional display, on average, the largest indirect effects on employment as a percentage of direct effects (79-82 percent), followed by Southern states (66.99 percent), and Northern states (35.52 percent).

Similar to gross output and value added, the RIOM analysis reveals substantial regional heterogeneity in the economic linkages across sectors in terms of

employment, particularly between manufacturing and the rest of economic activities.

Figure 8
Indirect Effects as a % of Direct Effects on Employment



Source: Own estimates using INEGI data.

Concluding Remarks

A RIOM is a tool that allows us to estimate the impact on a variety of indicators of economic activity at sectorial and regional levels. In this work we employed RIOMs to measure the effects on gross output (XR), value added (VAR) and employment (ER) generated by a USD 10,000 million shock on Mexican manufacturing exports to each of the four regions in which Banco de Mexico divides the country.

The first interesting finding of the analysis is that the effect of the shock in the absolute values of the aforementioned variables are, overall, larger in the North, followed by the Central regions, and lastly the South. The same pattern holds when analyzing the relative impact among regions. Nevertheless, it was seen that the relative indirect effects at the regional level tend to increase for every sector when value added and employment are compared to gross output results. This implies that when gross output increases in any of the regions, there is a greater impact given that the multiplier effect is generated in value added and employment. The analysis also shows that the North is, by far, the region experiencing the greatest change in its value added relative to GDP, followed by the North-Central, the Central and the Southern regions.

Additionally, it was seen that within each region an important share of the indirect effects of the shock concentrates in manufacturing, suggesting possible complementarities inside the sector, particularly in the North;

likewise, the results suggest a strong linkage between the manufacturing sector and tertiary activities, particularly Commerce and Services. This linkage is stronger in the central regions whose production is more oriented to the domestic market. In contrast, around half of the indirect impact of the shock in value added is concentrated in Oil and Gas Extraction in the South, which is explained by the importance of Chemical manufacturing in total exports of that region, as well as the demand for hydrocarbons in this sector.

The messages above are also implied in the patterns across states derived from the relative impacts of the external shock on the variables of interest (gross output, value added, and employment), with those relative impacts defined as the change in a state's given variable arising from the external shock, as a fraction of that state's variable. In particular, it was seen that the Northern states are the ones reporting, overall, the largest relative effects, followed by those of the Central and North Central regions.

An interesting finding is that, once we normalize the impact, the multiplier effects tend to be larger in states not located in the North. Particularly, the South –the most inward oriented and least industrially developed regional economy- displays the largest indirect effects on gross output and value added, while the Central regions show the largest indirect effects on employment. This result, in turn, may be reflecting the fact that although the North is the region that benefits the most from exports, it is also the one that uses the highest proportion of intermediate inputs and therefore, its indirect effects tend to be lower than in the rest of the country. Thus, the RIOM analysis allows us to uncover the existence of substantial regional heterogeneity in indirect effects arising from a shock on manufacturing exports.

Finally, it must be taken into account that despite the usefulness of the RIOMs for the regional economic analysis, this approach has its limitations. Among them: (i) Fixed technical coefficients are assumed, excluding possible technological changes and factors substitution possibilities, even though this could happen in the short term and more likely in the medium or long terms. Hence, the need to frequently update RIOMs. (ii) The rigidity of the model (implicit in the fixed technical coefficients assumption) prevents us from reflecting on phenomena such as bottlenecks, increasing costs, etc. And, (iii) it is a very simple and restricted model that focuses only on the production side, and it does not explain why the relation between input and production follows a given pattern. As a result, the estimates provided here should be taken with caution, as they represent an initial effort to pinpoint the effects of an external shock across Mexican regional economies.

These limitations, however, open the road for future lines of work which could help refine the results presented in this paper. For instance, the methodology

adopted here is not suited to pinpoint interregional effects. In other words, whenever a shock arises in any given region, the model does not allow us to identify how the sectorial reactions, which take place in the region suffering the shock, permeate separately to the other regions.

Also, the model employed in this paper assumes that the prices of intermediate and final goods are constant, an assumption which could be set aside in order to determine how overall prices may be affected by an exogenous shock.

References

- [1] Acemoglu, D., Carvahlo, V., Ozdaglar, A., and A. Tahbaz-Salehi (2012). "The Network Origins of Aggregate Fluctuations." *Econometrica*. Vol. 80, No. 5, pp. 1977–2016
- [2] Alvarado, J., Quiroga, M., and L. Torre (2017). "Una Estimación de Matrices Insumo-Producto Regionales para México y una Aplicación para el Sector Automotriz". Banco de México, Documento de Investigación No. 2017-12.
- [3] Autor, D., Dorn, D., and G. Hanson (2013). "The China Syndrome: Local Labor Market Effects of Import Competition in the United States." *The American Economic Review*, Vol. 103, No. 6, pp. 2121-2168(48).
- [4] Ayala, E. and J. Chapa (2007). "Matriz Insumo Producto del Noreste de México." En *Integración Económica Noreste de México-Texas: Diagnóstico y Prospectiva*, Cap. IV. Programa para la Integración del Desarrollo Regional del Noreste y su Vinculación con Texas, Gobierno del Estado de Nuevo León, Fondo Editorial de Nuevo León.
- [5] Ayala, E. and J. Chapa (2013). "Impacto Económico de las Heladas y del Financiamiento de la Resiembra en Sinaloa." *Revista de Economía*. Vol. 30, No. 81, pp. 11 – 55.
- [6] Bess, R. and Z. Ambargis (2011). "Input-Output Models for Impact Analysis: Suggestions for Practitioners Using the Regional Input-Output Modeling System (RIMS II) Multipliers." Paper presented at the *50th Southern Regional Science Association Conference*. New Orleans, LA. March.
- [7] Bonfiglio, A. and F. Chelli (2008). "Assessing the Behaviour of Non-Survey Methods for Constructing Regional Input-Output Tables through a Monte Carlo Simulation". *Economic Systems Research*, Vol. 20, No. 3, pp. 243 – 258.
- [8] Caliendo, L., Parro, F, Rossi-Hansberg, E., and P. Sarte (2016). "The Impact of Regional and Sectoral Productivity Changes." Working paper.
- [9] Callicó, J., González, E. and L. Sánchez (2000). "Matriz Insumo-Producto Regional. Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit." Mimeo. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco.
- [10] Chapa, J. and E. Rangel (2010). "Análisis de la Estructura Productiva y de Ingreso-Gasto para el Estado de Nuevo León 2004." *EconoQuantum*. Vol. 6. No. 2, pp. 55-79.
- [11] Chiquiar, D. (2005). "Why Mexico's Regional Income Convergence Broke Down." *Journal of Development Economics*. Vol. 77, No. 1, pp. 257 – 275.

- [12] Chiquiar, D., Covarrubias, C., and A. Salcedo (2014). "Labor Market Consequences of Trade Openness and Competition in Foreign Markets." Working paper.
- [13] Cosar, A. and P. Fajgelbaum (2016). "Internal Geography, International Trade, and Regional Specialization." *American Economic Journal: Microeconomics*. Vol. 8, No. 1, pp. 24-56.
- [14] David, H., Dorn, D., and G. Hanson (2013). "The China Syndrome: Local Market Effects of Import Competition in the United States." *American Economic Review*. Vol. 103, No. 6, pp. 2121 – 2168.
- [15] Dávila, A. (2002). "Matriz de Insumo-Producto de la Economía de Coahuila e Identificación de sus Flujos Intersectoriales más Importantes." *Economía Mexicana. Nueva Época*. Vol. XI, No. 1, primer semestre, pp. 79-162.
- [16] Dávila, A. (2015). "¿Por qué y Cómo Elaborar Modelos Interregionales de Insumo Producto Mediante la Aplicación de Métodos Indirectos de Estimación?". En *Modelos Interregionales de Insumo-Producto de la Economía Mexicana*, A. Dávila (coordinador), Editorial M.A. Porrúa, pp. 7 – 26.
- [17] Flegg A., Webber, C., and M. Elliot (1995) "On the Appropriate Use of Location Quotients in Generating Regional Input-Output Tables". *Regional Studies*, Vol. 29, No. 6, pp. 547 – 561.
- [18] Flegg, A. and T. Tohmo (2013). "Regional Input–Output Tables and the FLQ Formula: A Case Study of Finland". *Regional Studies*, Vol. 47, No. 5, pp. 703 – 721.
- [19] Flegg A. and C. Webber (2000) "Regional Size, Regional Specialization and the FLQ Formula". *Regional Studies*, Vol. 34, No. 6, pp. 563 – 569.
- [20] Foerster, A., Sarte, P., and M. Watson (2011). "Sectoral versus Aggregate Shocks: A Structural Factor Analysis of Industrial Production." *Journal of Political Economy*. Vol. 119, No. 1, pp. 1 – 38.
- [21] Fuentes, N. (2005). "Construcción de una Matriz Regional de Insumo-Producto." *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*. Vol. 36, No. 140, enero-marzo, pp. 90-112.
- [22] INEGI (2014). Sistema de Cuentas Nacionales de México. Tablas de Origen – Destino de la Formación Bruta de Capital Fijo 2003 – 2012, Base 2008. Fuentes y Metodologías.
- [23] Isard, W. (1951). "Interregional and Regional Input-Output Analysis: A Model of a Space Economy". *Review of Economics and Statistics*, Vol. 33, pp. 318 – 328.
- [24] Lahr, M. (1993). "A Review of Literature Supporting the Hybrid Approach to Constructing Regional Input-Output Models". *Economic Systems Research*, Vol. 5, pp. 277 – 293.
- [25] Leontief, W. (1953). *Studies in the Structure of the American Economy*. Oxford University Press.
- [26] Leontief, W. (1986). *Input-Output Economics*. Oxford University Press.
- [27] Lynch, R. (1986). "An Assessment of the RAS Method for Updating Input-Output Tables" in *Readings in Input-Output Analysis*, Oxford University Press, pp. 271 – 284.
- [28] Miller, R. and P. Blair (2009). *Input-Output Analysis. Foundations and Extensions*. Cambridge University Press. 2nd Edition. Cambridge.

- [29] Rodríguez, E. (1995). "La Construcción de una Matriz de Contabilidad Social (o de Insumo-Producto Extendida) para Nuevo León." *Revista Ensayos*, Vol. XIV, No. 1, pp. 107-135.
- [30] Round, J. (1983). "Non-survey techniques: A Critical Review of the Theory and the Evidence". *International Regional Science Review*, Vol. 8, No. 3, pp. 189 – 212.
- [31] Sobarzo, H. (2011). "Modelo de Insumo-Producto en Formato de Matriz de Contabilidad Social. Estimación de Multiplicadores e Impactos para México, 2003." *Economía Mexicana*, Vol. 20, No. 2, pp. 237 – 280.
- [32] Toh, M. (1998). "The RAS Approach in Updating Input–Output Matrices: An Instrumental Variable Interpretation and Analysis of Structural Change". *Economic Systems Research*, Vol. 10, No. 1, pp. 63 – 78.
- [33] Tohmo, T. (2004). "New Developments in the Use of Location Quotients to Estimate Regional Input–Output Coefficients and Multipliers". *Regional Studies*, Vol. 38, No. 1, pp. 43 – 54.
- [34] Trinh, B. and N. Viet-Phong (2013). "A Short Note on the RAS Method". *Advances in Management & Applied Economics*, Vol. 3, No.4, pp. 133 – 137.
- [35] Valdez, Y. (2004). "Matriz de Insumo-Producto para Tamaulipas: Análisis de Multiplicadores y Encadenamientos." Tesis de Maestría en Economía Aplicada. El Colegio de la Frontera Norte. Tijuana, Baja California.

Appendix 1**Sectors of the North American Industry Classification System (NAICS)**

No.	Sectors in accordance with the NAICS classification
1	Agriculture
2	Oil and gas extraction
3	Mining (except oil)
4	Electric power generation, transmission and distribution; and water and gas supply
5	Construction
6	Food manufacturing
7	Beverage and tobacco product manufacturing
8	Textile product mills, fabric finishings; textile mills, except apparel
9	Apparel manufacturing; leather and hide tanning and finishing; and leather and allied products manufacturing
10	Wood product manufacturing
11	Paper manufacturing
12	Chemical manufacturing
13	Nonmetallic mineral product manufacturing
14	Primary metal manufacturing
15	Machinery manufacturing; computer, communications, measuring instruments and other equipment manufacturing, electronic components manufacturing; electrical equipment, appliance, and component manufacturing; transportation equipment manufacturing
16	Furniture and related product manufacturing
17	Miscellaneous manufacturing
18	Trade
19	Transport, postal service and warehousing
20	Information
21	Finance
22	Real estate and rental and leasing
23	Professional, scientific and technical services
24	Management of companies and enterprise
25	Administrative and support services
26	Educational services
27	Healthcare and social assistance
28	Entertainment and recreation
29	Accommodation and food services
30	Other services
31	Public administration

Appendix 2

Variables Used for Input-Output Matrix

Variable:	Definition:	Sources
a_{ij}^N	National technical coefficients: input quantity "i" required to obtain a unit of final good "j" at the national level	National IOM (INEGI)
a_{ij}^R	Regional technical coefficients: input quantity "i" required to obtain a unit of final good "j" at the regional level	INEGI
x_j^R	Regional gross output by sector j	GDP (INEGI), National IOM (INEGI)
Z_{ij}^R	Regional intermediate demand	INEGI
Z_j^R	Regional intermediate consumption = $\sum Z_{ij}^R$	Regional IOM
ZRE_j^R	Regional intermediate consumption of other states	Residual
ZT_j^R	Total intermediate consumption = Regional intermediate consumption (Z)+ Regional intermediate consumption of other states (ZRE)	Regional IOM
m_j^N	(Total imports at the national level of sector "j") / (National Gross Output)	INEGI
M_j^R	Total regional imports by sector j	National IOM (INEGI)
t_j^N	(Taxes on goods and services net of subsidies at the national level) / (National Gross Output)	National IOM (INEGI)
T_j^R	Taxes on goods and services net of subsidies at the regional level of sector "j"	National IOM (INEGI)
V_j^R	Regional gross value added	GDP (INEGI)
REM_j^N	Total national wages of sector "j"	National IOM (INEGI)
α	Regional participation in national wages	INEGI
REM_j^R	Total regional wages by economic sector = $\alpha * REM_j^N$	National IOM (INEGI)
β	$REM_j^R / \sum_{j=1}^n REM_j^R$	INEGI
ISN^R	Payroll tax collection at the regional level	INEGI
$TSPNS_j^R$	Taxes on production net of subsidies by sector j at the regional level: $\beta * ISN^R$	INEGI
EBO_j^R	Gross Operating Surplus = $V_j^R - REM_j^R - TSPNS_j^R$	Residual
F_i^R	Regional final demand	Regional IOM
γ	Share of regional population in national population $(Population^R / Population^N)$	CONAPO
Θ	Share of Regional GDP in National GDP: (GDP^R / GDP^N)	INEGI
C_i^N	National private consumption for each sector i	National IOM (INEGI)
C_i^R	Regional private consumption for each sector i = $(\gamma) (C_i^N)$	INEGI
G_i^N	National public spending for each sector i	National IOM (INEGI)
G_i^R	Regional public spending for each sector i = $(\gamma) (G_i^N)$	INEGI
I_i^N	National gross fixed capital formation of sector "i"	INEGI
I_i^R	Regional gross fixed capital formation of sector: $i = \Theta * I_i^N$	INEGI
EXP_i^R	International exports by sector i at the regional level	INEGI
$EXPRE_i^R$	Net exports of the region to other states by sector i: $F_i^R - (C_i^R + G_i^R + I_i^R + VE_i^R + EXP_i^R)$	Residual

Ensayos Revista de Economía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, volumen treinta y ocho, número dos, se terminó de imprimir el primero de julio del año dos mil diecinueve en los talleres de Serna Impresos, S.A. de C.V., Vallarta 345 Sur, Monterrey, Nuevo León, México, C.P. 64000.
El tiraje consta de 30 ejemplares.

Ensayos Revista de Economía es una revista arbitrada que publica artículos de investigación inéditos de alto rigor académico en los campos de la economía aplicada y teórica, la estadística y las ciencias sociales afines. Se publican trabajos en español e inglés dos veces al año, enero y julio. Está indexada en EconLit (*American Economic Association*), SciELO México, Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología (CRMCyT) del Consejo Nacional de Ciencia, Humanidades y Tecnología (CONAHCYT), CLASE, Latindex, SciELO y puede consultarse en la base de datos Fuente Académica Premier™ de EBSCO y en *RePEc* (*Research Papers in Economics*).

Instrucciones para autores:

- Los trabajos deben corresponder a investigaciones concluidas que planteen claramente una hipótesis.
- Se dará preferencia a los trabajos que empleen un modelo teórico matemático como soporte o una metodología estadística/econométrica que someta a prueba la hipótesis.
- Los artículos deben enviarse acompañado de una carta firmada por el autor o los autores declarando que posee(n) los derechos de autor, que el trabajo es inédito y original, y que no está sometido, ni en proceso, para su publicación total o parcial en otra revista especializada o libro.
- El autor o los autores debe(n) enviar una copia de su currículum vitae.
- Los artículos pueden redactarse en inglés o español; sin embargo, el título, el resumen y las palabras clave deben presentarse en ambos idiomas.
- El resumen no excede las 150 palabras e incluye los códigos de clasificación JEL después del resumen.
- El título del trabajo debe ser claro y breve (máximo 10 palabras).
- Los manuscritos deben enviarse en formato compatible con Microsoft Word, con una extensión máxima de 45 cuartillas, interlineado de 1.5, y fuente Times New Roman tamaño 12.
- Las gráficas y cuadros deben enviarse en formato Excel. No se deben incluir gráficas o cuadros en formato de imagen.
- La sección de referencias incluye únicamente los trabajos citados en el texto, ordenados alfabéticamente y siguiendo el formato establecido para citar artículos, libros, capítulos de libros, informes técnicos, tesis, entre otras fuentes de información. Las instrucciones de citación están disponibles en la página de la revista.
- Los artículos deben enviarse de forma electrónica a través de la página de la revista: <http://ensayos.uanl.mx>. Para ello, el autor debe registrarse en la página como usuario y seguir los cinco pasos para nuevos envíos.

Ensayos Revista de Economía is a peer-reviewed journal that publishes original research articles of high academic rigor in the fields of applied and theoretical economics, statistics, and related social sciences. The journal publishes works in both Spanish and English twice a year, in January and July. It is indexed in EconLit (*American Economic Association*), SciELO Mexico, *Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología* (CRMCyT) of the *National Council of Science, Humanities, and Technology* (CONAHCYT), CLASE, Latindex, SciELO, and can also be accessed through the *Fuente Académica Premier™* database by EBSCO and *RePEc* (*Research Papers in Economics*).

Author guidelines:

- The papers must correspond to completed research that clearly states a hypothesis.
- Preference will be given to papers that employ a supporting mathematical theoretical model or a statistical/econometric methodology that tests the hypothesis.
- Articles must be accompanied by a signed letter from the author(s) declaring ownership of the copyright, originality of the work, and that is not under review or in process for full or partial publication in another specialized journal or book.
- The author(s) must send a copy of their curriculum vitae.
- Articles may be written in English or Spanish; however, the title, abstract, and keywords must be presented in both languages.
- The abstract must not exceed 150 words, and should include JEL classification codes after the abstract.
- The article title should be clear and concise (maximum of 10 words).
- Manuscripts must be submitted in a Microsoft Word compatible format, with a maximum length of 45 pages, 1.5 line spacing, and Times New Roman font, size 12.
- Graphs and tables must be submitted in Excel format. Graphs or tables in image format are not accepted.
- The reference section should include only works cited in the text, listed alphabetically and following the citation format for articles, books, book chapters, technical reports, theses, and other sources. Citation guidelines are available on the journal's website.
- Articles must be submitted electronically through the journal's website: <https://ensayos.uanl.mx>. Authors must register as users and follow the five steps for new articles.

ENSAYOS
Revista de Economía