

IMPACTO DE LA CRISIS DE 2020 EN LA ECONOMÍA MEXICANA: UN ENFOQUE DE INSUMO-PRODUCTO CON INOPERABILIDAD

J. Valentín Solís y Arias,^a Helio García,^b
José Manuel Márquez^b y Víctor H. Hernández^a

Fecha de recepción: 11 de octubre de 2021. Fecha de aceptación: 3 de mayo de 2022.

<https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2022.211.69832>

Resumen. En el texto se presentan dos modelos insumo-producto con inoperabilidad que analizan los efectos de la pandemia de Covid-19 en México, ambos utilizan desarrollos metodológicos recientes en los que se realizaron aportaciones en su especificación. El primero, un modelo estático, genera un índice de vulnerabilidad de las ramas económicas, produciendo su prelación para la atención con instrumentos de política económica. El segundo, un modelo dinámico, estima posibles trayectorias de recuperación económica de los sectores, su posible duración, y sus capacidades de resiliencia frente a fenómenos de persistencia de la pandemia. Los modelos se ajustan a los indicadores de corto plazo que produce el INEGI, reflejando un comportamiento heterogéneo entre los sectores; algunos con una tendencia de mediano plazo a no regresar a su capacidad productiva normal.

Palabras clave: modelos input-output; equilibrio general y desequilibrio; análisis de la demanda de inputs.

Clasificación JEL: C67; D5; R34.

THE IMPACT OF THE 2020 CRISIS ON THE MEXICAN ECONOMY: AN INPUT-OUTPUT APPROACH WITH INOPERABILITY

Abstract. The article presents two input-out models with inoperability that analyze the effects of the Covid-19 pandemic in Mexico. Both use methodological developments in which contributions were made in their specification. The first, a static model, generates a vulnerability index of the economic branches, establishing their priority for attention with economic policy instruments. The second, a dynamic model, estimates possible trajectories of economic recovery of the sectors, their possible duration, and their resilience capacities in the face of persistent phenomena of the pandemic. The models are adjusted to the short-term indicators produced by the INEGI, reflecting a heterogeneous behavior between the sectors; some have a medium-term tendency not to return to their normal productive capacity.

Key Words: input-output models; general balance and imbalance; input demand analysis.

^a Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México; ^b Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Económicas (IIEC), México. Correos electrónicos: valentin.solis@inegi.org.mx; garciav8@msu.edu; jmmarquez@iiec.unam.mx y victor.garcia@inegi.org.mx, respectivamente.

1. INTRODUCCIÓN

La pandemia ocasionada por el virus SARS-Cov-2 ha tenido efectos a nivel social, político y económico, debido al confinamiento a nivel global al que recurrieron los países para tratar de contenerla (Brodeaur *et al.*, 2021; Jackson *et al.*, 2021). Desde el punto de vista económico, esta es una situación sin precedentes, dado que es una crisis por diseño, proveniente de medidas a nivel global, adoptadas tanto por el lado de la oferta como de la demanda de bienes y servicios, caracterizándose por su velocidad de expansión y por tener mayores riesgos de afectación hacia las economías con fuerte dependencia de suministros, a través de cadenas globales de valor (Giammetti *et al.*, 2020; Borio, 2020).

Aunque las consecuencias de corto plazo de la presente crisis son sin duda dramáticas (considerando indicadores como el crecimiento económico y el desempleo), hubo muy poca destrucción de la infraestructura que soporta las economías, a diferencia de otros procesos de crisis (Jackson *et al.*, 2021; Borio, 2020). Así, la comprensión de un fenómeno tan complejo sugiere utilizar un enfoque que tome en cuenta no sólo los cambios coyunturales de la oferta y la demanda, sino que considere la configuración del aparato productivo (estructura) de la economía al momento de la crisis y las interacciones entre sus sectores.

Para entender los efectos económicos de la pandemia, la mayoría de los modelos se concentran en el impacto en sus indicadores macroeconómicos, como el PIB, empleo, salud, género, medio ambiente, o pérdidas en grandes sectores (primario, secundario y terciario), y en algunos sectores específicos (automotriz, aeroportuario, turístico o farmacéutico) (Herrera, 2021; Aguirre, 2020; Farhan *et al.*, 2020). Otros trabajos se centran principalmente en comprender los efectos en las empresas a nivel factor humano, finanzas y fiscal (Brodeaur *et al.*, 2021; Guardado *et al.*, 2020); en los efectos de las políticas financieras y de estímulos económicos, que han empleado los distintos países para mitigar los efectos de la crisis (Elgin *et al.*, 2020; Brodeaur *et al.*, 2021), o en los cambios en la distribución del ingreso y la pobreza (Lustig y Martínez, 2020). La mayoría de estos estudios utilizan metodologías basadas en la estadística, como la regresión lineal (simple, probit y variables instrumentales), diferencias en diferencias, series de tiempo, regresión cuantílica, análisis multivariante y componentes principales, e incluso en la teoría de juegos, la percolación o el análisis de clústeres (Brodeaur *et al.*, 2021; Farhan *et al.*, 2020).

Sin embargo, estos estudios no permiten diferenciar los efectos en los distintos sectores y conglomerados económicos, ni identificar a los que hay que

fortalecer para minimizar los efectos negativos de esta crisis (Oosterhaven, 2017). En cambio, los modelos estructurales para el diagnóstico de las afectaciones económicas y sus posibilidades de recuperación se pueden emplear para evaluar y analizar los impactos de los desastres y la evaluación de la resiliencia del aparato productivo, pudiendo solventar las deficiencias referidas de los otros modelos, debido a que la mayor parte de la estructura productiva de los países tendrá cambios dentro de un rango que es posible capturar con las herramientas analíticas multisectoriales (Dávila y Valdés, 2021; Oosterhaven, 2017).

Por lo anterior, el presente trabajo aborda el análisis de las afectaciones por la crisis de Covid-19, desde una perspectiva estructural y multisectorial, evaluando los alcances económicos de los cambios originados por la pandemia e identificando a los sectores económicos específicos, que se deben fortalecer o apuntalar para poder minimizar los efectos negativos de la crisis en la economía mexicana, dada su importancia y sus interrelaciones con los demás sectores. Se adaptan también los modelos descritos en Santos y Haimés (2004) y Lian y Haimés (2006), basados en datos actuales del INEGI (2020), para poder captar los hallazgos de acuerdo a la realidad de la economía mexicana. El primero de ellos ayuda a dimensionar y jerarquizar el impacto ocasionado por el cierre parcial de actividades económicas a nivel sectorial, en tanto que el segundo, permite evaluar la dinámica de recuperación en el corto y mediano plazo.

Estos modelos están enraizados en la teoría de la producción y del equilibrio general y son capaces de centrar la atención de la investigación en la distinción entre efectos directos de un desastre y sus consecuencias, a través de su propagación económica. La utilización de estos modelos de inoperabilidad permitió identificar las ramas y los sectores de la producción con mayor vulnerabilidad, los sectores que no fueron afectados por esta crisis, los más y menos resilientes, así como la velocidad de recuperación, las tendencias de mediano plazo y el costo económico de la pandemia.

Este documento está organizado de la siguiente manera después de la introducción. En la segunda sección se abordan los impactos de la pandemia de Covid-19 en México, enfatizando la recuperación que recién se ha observado. En la tercera sección se presenta la metodología empleada para el estudio, la cual está basada en el análisis insumo-producto aplicado a la evaluación de desastres y enriquecido por medidas de resiliencia y de la capacidad de recuperación de los sectores. En la cuarta sección, se muestran los resultados cuantitativos de la operación de los modelos, realizando los comentarios pertinentes de los mismos. Por último, se presentan algunos comentarios generales y aportaciones para trabajos posteriores.

2. IMPACTOS EN LA ECONOMÍA MEXICANA

La pandemia de Covid-19 continúa activa alrededor del mundo. Si bien algunos países han logrado controlar el brote, otros todavía experimentan un aumento continuo en el número de nuevos casos, a pesar de las medidas de distanciamiento social y cuidado personal para prevenirlos,¹ así como los esfuerzos por vacunar a la población (Mendoza *et al.*, 2020). En este entorno de crisis global, la economía mundial decreció en 3.3%² y hubo una caída de 8.8% de las horas de trabajo en 2020, respecto a lo que se registró en 2019, lo que equivale a la pérdida de 225 millones de empleos a tiempo completo, según datos de la OIT.

El cierre de la mayoría de las actividades productivas produjo, al inicio de la pandemia, una caída en casi todos los sectores de la economía, interrumpiendo incluso algunas partes de la cadena de suministros a nivel internacional, lo que provocó el cierre de algunas empresas y negocios y el aumento en la tasa de desocupación en la mayoría de los países del mundo (Laboratorio de la OIT, 2020). Se trata de una caída histórica, la mayor desde la Gran Depresión, que se registró en los años treinta del siglo pasado (Jackson *et al.*, 2021). El Banco Mundial advirtió que el panorama de la economía a escala global está empañado por la incertidumbre y sigue sujeto a diversos riesgos, debido a la desigualdad de la recuperación entre los países.³

¹ Utilizando un análisis de datos de panel para varios países, Alfano y Ercolano (2020) demostraron que las medidas de cierre de empresas y negocios han sido efectivas para reducir los contagios en los países, y sugieren que se deben ir relajando estas medidas gradualmente y de manera estratégica para evitar la reversión de tales efectos.

² Este decrecimiento no fue uniforme a lo largo de las diferentes regiones del mundo. Según datos del Banco Mundial, América Latina tuvo un decrecimiento de 6.8%, mientras que los países emergentes de Asia decrecieron 1%. También, si se ve entre países, Francia decreció 8.1%, mientras que Estados Unidos lo hizo 3.5% y China, en contraste, creció 2.3%.

³ El repunte en el crecimiento del 5.5% de la economía mundial en 2021 fue encabezado, principalmente, por las economías más grandes, ya que muchos países de los mercados emergentes y en desarrollo continúan luchando con la pandemia de Covid-19 y sus secuelas, así como que las pérdidas de ingresos per cápita no se revertirán aún para 2022, en dos terceras partes de estas economías. Además, la situación para las economías de bajos ingresos y las desigualdades persistentes en el crecimiento hace la situación aún más compleja, ya que los efectos de la pandemia revirtieron los avances en la reducción de la pobreza, agravado la inseguridad y podrían exacerbar el malestar social, por lo que el Banco Mundial (2021) recomienda que los gobiernos preparen para el mediano y largo plazo, estrategias de recuperación y apoyo a las empresas y negocios para evitar mayores afectaciones, así como políticas públicas que permitan afrontar los efectos duraderos de la pandemia y tomar medidas para estimular un crecimiento ecológico, resiliente e inclusivo. Pero también cuidar la estabilidad macroeconómica, ya que las pérdidas podrían empeorar el acceso a la salud, la educación y los disminuir los niveles de calidad de vida (Jackson *et al.*, 2021).

En el caso de México, la caída del PIB fue de 8.2% con una pérdida o subempleo de alrededor de 13 millones de personas en 2020; trayendo consigo un aumento en el nivel de pobreza y pobreza extrema. El mayor impacto económico se dio en la clase media y media baja, donde se ubican los dueños de las pequeñas y medianas empresas, las cuales, dada su vulnerabilidad, fueron las que más sufrieron por el cierre de actividades (Lustig y Martínez, 2020). El sector de servicios fue el que registró mayor rezago, especialmente el turismo y las actividades informales (Ruiz, 2020; Salas *et al.*, 2020; Aguirre, 2020). Estas afectaciones se hicieron sentir con fuerza en diversas industrias como la maquila y el aerotransporte (de acuerdo con Herrera (2021) se tuvo una caída del 53% del flujo de pasajeros y de 12% de vuelos de carga en 2020). Sin embargo, Mendoza (2020) deduce, a través de un análisis prospectivo para la economía mexicana, que el mayor impacto en el mediano plazo provendrá de la desaceleración del ciclo económico en Estados Unidos, seguido por las repercusiones por el confinamiento y las restricciones al interior del país. Para 2021, el crecimiento de la economía se ubicó en 4.8% real y el número de empleos se recuperó en diciembre de 2021, de acuerdo con datos del INEGI (2021).

Impactos por sectores en la economía mexicana

Dávila y Valdés (2021) estudiaron los impactos por el cierre de sectores no esenciales⁴ de la economía en los meses de abril y mayo de 2020, utilizando Matrices de Contabilidad Social, estimando su costo en el valor de la producción, el ingreso disponible y el consumo privado. El sector industrial fue el más golpeado por la crisis con un desplome de 10.2%, el cual se explica, en gran medida, por el cierre de las empresas en ese periodo, a excepción de las consideradas como esenciales, y por una demanda del exterior que se recuperó muy lentamente. Le siguió el sector servicios, con una caída de 7.9, donde el comercio y la hostelería tuvieron que enfrentar un panorama de restricciones de aforo y horarios. Además, el turismo, muy importante en el noroeste y el sureste del país, experimentó una reducción de 58% en la llegada de viajeros por vía aérea en 2020. Finalmente, el sector primario, con un avance del 2%, fue la única actividad que se sostuvo durante la pandemia. Así, la caída en el crecimiento económico por sectores en 2020 fue heterogénea.

⁴ De acuerdo con la clasificación hecha por el Gobierno Federal para las restricciones en las actividades al inicio de la pandemia publicadas en el *Diario Oficial de la Federación*.

La economía en el cuarto trimestre de 2020 apuntó a una mejora respecto a los meses previos, gracias a la progresiva reapertura de las actividades productivas. Entre octubre y diciembre de ese año, la industria creció 3.3% y los servicios 3%. Aun así, comparando este periodo con el cuarto trimestre de 2019, hubo una disminución de 4.6% en la actividad económica, mucho menor si se compara con el segundo y tercer trimestre, donde la caída, en comparación anual, fue de 18.7 y 8.6%, respectivamente. Asimismo, la revisión de las cifras del comportamiento de la economía mexicana a mediados de 2021 reflejó un mejor desempeño al esperado, por el efecto rebote de la reactivación interna, gracias a los avances en la vacunación, la gradual eliminación de restricciones a la movilidad y la fortaleza de la demanda externa. Sin embargo, en el segundo semestre se dio una desaceleración importante, dejando el crecimiento al final del año en apenas 5.0%, muy por debajo del crecimiento esperado (INEGI, 2022). Por lo que el proceso de recuperación de la crisis se ralentizó a partir de 2021.

3. METODOLOGÍA

El estudio de los desastres y sus consecuencias se ha convertido en un área importante de análisis para intentar mitigar los efectos económicos y su propagación en sistemas fuertemente interconectados en las sociedades actuales (Borio, 2020). La teoría económica tiene un interés renovado en estos temas, por lo que se utilizan diferentes marcos de análisis para la evaluación de consecuencias a escala micro, meso y macroeconómica (Santos y Haimés, 2004). Sin embargo, existen tres clases dominantes de modelos económicos para el análisis de pérdidas por desastres: econométricos de ecuaciones simultáneas; modelos de insumo-producto y los de equilibrio general computable (CGE, por sus siglas en inglés). El primero se basa en la construcción de índices de vulnerabilidad o resiliencia (Elgin *et al.*, 2020). Los dos últimos son comúnmente utilizados y mejor documentados en el análisis de impacto de desastres (Okuyama y Yu, 2019).

Los modelos de insumo-producto ofrecen una forma ordenada de delinear los vínculos entre industrias y estructura de la oferta y la demanda, pero tienen rigideces estructurales. Por otro lado, el marco CGE introduce mayor flexibilidad y la posibilidad de representar un amplio espectro de funciones de demanda y elasticidades del lado de la oferta, así como respuestas de comportamiento, a costa de supuestos más elaborados, necesarios para describir el ajuste mutuo de precios y cantidades (Solís, 2015). Además, los modelos de

insumo-producto se prefieren para la estimación de corto plazo, mientras que los modelos CGE se usan para la estimación a largo plazo (Solís, 2015).

En este artículo se usaron técnicas derivadas del análisis insumo-producto, el cual ha ganado atención como instrumento para la evaluación rápida de los efectos económicos en cascada de los desastres. La reciente evolución de la disciplina se ha orientado a apoyar una mejor comprensión, medición y desarrollo de instrumentos que ayuden a contrarrestar los escenarios complejos de desastres que afectan a sociedades y economías, además, se han extendido considerablemente los modelos clásicos de oferta y demanda para tomar en cuenta la dinámica de eventos críticos y la respuesta a las crisis (Santos y Haimés, 2004).

La estimación de encadenamientos hacia adelante y hacia atrás en este tipo de modelos, permite la identificación de sectores clave, la valoración de diferentes fuentes de cambio de las variables exógenas y de la sensibilidad del sistema, así como la comparación de distintas economías sujetas a fenómenos similares. Además, este enfoque tiene afinidades inherentes con las metodologías para el análisis de eventos en cascada de otros dominios, así como para evaluar el desequilibrio económico que ocurre por un gran desastre, lo que facilita su integración (Benassy, 1982).

Índice de vulnerabilidad de los sectores económicos frente a la pandemia de Covid-19

En esta sección se presenta un modelo estático cuyo principal resultado es la creación de un índice de vulnerabilidad sectorial, que mide la propensión de los sectores a ser afectado por un desastre. Las técnicas de insumo-producto aplicadas al análisis de desastres o contingencias, describen la conectividad estructural de los sistemas económicos y tienen cuatro aspectos en común: 1) la magnitud del impacto económico, 2) capacidad de propagación, 3) tamaño de los sectores involucrados y 4) el riesgo de la inoperabilidad de los sectores considerados (Santos y Haimés, 2004; Lian y Haimés, 2006; Yu *et al.*, 2020).

El índice se compone de cuatro indicadores relacionados con los puntos del párrafo anterior. En el primero, se disminuye la demanda final de los sectores no-esenciales y se inyecta en el modelo insumo-producto, que genera una disminución de la actividad global. Para el segundo punto, se propone una aproximación a través del análisis espectral en espacios de Hilbert, dentro del cual se mide la propagación simultánea de los niveles de compras y ventas que realiza cada uno de los sectores, tanto directa como indirectamente

(Solís, 2015). El tamaño de cada sector está representado por la contribución porcentual al PIB del país. Por último, el riesgo de inoperabilidad se mide mediante el radio entre el multiplicador de la producción de Leontief y el multiplicador de la producción de Gosh (Yu *et al.*, 2020).

La medición del primer componente se realizó de forma trimestral, con lo que se capturan los movimientos de los sectores, en términos de su vulnerabilidad, dependiendo de los resultados económicos inducidos por el cierre parcial de la economía.

Asociado a los niveles de producción inducidos por las relaciones de compras y ventas que satisfacen un requerimiento de demanda final, están los requerimientos de empleo, es decir, la demanda de bienes implica la demanda de empleo. Por lo anterior, se estimó el índice de vulnerabilidad usando una matriz semejante de empleo por empleo calculada a partir de la de Leontief, que emerge de las propias relaciones intersectoriales, a través de un cambio de base (King *et al.*, 2012). Estas propiedades intrínsecas de las matrices permiten el estudio más amplio de la estructura de la producción y del empleo, por lo que se calculan dos índices de vulnerabilidad, uno para cada uno de estos conceptos.

Modelo dinámico de inoperabilidad con persistencia

La inoperabilidad de un sector económico se define como la pérdida relativa de capacidad productiva, respecto a un nivel base (planeado, ideal, pre-desastre, etcétera), de forma que una inoperabilidad de 0.1 indica que el sector produce 10% menos de lo que debería o podría producir, en ausencia de un desastre o choque económico. Por lo tanto, la inoperabilidad de un sector es un indicador que se mantiene entre cero y uno (Santos y Haimes, 2004; Lian y Haimes, 2006). En el caso de la contingencia económica causada por el virus SARS-Cov-2, en una primera etapa, la inoperabilidad de los sectores fue causada por el cierre premeditado de las actividades económicas no-esenciales, mientras que en la segunda (y más larga) etapa, se relajó el cierre, pero se adicionó una modificación en los patrones de consumo y de comportamiento de la población, dado que, ante el riesgo de contagio, se desincentivó la demanda de servicios que requieren una alta tasa de contacto con otras personas (es decir, la inoperabilidad se debió tanto a una reducción de la oferta como de la demanda).

Con el fin de medir los efectos de un desastre en una economía, que se comporta como un sistema complejo, Haimes y Jiang (2001) desarrollaron una metodología basada en el modelo insumo-producto en términos físicos,

el cual permite medir la eficacia en el manejo de riesgos y la evaluación del impacto económico, que resulta de los posibles daños a la infraestructura física y al cierre de empresas en un país ante una situación de emergencia. A este modelo se le conoce como Modelo Insumo-Producto con Inoperabilidad (IIM, por sus siglas en inglés). Posteriormente, este modelo fue retomado por Santos y Haimés (2004) para ser utilizado en términos monetarios, suponiendo una reducción en la demanda final de bienes y servicios, lo que facilitó su aplicación a datos de economías reales. Lian y Haimés (2006) presentan un nuevo avance metodológico con el planteamiento de la versión dinámica del modelo de inoperabilidad (DIIM, por sus siglas en inglés), el cual parte del modelo dinámico de Leontief, pero en lugar de considerar la dinámica de crecimiento de la economía, modela la dinámica mediante la cual el sistema vuelve al equilibrio entre oferta y demanda, dado un desbalance inicial causado por un desastre económico.

Así, se puede definir el vector de inoperabilidad q (desglosado por actividad económica) a partir del valor bruto de la producción base de la economía, dado por x^* , y el valor realizado de la producción x (bajo los efectos del desastre), de manera que $q = \hat{x}^{*-1}(x^* - x)$, donde \hat{x}^* es la matriz diagonal del producto base. Asimismo, si G es la matriz de Gosh o matriz de entregas, y $c = \hat{x}^{*-1}(f^* - f)$ es la diferencia entre la demanda final base f^* y la demanda final realizada f , como proporción del valor bruto de la producción. La ecuación que describe la dinámica de la economía con presencia de inoperabilidad es:

$$q(t + 1) = q(t) + K[Gq(t) + c(t) - q(t)] \quad (1)$$

donde el término entre corchetes puede interpretarse como la brecha que existe entre la demanda ($Gq(t) + c(t)$) y la oferta ($q(t)$) de bienes y servicios. La matriz K es diagonal, y sus valores k_{ii} representan la proporción de la brecha (demanda-oferta) que se cerrará en el próximo periodo.

A los valores de la matriz k se les conoce como coeficientes de resiliencia, dado que sectores con una mayor resiliencia ante desastres tenderán a recuperarse en menos tiempo. Entre los factores que afectan el nivel de resiliencia de un sector se encuentran: *i*) restauración de las capacidades productivas dañadas del país, *ii*) utilización de la capacidad de respaldo (capacidad ociosa), *iii*) sustitución de insumos producidos por sectores afectados, *iv*) cambios en la localización de la producción hacia zonas no afectadas, o *v*) en caso de desastres causados por una enfermedad, la reducción del riesgo de contagio entre la población que incentiva la reapertura de negocios y el consumo.

El valor de estos parámetros se obtiene mediante la expresión:

$$k_{ii} = \frac{\ln \left[\frac{q_i(0)}{q_i(T_i)} \right]}{T_i} \left[\frac{1}{1 - g_{ii}} \right] \quad (2)$$

donde $q_i(0)$ representa la inoperabilidad inicial, T_i el tiempo que le toma al sector i llegar al nivel de inoperabilidad $q_i(T_i)$, mientras que g_{ii} es el valor sobre la diagonal principal de la matriz de Gosh para el sector i , por lo que $\left[\frac{1}{(1-g_{ii})} \right]$ es una medida de la dependencia del sector a la demanda del resto de la economía. El modelo dinámico de inoperabilidad permite entonces medir la pérdida económica que se deriva de un desastre, mientras todos los sectores intentan volver al nivel de equilibrio previo, entre oferta y demanda ($q_i = 0$), o un nuevo equilibrio en caso de una modificación en los patrones de demanda final ($c_i \neq 0$) (Lian y Haimes, 2006).

Sin embargo, durante la crisis ocasionada por Covid-19, los sectores no tuvieron un retorno ininterrumpido hacia sus niveles originales. La presencia de más de una oleada de contagios y la nueva implementación de medidas de contingencia sanitaria, provocaron nuevos desequilibrios en el sistema antes de que los anteriores terminaran de corregirse. En este contexto, Yu *et al.* (2020) proponen una modificación al DIIM que permite estimar el impacto de las olas de contagios de Covid-19, por medio de un Modelo de Insumo-Producto con Inoperabilidad Persistente (PIIM, por sus siglas en inglés), el cual modela la capacidad reducida de los sectores que persiste durante los cierres (parciales o totales) impuestos por el gobierno. Este modelo proporciona información útil sobre la inoperabilidad prolongada en los diversos sectores de la economía y cómo afectan a los demás sectores, suponiendo que, durante los periodos de cierre, el nivel de operabilidad se iguale al impacto sobre la demanda final c_i . Sin embargo, este planteamiento resulta inadecuado en el contexto del modelo insumo-producto, ya que, como lo señala Oosterhaven (2017, pp. 456-457), los choques de la demanda final resultan muy limitados cuando se busca la modelación de un desastre que afecta a la oferta de bienes y servicios. Además, si el valor de c_i no se pondera por el peso de la demanda final en la producción total del sector, se producen sobreestimaciones en la inoperabilidad de los sectores. En este trabajo se propone una formulación alternativa para el cálculo de la inoperabilidad, suponiendo dos tipos de su comportamiento. El primero para la inoperabilidad que se presenta durante

los periodos de cierre económico por las medidas de contingencia, y el segundo para el efecto persistente a lo largo del tiempo.

Sea τ el conjunto de periodos durante los cuales se aplican las medidas sanitarias y S el conjunto de sectores afectados por dichas medidas. Entonces, si $q_i^D(t)$ es el valor de la inoperabilidad del sector i , estimado por el modelo dinámico definido en la ecuación (1), y $q_i^P(t)$ el valor de la inoperabilidad persistente para el sector i , su inoperabilidad se define como:

$$q_i(t+1) = \{q_i^D(t+1), \text{ si } t \in \tau \text{ y } i \in S, q_i^P(t+1), \text{ en otro caso} \quad (3)$$

El valor de q_i^P puede estimarse a partir de datos observados, si existen, o como choques hipotéticos basados en las medidas sanitarias anunciadas y experiencias previas. En esencia, la estimación de q_i^P no es diferente a la estimación de $q_i(0)$.

4. RESULTADOS

Para la estimación de este indicador de vulnerabilidad y el modelo dinámico de vulnerabilidad persistente, se utilizaron las MIP, publicadas por el INEGI como parte del proyecto de la Matriz de Contabilidad Social de México (INEGI, 2020). Se trabajó con la MIP de 2018 con desagregación a nivel de ramas de actividad económica.

Índice de vulnerabilidad económica

El valor de la producción en la economía mexicana se concentra en pocas ramas y es muy asimétrico. Las diez ramas más importantes representan más del 45% del total de la producción de la economía nacional. En las tablas 1 y 2 sólo se presenta el orden de prelación respecto al índice de vulnerabilidad para las diez ramas principales de la economía mexicana, analizando el valor bruto de la producción (véase tabla 1) y el mayor número de puestos de trabajo (véase tabla 2), donde el número en cada columna indica en qué posición relativa se encuentra cada determinada rama. La primera posición indica la mayor vulnerabilidad y viceversa, entre más lejana es la posición de una rama, es menos vulnerable. Los resultados del índice se enlistan de forma trimestral, desde inicios de 2020, cuando los efectos de la pandemia eran aún marginales, hasta

el segundo trimestre de 2021, tomando en cuenta solamente las primeras dos olas de contagios, que trajeron consigo grandes restricciones a la economía.

Así, respecto al valor bruto de la producción (véase tabla 1) se observa que, en el segundo trimestre de 2020, las ramas fabricación de automóviles y autopartes y fabricación de partes para vehículos tuvieron el primer y tercer nivel más alto de vulnerabilidad. Posteriormente, presentaron un nivel alto de recuperación, aunque desde principios de 2021 volvieron a ocupar los primeros lugares de vulnerabilidad, lo cual refleja la fragilidad de estas ramas, que se vieron beneficiados por el “efecto rebote”, pero que no cuentan con las condiciones para mantener un crecimiento sostenido, ya que están asociadas a las exportaciones, mismas que comenzaron a caer en 2021.

La edificación residencial y no residencial tuvieron un aumento significativo en su nivel de vulnerabilidad, pasando del lugar 13 y 28 en el primer trimestre de 2020, al 3 y 11, respectivamente, para el segundo trimestre de 2021. Caso contrario fue el comportamiento de la extracción de petróleo y gas, comercio al por menor y al por mayor, que disminuyeron su vulnerabilidad;

Tabla 1. Ordenamiento de la vulnerabilidad relativa trimestral de la producción de las diez actividades con mayor valor bruto de la producción

<i>Rama</i>	<i>2020</i>				<i>2021</i>	
	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>
4600 - Comercio al por menor	3	4	1	1	1	4
4300 - Comercio al por mayor	2	2	2	4	3	6
5311 - Alquiler sin intermediación de bienes raíces	4	14	4	3	5	7
3361 - Fabricación de automóviles y camiones	6	1	8	11	2	1
2361 - Edificación residencial	13	6	5	6	7	3
3363 - Fabricación de partes para vehículos automotores	5	3	9	12	2	5
4841 - Autotransporte de carga	10	7	6	7	10	13
3241 - Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	1	5	3	2	4	2
2111 - Extracción de petróleo y gas	7	9	10	8	15	14
2362 - Edificación no residencial	28	11	14	9	12	11

Fuente: elaboración propia con los resultados del modelo de vulnerabilidad.

el primero de manera sostenida durante todo este periodo y los otros dos de manera súbita en el segundo trimestre de 2021. Un comportamiento singular tuvo la rama de autotransporte de carga, la cual aumentó considerablemente su vulnerabilidad durante los tres últimos trimestres de 2020, pero que para 2021 volvió a sus niveles iniciales de vulnerabilidad. Estos resultados van en línea con el bajo dinamismo de la demanda interna y de las exportaciones, derivado de las medidas de contingencia sanitaria globales.

Por otra parte, en la tabla 2, las ramas están ordenadas de acuerdo con su participación en el número de puestos de trabajo. Aquí, las ramas de comercio al por menor y servicios de empleo se mantuvieron como las más vulnerables durante todo el periodo de análisis.

Las ramas hogares con empleados domésticos y servicios de preparación de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas aumentaron su vulnerabilidad desde el segundo trimestre de 2020 al primero de 2021; sin embargo, pareciera que recuperaron su fortaleza en el segundo trimestre de 2021. Caso contrario a la siembra de otros cultivos, que presentó una disminución en su

Tabla 2. Prelación de la vulnerabilidad de los puestos de trabajo de las diez actividades con el mayor número de puestos de trabajo (datos trimestrales)

<i>Rama</i>	<i>2020</i>				<i>2021</i>	
	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>
4600 - Comercio al por menor	1	1	1	1	1	1
5613 - Servicios de empleo	2	2	2	2	2	2
8141 - Hogares con empleados domésticos	6	5	3	3	3	6
2361 - Edificación residencial	13	4	8	9	8	3
6111 - Escuelas de educación básica, media y para necesidades especiales	19	34	9	10	13	17
2362 - Edificación no residencial	15	12	12	8	11	11
4300 - Comercio al por mayor	4	3	4	4	4	7
484 - Autotransporte de carga	11	10	11	13	14	15
7225 - Servicios de preparación de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas	9	6	5	5	5	9
1119 - Otros cultivos	3	13	14	12	9	4

Fuente: elaboración propia con los resultados del modelo de vulnerabilidad.

vulnerabilidad relativa entre el segundo trimestre de 2020 y el primero de 2021, pero volvió a puestos de alta vulnerabilidad en el segundo trimestre de 2021. Además, los empleos de las ramas de edificación residencial y no residencial siguieron experimentando dificultades durante todo el periodo, al aumentar de manera consistente su vulnerabilidad. Los resultados están acordes con el hecho de que las ramas que en conjunto generan una gran cantidad de puestos de trabajo informal, se mantuvieron siempre entre los primeros lugares de vulnerabilidad.

Modelo de inoperabilidad con persistencia

Para el modelo de inoperabilidad con persistencia, se utilizó una desagregación a 20 sectores de actividad económica de la Matriz de Insumo Producto (MIP) de 2018, lo que permitió el aprovechamiento de algunos indicadores de corto plazo que produce el INEGI. Los valores de inoperabilidad se estimaron a partir del Indicador Global de la Actividad Económica (IGAE) y de la Encuesta Mensual de Servicios (EMS), particularmente del índice de ingresos totales por el suministro de bienes y servicios, considerando el nivel de actividad observado de diciembre de 2019 como la base de comparación pre-desastre (\hat{x}^*).

Los datos indican que mayo de 2020 fue el mes con la mayor caída generalizada en la actividad económica, por lo que se consideró como el periodo de partida ($t = 0$) en el modelo. Se asume que las perturbaciones en la demanda final son nulas, con el objetivo de que todos los sectores converjan a ese valor. Algunos sectores como las actividades primarias, servicios financieros y de seguros, corporativos y actividades de gobierno no fueron afectados por esta crisis, por lo que se considera un nivel de inoperabilidad inicial cero para ellos. Los valores de la resiliencia sectorial (k_i) se calibraron a partir de la recuperación observada en el índice de actividad sectorial, usando la expresión (2). Los valores de los parámetros T_i y $q(T_i)$ estimados se encuentran en la tabla 3.

Los valores en la tabla 3 capturan el proceso de recuperación entre la primera y segunda ola de Covid-19 en México. Los sectores que presentan la mayor resiliencia fueron el manufacturero, servicios de salud y el comercio al por mayor y al por menor. Estos sectores producen bienes y servicios de primera necesidad para las personas, por lo que, a pesar de sufrir el efecto de las restricciones y de los cierres parciales de actividad, mostraron una rápida recuperación gracias al efecto de la demanda final. Por otro lado, los sectores con la menor resiliencia fueron los servicios de apoyo a los negocios, alojamiento temporal, preparación de alimentos y bebidas y servicios de transporte, debido

Tabla 3. Parámetros de resiliencia estimados

<i>Sector</i>	<i>T_i</i>	<i>Mes correspondiente a T_i</i>	<i>q(T_i)</i>	<i>k_i</i>
11 - Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	-	-	-	0.287*
21 - Minería	5	2020 octubre	0.021	0.269
22 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	5	2020 octubre	0.040	0.242
23 - Construcción	11	2021 abril	0.078	0.147
31-33 - Industrias manufactureras	5	2020 octubre	0.009	0.819
43 - Comercio al por mayor	4	2020 septiembre	0.021	0.647
46 - Comercio al por menor	5	2020 octubre	0.035	0.453
48-49 - Transportes, correos y almacenamiento	7	2020 diciembre	0.210	0.120
51 - Información en medios masivos	6	2020 noviembre	0.095	0.136
52 - Servicios financieros y de seguros	-	-	-	0.287*
53 - Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	7	2020 diciembre	0.058	0.194
54 - Servicios profesionales, científicos y técnicos	7	2020 diciembre	0.151	0.133
55 - Corporativos	-	-	-	0.287*
56 - Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación	6	2020 noviembre	0.114	0.064
61 - Servicios educativos	4	2020 septiembre	0.088	0.245
62 - Servicios de salud y de asistencia social	4	2020 septiembre	0.019	0.721
71 - Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	4	2020 septiembre	0.545	0.120
72 - Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	5	2020 octubre	0.427	0.108
81 - Otros servicios excepto actividades gubernamentales	4	2020 septiembre	0.101	0.169
93 - Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	-	-	-	0.287*

Nota: * promedio de los sectores afectados inicialmente.

Fuente: elaboración propia.

a las restricciones para su operación y ante la necesidad que tienen de una alta interacción entre personas inherente a la actividad y, en el caso de los servicios de apoyo a los negocios, a la implementación de medidas de trabajo desde casa adoptadas por muchas empresas e instituciones públicas.

La brecha que existe entre el sector más y el menos resiliente, muestra la gran heterogeneidad en la capacidad de recuperación que existe en la economía. Las actividades manufactureras pueden recuperarse, según el modelo, a una tasa casi 13 veces más rápida que los servicios de apoyo a los negocios, y siete veces más rápido que los hoteles y restaurantes. Esta diferencia puede verse amplificada si se considera el efecto de los cambios de largo plazo en los patrones de consumo de la población, quienes podrían, por ejemplo, decidir mantener un consumo bajo en restaurantes como medida precautoria, aun después de que la velocidad de contagio en la pandemia haya disminuido considerablemente.

El modelo dinámico ilustra el modo en que la pandemia impactó a los 20 diferentes sectores que componen la economía en la MIP durante las dos primeras olas de contagio por Covid-19. Con los resultados del modelo, se identificaron a los sectores que sufrieron un nuevo crecimiento de inoperabilidad durante la segunda ola. Los que se consideraron mayormente afectados son las industrias manufactureras; comercio al por menor; transportes, correos y almacenamiento; información en medios masivos; servicios inmobiliarios; servicios profesionales, científicos y técnicos; servicios de apoyo a los negocios; servicios de esparcimiento, culturales y deportivos y los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas. Para estos sectores se impone un nivel de persistencia igual a la inoperabilidad promedio de enero y febrero de 2021, meses en los que se reflejó el mayor impacto de las restricciones de la segunda ola de contagios.⁵

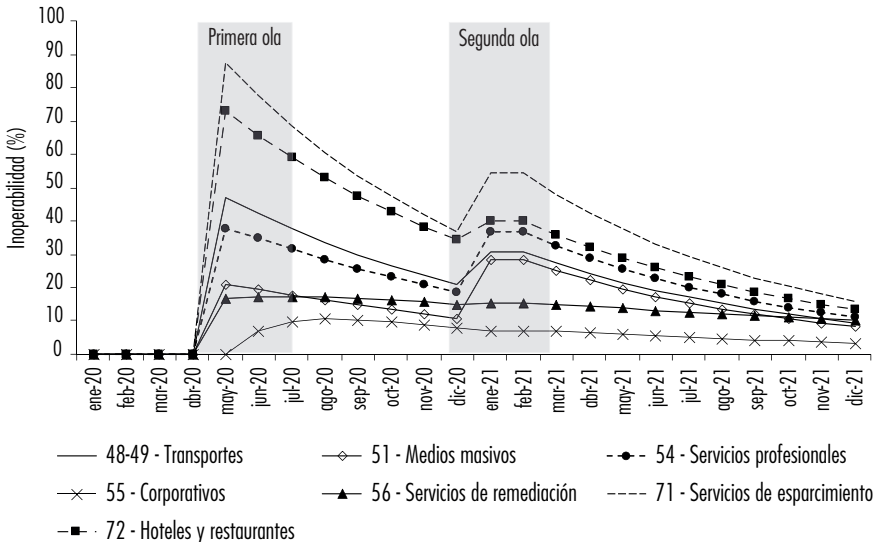
En la figura 1 se muestran las trayectorias de los índices de inoperabilidad de los siete sectores más afectados (transporte; servicios profesionales; servicios de remediación; hoteles y restaurantes; medios masivos; corporativos y servicios de esparcimiento). La reducción de demanda que sufrieron estos sectores generó altos niveles de inoperabilidad, ya que la mayoría de ellos fueron cerrados para intentar frenar el número de contagios en el país. Debido a la alta dependencia con su demanda final, las políticas de confinamiento tuvieron un impacto severo en la capacidad de operación de estas actividades, por lo que tuvieron el mayor aumento de inoperabilidad durante la segunda

⁵ Esta forma de incluir la segunda ola de contagios se puede implementar para describir los efectos económicos de más olas que traigan restricciones de producción o consumo.

ola de contagios. Además, se puede ver que la primera ola de contagios tuvo un mayor impacto que la segunda, en términos de inoperabilidad, aunque la segunda oleada fue más severa en términos de salud, ya que se registró un número significativamente mayor de contagios y muertes a finales de 2020 y principios de 2021, que durante la primera ola (Jackson *et al.*, 2021). Esto se debió a que las medidas de confinamiento fueron menos restrictivas durante la segunda ola y a que la población y los sectores económicos consiguieron adaptarse, evitando así tener niveles de inoperabilidad mayores a los del inicio de la pandemia.

Por otra parte, el modelo dinámico también consigue capturar el costo económico causado a las diferentes actividades económicas debido a la pandemia. La figura 2 muestra los siete sectores con mayor pérdida económica por la crisis (construcción; industria manufacturera; comercio al por menor; transportes; servicios inmobiliarios; servicios profesionales y el sector de hoteles y restaurantes), los cuales, se estima con el modelo, tuvieron pérdidas acumuladas por MXN\$3 796 072 millones hasta finales de 2021. Pero, tomando en cuenta a todas las actividades económicas del país, la pérdida monetaria de los 20 sectores de la economía fue de MXN\$4 934 498 millones, por lo que las pérdidas económicas de los siete sectores listados en la figura 2 concentran

Figura 1. Índice de inoperabilidad de los siete sectores más impactados por la pandemia



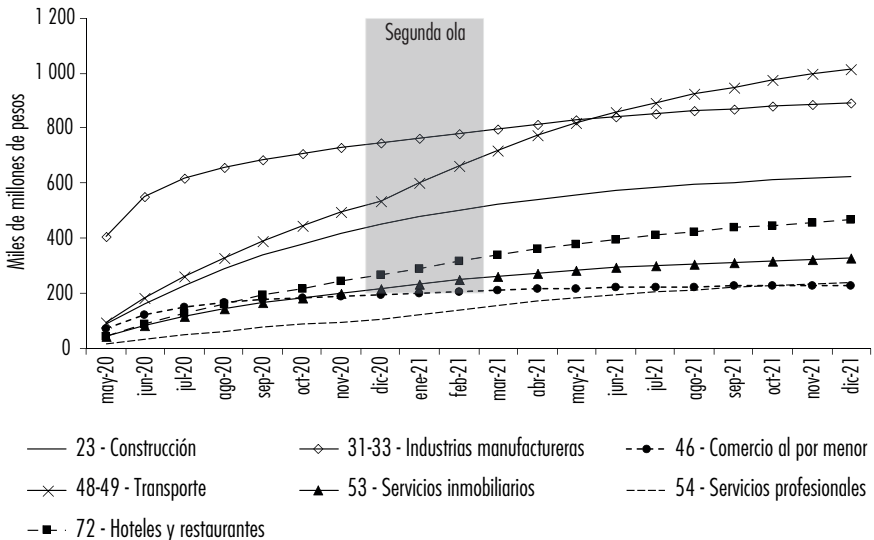
Fuente: elaboración propia con base en el modelo PIIM.

el 77% de las pérdidas totales, mostrando que la recuperación de estos sectores es clave para reducir el costo de la pandemia, en términos monetarios, para la economía mexicana. Se observa además que estas actividades no coinciden con los sectores que han tenido la mayor inoperabilidad, ya que su aportación al PIB total de la economía es tan alta que aun una baja inoperabilidad conlleva una gran pérdida económica.

La trayectoria de la recuperación de los diferentes sectores económicos se puede dividir en tres categorías: los sectores afectados por la segunda ola, los sectores con poca o nula afectación en la segunda ola, y los sectores que no fueron afectados inicialmente por las medidas de contingencia, pero tuvieron un aumento de inoperabilidad como resultado de la baja operabilidad de la economía en general.

Entre los sectores afectados por la segunda ola se encuentran el de transporte; medios masivos de comunicación; servicios financieros; servicios inmobiliarios; servicios profesionales; corporativos; servicios de apoyo a los negocios; servicios de esparcimiento, culturales y deportivos y hoteles y restaurantes, la mayoría de estos requiere del contacto o proximidad con los clientes, por lo que las medidas de distanciamiento social los afectaron considerablemente. Estos sectores son los más sensibles ante nuevas oleadas de contagios, por lo

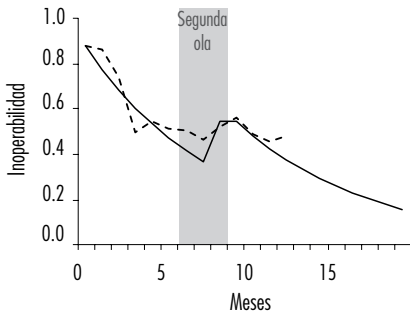
Figura 2. Pérdida económica estimada de los siete sectores más afectados



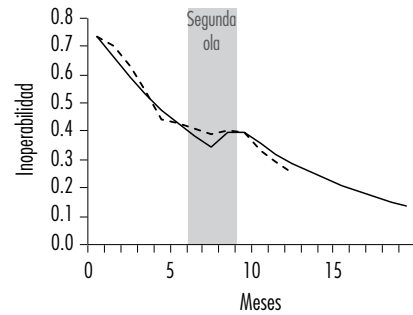
Fuente: elaboración propia con base en el modelo PIIM.

Figura 3. Dos ejemplos de sectores afectados por la segunda ola

a) 71 - Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos



b) 72 - Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas



Nota: la línea continua representa los resultados del modelo; la punteada representa el comportamiento del IGAE.

Fuente: elaboración propia con datos del IGAE y el modelo PIIM.

que sería importante tener planes de apoyo para este tipo de contingencias. La figura 3 muestra dos ejemplos característicos de la trayectoria de recuperación de estos sectores.

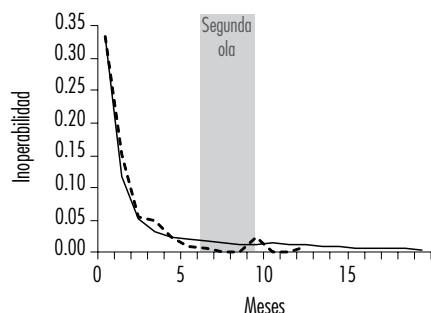
Los sectores que no fueron afectados por la segunda ola son: minería; energía eléctrica; construcción, industrias manufactureras; comercio al por mayor; comercio al por menor; servicios educativos; servicios de salud y otros servicios. Estos sectores se caracterizan por ser importantes productores de insumos intermedios, tener una fuerte presencia en las exportaciones (las cuales se recuperaron más rápido que el mercado interno), o por tener una importante participación del sector público. La recuperación de estos sectores no fue afectada de forma importante ni por las restricciones de la segunda ola, ni por los efectos indirectos de la inoperabilidad de otros sectores.

Los dos sectores que marcan la tendencia de la inoperabilidad de este segundo grupo son manufacturas y comercio al por menor, debido a su importancia en la economía y a su rápida recuperación. Un ejemplo de rama productiva en este tipo de sectores es la automotriz (dentro del sector manufacturero), que tuvo una recuperación importante cuando se levantaron las medidas de contingencia, aunque su índice de vulnerabilidad mostró una recaída durante la primera mitad de 2021, derivado de una reducción en las exportaciones y de la demanda interna (véase tabla 2).

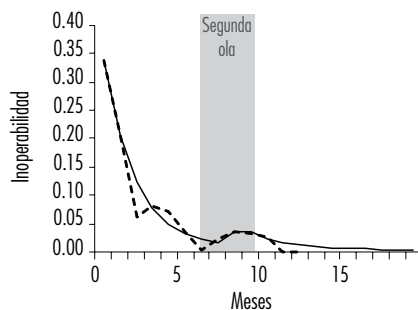
En la figura 4 se aprecia que la inoperabilidad calculada por el modelo presenta una continua disminución. Sus trayectorias son similares a las de inoperabilidad calculada a partir de los datos del IGAE (representadas por las

Figura 4. Dos ejemplos de sectores con una recuperación rápida

a) 31-33 Manufacturas



b) 46 - Comercio al por menor



Nota: la línea continua representa los resultados del modelo; la punteada representa el comportamiento del IGAE.

Fuente: elaboración propia con datos del IGAE y el modelo PIIM.

líneas punteadas). La forma de sus trayectorias indica que estos sectores son los que tienen mayor resiliencia, ya que no sufrieron pérdidas importantes de la infraestructura que las soporta, por lo que la apertura de actividades y el aumento de la demanda impulsada por las exportaciones, fueron suficientes para reducir sus niveles de inoperabilidad. Debido a esto, se considera que son sectores que no necesitarán de mayor apoyo para alcanzar su recuperación.

Por último, entre los sectores que no tuvieron afectaciones significativas por las medidas de contingencia están la agricultura, servicios financieros y de seguros, corporativos y actividades gubernamentales. Estos se caracterizan porque tuvieron una inoperabilidad nula al inicio de la pandemia. No obstante, debido a la interconexión sectorial, su inoperabilidad aumentó tardíamente por el impacto indirecto de los demás sectores de la economía. Es por esta razón que estos sectores se beneficiarán de forma indirecta de los apoyos para la recuperación que reciban el resto de los sectores.

5. COMENTARIOS FINALES

La pandemia de Covid-19 afecta la capacidad de producción y genera una pérdida monetaria para los sectores de la economía. El modelo de vulnerabilidad permite señalar cuáles sectores necesitan apoyos por parte de las instituciones de apoyo y fomento económico. En este trabajo, la utilización de dos modelos de inoperabilidad (uno estático y otro dinámico) permitió identificar las ramas y los sectores de la producción con mayor vulnerabilidad ante la crisis

por Covid-19, describiendo las interacciones, los cambios relativos de vulnerabilidad, tomando en cuenta las interacciones entre ellos (caso estático), así como proyectando el comportamiento tendencial de la recuperación de los sectores (caso dinámico).

Con el primer modelo se identificaron los sectores que tuvieron un aumento significativo en su vulnerabilidad respecto al valor bruto de su producción (edificación residencial y no residencial) y los que presentaron inoperabilidad persistente (como los relacionados con la industria automotriz). De la misma manera, se pudieron observar las ramas que disminuyeron su vulnerabilidad relativa (como extracción de petróleo y gas, comercio al por menor y al por mayor), mostrando que su funcionamiento no se vio tan afectado ante la crisis. También, respecto a la vulnerabilidad por el número de trabajos que generan las ramas económicas, se observó que en las que prevalece el empleo informal son las que se mantuvieron como las más vulnerables o aumentaron su vulnerabilidad significativamente (comercio al por menor, servicios de empleo, hogares con empleos domésticos y preparación de alimentos y bebidas, edificación residencial y no residencial).

Por otra parte, con el modelo dinámico se pudieron identificar los sectores que no fueron afectados por esta crisis, como las actividades primarias, los servicios financieros y de seguros, corporativos y actividades de gobierno; los sectores que presentan la mayor resiliencia, como el manufacturero, servicios de salud y el comercio al por mayor y al por menor; y los de menor resiliencia (compuestos principalmente de empresas pequeñas, donde su nivel de inoperabilidad colocó a varias de ellas fuera del mercado), como los servicios de apoyo a los negocios, alojamiento temporal, preparación de alimentos y bebidas y servicios de transporte.

También se pudo estimar la velocidad de recuperación, las afectaciones por la segunda ola de restricciones, tendencias de mediano plazo y el costo económico de la pandemia a los diferentes sectores de la economía. Se observa, a través de los resultados del modelo PIIM, que los sectores con mayor vulnerabilidad no necesariamente coinciden con los que tienen la mayor pérdida económica en términos monetarios, por su alta aportación al PIB total. Entre los sectores afectados por la segunda ola se encuentran el de transporte; medios masivos de comunicación; servicios financieros; servicios inmobiliarios; servicios profesionales; corporativos; servicios de apoyo a los negocios; servicios de esparcimiento, culturales y deportivos y hoteles y restaurantes; mientras que los sectores que no fueron afectados por la segunda ola son la minería; energía eléctrica; construcción, industrias manufactureras; comercio al por mayor; comercio al por menor; servicios educativos; servicios de salud y otros servicios.

Además, el modelo identificó a aquellos sectores que no están trabajando a niveles “normales” de producción, los cuales pueden ser impulsados para mejorar el aprovechamiento de su capacidad instalada. Esto constituye, en el corto plazo, una alternativa más eficiente que la de invertir en sectores que requieren la creación de nuevas empresas, por lo que tendría mayores beneficios, en términos de recuperación económica, ante una estrategia de austeridad y de inversión estratégica como la que está planteando el actual gobierno. Entre estos sectores destacan los de transportes, servicios profesionales, servicios de apoyo a los negocios, hoteles y restaurantes, y servicios de esparcimiento.

Este trabajo plantea diferentes líneas de investigación a realizar para profundizar en sus conclusiones y mejorar su aplicabilidad real en la economía. Por un lado, se identifica la necesidad de plantear metodologías que permitan profundizar en estrategias de recuperación, empleando modelos de optimización y de equilibrio general ampliados. También se considera necesario el uso de modelos a nivel regional, debido al impacto heterogéneo de la pandemia a lo largo del territorio nacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, J. (2020). Caída del turismo por la Covid-19. Desafío para México y experiencias internacionales. *Mirada Legislativa*, 186. <http://bibliodigitald.senado.gob.mx/handle/123456789/4882>
- Alfano, V. y Ercolano, S. (2020). The efficacy of lockdown against Covid-19: A cross-country panel analysis. *Applied Health Economics and Health Policy*, 18(4). <https://doi.org/10.1007/s40258-020-00596-3>
- Benassy, J.-P. (1982). *The economics of market disequilibrium*. Academic Press.
- Borio, C. (2020). The Covid-19 economic crisis: dangerously unique. *Business Economics*, 55(4). <https://doi.org/10.1057/s11369-020-00184-2>
- Brodeur, A., Gray, D., Islam, A. y Bhuiyan, S. (2021). A literature review of the economics of Covid-19. *Journal of Economic Reviews*, 35. <https://doi.org/10.1111/joes.12423>
- Dávila, A. y Valdés, M. (2021). México. Costos económicos del cierre de las actividades “no esenciales” por la pandemia Covid-19. Análisis multisectorial y regional con modelos SAM. *Economía Teoría y Práctica*. <http://dx.doi.org/10.24275>
- Elgin, C., Basbug, G. y Yalaman, A. (2020). Economic policy responses to a pandemic: Developing the Covid-19 economic stimulus index. *Covid*

- Economics*. https://oconnell.fas.harvard.edu/files/stock/files/stock_data_gaps_covideconomics3_2020.pdf
- Farhan, M., Benjiang, M. y Shahzad, L. (2020). Brief review of socio-economic and environmental impact of Covid-19. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 13(12). <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00894-8>
- Giammetti, R., Papi, L., Teobaldelli, D. y Ticchi, D. (2020). The Italian value chain in the pandemic: The input-output impact of Covid-19 lockdown. *Journal of Industrial and Business Economics*, 47(3). <https://doi.org/10.1007/s40812-020-00164-9>
- Guardado, S., Martínez, J. y Tapia, D. (2020). Covid-19 en México: repercusiones y retos del factor humano, financiero y fiscal. *Ciencia, Economía y Negocios*, 4(2). <https://doi.org/10.22206/ceyn.2020.v4i2.pp5-32>, R.
- Haines, Y. Y. y Jiang, P. (2001). Leontief-Based model of risk in complex interconnected infrastructures. *Journal of Infrastructure Systems*, 7(1). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1076-0342\(2001\)7:1\(1\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1076-0342(2001)7:1(1))
- Herrera, A. (2021). Impacto de la Covid-19 -en el transporte aéreo de pasajeros y carga en México durante el 2020. *Publicación Técnica*, 629. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt629.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2020). Matrices de Contabilidad Social de México. Fuentes y metodología. INEGI. https://inegi.org.mx/contenidos/investigacion/mcsm/doc/fuente_y_metodologia.pdf
- _____ (2021). Tabulados e indicadores de ocupación y empleo. Nacional, IV Trimestre. <https://www.inegi.org.mx/temas/empleo/>
- _____ (2022). Datos del Producto Interno Bruto. <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/#Tabulados>
- Jackson, J., Weiss, M., Schwarzenberg, A., Nelson, R., Sutter, K. y Sutherland, M. (2021). Global economic effects of Covid-19. *Congressional Research Service*, US. R46270. <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R46270/27>
- King, A., Parra, J. y Pino, O. (2012). National Economy 2008: A look from the perspective of the linkages for employment matrix size 111*111. *European Scientific Journal*, ESJ, 8(19). <https://doi.org/10.19044/esj.2012.v8n19p%p>
- Laboratorio de la OIT (2020). La Covid-19 y el mundo del trabajo. Quinta edición. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/dgreports/dcomm/documents/briefingnote/wcms_749470.pdf

- Lian, C. y Haimés, Y. Y. (2006). Managing the risk of terrorism to interdependent infrastructure systems through the dynamic inoperability input-output model. *Systems Engineering*, 9(3). <https://doi.org/10.1002/sys.20051>
- Lustig, N. y Martínez, V. (2020). The impact of Covid-19 economic shock on inequality and poverty in Mexico. *Commitment to Equity CEQ Institute*, 98. <http://repec.tulane.edu/RePEc/ceq/ceq98.pdf>
- Mendoza, M., Quintana, L., Valdivia, M. y Salas, C. (2020). Impactos macroeconómicos potenciales de la Covid-19 en México. *Pluralidad y Consenso*, 10(44). <http://www.revista.ibd.senado.gob.mx/index.php/PluralidadyConsenso/issue/view/61>
- Okuyama, Y. y Yu, K. D. (2019). Return of the inoperability. *Economic Systems Research*, 31(4). <https://doi.org/10.1080/09535314.2018.1510383>
- Oosterhaven, J. (2017). On the limited usability of the inoperability IO model. *Economic Systems Research*, 29(3). <https://doi.org/10.1080/09535314.2017.1301395>
- Ruiz, H. (2020). El empleo en México durante el Covid-19. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*. <https://www.eumed.net/rev/oel/2020/11/empleo-mexico-covid19.html>
- Salas, C., Quintana, L., Mendoza, M. y Valdivia, M. (2020). Distribución del ingreso laboral y la pobreza en México durante la pandemia de la Covid-19. Escenarios e impactos potenciales. *El Trimestre Económico*, 348(4). <https://doi.org/10.20430/ete.v87i348.1148>
- Santos, J. R. y Haimés, Y. Y. (2004). Modeling the demand reduction input-output (I-O) inoperability due to terrorism of interconnected infrastructures. *Risk Analysis*, 24(6). <https://doi.org/10.1111/j.0272-4332.2004.00540.x>
- Solís, V. (2015). Meeting eigenvectors during a square dance on a Hilbert Cube with interindustry transactions: A complex story. *Memorias 23rd International Input-Output Conference & 5th Edition of the International School of I-O Analysis*, Universidad Autónoma de México. https://www.iioa.org/conferences/23rd/papers/files/2238_20150531031_VALENT-INSOLISONCOMPLEXEIGENSPECTRALANALYSIS.pdf
- Yu, K. D. S., Aviso, K. B., Santos, J. R. y Tan, R. R. (2020). The economic impact of lockdowns: a persistent inoperability input-output approach. *Economies*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/economies8040109>