

# Políticas y estrategias para la reactivación económica **gradual, segura y controlada** en tiempos de COVID-19

Alejandro Torres García  
Coordinador Académico

# Contenido

---

1

**Entre la salud y la economía: Más allá de las cuarentenas y la importancia de la apertura gradual, segura y controlada**

Alejandro Torres G., Santiago Novoa

2

**Aplanando la curva de contagio: los costos económicos de la contención**

Jesús Botero, Matheo Arellano, Diego Montañez, Marcos González

3

**Análisis de redes para la identificación de municipios insulares que puedan iniciar una reactivación de sus economías en medio de la crisis del COVID-19**

Juan C. Duque, Daniel E. Restrepo, Juan P. Ospina

4

**Riesgo Idiosincrático y Reactivación Sectorial**

César Tamayo, Alfredo Villca, Juan Camilo Chaparro

5

**Cadenas productivas y su relación con el riesgo de contagio en Antioquia**

Daniel Medina, Jesús Botero, Alejandro Torres

6

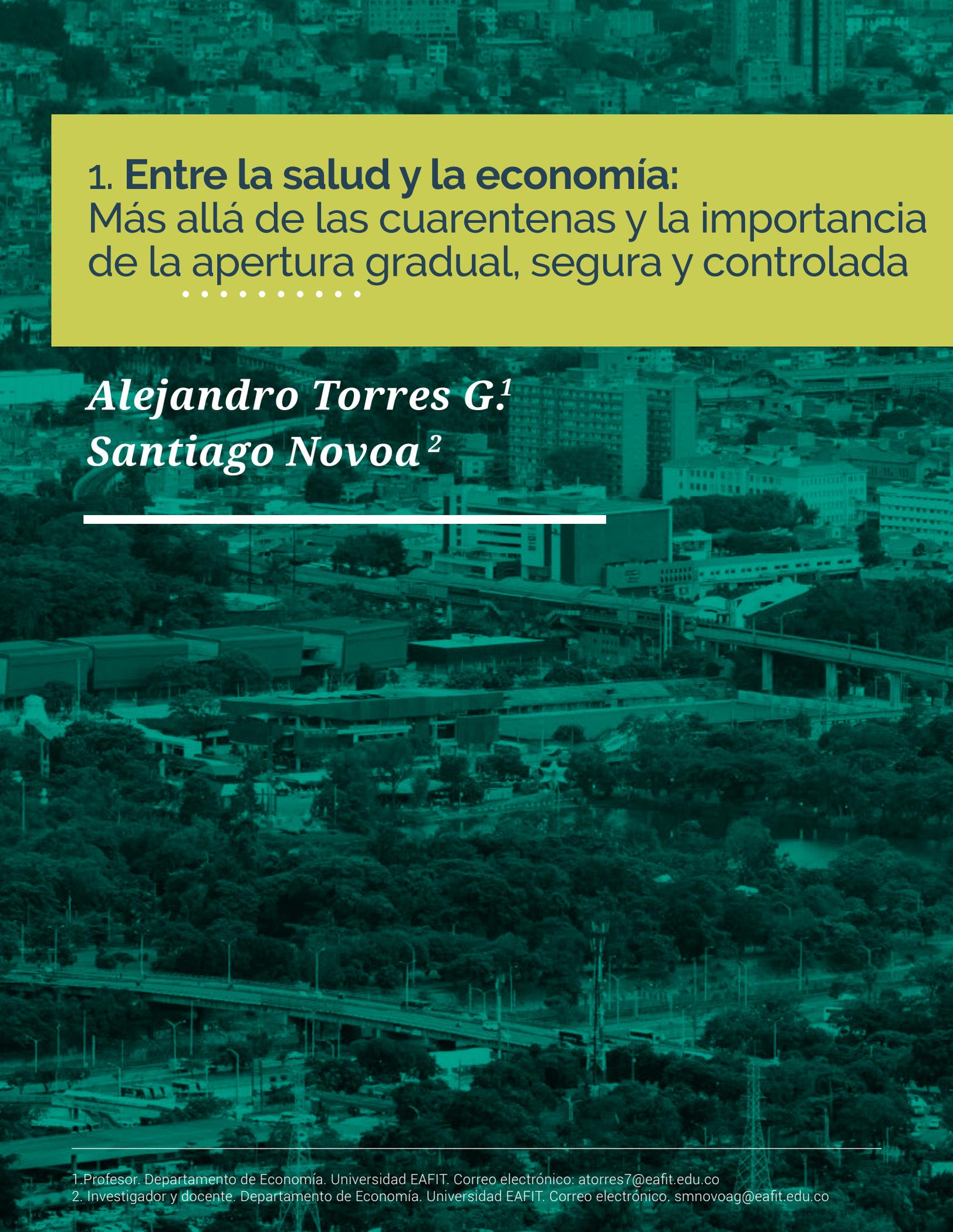
**Informalidad, espacio y Coronavirus**

Hector Mauricio Posada, Osmar Loaiza, Andrés García-Suaza

7

**Aperturas de ciudad bajo restricciones de movilidad y control del riesgo epidemiológico: el caso del AMVA COVID-19 en el Valle de Aburrá**

Jairo Espinosa, Christian Portilla, Semaria Ruiz, Andrés Acosta



# 1. Entre la salud y la economía: Más allá de las cuarentenas y la importancia de la apertura gradual, segura y controlada

.....

*Alejandro Torres G.<sup>1</sup>*  
*Santiago Novoa<sup>2</sup>*

---

1. Profesor. Departamento de Economía. Universidad EAFIT. Correo electrónico: atorres7@eafit.edu.co

2. Investigador y docente. Departamento de Economía. Universidad EAFIT. Correo electrónico: smnovoa@eafit.edu.co



# Introducción

---

La necesidad de contener la expansión del COVID-19 alrededor del mundo ha obligado a las autoridades a tomar medidas de aislamiento para su población con diferentes grados de intensidad. Desde el cierre de actividades masivas, pasando por la prohibición de circulación de población vulnerable (mayores de 60 años) y confinamientos voluntarios, hasta cuarentenas totales y obligatorias, hacen parte de las medidas implementadas. El resultado de estos cierres, especialmente aquellos generalizados, ha sido el control en la expansión del virus, el llamado efecto de “aplanamiento de la curva”, y la disminución en el número de fallecidos.

A pesar del éxito de estas medidas en términos de salud pública, cada vez son más las voces que cuestionan los altos costos económicos y sociales que puede acarrear esta situación, tomando en cuenta lo que implica el congelamiento de la gran mayoría de las actividades económicas. Las restricciones en materia de producción, no solo ponen en riesgo el aparato productivo de la economía sino que, por esta vía, comprometen el empleo e ingreso de millones de hogares. La figura 1 resume los efectos económicos asociados a las medidas de confinamiento y lo que ello implica en materia

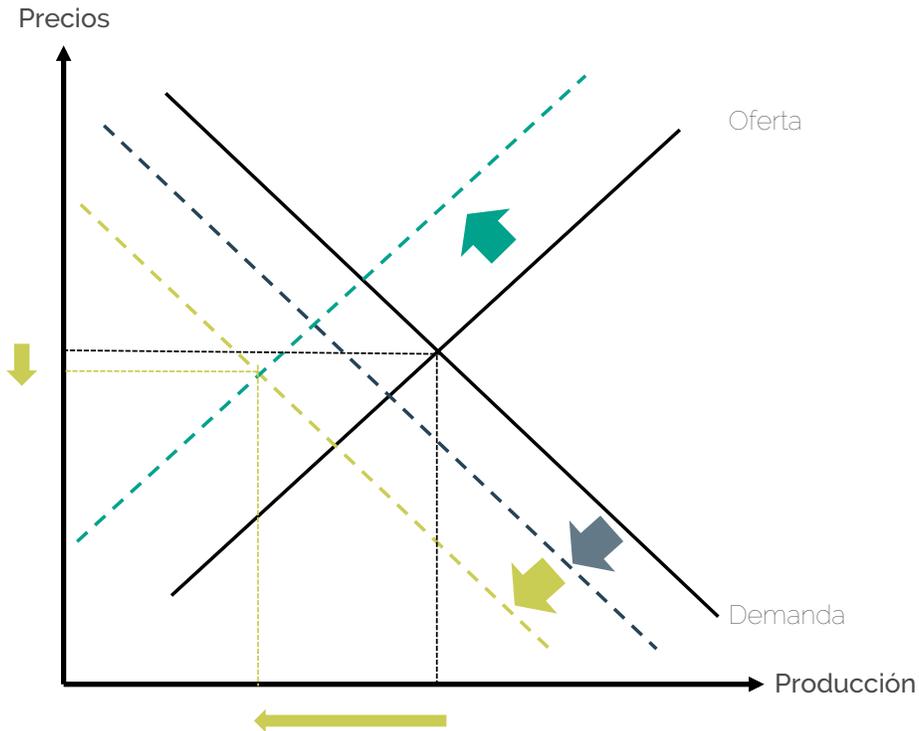
de oferta y demanda agregada. Por un lado, las cuarentenas generalizadas generan una fuerte contracción de la oferta agregada (línea verde), debido al freno sobre el aparato productivo, bien sea por la imposibilidad de producir o las restricciones de distanciamiento y medidas de seguridad, que implican la disminución en el ritmo de producción.

Por el lado de la demanda, la magnitud del choque depende de dos elementos fundamentales en cuanto a consumo: por un lado, los cambios en los patrones de consumo de los hogares, buscando eliminar gastos innecesarios y aumentar los niveles de ahorro para prepararse ante la incertidumbre sobre el desempeño económico futuro (línea azul) y, por el otro, debido a la materialización de caídas de ingresos asociados a la pérdida de puestos de trabajo. La incertidumbre igualmente afecta las decisiones de inversión de las empresas, quienes observan un mercado resentido, tanto a nivel interno como externo (línea verde). En el caso colombiano, la caída en los precios del petróleo se convierte en una variable adicional que compromete la dinámica económica en los meses siguientes.



Figura 1. Efectos sobre la producción y los precios de la crisis del COVID-19

Fuente: elaboración propia.



La combinación de estos factores es lo que explica en gran medida por qué los pronósticos actuales dan cuenta de fuertes caídas en la actividad económica, ubicando el crecimiento de este año en terreno negativo. El FMI proyecta una caída global del 3.0% para este año y del 5.2% para América Latina. A nivel nacional, el gobierno proyecta caídas entre el 5.5% y el 8.5%, convirtiendo esta crisis en la más fuerte de la historia nacional. Botero et al (2020), por su parte, plantean un escenario de crecimiento negativo entre el 3.2% y el 5.8%.

Los costos de las cuarentenas son igualmente importantes. Un estudio de la Universidad de los Andes, proyecta que cada mes de cuarentena cuesta al país un 10% del PIB, mientras Torres (2020) y Torres et al (2020), proyectan que cada día de cuarentena cuesta aproximadamente \$166.000 millones en el caso de Antioquia y \$84.000 millones para Medellín. En total, el costo de un mes de cuarentena es cercano al 5% del PIB departamental.



Desde esta perspectiva, el reto que enfrentan los gobernantes y la sociedad en general es encontrar una solución que permita una reactivación gradual, segura y controlada de la economía, conciliando los objetivos de minimizar los costos en vidas humanas asociados a la expansión del virus, y la entrada de la mayor cantidad de actividades productivas posibles, protegiendo el tejido empresarial, el ingreso de los hogares, y evitando que la agudización de la pobreza y la miseria terminen por cobrar vidas. Es este entonces un reto que debe ser abordado desde diferentes ópticas, buscando las mejores soluciones posibles.





## 2. Hacia la apertura gradual y segura

La figura 2 plantea los costos asociados a las distintas soluciones propuestas hasta el momento y lo que una apertura gradual, segura y controlada implica. En el eje vertical se encuentran las pérdidas potenciales de vidas humanas asociadas a la expansión del COVID-19 en la población. En el eje horizontal, se ubican las pérdidas en materia de ingreso y empleo que, potencialmente, pueden convertirse igualmente en pérdidas humanas asociadas al aumento en las condiciones de pobreza extrema. Puede establecerse entonces una línea con pendiente negativa que muestra la existencia de un dilema entre las distintas opciones disponibles para salvaguardar estos dos objetivos de política.

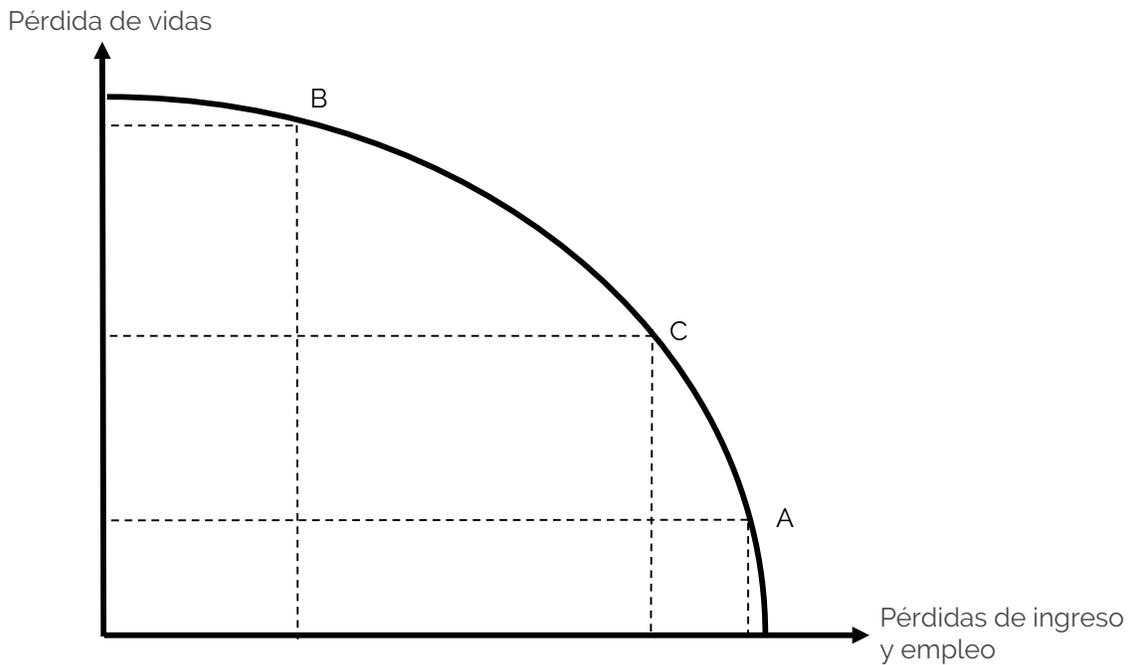
El punto A se asocia a las medidas de cuarentena actualmente vigentes en nuestro país y un número importante de países del mundo. Estas medidas disminuyen de manera significativa la cantidad de infectados por el virus y, de esta forma la pérdida

de vidas humanas por este motivo. Sin embargo, el cierre prolongado de la actividad económica trae consigo altos costos en términos de ingreso y empleo. Por el contrario, el punto B puede asociarse con aquellas medidas adoptadas por algunos países al inicio de la pandemia (por ejemplo, Italia, España, Estados Unidos), donde se minimizó el riesgo asociado al virus y, en consecuencia, se tomaron medidas leves para su contención. Como resultado, aunque la actividad económica no se vio afectada de manera severa inicialmente, el número de contagios y muertes creció de manera drástica, obligando a repensar la validez de esta alternativa. Como puede apreciarse, las opciones A y B plantean altos costos en materia de vidas humanas derivadas del contagio del virus y/o la pérdida de ingresos y empleo. Una solución intermedia, ubicada entre estos dos puntos, parece ser una alternativa hacia la que deberíamos movernos como sociedad.



Figura 2. Costos económicos, sociales y de salud, asociados a las distintas estrategias de política para contener la expansión de la COVID-19

Fuente: elaboración propia.



El punto C es una de las posibles alternativas en este sentido. En él, se disminuyen los costos en materia económica, aunque, probablemente esto implicará mayores niveles de contagio y pérdidas de vidas. La apertura gradual, segura y controlada, consiste de esta forma en reducir los costos en ingreso y empleo asociados con la contención del virus a través de una estrategia de activación paulatina (reactivación gradual) de la actividad económica, haciendo un seguimiento constante de cómo estos procesos generan aumentos en los niveles de contagio y fatalidades buscando minimizarlos (reactivación segura). Es necesario entonces, que las autoridades realicen un monitoreo constante sobre la actividad económica y el riesgo epidemiológico de tal manera que, de ser requerido, este proceso pueda moderarse, detenerse o revertirse (reactivación controlada). Ahora bien, ¿cuál será la correcta combinación entre los puntos A y B? Será esta una de las grandes preguntas que cómo sociedad deberemos hacernos en los próximos meses, lo cual supera un aspecto meramente técnico y compromete una serie de aspectos éticos y políticos. En la reducción de estos costos juegan



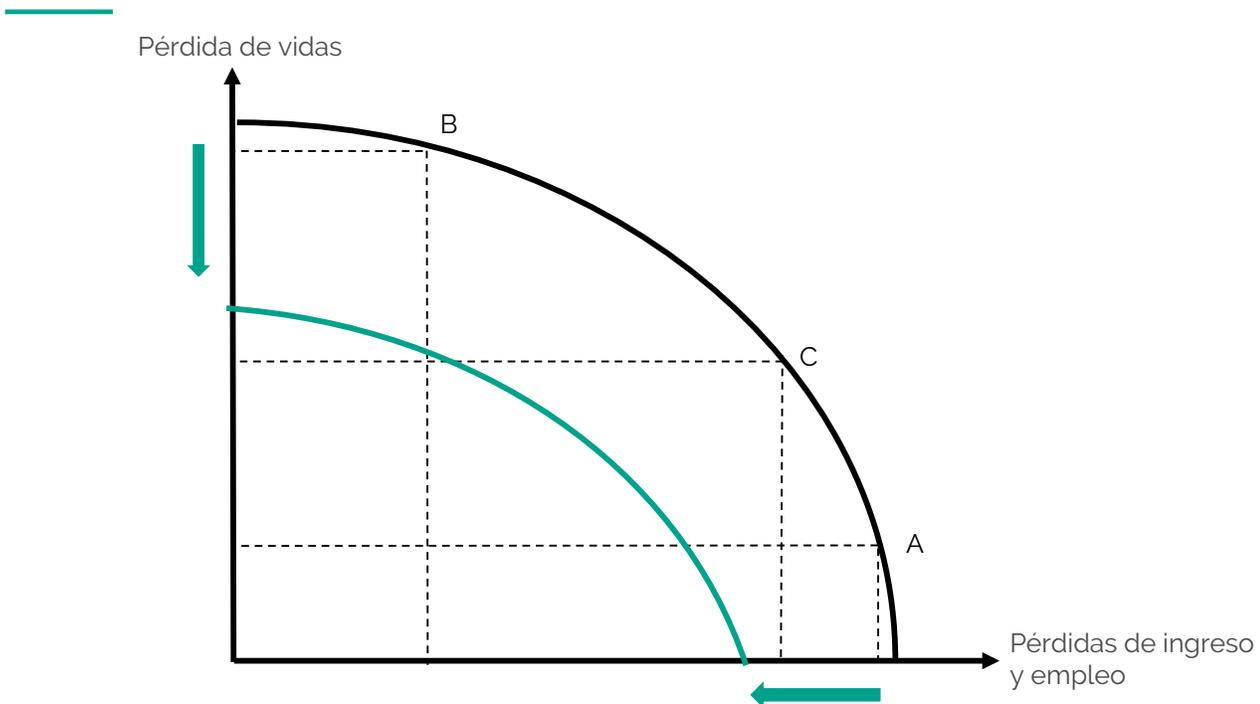
además un papel fundamental el desarrollo de políticas y programas gubernamentales (figura 3). El fortalecimiento de los sistemas de salud (p.e. aumento en camas UCI), el desarrollo de tecnologías de detección temprana de contagiados (pruebas masivas o backtracking, por ejemplo), el desarrollo de nuevos tratamientos para los pacientes enfermos y finalmente, la creación de una vacuna, permiten disminuir los costos en materia de fallecimientos por el virus, permitiendo mayores niveles de reactivación. El desarrollo de protocolos estrictos que minimicen los riesgos en la reactivación de

las actividades económicas favorecen igualmente la disminución de los casos potenciales de contagio. Tres tipos de riesgo de riesgo deben considerarse en los protocolos de apertura: los riesgos en el hogar, asociados a las condiciones en materia de salud, higiene y hacinamiento de los hogares de los trabajadores que se reincorporen a las actividades productivas; el riesgo en el transporte público, haciendo énfasis en el control de las aglomeraciones; y los riesgos en el puesto de trabajo, a través de protocolos de bioseguridad, deben ser considerados como un paquete integral que debe

9

Figura 3. Disminución en los costos asociados a la contención del virus debido a la implementación de políticas económicas y de salubridad

Fuente: elaboración propia.





implementarse en la reactivación gradual y segura. Todas estas medidas pueden verse como una contracción de la curva de costos en materia de salud sobre el eje vertical.

La mitigación de los costos en materia de ingresos y empleo pasan igualmente por el desarrollo de políticas y estrategias lideradas por parte de los gobiernos nacionales y locales, que permita la supervivencia de la mayor cantidad de empresas y los empleos que estos representan a pesar de los cierres parciales. Créditos con tasas preferenciales y de fácil acceso, subsidios para las empresas y población más vulnerable, entre otras, permitirían una mayor gradualidad en las medidas de reactivación económica.

10

Finalmente, la capacidad que tengan las empresas de desarrollar parte de sus actividades de manera remota, la incursión en plataformas de comercio electrónico o el desarrollo de nuevos productos, por ejem-

plo, igualmente pueden generar aumentos en la productividad que mitiguen los costos asociados a las políticas de cierre. Estas medidas, se traducen en una contracción de la curva de costos en ingreso y empleos sobre el eje horizontal de la figura 3.

En suma, el éxito de la apertura gradual, segura y controlada, depende de adecuada combinación de políticas que permitan la reactivación de la actividad productiva, limitando en el mayor grado posible la aparición de nuevos contagios y la posibilidad de atender de manera adecuada aquellos pacientes que requieran recurrir al sistema de salud.





### 3. Algunas experiencias internacionales de reactivación económica

11

Resulta claro que no existe una receta que permita estructurar de manera única el reinicio de actividades después del establecimiento de cuarentenas. Sin embargo, las estrategias implementadas en varios países guardan similitudes entre ellas: gradualidad, medidas extremas de bioseguridad y un estricto seguimiento a la evolución de los nuevos casos de contagio, son algunas de ellas. Los casos de Italia, España, Alemania y Estados Unidos, son útiles como referencia, ya que experimentaron fuertes picos de contagios y muertes (excepto Alemania), que obligaron a extremar las medidas de confinamiento por períodos de tiempo prolongados y actualmente implementan protocolos de reapertura. La tabla

1 resume las medidas implementadas por algunos países que se han convertido en referencia.

España inició su plan de desescalamiento de la cuarentena para finales de abril, en aras de comenzar la reactivación de su aparato productivo (Gobierno de España, 2020). El proceso consta de cuatro fases: preparación, fase inicial, intermedia y avanzada. En la primera fase se permite la apertura de locales comerciales los cuales deben estar debidamente señalizados para garantizar distanciamiento social. Adicionalmente, sus clientes deben ser atendidos con cita previa, limitando las aglomeraciones.



Tabla 1. Experiencias internacionales seleccionadas de aperturas graduales y reactivación económica

Fuente: elaboración propia.

### España

#### Fase 1:

- Señalización de negocios.
- Comercios con cita de clientes.
- Actividad deportiva.

#### Fase 2:

- Hotelería, bares (al 30%) y cultos (al 33%).
- Actividad agraria.

#### Fase 3:

- Colegios y restaurantes.
- Cines y museos (al 33%).
- Museos y cultos (al 50%).

#### Fase 4:

- Aforo comercial al 50%.

### Italia

#### Fase 2:

- Transporte justificado (salud, trabajo, etc.).
- Restaurantes (ventas a domicilio o consumo fuera del local).
- Funerarias.
- Manufactura.
- Industria extractiva.
- Construcción.
- Educación superior.
- Ventas al por mayor.
- Venta de bienes raíces.
- Actividades deportivas.

### Alemania

- Museos.
- Galerías.
- Jardines botánicos.
- Zoológicos.
- Iglesias.

### Estados Unidos

#### Fase 1:

- Bajo estrictos protocolos de seguridad, negocios tipo 1: restaurantes, salas de cine, recintos deportivos, gimnasios, y lugares para la práctica religiosa.
- Operaciones optativas.

#### Fase 2:

- Relajamiento en los protocolos de seguridad de negocios tipo 1.
- Escuelas.
- Bares.

#### Fase 3:

- Nuevo relajamiento en los protocolos de seguridad de los negocios tipo 1.
- Visitas a geriátricos y hospitales

### Australia

- Fábricas.
- Minas.
- Minoristas (bajo condiciones de distancia física).
- Restaurantes y café (ventas a domicilio o consumo fuera del local).

### Suecia

Solo tienen restricciones los eventos de más de 50 personas, y las visitas a geriátricos.



En la segunda fase se permitirá la reapertura del sector hotelero, bares (que deben tener máximo una ocupación del 30%), actividades del ámbito agrario y actividades de culto (con una ocupación máxima del 33%). En la fase intermedia, se reabrirán los colegios, iniciando el año escolar en septiembre; y también volverán a operar los restaurantes bajo condiciones específicas. Los cines y los museos abrirán con una ocupación máxima del 33%, mientras que el aforo de los lugares de culto pasa al 50%. Por último, la cuarta fase, o fase avanzada, flexibiliza la movilidad en general, aunque se recomienda el uso de mascarilla, y se incrementa el nivel permitido de aforo comercial al 50%, aunque con una distancia mínima de 2 metros. El gobierno ha aclarado que las fechas de cada fase dependerán de la evolución de los contagios.

13

Italia, por su parte, de manera más cautelosa, ha anunciado el inicio de la segunda fase de la lucha contra el Covid-19, dentro de la que se establece la flexibilización de las restricciones a algunas actividades económicas (Gobierno de Italia, 2020). Esta fase contempla un proceso de desinfección en espacios públicos y de instauración de normas de seguridad para los trabajadores, de manera que a partir del cuatro de mayo puedan operar con garantías las empresas manufactureras, el comercio al por mayor, la construcción, las industrias extractivas y la venta de bienes raíces. Se reabrirán los servicios de transporte dentro del país por razones de trabajo, salud, trámites o visitas familiares; se permitirá que los restaurantes operen vía domicilios o que los consumidores compren y lleven su comida a casa; se posibilitará la celebración de funerales, a los que podrán asistir un máximo de 15 personas; se autorizará el retorno a las universidades desde que estas cumplan

con los requisitos establecidos por el Estado, y se podrán retomar algunas actividades deportivas individuales.

Después de experimentar un período de muertes desbordadas, varios estados de los Estados Unidos optaron por cuarentenas obligatorias, mientras otros propusieron confinamientos voluntarios. Sin embargo, la presión por la reapertura de la economía hizo que se estableciera rápidamente un plan para tal fin consistente en tres fases, las cuales deben ser garantizadas en teoría por cada estado, siempre que se observe un decrecimiento por 15 días de los contagios y que ninguno de sus hospitales tenga problemas en materia de atención (Gobierno de Estados Unidos, 2020).

En la fase uno, se permite la operación de restaurantes, salas de cine, recintos deportivos, gimnasios, y lugares para la práctica religiosa; pero bajo estrictos protocolos de distanciamiento físico. También se retoman



las cirugías optativas a nivel ambulatorio. La fase dos entra en vigencia desde que no se hayan observado repuntes de los contagios durante la fase uno, y en esta se contempla la apertura de las escuelas; el relajamiento de los protocolos bajo los que funcionaban los restaurantes, las salas de cine, los recintos deportivos, los gimnasios, y lugares para la práctica religiosa; y los términos bajo los que podrían volver a abrir los bares, que en cualquier caso deben permanecer con bajos niveles de ocupación. La fase tres, cuya implementación depende de que no surjan nuevos brotes de virus en la fase dos, flexibiliza nuevamente los controles de contacto físico bajo los que estarían marchando los negocios anteriormente mencionados, que en este caso serían muy bajos; y contempla reanudar las visitas a ancianatos y hospitales.

La primera canciller alemana, también ha anunciado medidas encaminadas a la reapertura de los negocios a través de diferentes comunicados de prensa (Gobierno Alemán, 2020). Aunque la mayoría de las decisiones referentes a la reactivación de la producción y de las actividades económicas, están en manos de los líderes de cada Estado, Alemania ha buscado llegar a consensos a nivel nacional, para mitigar el impacto del virus en todo el país. Existen pues acuerdos para volver a poner en

marcha los museos, las galerías, las exhibiciones, los jardines botánicos, los zoológicos, las iglesias y las visitas a monumentos; bajo condiciones de seguridad específicas para cada lugar. Respecto al regreso de tiendas, restaurantes, hotelería, bares, eventos deportivos y escuelas, se espera llegar pronto a una gran concertación; que dependerá de la evolución que vaya teniendo en virus la primera semana de mayo, y de los reportes científicos.

Si bien estos países son referentes en cuanto al levantamiento gradual de medidas de cierre, esta no es la única experiencia, y actualmente se revisan los casos de algunos países que evitaron cierres prolongados y optaron por incrementar las medidas de protección de la población minimizando el daño en la actividad económica. Algunos ejemplos reconocidos internacionalmente son los de Australia, y Suecia.

En el marco de la pandemia, Australia decidió limitar las actividades de las personas, pero mantener la mayoría de negocios sin ninguna restricción. Así, en este país las escuelas han permanecido abiertas (con nuevas normativas de salud pública), y aunque se alienta a los trabajadores a cumplir con sus labores desde casa, estos pueden continuar yendo a fábricas y minas. Incluso algunos negocios minoristas se han mantenido operativos siempre y



cuando cumplan con la distancia mínima que debe de existir entre las personas; mientras que restaurantes y cafés pueden mantenerse activos a través de domicilios o ventas a puerta cerrada; y los únicos negocios que están fuera de servicio por ley son los bares y las discotecas.

La laxitud de las políticas australianas no se ha visto reflejada en un incremento considerable de los contagios comparados con países similares como Nueva Zelanda, con el que además de cercanía geográfica, comparte tasas similares de urbanización (alrededor del 90%). De esta manera, a pesar de que en Nueva Zelanda se ha implementado una estricta cuarentena, en la que todos los negocios permanecen cerrados a excepción aquellos que venden comida, ambos países presentan niveles semejantes de infectados por millón de habitantes para mediados del mes de abril: 244 el primero y 270 el segundo (Andreas & Alex, 2020).

El caso sueco es aún más sobresaliente. En esta nación no solo las empresas y las escuelas se mantienen abiertas, sino que hay pocas restricciones de movilidad e interacción entre las personas. Solo se han prohibido las reuniones de más de 50 personas, se han cerrado los museos, los eventos deportivos y se han prohibido las visitas a centros geriátricos; pero inclusive aquellos negocios que otros países planean abrir en la última fase de desescalamiento de las medidas de distanciamiento físico, tales como restaurantes, bares, gimnasios y

cines, continúan funcionando con normalidad (Erdbrink & Anderson, 2020).

La estrategia sueca, denominada inmunidad de rebaño, consiste en conseguir una masa elevada de infecciones en personas que se exponen a bajos riesgos cuando contraen el virus, para de esta manera acelerar el pico de contagios y conseguir que una fracción significativa de la población se haga inmune; lo cual terminaría frenando la propagación. Los resultados de la implementación de la estrategia son mixtos. Por un lado, se calcula que el 26% de la población de Estocolmo es ahora inmune al virus, y la agencia de salud pública de Suecia afirma que lo peor en términos de infecciones ya pudo haber pasado en la ciudad más densamente poblada del país; pero por otro lado, la tasa de mortalidad del virus es del 12.3%, lo cual es cerca del triple que la que tienen países vecinos como Finlandia y Noruega; y mayor que la países que han sido impactados fuertemente por la pandemia, como España (11.5%) y Estados Unidos (5.9%) (Brueck, 2020).

Sin embargo, el efecto económico puede ser menor. La agencia JP Morgan calcula que mientras la economía sueca se contraerá el 2.4% el primer trimestre y el 13.7% el segundo del año; la unión europea se contraerá el 4% en el primer trimestre y el 17.3% en el segundo (Ahlander, 2020). La tabla 1 resume las principales medidas establecidas por algunos países



## 4. Consideraciones finales

La apertura gradual segura y controlada, se convierte en una alternativa necesaria para minimizar los daños ocasionados por la expansión del virus, tanto en materia de pérdida de vidas por el contagio de la COVID-19, como por la destrucción de empleos e ingreso de los hogares. Sin embargo, es claro que esta implica un aumento en el número de contagios, y de allí la importancia de su implementación se realice de una manera sumamente cuidadosa.

16

El desarrollo de políticas enfocadas a controlar los riesgos de contagio en el hogar, transporte y sitio de trabajo, el fortalecimiento de la red de salud, el desarrollo de programas de apoyo y subsidios a las empresas y población vulnerable, entre otras, harán que el costo de la pandemia sea menor para los países.

Finalmente, aunque existen varios casos internacionales que pueden convertirse en referencia, ellos comparten en común tres elementos: gradualidad, implementación de medidas de bioseguridad y seguimiento y control de la evolución de los contagios. Estos tres elementos deben ser considerados como punto de partida en cualquier intento de reactivación exitoso. La reactivación gradual, segura y controlada, implementada de manera desapasionada por parte de los gobernantes, minimizará los riesgos de regresar a una situación de confinamiento obligatorio en el corto plazo, y perder así los esfuerzos económicos y sociales asumidos en la primera de ellas.



## Referencias

Ahlander, J. (1 de Mayo de 2020). Reuters. Obtenido de Reuters: <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-swden-economy/as-sweden-goes-it-alone-a-covid-19-survivor-and-trucking-boss-balances-risk-idUSKBN22D4KN>

Andreas, H., & Alex, S. (21 de Abril de 2020). Castalia. Obtenido de Castalia: <https://castalia-advisors.com/comparing-the-new-zealand-and-australian-states-responses-to-covid-19/>

Brueck, H. (2 de Mayo de 2020). Business Insider. Obtenido de Business Insider: <https://www.businessinsider.com/sweden-coronavirus-strategy-explained-culture-of-trust-and-obedience-2020-4>

17

Erdbrink, T., & Anderson, C. (28 de Abril de 2020). New York Times. Obtenido de New York Times: <https://www.nytimes.com/2020/04/28/world/europe/sweden-coronavirus-herd-immunity.html>

Gobierno Alemán . (30 de Abril de 2020). Gobierno Alemán . Obtenido de Gobierno Alemán : <https://www.bundesregierung.de/breg-en/search/bund-laender-beschluesse-1749900>

Gobierno de España. (28 de Abril de 2020). La Moncloa. Obtenido de La Moncloa: <https://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/Paginas/enlaces/280420-enlace-desescalada.aspx>

Gobierno de Estados Unidos. (Abril de 2020). The White House. Obtenido de Gobierno de Estados Unidos: <https://www.whitehouse.gov/openingamerica/>

Gobierno de Italia. (26 de Abril de 2020). Gobierno Italiano. Obtenido de Gobierno Italiano: <http://www.governo.it/it/articolo/conferenza-stampa-del-presidente-conte/14518>



Grupo de Investigación en Macroeconomía. (Abril de 21 de 2020). Universidad de los Andes. Obtenido de Universidad de los Andes: [https://economia.uniandes.edu.co/components/com\\_booklibrary/ebooks/BM%2011.pdf](https://economia.uniandes.edu.co/components/com_booklibrary/ebooks/BM%2011.pdf)

Torres, A. (2020). Efectos potenciales sobre la actividad productiva de las medidas de contención del COVID-19 en el AMVA. En A. Torres, Efectos Económicos y Sociales de la Crisis del COVID-19 y Alternativas de Política: Un Análisis para Antioquia y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) (págs. 40-59). Medellín: Proantioquia.

Torres, A., García, A., Novoa, S., Arboleda, L. L., & Londoño, C. (2020). Efectos potenciales sobre el empleo y la actividad productiva de las medidas de contención del COVID-19 en Antioquia. En A. Torres, Efectos Económicos y Sociales de la Crisis del COVID-19 y Alternativas de Política: Un Análisis para Antioquia y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) (págs. 25-39). Medellín: Proantioquia.

## 2. Aplanando la curva de contagio: los costos económicos de la contención.



*Jesús Botero*<sup>1</sup>

*Matheo Arellano*<sup>2</sup>

*Diego Montañez*<sup>3</sup>

*Marcos González*<sup>4</sup>

---

1. Docente-investigador de la Universidad EAFIT- Email: [jabotero@eafit.edu.co](mailto:jabotero@eafit.edu.co)

2. Universidad EAFIT. Email: [marellanom@eafit.edu.co](mailto:marellanom@eafit.edu.co)

3. Universidad EAFIT. Email: [dfmontaneh@eafit.edu.co](mailto:dfmontaneh@eafit.edu.co)

4. Universidad EAFIT. Email: [megonzalea@eafit.edu.co](mailto:megonzalea@eafit.edu.co)



# Introducción

El objetivo de este trabajo es evaluar los costos potenciales en materia de crecimiento económico, empleo y endeudamiento público durante el próximo año, asociados a diferentes medidas de distanciamiento social que puede eventualmente implementar el gobierno colombiano para contener la epidemia del COVID-19. Los resultados se obtienen a partir de la construcción de un modelo de equilibrio general dinámico estocástico con un componente epidemiológico que afecta tanto la oferta como la demanda agregada.

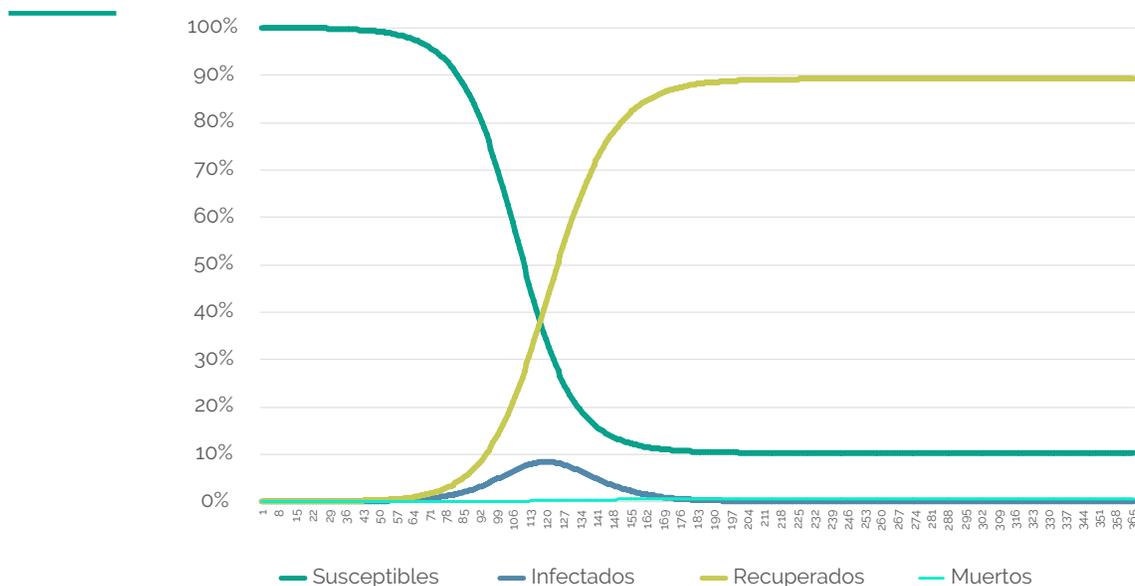
20

El primer aspecto por analizar está relacionado con la dinámica de propagación del virus. El COVID-19 se extiende progresivamente en la población, a través de procesos

de contagio que se representan de manera típica mediante modelos epidemiológicos, como el modelo SIR. En ellos, el contagio resulta del contacto entre población susceptible y población infectada, y la rapidez con que se extiende depende de parámetros técnicos asociados a la tasa de contagio ( $R_0$ ), al tiempo de incubación de la enfermedad y al tiempo de infección. Los modelos incorporan dos desenlaces, la recuperación, generalmente asociada a un alto grado de inmunidad futura, y la muerte, que depende de la tasa de letalidad de la enfermedad. La figura 1 ilustra el proceso de contagio, a través de las curvas de evolución de los distintos grupos y de la curva de nuevos infectados.

Figura 1. Modelo SIR

Fuente: Cálculos propios



## Aplanando la curva de contagio:

los costos económicos de la contención.



Pero al tiempo que se extiende, la pandemia produce efectos disruptivos sobre la

actividad económica, que pueden clasificarse en tres grandes categorías:

*Desplazamientos de la demanda de consumo, que se ajusta hacia al alza en algunos consumos que pudieran considerarse precautelativos, o a la baja en todos los demás rubros ajustables de la conducta de los consumidores, con un efecto neto total probablemente negativo.*

*Desplazamientos en la oferta de trabajo, por la incapacidad de trabajar o por precauciones ante el contagio que toman algunas personas, evitando en algún grado la exposición al riesgo.*

*Y reducciones transitorias de la oferta de bienes y servicios (lo que los economistas denominan un shock de oferta), bien sea por los ajustes indispensables de jornadas o hábitos de trabajo, por las medidas de seguridad que se adoptan para preservar la seguridad de las personas o por medidas precautelativas que se toman ante la expectativa de agudas reducciones en la demanda de aquellos bienes o servicios que pueden considerarse vulnerables en un escenario de expansión de la enfermedad.*

21

El escenario básico de pandemia, sin contención, se refleja en la Figura 2.

Ante la pandemia, los gobiernos se ven abocados a implementar acciones de contención, que se expresan generalmente en medidas de distanciamiento social. Esas medidas buscan, de una parte, ralentizar los contactos sociales y, de otra, proteger a grupos de población especialmente vulnerables desde el punto de vista de la enfermedad. El propósito de esas medidas es triple: de una parte, evitar que la infección

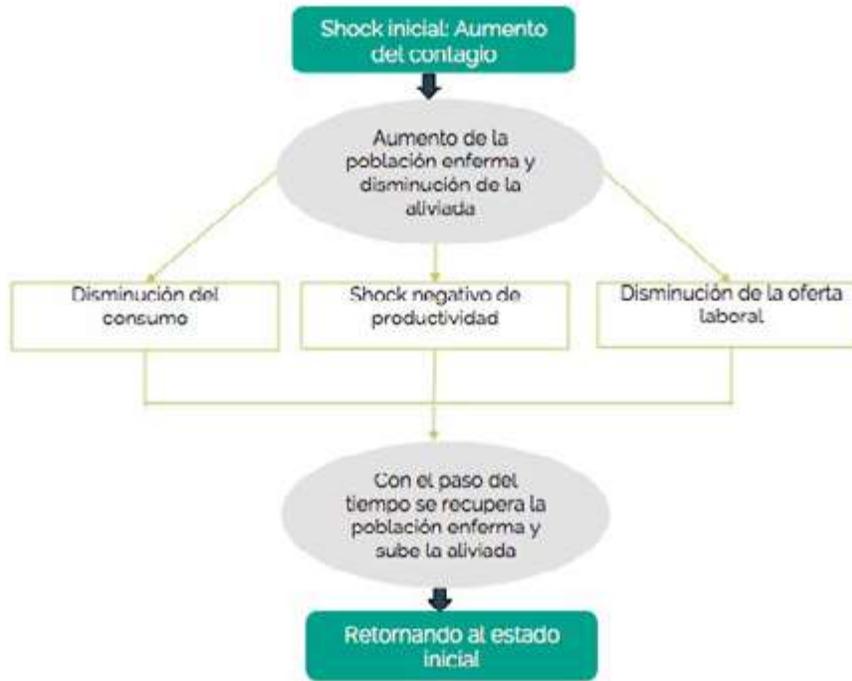
desborde la capacidad de atención hospitalaria de la que dispone el país; pero también, reducir la tasa de contagio; y hacer mínimos los desenlaces fatales, disminuyendo la tasa de letalidad. La reducción de la tasa de contagio se logra por dos vías: Por la disminución de contactos interpersonales y de la probabilidad de contagio; y por la reducción de tiempos de latencia de la enfermedad, procurando que la detección temprana permita aislar el paciente y neutralizar su capacidad de contagio.

## Aplanando la curva de contagio: los costos económicos de la contención.



Figura 2: Diagrama del escenario base de la pandemia sin contención

Fuente: Elaboración de los autores.



Pero, así como el distanciamiento reduce las oportunidades de contagio, reduce también las oportunidades de consumo y de trabajo. En este sentido, opera como un racionamiento, que limita el consumo al que puede acceder el sujeto y las oportunidades de trabajo que puede aprovechar. Y por supuesto, refuerza del shock de oferta que sufre el sector productivo, porque impone condicionamientos adicionales a la actividad económica, y fractura cadenas productivas, haciendo relevantes restricciones y cuellos de botella.

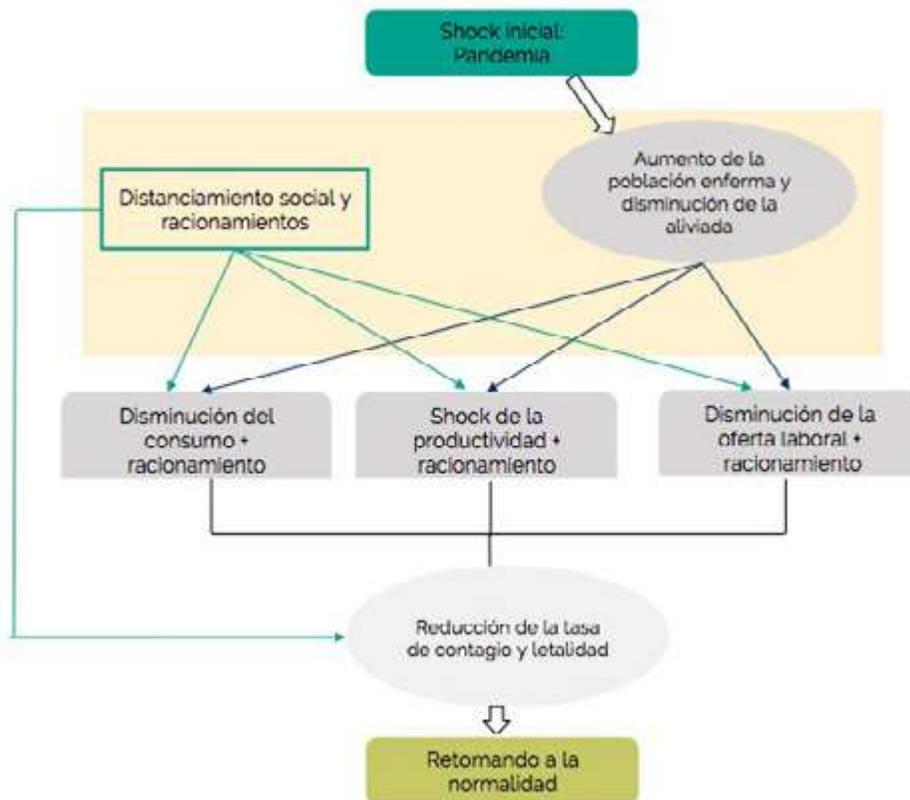
Así, el efecto esperado de las medidas de contención es profundamente disruptivo desde el punto de vista económico. Pero si las medidas tienen una duración adecuada y son efectivas en el propósito de disminuir el contagio y la letalidad, pueden permitir una recuperación más rápida de la actividad económica, moderando los efectos de la enfermedad sobre la capacidad productiva de la sociedad, como lo ilustra la Figura 3

## Aplanando la curva de contagio: los costos económicos de la contención.



Figura 3: Diagrama del escenario alternativo de contención y distanciamiento

Fuente: Elaboración de los autores.



Pero, así como el distanciamiento reduce las oportunidades de contagio, reduce también las oportunidades de consumo y de trabajo. En este sentido, opera como un racionamiento, que limita el consumo al que puede acceder el sujeto y las oportunidades de trabajo que puede aprovechar. Y por supuesto, refuerza del shock de oferta que sufre el sector productivo, porque impone condicionamientos adicionales a la actividad económica, y fractura cadenas productivas, haciendo relevantes restricciones y cuellos de botella.

Así, el efecto esperado de las medidas de contención es profundamente disruptivo desde el punto de vista económico. Pero si las medidas tienen una duración adecuada y son efectivas en el propósito de disminuir el contagio y la letalidad, pueden permitir una recuperación más rápida de la actividad económica, moderando los efectos de la enfermedad sobre la capacidad productiva de la sociedad, como lo ilustra la Figura 3



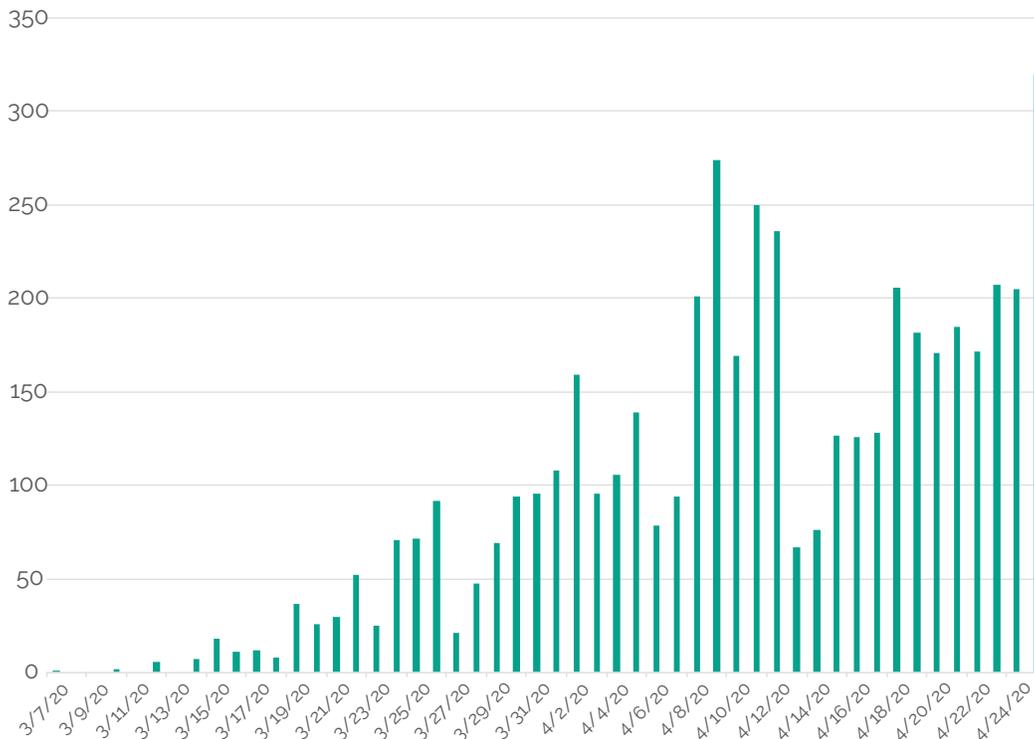
## 2. Panorama actual

Para abril 23, se ha infectado ya en el mundo 2.649.680 personas y han muerto 184 mil de ellos. La curva diaria de nuevos casos muestra entre 70 y 99 mil casos diarios en el mes de abril, con lo que pudie-

ra interpretarse como una ligera tendencia al decrecimiento. Colombia ha detectado a abril 22 un total de 4.356 casos en 71.500 pruebas, y 206 decesos. Su curva diaria se presenta en la figura 4.

**Figura 4: Casos diarios confirmados en Colombia**

Fuente: Elaboración propia con datos de <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/download-to->



## Aplanando la curva de contagio:

los costos económicos de la contención.



Los impactos económicos, por su parte, que empiezan a medirse, son considerables: el PIB de la China, la primera economía de gran tamaño que enfrentó la pandemia, cayó un 6.8% en el primer trimestre del año. El empleo en Estados Unidos (que ahora es la economía más afectada por el virus) cayó en 701 mil personas en el mes de marzo, pero las solicitudes de seguro de desempleo promedian 5.786.500 solicitudes semanales en las cuatro semanas terminadas en abril 18, lo que augura un gran salto de la tasa de desempleo en abril.

En Colombia, hay también noticias que indican un profundo impacto negativa de la pandemia: el índice de confianza comercial del Fedesarrollo se ubicó en -30.8% en marzo de 2020, el valor más bajo desde que se realiza la medición . El índice de confianza industrial muestra también su más bajo

registro, -35%. Y la confianza de los consumidores también se ha desplomado, pasando de -1.2 en enero, a -23.8 en marzo.

Los pronósticos se han ido ajustando a la baja, tanto para el mundo como para Colombia: las tablas 1 y 2 resumen los pronósticos más relevantes.

**Tabla 1: Proyecciones crecimiento económico**

Fuente: Construcción propia a partir de publicaciones de las entidades mencionadas.

Entidad	Mundo	América Latina y el Caribe
Fondo Monetario Internacional	-3.0	-5.2
Comisión Económica CEPAL	-2.0	-5.3
Banco Interamericano de Desarrollo	-	-5.5
Banco Mundial	-	-4.6

**Tabla 2: Proyecciones crecimiento económico**

Fuente: Construcción propia a partir de publicaciones de las entidades mencionadas

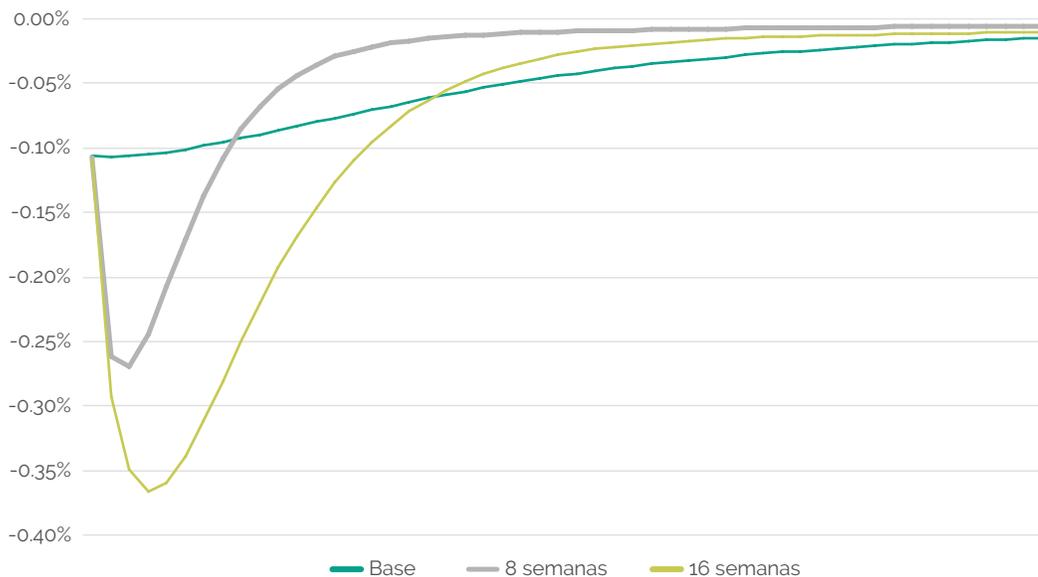
Entidad	Colombia
Fondo Monetario Internacional	-2.4
Banco Mundial	-2.0
CEPAL	-2.6
Goldman Sachs	-2.5
Fedesarrollo	Rango: -2.7 hasta -7.9
Gobierno	-1.6
Comité de la Regla Fiscal	-1.6



### 3. Un ejercicio de simulación.

Hemos construido un modelo con un componente económico y otro epidemiológico para analizar la situación, tomando como referencia los efectos potenciales de la pandemia sobre el desempeño económico discutidos en las figuras 2 y 3. El modelo simula tres escenarios: un escenario base de pandemia sin contención; un escenario de contención con medidas de distanciamiento de duración media (que se va moderando en un horizonte de hasta 8 semanas) y un escenario de contención con medidas de distanciamiento de duración prolongada (duplica la duración inicial a 16 semanas).

**Figura 5: Simulación efectos sobre el PIB**  
*Fuente: Cálculos propios*



La pandemia genera (Figura 5), en el escenario básico, una caída del PIB sostenida en el tiempo, que se prolonga hasta el horizonte de proyección que en este caso es de 52 semanas. Las medidas de contención, en el escenario de duración moderada del

distanciamiento, agudizan inicialmente la caída del PIB, pero a partir del tercer mes atenúan el efecto de la crisis, produciendo un efecto neto positivo de reducción del 15% en el impacto negativo de la crisis sobre el producto. En la prolongación del

## Aplanando la curva de contagio:

los costos económicos de la contención.



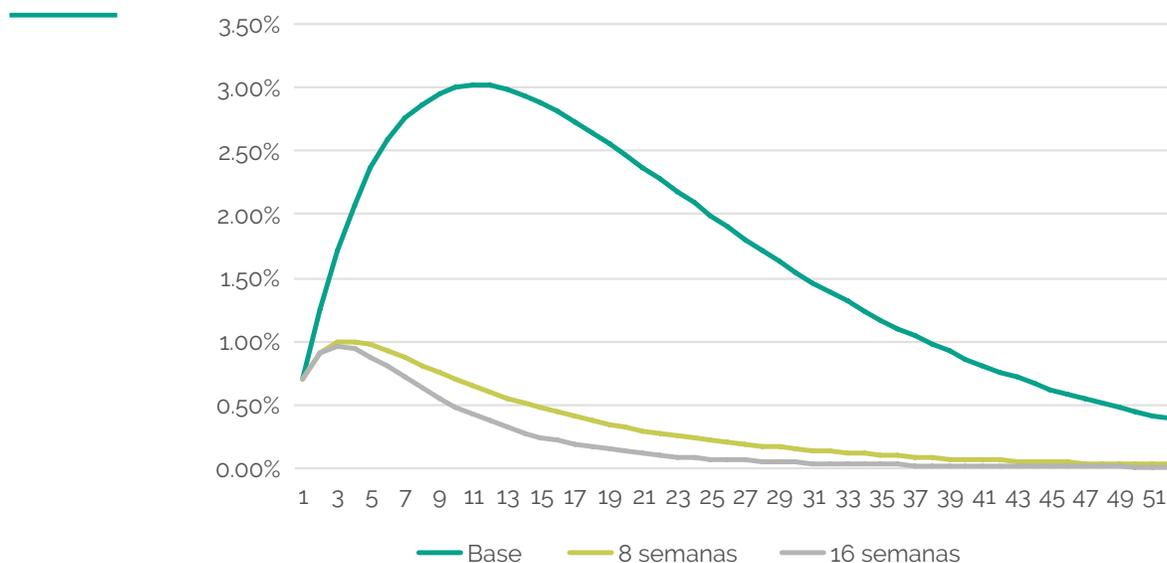
período de distanciamiento (tercer escenario), en cambio, los efectos positivos tardan mucho más en aparecer, y no compensarían la caída; por el contrario, la agudizarían casi duplicando su efecto.

Sumado a lo anterior, los beneficios de prolongar el distanciamiento son marginales

desde el punto de vista de la salud: el distanciamiento moderado reduce el máximo nivel de contagio en un 68%; no obstante, la prolongación de su duración sólo contribuye con un 1% adicional a dicha reducción (Figura 6).

Figura 6: Simulación de efecto sobre la tasa de enfermos

Fuente: Cálculos propios



Por otra parte, las políticas de distanciamiento afectan también las finanzas públicas, incluso sin considerar las medidas de mitigación que implican. El modelo calcula la senda de endeudamiento que resulta de la reducción de ingresos que se genera por la caída del nivel de actividad económica (Figura 7). En el caso del primer escenario

de distanciamiento, los efectos iniciales de la pandemia sobre las finanzas públicas se agudizan, pero no son en el horizonte de la proyección, mayores a los que se generarían por la propia pandemia. Sin embargo, prolongar el distanciamiento podría tener efectos muy severos sobre el endeudamiento público, reduciendo considerable-

## Aplanando la curva de contagio:

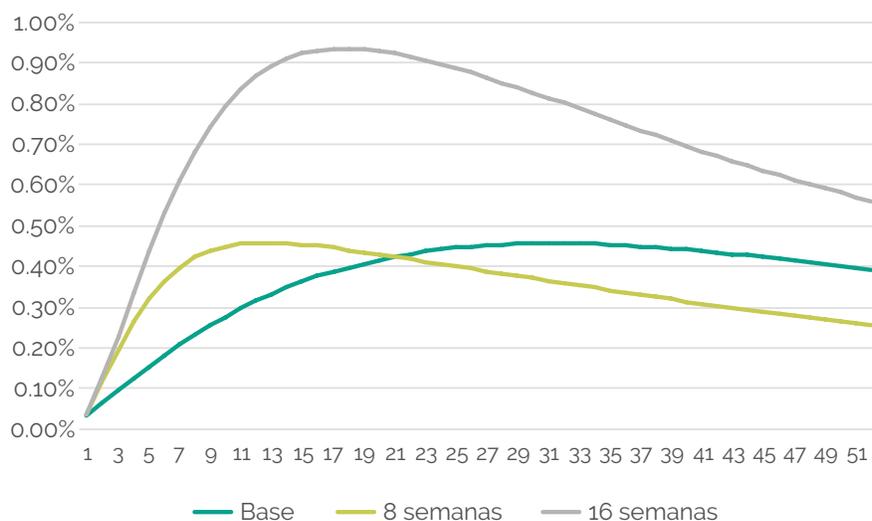
los costos económicos de la contención.



mente la capacidad del estado para implementar las medidas necesarias de mitigación que deben aplicarse, dado el tremendo impacto que la pandemia tendrá sobre el empleo, y que se señala presenta más adelante.

Figura 7: Simulación efecto sobre la deuda

Fuente: Cálculos propios



Ahora bien, los shocks simulados con el modelo son marginales (representan un cambio del 1% en la tasa de contagio). Para determinar el impacto total de la pandemia, es necesario cuantificar la magnitud del shock efectivamente experimentado, y escalar los efectos totales que el modelo arroja. Asumiendo un  $r_0$  de 2,5, un tiempo de incubación de la enfermedad de 9 días, y un tiempo de infección de 5 días, los cálculos llevarían a una caída del PIB en el escenario base del 3,2%, que se moderaría en el escenario de contención al 2,7%, pero podría profundizarse hasta el 5,7%, de prolongar las medidas de distanciamiento

según el segundo escenario de contención. El empleo, por su parte, se vería considerablemente afectado: en promedio, 793 mil personas perderían su empleo, con un pico máximo del orden de 1,2 millones en el momento más crítico de la crisis. Las medidas de contención agudizan inicialmente el desempleo efectivo, puesto que el distanciamiento implica que muchas personas no trabajan, llevando la cifra a 4 millones de personas sin trabajo efectivo. Pero la recuperación lleva a que, al final de la proyección, el efecto total sobre el empleo se modere significativamente, dejando sólo 79 mil pérdidas permanentes de empleo. Por

**Aplanando la curva de contagio:**  
los costos económicos de la contención.



supuesto, lo que estas cifras indican es que el gobierno debe atender a esos 4 millones de personas, brindándole medios de vida para superar la crisis. Ello da idea de la magnitud del esfuerzo asistencialista que el gobierno deberá emprender para mitigar los efectos de la crisis. La tabla 3 resume los efectos mencionados.

**Tabla 3. Impactos totales.**

*Fuente: Cálculos propios*

VARIABLE	Escenario base	Contención básica	Contención prolongada
Crecimiento del PIB, horizonte de la proyección	-3.22%	-2.73%	-5.75%
Pérdida promedio de empleos en el horizonte de la proyección. Miles de personas.	793.1	809.1	1,813.70
Máximo nivel de pérdida de empleos.	1,171.40	4,067.00	5,989.30
Miles de personas			
Pérdida de empleos por la pandemia (final del año). Miles de personas	319.5	79.2	162.1
Máximo nivel de infección. Miles de personas	8.40%	2.70%	2.60%





## 4. Conclusiones.

Las medidas de distanciamiento social son, sin duda, necesarias, para contener el contagio. Pero sus efectos negativos sobre la actividad económica son intensos y crecientes: su prolongación agrava la situación de los grupos sociales más vulnerables, que derivan su sustento de actividades informales, y pone en riesgo el aparato productivo, propiciando quiebras y dislocaciones profundas de las cadenas productivas. Ello, por supuesto, genera retos inmensos a la administración pública, que deberá sopesar adecuadamente beneficios y costos, y velar por que aquellos grupos sociales vulnerables, cuya voz es exigua, no experimenten un sufrimiento desmedido.

Se trata pues de imponer medidas de distanciamiento efectivas, que reduzcan el contagio, pero que, en la medida de lo posible, no lesionen de manera grave la activi-

dad productiva, concentrando los esfuerzos en medidas restrictivas de contactos sociales no productivos. Y por supuesto, implementando protocolos rigurosos, que garanticen una oportuna detección de riesgos y una muy baja exposición al contacto en las actividades productivas. El objetivo es mitigar los costos futuros que la sociedad tenga que pagar por efecto de la destrucción de su capacidad de generar riqueza y bienestar, concentrando la atención en medidas inteligentes de distanciamiento y de detección temprana, que permitan contender el contagio de manera eficiente.



## Aplanando la curva de contagio:

los costos económicos de la contención.



### Referencias

Atkeson, A. (2020). What Will be the Economic Impact of COVID-19 in the US? Rough Estimates of Disease Scenarios (No. 595). Federal Reserve Bank of Minneapolis.

Baldwin, R., & di Mauro, B. W. (2020). Mitigating the COVID economic crisis: Act fast and do whatever it takes. VoxEu.org, CEPR.

Eichenbaum, M. S., Rebelo, S., & Trabandt, M. (2020). The macroeconomics of epidemics (No. w26882). National Bureau of Economic Research.

Fornaro, L., & Wolf, M. (2020). Covid-19 Coronavirus and Macroeconomic Policy: Some Analytical Notes. Working Paper.

Kermack, W. O., & McKendrick, A. G. (1927). A contribution to the mathematical theory of epidemics. Proceedings of the royal society of london. Series A, Containing papers of a mathematical and physical character, 115(772), 700-721.

McKibbin, W. J., & Fernando, R. (2020). The global macroeconomic impacts of COVID-19: Seven scenarios.

World Health Organization. (2020). Coronavirus disease 2019 (COVID-19): situation report, 59.



### 3. Análisis de redes para la identificación de municipios insulares que puedan iniciar una **reactivación de sus economías** en medio de la crisis del COVID-19



*Juan C. Duque*<sup>1</sup>

*Daniel E. Restrepo*<sup>2</sup>

*Juan P. Ospina*<sup>3</sup>

---

1. Research in Spatial Economics (RiSE-group), Universidad EAFIT.

2. Departamento de Matemáticas, Universidad de Texas en Austin.

3. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín



# Introducción

---

A escala macro, es bien sabido que una de las primeras medidas para contener la expansión de una pandemia consiste en el cierre de fronteras nacionales para aislarse. Esta estrategia permite que aquellos países que no han reportado casos positivos, minimicen la probabilidad de tener contagios en su interior (o, por lo menos, retardan la aparición de contagios). Lo mismo sucede a escala micro con medidas como las cuarentenas, por medio de las cuales se minimiza el flujo de personas al interior de la ciudad para minimizar la probabilidad de contagios.

33

Cuando se logra un aislamiento exitoso de un área geográfica (país, municipio, ciudad, etc.) los individuos en su interior pueden circular con menos restricciones y riesgo de contagio. Sin embargo, en un mundo cada vez más interconectado, lograr el aislamiento de un área geográfica no es una tarea fácil. Por ejemplo, considerando los viajes que se hacen en un día promedio al interior de Antioquia, cerca de 647.839 viajeros cruzan alguna frontera municipal por diferentes motivos (estudio, laboral, recreación, entre otros). Es por este motivo que la cuarentena resulta ser la medida más apropiada, pero, después de un tiempo, dicha medida comienza a afectar seriamente la estabilidad económica y mental de los habitantes.

Cuando exploramos más a fondo los datos de movilidad intermunicipal en Antioquia observamos que el dato promedio va acompañado de una variabilidad en el nivel de flujos intermunicipales. Según la encuesta Origen-Destino (O-D) proporcionada por la Gobernación de Antioquia a nuestro equipo de trabajo, un promedio diario de 241.650 viajes cruzan las fronteras del municipio de Medellín; mientras que en el municipio de Murindó este promedio baja a 1,3. Esta diferencia en los niveles de flujos intermunicipales nos hace pensar en la posibilidad de que existan municipios en Antioquia con un nivel tan elevado de aislamiento (o “insularidad”) que, con un apropiado control de fronteras, podrían levantar su cuarentena sin que esto represente un alto riesgo para sus habitantes y, de esta forma, no someterlos a una parálisis completa de sus economías.

En esta sección presentamos los resultados de un ejercicio exploratorio que tiene por objetivo la identificación de los municipios más insulares de Antioquia con el objetivo de evaluar la posibilidad de considerar su reactivación económica temprana y levantamiento de cuarentena en su interior, mientras se mantiene estricto control de sus fronteras para evitar la importación del COVID-19.



## Datos

**Encuesta Departamental Origen Destino de carga y pasajeros -EOD-, (2014):** Encuesta realizada por la Gobernación de Antioquia en 2014. Los datos contenidos en dicho estudio corresponden a aquellos viajes encuestados en vía (terrestre, fluvial, aérea), es decir que no incluye los viajes intraurbanos para los municipios de Antioquia o para el Valle de Aburrá, ya que éstos generalmente se hacen por cuenta de cada municipio o área metropolitana. En consecuencia, la EOD departamental incluye los viajes que se originan y terminan en cabeceras municipales del departamento, los viajes que se originan en la cabecera de un municipio y terminen en su zona rural o en otras zonas rurales y finalmente, los viajes que se originan o terminan en zonas externas al departamento. De acuerdo a la información de la EOD departamental, cerca del 84,5% de los viajes son intradepartamentales, el 7,5% llegan desde otras zonas por fuera de Antioquia, el 7,3% se originan en Antioquia y van hacia otras zonas y el 0,7% restante corresponde a viajes de paso.

Para nuestro estudio, a partir de la información contenida en la EOD departamental se construyó la matriz de viajes totales para un día promedio en el departamento. Esta matriz de viajes corresponde al promedio de los tres días para los cuáles se realizó la encuesta EOD departamental. Posteriormente, la matriz fue filtrada en función de los motivos de viaje de tal forma que pudiéramos consolidar la información para los dos escenarios evaluados en el presente estudio, los cuáles se muestran en la Tabla 1. Ambos escenarios excluyen el motivo “Estudio”, ya que la directriz nacional indica que los establecimientos educativos deben permanecer cerrados y que sus actividades académicas se desarrollen de manera virtual. En el caso del escenario 1, se incluyen todos los motivos de viaje restantes. De acuerdo con este primer escenario en el departamento se realizan un total de 786.654 viajes cotidianos en promedio, de los cuales el 80% cruza alguna frontera municipal, mientras que el 20% restante corresponde a aquellos viajes que



permanecen al interior de la zona donde son generados. Por su parte, el escenario 2 se asume que algunas actividades cotidianas deben seguir funcionando tales como: ir al médico, hacer diligencias y trabajar. Bajo este escenario 2 se estima que cerca de 293.000 viajes cotidianos son realizados en el departamento, de los cuales aquellos viajes con motivo trabajo son los más importantes con cerca del 67%.

Tabla 1. Tipos de desplazamientos considerados en cada uno de los dos escenarios considerados.

Motivo	Todos	Trabajo
Cita médica	Si	Si
Compras	Si	No
Diligencias	Si	Si
Otros	Si	No
Recreación	Si	No
Trabajo	Si	Si
Visitar a alguien	Si	No
Estudio	No	No



## Metodología

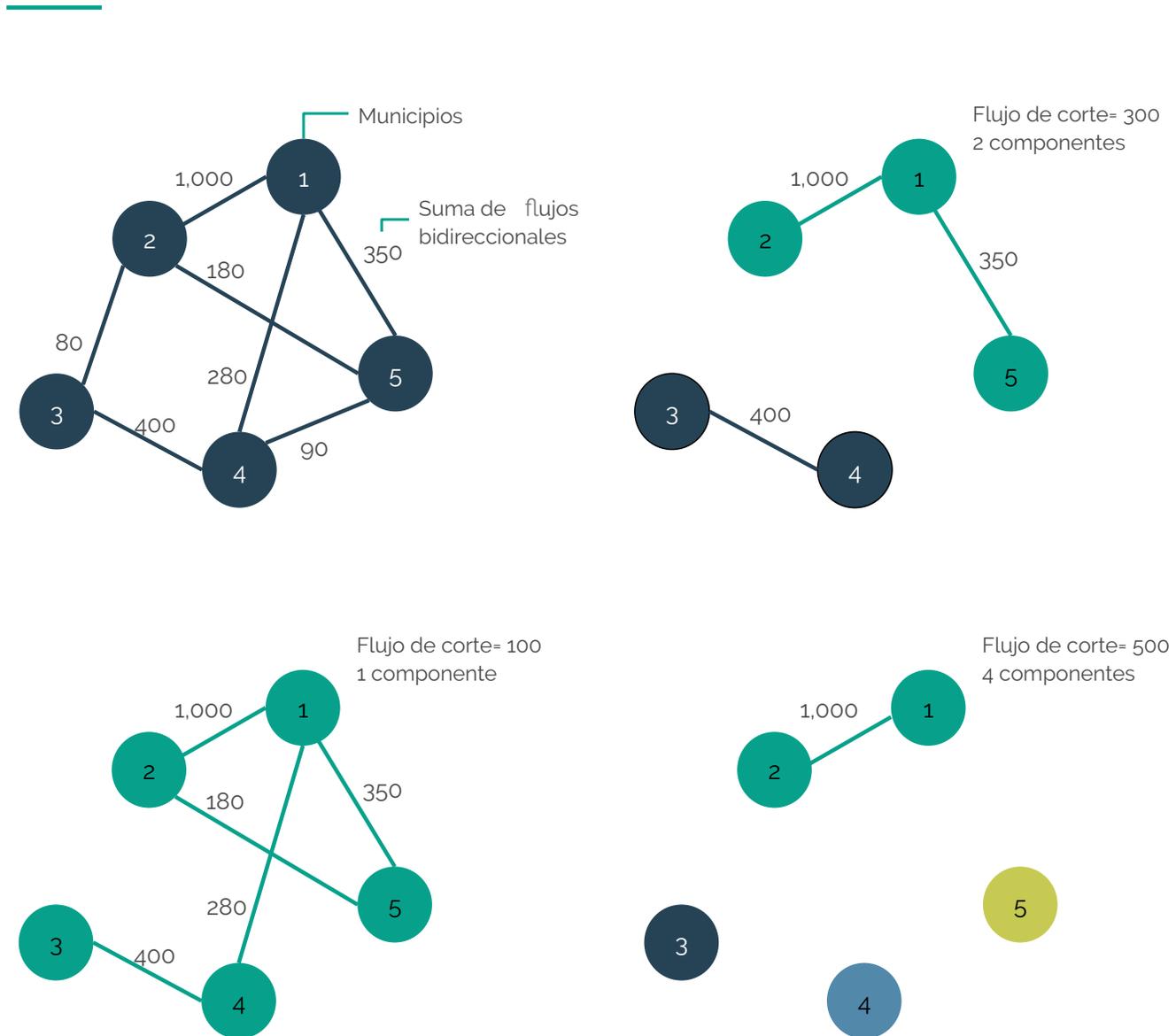
36 Para medir los niveles de insularidad, entendido como el grado de aislamiento de un municipio específico reflejado en la baja movilidad en su población entrante y saliente, procedimos a representar los flujos intermunicipales de Antioquia como una red o grafo no dirigido. Los nodos de la red representan los municipios y las líneas entre nodos representan flujos de personas entre pares de municipios medidos como número promedio de personas/día. Cada línea tiene un peso asignado que corresponde a la suma de los flujos en ambas direcciones. En ese punto, la red es un gran componente interconectado, es decir, todos los nodos municipios están conectados a la red.

A continuación se fija un valor, o punto de corte, en términos de personas/día, de tal forma que los flujos menores al punto de corte son eliminados. A medida que se incrementa el punto de corte, la eliminación de líneas genera que algunos nodos, o grupos de nodos (conocidos como componentes) comiencen a desconectarse de la

red. Cuando un nodo se separa, implica que ninguno de los flujos de personas/día hacia y desde otros municipios es superior al punto de corte que provocó la separación del nodo de la red principal. Por otro lado, cuando el punto de corte genera la separación de un conjunto de nodos, indica que los flujos entre ese conjunto de municipios es superior al punto de corte, pero que los flujos desde ese grupo de municipios hacia otros municipios de Antioquia están por debajo del punto de corte. Dicho subconjunto de municipios se irá dividiendo a medida que el punto de corte aumenta. Al final del proceso todos los nodos quedan aislados. Cada nodo o grupo de nodos que se separa de la gran red se conoce con el nombre de componente. El resultado de este proceso es el punto de corte en el que cada municipio se separa de la gran red (o componente principal). Entre más bajo el punto de corte más aislado o insular es el municipio. La Figura 1 presenta un ejemplo ilustrativo de la forma como se definen los niveles de insularidad de cada nodo en una red.



Figura 1. Ejemplo ilustrativo para la identificación de niveles de insularidad: el ejemplo muestra cómo a medida que se incrementa el punto de corte se van desprendiendo nodos de la componente principal. Los nodos más insulares son el 3 y el 4 (flujo de corte=100); luego el nodo 5 (flujo de corte=500); y por último los nodos 1 y 2 (flujo de corte=1000).



En los resultados se guarda el peso del vínculo que genera la desconexión de la componente principal y se ordena de mayor a menor, de esta manera los municipios que encabezan la lista son los más insulares o aislados: nodo 3: 280; nodo 4: 280; nodo 5: 350; nodo 1: 1,000; nodo 2: 1,000



En los resultados se guarda el peso del vínculo que genera la desconexión de la componente principal y se ordena de mayor a menor, de esta manera los municipios que encabezan la lista son los más insulares o aislados:

nodo 3: 280; nodo 4: 280; nodo 5: 350; nodo 1: 1,000; nodo 2: 1,000

Figura 1. Ejemplo ilustrativo para la identificación de niveles de insularidad: el ejemplo muestra cómo a medida que se incrementa el punto de corte se van desprendiendo nodos de la componente principal. Los nodos más insulares son el 3 y el 4 (flujo de corte=100); luego el nodo 5 (flujo de corte=500); y por último los nodos 1 y 2 (flujo de corte=1000).





## Resultados

Las Figuras 2 y 3 muestran la representación en red de la encuesta O-D de Antioquia para cada uno de los dos escenarios considerados. La representación en red permite generar una serie de descriptivos propios del área de topología de redes que caracterizan la red en términos de su conectividad. En la Tabla 2 se presentan algunos descriptivos que miden el grado de conectividad de la red. El grado promedio indica el promedio de conexiones de cada municipio en la red de flujos. La densidad de la red indica el porcentaje de conexiones que exhibe la red respecto al número posible de conexiones que puede soportar la red (es decir, en el escenario en que todos los municipios estu-

viesen conectados). Finalmente, el coeficiente de concentración ofrece una medida de cuán concentrados son los flujos en pequeños grupos de municipios. En términos generales, los valores obtenidos indican que ambas redes están muy conectadas (hay un alto grado de interconexión municipal). Obviamente resulta sustancialmente más conectada la red del escenario 1 en la que se consideran todos los motivos de viaje, pero el coeficiente de concentración no cambia significativamente entre escenarios, eso indica que los clusters que se puedan encontrar en cada escenario tenderán a ser los mismos.



Figura 2. Representación de los flujos intermunicipales de personas en Antioquia

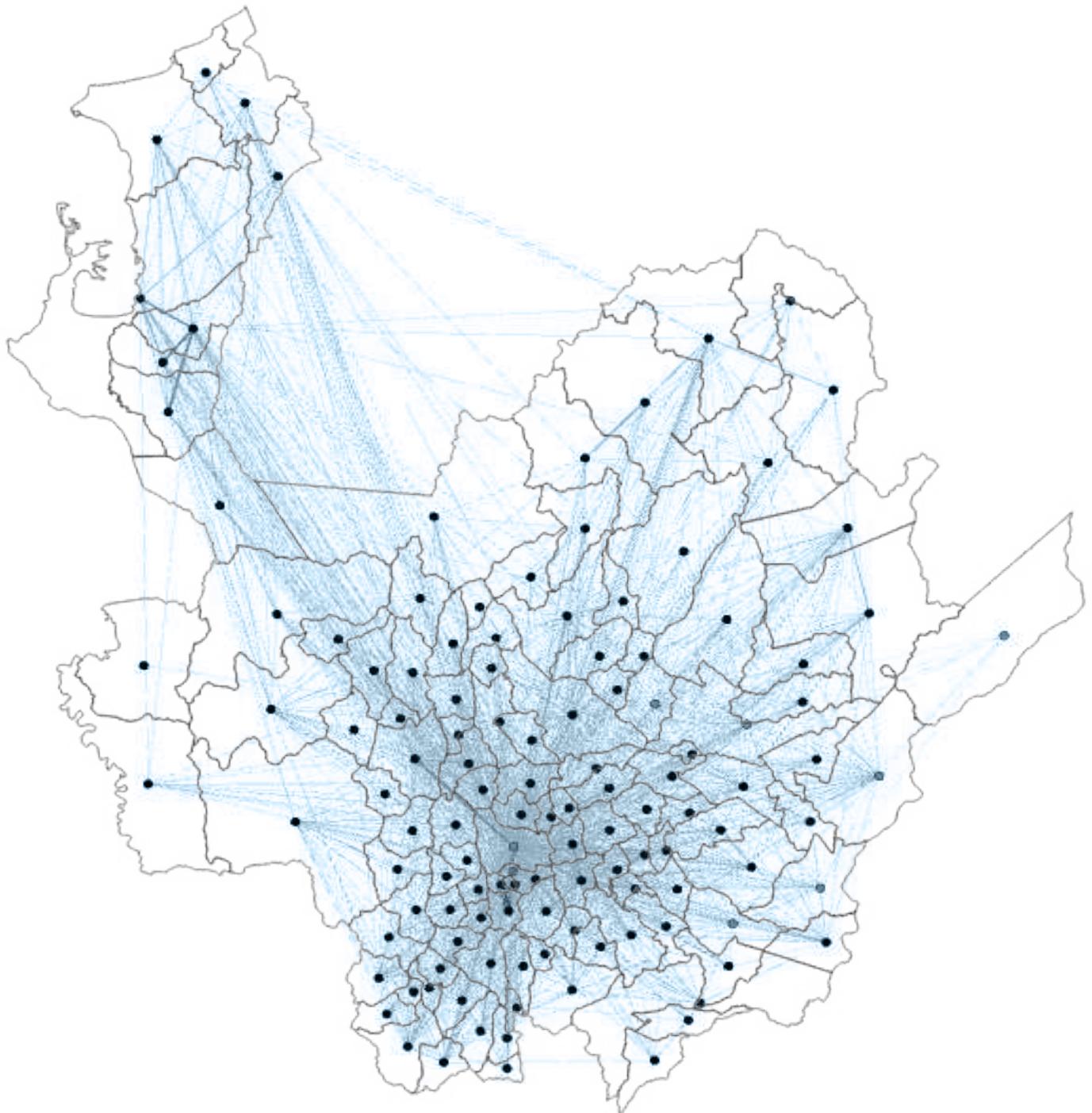




Figura 3. Representación de los flujos intermunicipales de personas en Antioquia

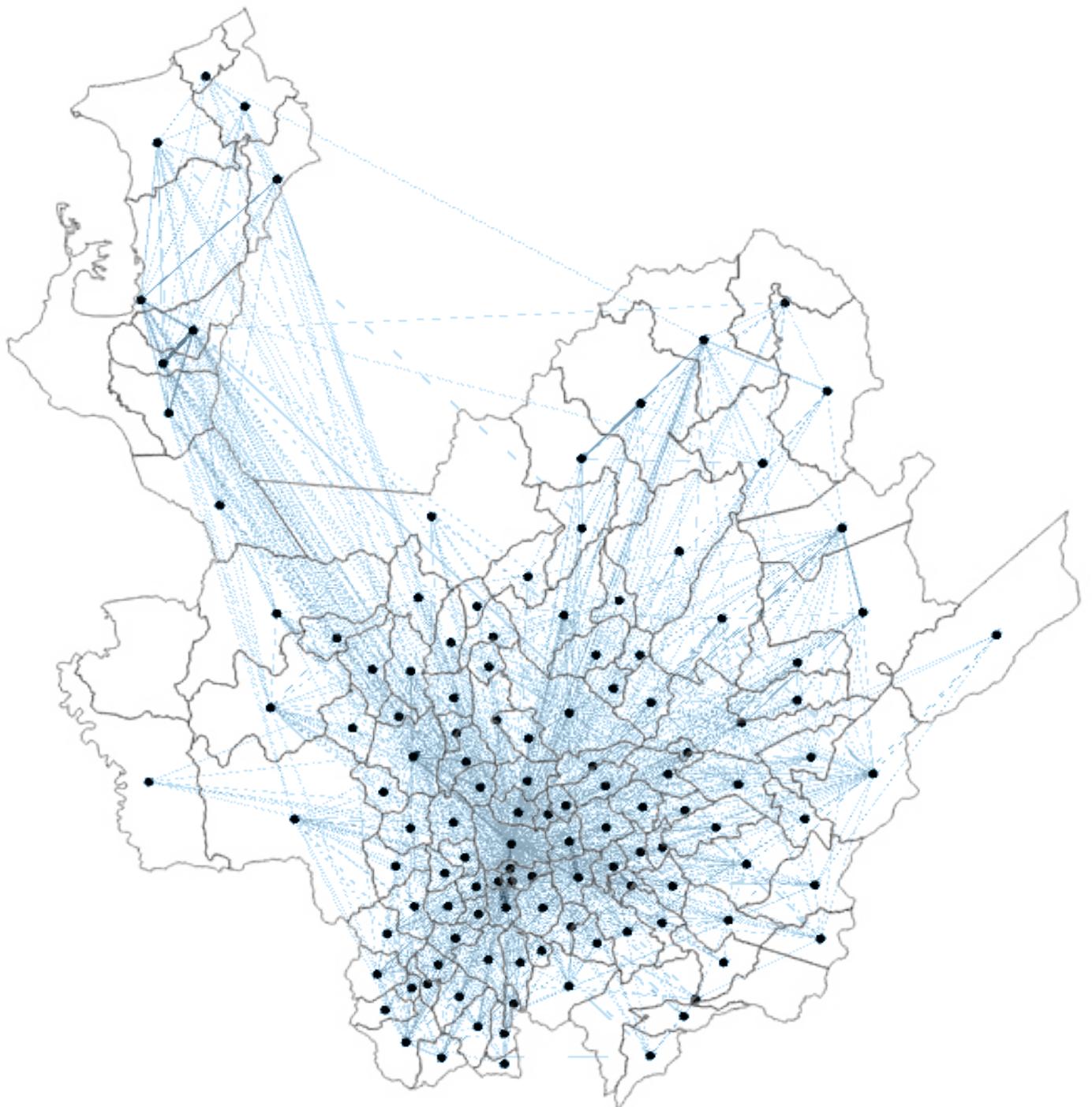




Tabla 2. Descriptivos básicos de la red de flujos intermunicipales en Antioquia.

Indicador	Todos	Trabajo
Grado promedio	30.64	22.94
Densidad de la red	24.70%	18.60%
Coefficiente de concentración	0.61	0.58

42

El siguiente paso será definir los puntos de corte en los que cada municipio de desconecta de la gran componente. Dicho valor será nuestro indicador de insularidad medido en número de personas/día. Los municipios con menor valor de corte son los más insulares o aislados; es decir, aquellos en los que un bajo número de personas cruzan sus fronteras a diario. Es de esperar que para el escenario 2 (TRABAJO) los puntos de corte sean menores a los obtenidos en el escenario 1 (TODOS), pues el escenario 2 es un subconjunto del escenario 1 y, por lo tanto, los flujos en general serán siempre menores.

Las Figuras 4 y 5 resumen los resultados obtenidos en cada escenario. El color de cada municipio indica su nivel de insularidad. Un tono verde oscuro indica un alto grado de insularidad o aislamiento. Un tono rojo indica un muy bajo grado de insularidad o aislamiento. Los bordes de color en el perímetro del Departamento de Antioquia indica el grado de porosidad de la frontera con el resto de Colombia. Los bordes verdes indican que hay un bajo cruce de personas a través de la frontera y los bordes rojos indica que dicha frontera tiene un elevado flujo de personas de y hacia otros municipios de Antioquia.



Figura 4. Resultados para el escenario 1.

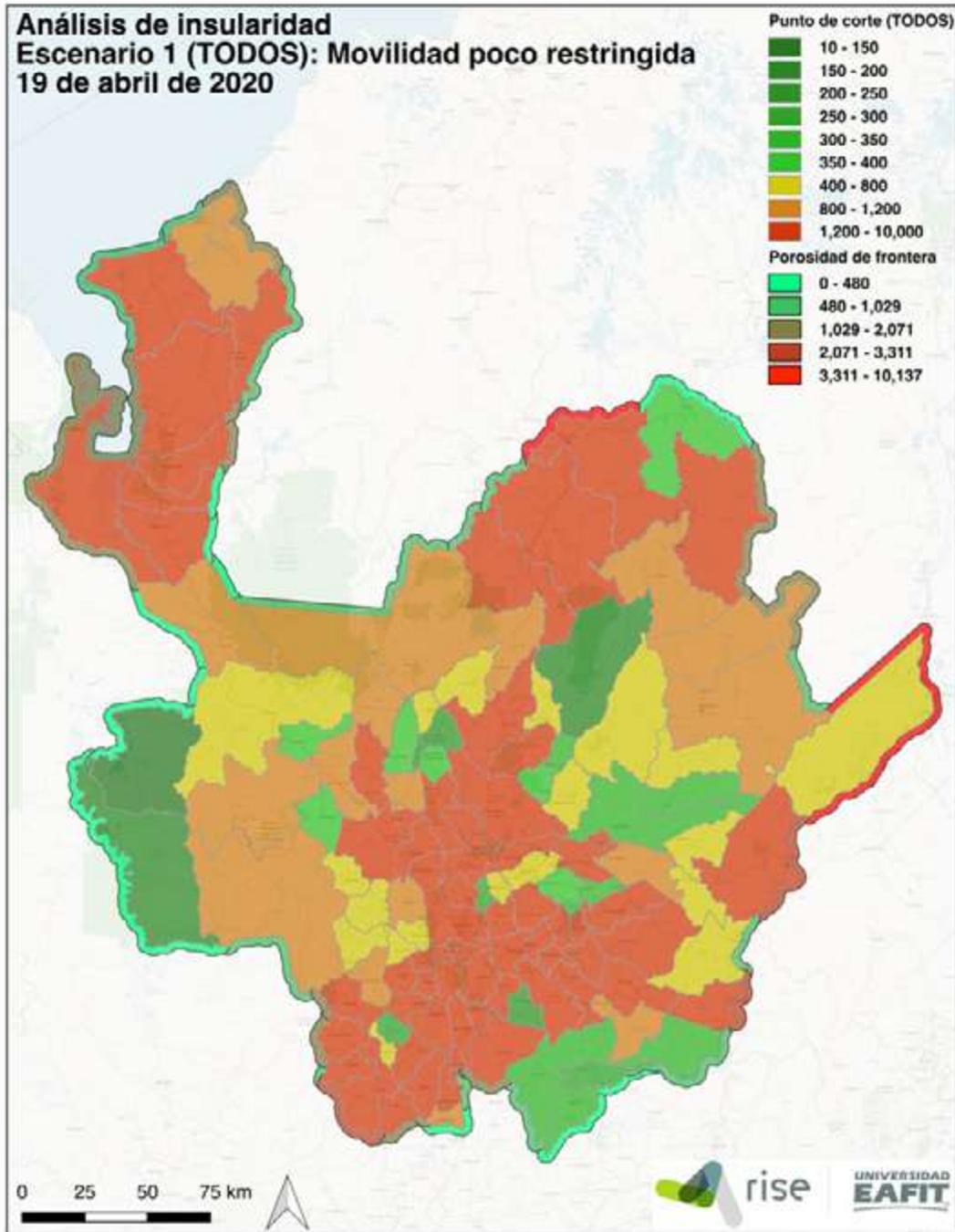
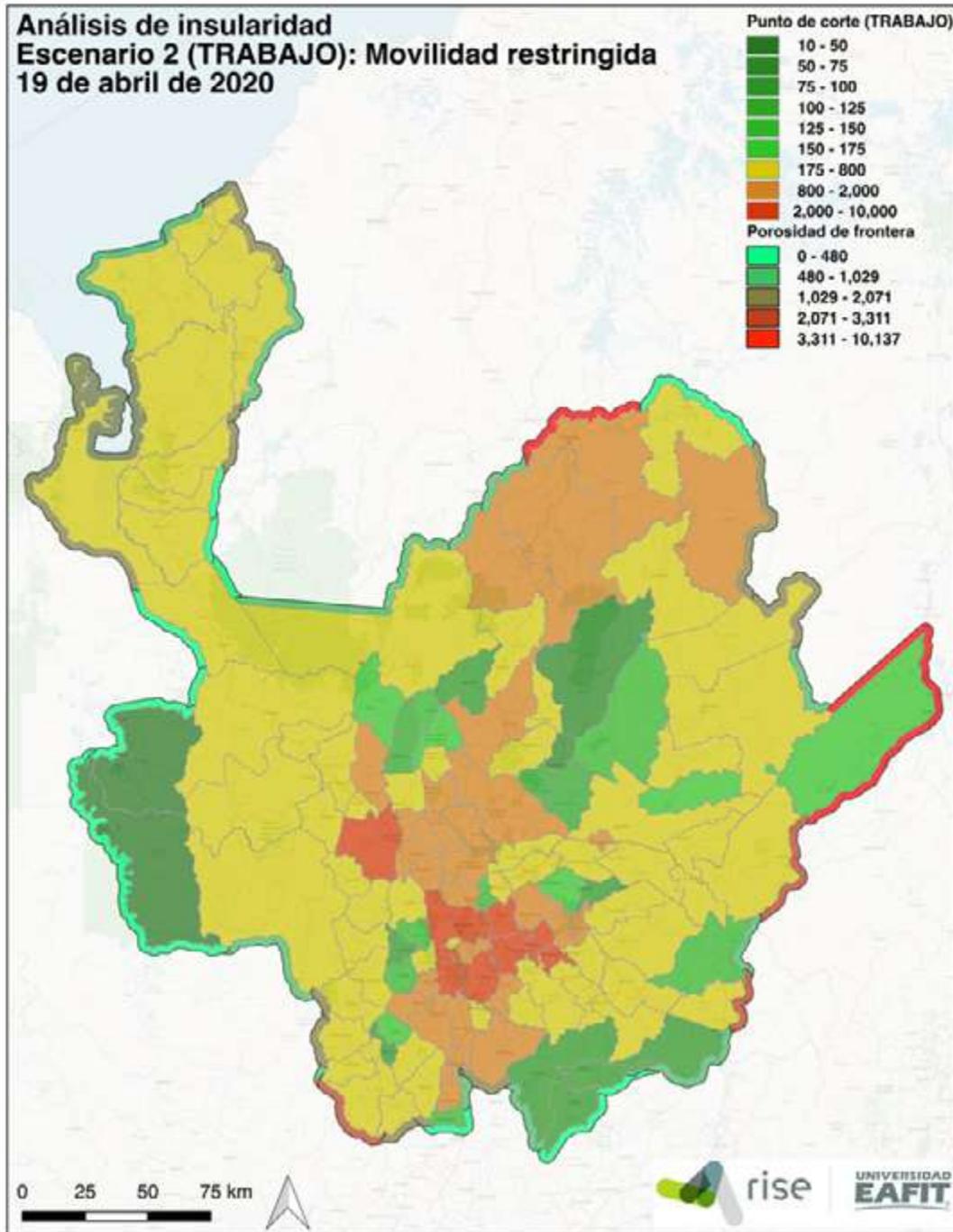




Figura 5. Resultados para el escenario 2.





## Análisis de resultados

Frente a los resultados obtenidos, la pregunta a contestar es: ¿cuáles serían entonces los municipios a considerar como candidatos a reactivar en un entorno seguro? Para responder a esta pregunta implementamos dos pasos:

45

### ***Paso 1: Identificar el punto de corte más seguro.***

Sabemos al definir un punto de corte determinado un subconjunto de municipios se separará de la componente principal. Ese grupo de municipios serían los primeros candidatos a activar. Por otro lado, somos conscientes de que una vez se activa un municipio, sería muy complicado restringir la movilidad en función del motivo del desplazamiento (trabajo, diligencia, visita, etc.). Por esta razón, decidimos establecer el punto de corte utilizando el escenario 1 (TODOS) en el cual, una vez se activa un municipio, el flujo de personas circulando al interior del municipio o grupo de munici-

prios aislados es el mayor posible. Esta decisión equivale a tomar la decisión con mayor aversión al riesgo, pues si tomamos la decisión basados únicamente en los flujos de trabajo, es posible que los flujos reales terminen siendo muy superiores a los utilizados para la toma de decisión, incurriendo así en un riesgo mayor.

La Figura 6 y la Tabla 3 presentan la distribución y estadísticos descriptivos de los puntos de corte del escenario 1 (TODOS) dividiendo los municipios en función de su nivel de riesgo COVID-19, tomando como referencia la información disponible al 19 de abril de 2020. Como se puede observar, la hipótesis de partida de este estudio se confirma: hay una relación directa entre la probabilidad de contagio por COVID-19 y el volumen de flujos intermunicipales. Municipios con muchas personas cruzando sus fronteras tienen un mayor nivel de contagio, mientras que municipios con alto nivel de aislamiento o insularidad han estado



más protegidos contra el COVID-19. Los municipios que ya tiene casos de COVID-19 tienen flujos diarios de aproximadamente 4 mil personas atravesando sus fronteras. Los municipios que no han reportado casos de COVID-19 tienen flujos diarios de aproximadamente 1,200 personas atravesando sus fronteras.

El punto de corte se fijó como el mínimo entre el percentil 25 de grupo de alto riesgo, el percentil 50 del grupo de riesgo medio y el percentil 75 del grupo de riesgo bajo:

$$\text{corte} = \min(Q_{25}^{\text{Alto}}, Q_{50}^{\text{Medio}}, Q_{75}^{\text{Bajo}}) = \min(1,540; 1,435; 1,198) = 1,198$$

Figura 6. Relación entre el nivel de insularidad y el nivel de riesgo COVID-19.

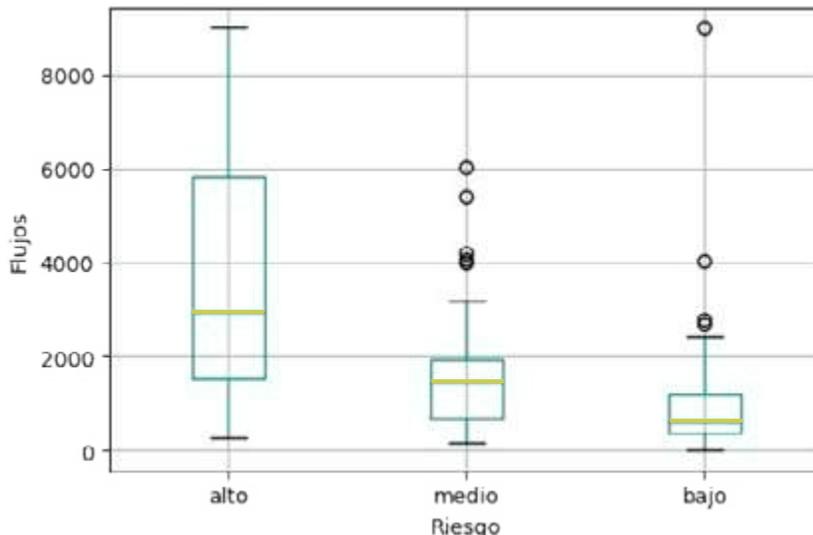


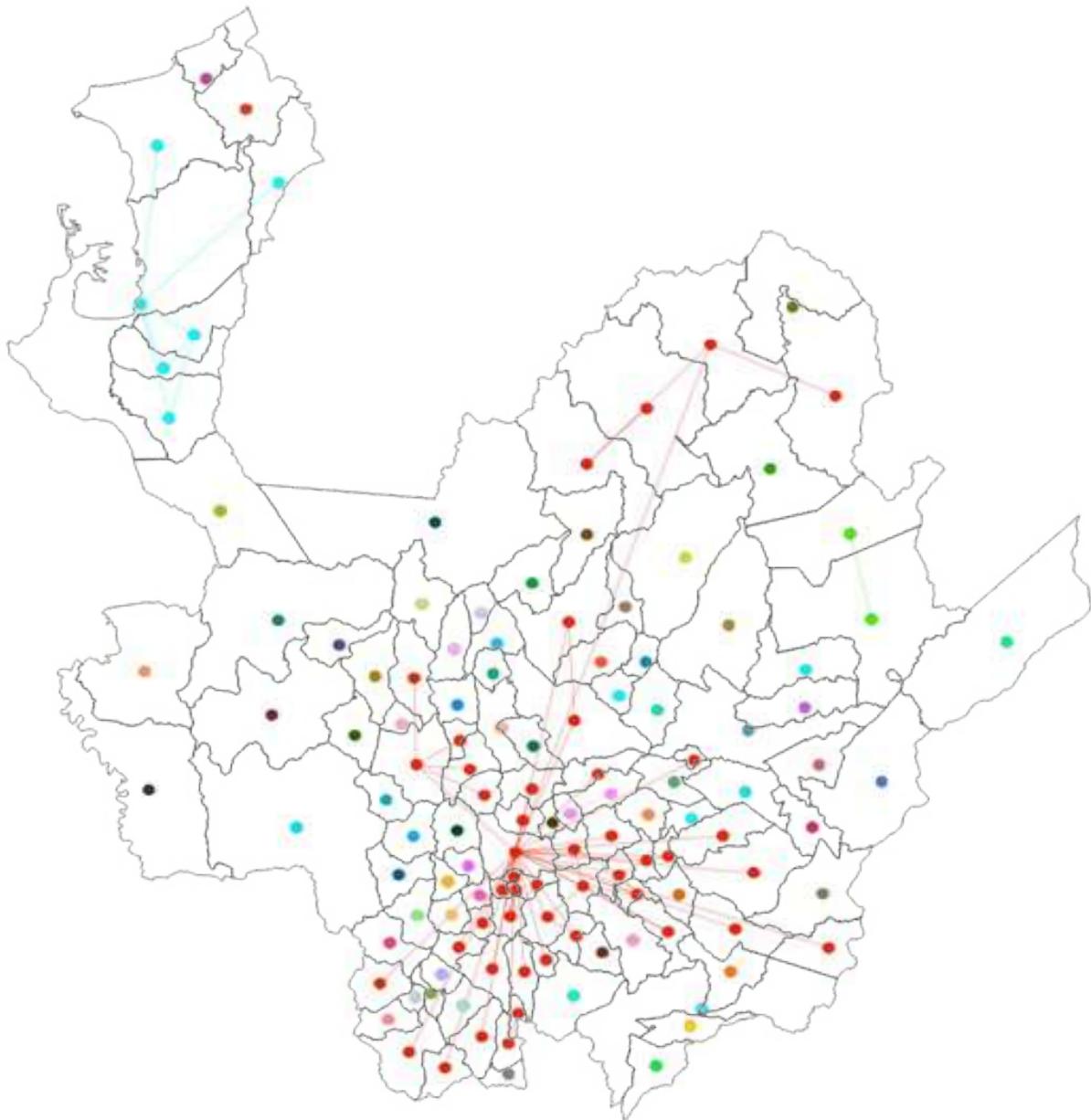
Tabla 3. Descriptivos de flujos por nivel de riesgo COVID-19.

Riesgo ->	Alto	Medio	Bajo
Número de municipios	25	64	36
Flujo de corte promedio	4,024	1,573	1,209
Desviación estándar	3,139	1,205	1,619
Flujo de corte mínimo	260	180	10
Primer cuartil (Q1)	1,540	683	365
Segundo cuartil (Q2)	2,950	1,435	595
Tercer cuartil (Q3)	5,840	1,930	1,198
Flujo de corte máximo	9,000	6,050	9,000



La Figura 7. Presenta la red de interconexiones municipales una vez se han eliminado los flujos menores a 1,198. El número de componentes (municipios o grupos de municipios que se separan de la red principal) es de 57, que contienen un total de 59 municipios.

Figura 7. Componentes generados con un punto de corte de 1,080 (Escenario TODOS).





La Tabla 4 presenta los 59 municipios que cumplen con el primer requisito de activación. Nótese que con el punto de corte en 1,198 aparecen cuatro municipios que tiene un elevado nivel de insularidad y ya reportaron casos de COVID-19: Copacabana, Girardota, San Francisco y Frontino. Con respecto a los dos primeros, Copacabana y Girardota, se puede argumentar que su cercanía al Área Metropolitana del Valle de Aburrá incrementa considerablemente el riesgo de contagio. San Francisco y Frontino, quedan entonces como dos municipios que a pesar de su algo grado de aislamiento terminaron siendo infectados por el COVID-19. Esta misma información queda

reportada en la Figura 8 en donde se puede apreciar la distribución espacial de los municipios más insulares de Antioquia. Sobre los polígonos se indica con líneas diagonales el nivel de riesgo por COVID-19 a 19 de abril de 2020. Los municipios con líneas negras son aquellos con alto riesgo: municipios con casos positivos de COVID-19; los municipios con líneas amarillas son aquellos con riesgo medio: sin casos confirmados de COVID-19 y casos notificados en alertas; y los municipios sin líneas son aquellos municipios sin riesgo: Sin casos confirmados de COVID-19 y sin notificación de alertas.





Tabla 4. Municipios más insulares de Antioquia y nivel de riesgo COVID-19

MURINDO	10	VEGACHI	540
ANORI	180	AMALFI	550
VIGIA DEL FUERTE	180	ANZA	580
LA UNION	230	BRICENO	590
SAN ANDRES DE CUERQUIA	240	PUERTO NARE	590
ARGELIA	260	ARMENIA	600
<b>COPACABANA</b>	<b>260</b>	CARACOLI	610
TARSO	290	CAICEDO	710
NARINO	320	CAMPAMENTO	710
SONSON	320	MACEO	730
YALI	320	SAN ROQUE	820
YOLOMBO	320	EBEJICO	910
GUADALUPE	340	MUTATA	910
ALEJANDRIA	350	PEQUE	920
CONCEPCION	370	VALDIVIA	920
SABANALARGA	370	ARBOLETES	930
SAN JOSE DE LA MONTANA	370	CANASGORDAS	930
NECHI	390	SAN JUAN DE URABA	930
URAMITA	390	ZARAGOZA	990
ABRIAQUI	400	LIBORINA	1020
CAROLINA	400	URRAO	1020
BARBOSA	410	CONCORDIA	1040
<b>GIRARDOTA</b>	<b>410</b>	ITUANGO	1060
GOMEZ PLATA	420	CARAMANTA	1070
TOLEDO	420	GIRALDO	1080
YONDO	430	<b>SAN FRANCISCO</b>	<b>1160</b>
PUEBLORRICO	450	<b>FRONTINO</b>	<b>1170</b>
DABEIBA	470	REMEDIOS	1180
BETULIA	530	SEGOVIA	1180
HELICONIA	530		

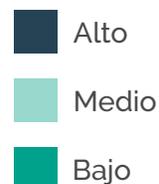
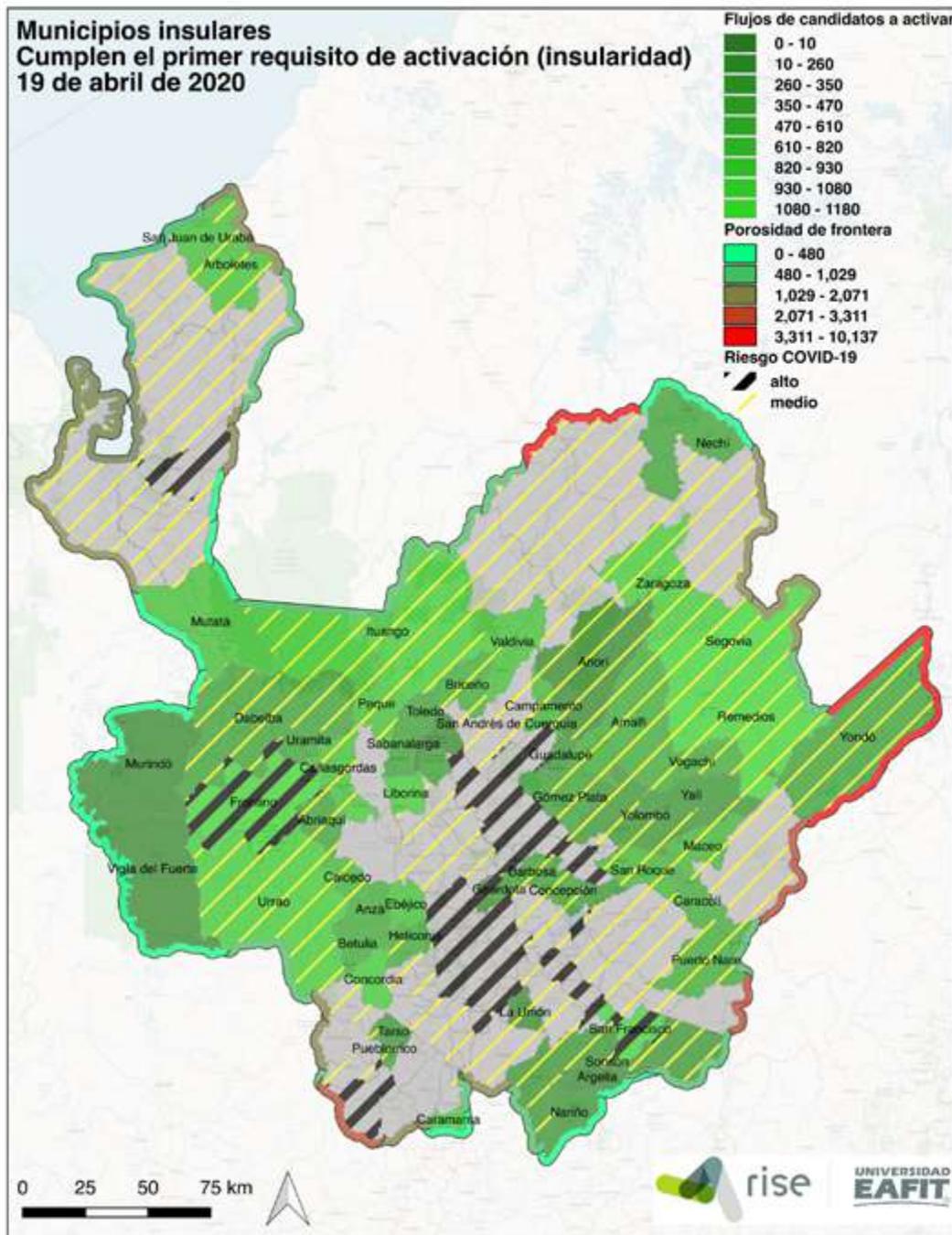




Figura 8. distribución espacial de los municipios más insulares de Antioquia junto con el riesgo COVID-19 asociado.





Paso 2: Otras consideraciones para asegurar una activación segura.

Dado el alto nivel de contagio del COVID-19, nuestro equipo propone las siguientes consideraciones adicionales para la activación económica de un municipio:

**Condición 1:** Ningún municipio candidato debe estar localizado en una frontera departamental con alto grado de porosidad: Dado que Antioquia no es una isla, es necesario considerar los flujos de entrada y salida del departamento. Un municipio con alto grado de porosidad (indicado en los mapas con un segmento de frontera departamental en tonos rojos) significa que por dicha frontera entra y sale un alto volumen de personas desde otros municipios por fuera de Antioquia. Un municipio con bajo grado de porosidad (indicado en los mapas con un segmento de frontera departamental en tonos verdes) significa que por dicha frontera entra y sale un bajo volumen de personas desde otros municipios por fuera de Antioquia y por lo tanto tiene una probabilidad de infección por COVID-19 menor que una frontera porosa.

**Condición 2:** Ningún municipio candidato debe estar localizado al lado de un municipio de alto riesgo, es decir, al lado de municipios que ya tienen casos confirmados de COVID-19: La cercanía espacial a municipios que ya tienen casos confirmados de COVID-19 podría poner en serio riesgo la salud de los habitantes de un municipio que se decida activar en este piloto.

**Condición 3:** Ningún municipio candidato debe estar localizado en una zona de riesgo medio de COVID-19: Observaciones realizadas por nuestro equipo, indican que la transición de riesgo medio a riesgo elevado altamente probable en un contexto en el que no hay buenas herramientas de trazabilidad de los casos sospechosos y escasas de pruebas para laboratorio para COVID-19.



## Recomendación de política pública

Una vez aplicadas las otras consideraciones para asegurar una activación segura llegamos a la lista final de 17 municipios candidatos para la implementación de un programa de activación económica segura. Los municipios son presentados en la Figura 9. En caso de contar con un apropiado control de fronteras, se podría considerar la eliminación de las condiciones 1 y 2 lo cual posibilitaría la activación económica de 10 municipios adicionales (27 en total), los cuales se presentan en la Figura 10. Estos 27 municipios corresponden a aquellos marcados en verde en la Tabla 4.



Figura 9. Recomendación de 17 municipios a activar en un entorno de bajo riesgo

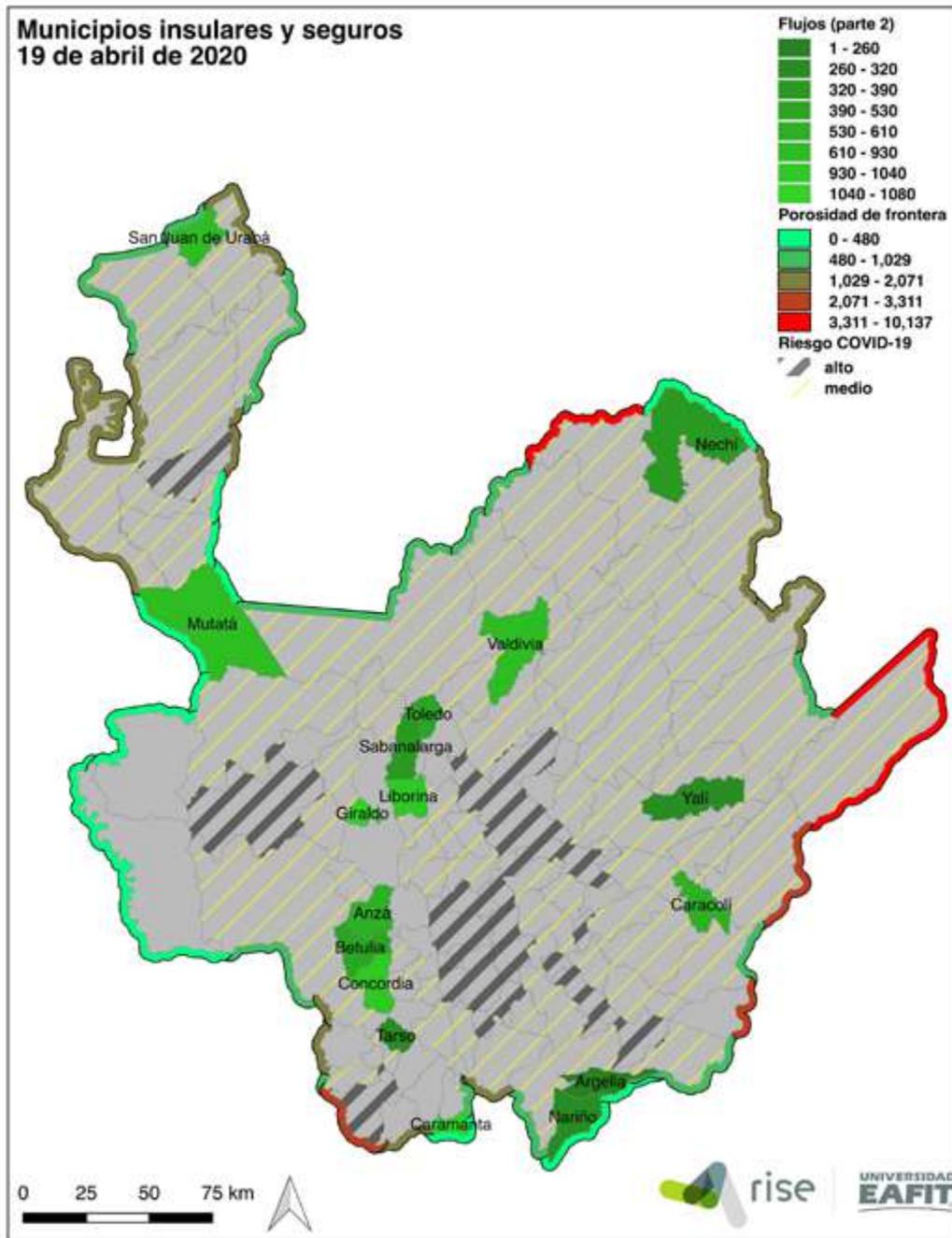
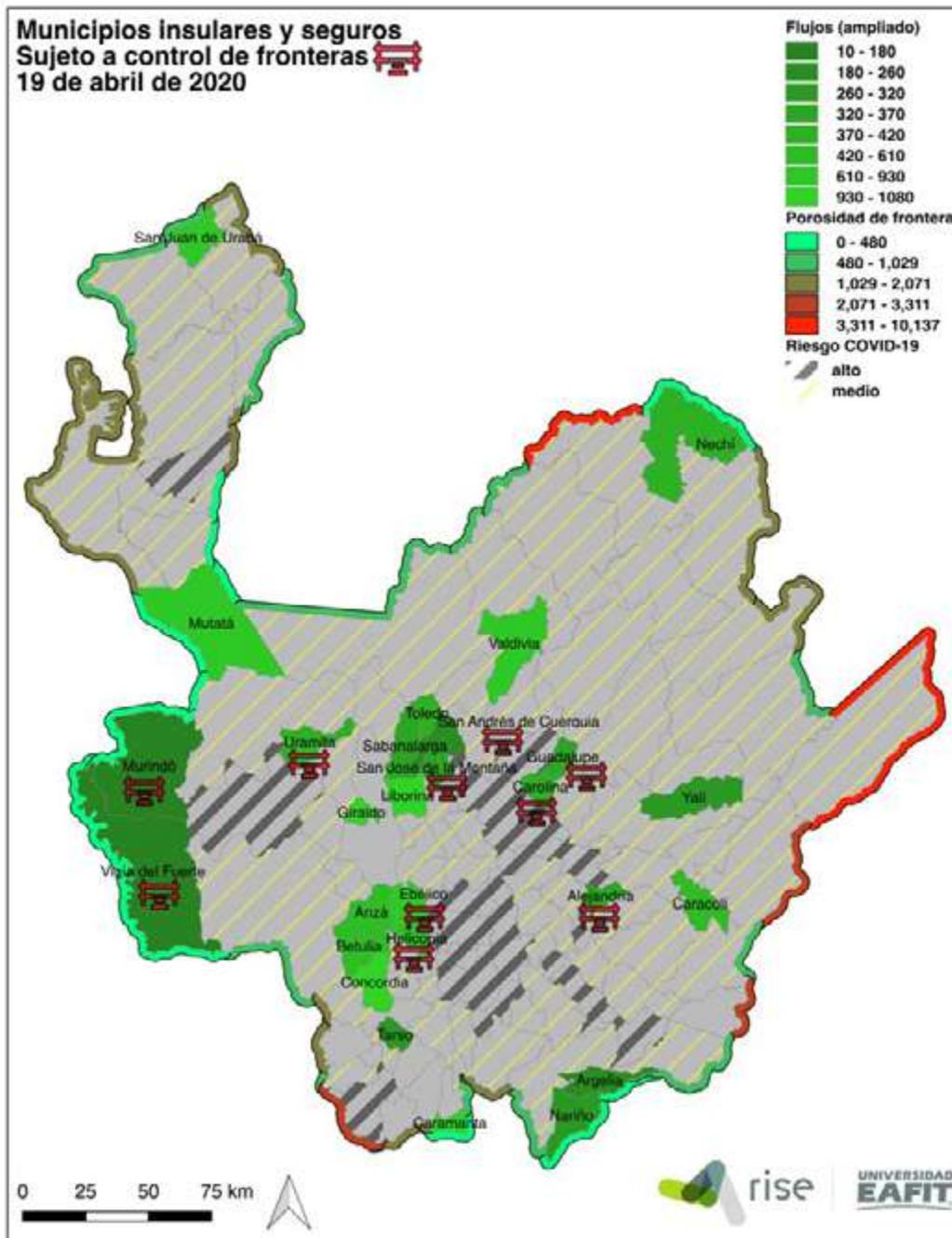




Figura 10. Recomendación de 27 municipios a activar en un entorno de bajo riesgo sujeto a control de fronteras.



## 4. Riesgo Idiosincrático y Reactivación Sectorial

.....

*César Tamayo*<sup>1</sup>

*Alfredo Villca*<sup>2</sup>

*Juan Camilo Chaparro*<sup>3</sup>

---

1. Escuela de Economía y Finanzas. Universidad EAFIT. Correo electrónico: ctamayot@eafit.edu.co

2. Alfredo Villca. Estudiante. Doctorado en Economía. Universidad EAFIT. Correo electrónico: avillca@eafit.edu.co

3. Juan Camilo Chaparro. Docente e investigador. Universidad EAFIT. Correo electrónico: jcchaparco@eafit.edu.co



# Introducción

---

56

Un reto conjunto de la política pública y del sector privado es reactivar los procesos de producción e intercambio minimizando los riesgos de contagio en los espacios de trabajo, es decir, minimizando el riesgo idiosincrático propio de cada industria. El riesgo idiosincrático se puede administrar por medio del diseño e implementación de protocolos de seguridad, pero es importante tener en cuenta las brechas de riesgo que pueden existir entre industrias y ocupaciones diferentes.

En este capítulo se analizan los riesgos asociados a distintas industrias, así como su contribución al empleo y composición por tamaño de empresa con el fin de sugerir la conveniencia de reactivar gradualmente alguno de ellos y diseñar los protocolos de seguridad adecuados. El ejercicio principal que aquí se proponen hace un esfuerzo por clasificar sectores según el riesgo idiosincrático al cual están expuestos sus trabajadores, según los oficios en los cuales ellos se especializan.

## Metodología para la medición del riesgo idiosincrático por industria

57 Esta sección propone una metodología para medir el riesgo idiosincrático por industria con base en la composición ocupacional de cada sector y algunas características de sus principales ocupaciones. La metodología combina información de la principal encuesta mensual sobre el mercado de trabajo colombiano (la Gran Encuesta Integrada de Hogares –GEIH– del DANE) con una base de datos de libre acceso que reporta múltiples características cuantificables para cientos de ocupaciones (la Red de Información Ocupacional –O\*Net– del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos). La base de datos O\*Net mide la proximidad física y el riesgo de contagio de enfermedades para 967 ocupaciones, entre otras variables.

La Tabla 1 presenta la población ocupada en cada una de las 87 ramas industriales de la economía colombiana durante febrero

de 2020, antes del inicio de la emergencia sanitaria, según la Gran Encuesta Integrada de Hogares. En todo Colombia hubo cerca de 21.9 millones de personas ocupadas; en Antioquia, la población ocupada rondó los 2.5 millones de trabajadores y en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) el número de personas ocupadas fue ligeramente menor a 1.8 millones.



Tabla 1. Población ocupada por rama industrial en Colombia, Antioquia y el AMVA, Febrero 2020

Fuente: cálculos basados en la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) del DANE. El acrónimo AMVA corresponde al Área Metropolitana del Valle de Aburra. La población ocupada incluye trabajadores formales e informales.

Código	Actividades económicas (CIU Rev. 4 a 2 dígitos)	Colombia	Antioquia	AMVA
01	Agricultura, ganadería y caza	3,107,846	351,425	10,184
02	Silvicultura y extracción de madera	23,157	906	906
03	Pesca y acuicultura	246,377	1,168	-
05	Extracción de carbón de piedra y lignito	9,902	-	-
06	Extracción de petróleo crudo y gas natural	96,479	-	-
07	Extracción de minerales metalíferos	10,472	1,467	1,467
08	Extracción de otras minas y canteras	66,299	2,110	942
09	Actividades de servicios de apoyo para la explotación de minas	5,432	-	-
10	Elaboración de productos alimenticios	520,685	49,411	48,244
11	Elaboración de bebidas	71,471	7,712	7,712
12	Elaboración de productos de tabaco	4,404	-	-
13	Fabricación de productos textiles	80,200	18,527	6,409
14	Confección de prendas de vestir	397,158	93,955	91,511
15	Curtido de cueros y fabricación de calzado	147,598	19,543	19,543
16	Transformación de la madera y derivados, excepto muebles	44,682	6,942	4,830
17	Fabricación de papel, cartón y derivados	80,393	6,474	6,474
18	Actividades de impresión y grabaciones originales	31,879	8,457	8,457
19	Coquización, refinación del petróleo y actividad de mezcla de combustibles	10,672	-	-
20	Fabricación de sustancias y productos químicos	81,688	11,451	9,648
21	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales	76,493	3,352	2,184
22	Fabricación de productos de caucho y de plástico	74,842	13,744	13,744
23	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	86,414	5,287	5,287
24	Fabricación de productos metalúrgicos básicos	8,802	2,372	2,372
25	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	260,991	16,366	16,366
26	Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	6,896	954	954
27	Fabricación de aparatos y equipo eléctrico	31,347	14,755	14,755
28	Fabricación de maquinaria y equipo	27,727	8,039	3,693
29	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques	25,176	3,576	3,576
30	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte	13,748	3,174	3,174
31	Fabricación de muebles, colchones y somieres	176,829	18,887	18,887
32	Otras industrias manufactureras	111,391	24,377	24,377
33	Instalación, mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo	74,077	3,685	3,685
35	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	94,055	11,982	11,982
36	Captación, tratamiento y distribución de agua	44,444	1,906	1,906
37	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	8,970	3,776	-
38	Recolección y tratamiento de desechos, recuperación de materiales	121,057	12,509	12,509
39	Actividades de saneamiento ambiental y servicios de gestión de desechos	3,856	-	-
41	Construcción de edificios	980,870	108,981	81,419
42	Obras de ingeniería civil	250,352	43,228	38,417
43	Actividades especializadas para la construcción y las obras civiles	328,050	38,513	32,221
45	Comercio, mantenimiento y reparación de vehículos y motocicletas	537,553	71,600	49,192
46	Comercio al por mayor, excepto el comercio de vehículos y motocicletas	442,334	78,285	69,033
47	Comercio al por menor, excepto el de vehículos y motocicletas	2,990,057	326,638	242,334
49	Transporte terrestre; transporte por tuberías	1,223,517	122,347	98,556
50	Transporte acuático	20,197	897	897



La Gran Encuesta Integrada de Hogares permite desagregar la población ocupada en cada rama industrial en 72 oficios diferentes de la Clasificación Nacional de Ocupaciones de 1970 (C.N.O. 1970). Infortunadamente, los 72 oficios de la Clasificación Nacional de Ocupaciones no coinciden directamente con la clasificación de ocupaciones de los Estados Unidos, por lo que fue necesario construir correlativas por industria y oficio para identificar las ocupaciones estadounidenses que mejor calzaban con los oficios colombianos. Se construyeron correlativas para los cuatro oficios más importantes de 41 industrias colombianas, las cuales representaron el 81,3% de los puestos de trabajo del AMVA en febrero de 2020.

La Red de Información Ocupacional –O\*Net– del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos caracteriza las ocupaciones, entre otras variables, según la proximidad física que exige la labor y la exposición a enfermedades e infecciones que subyace en su ejercer. Dicha caracterización se hace a partir de exhaustivas encuestas ocupacionales de amplia cobertura y resulta en índices que toman valores de 0 (baja proximidad o exposición) a 100 (alta proximidad o exposición). Por ejemplo, el índice de proximidad física para los dentistas en la base de

datos O\*Net es igual a 99 sobre 100; el índice de exposición a enfermedades para la misma ocupación es 95 sobre 100.

Usando los datos de la Red de Información Ocupacional –O\*Net– y las correlativas por industria y oficio, fue posible obtener un factor de riesgo promedio para los cuatro oficios colombianos más importantes al interior de cada una de las 41 industrias analizadas. Para ilustrar los cálculos realizados, las Tablas 2 y 3 presentan los oficios colombianos (con su rama industrial asociada) que presentan los mayores índices de proximidad física y exposición a enfermedades. Finalmente, el factor de riesgo de cada industria se calculó como un promedio ponderado del riesgo de los oficios asociados a cada industria, donde el empleo por industria y oficio se utilizó como ponderador.



Tabla 2. Oficios y ramas industriales con mayor índice de proximidad física

Fuente: Elaboración propia a partir de O\*Net y la GEIH. El índice de proximidad física se mide en una escala de 0 a 100. Entre mayor es el índice, mayor es la proximidad física que se requiere para ejercer las funciones propias de la ocupación.

Rama Industrial (CIIU Rev. 4 a 2 dígitos)	Oficio (Clasificación Nacional de Ocupaciones 1970)	Proximidad Física
[86] Actividades de atención de la salud humana	Enfermeros, optómetras, fisioterapeutas, técnicos en radiología, Instrumentador quirúrgico	95
[86] Actividades de atención de la salud humana	Médicos, cirujanos, asistentes médicos, odontólogos, asistentes dentistas	94
[49] Transporte terrestre	Conductores de vehículos de transporte	82
[56] Actividades de servicios de comidas y bebidas	Cocineros, camareros, bármanes y trabajadores asimilados	79
[92] Actividades de juegos de azar y apuestas	Vendedores, empleados de comercio y trabajadores asimilados	78

Tabla 3. Oficios y ramas industriales con mayor índice de exposición a enfermedades

Fuente: Elaboración propia a partir de O\*Net y la GEIH. El índice de exposición a enfermedades se mide en una escala de 0 a 100. Entre mayor es el índice, mayor es la frecuencia con la cual un trabajador que ejerce la ocupación se ve expuesto a enfermedades o infecciones.

Rama Industrial (CIIU Rev. 4 a 2 dígitos)	Oficio (Clasificación Nacional de Ocupaciones 1970)	Exposición a Enfermedades
[86] Actividades de atención de la salud humana	Enfermeros, optómetras, fisioterapeutas, técnicos en radiología, Instrumentador quirúrgico	95
[86] Actividades de atención de la salud humana	Médicos, cirujanos, asistentes médicos, odontólogos, asistentes dentistas	95
[38] Recolección, tratamiento y disposición de desechos	Peones no clasificados bajo otros epígrafes	64
[55] Alojamiento	Trabajadores de los servicios no clasificados bajo otros epígrafes	50
[97] Actividades de los hogares empleadores personal doméstico	Trabajadores de los servicios no clasificados bajo otros epígrafes	48

Como puede esperarse, aquellos oficios relacionados con el cuidado personal y la salud se encuentran entre los de mayor proximidad física y exposición a enfermedades. Adicionalmente, se observa que oficios como el de cocineros, camareros y bármanes, y el de vendedores del sector de apuestas y juegos de azar se encuentran

entre los que requieren mayor proximidad física, mientras que los trabajadores de alojamiento y de recolección de basuras tienen una elevada exposición a enfermedades e infecciones en su lugar de trabajo. A continuación se discuten las medidas de riesgo idiosincrático que fueron calculadas para 41 ramas industriales.



## Medidas de riesgo idiosincrático por industria

Para obtener las dos dimensiones del riesgo idiosincrático sectorial (proximidad física y exposición a enfermedades) se calculó un promedio ponderado del riesgo por rama industrial, donde la ponderación la da el peso relativo de personas ocupadas en cada

oficio (según la Clasificación Nacional de Ocupaciones de 1970). Los resultados de este ejercicio para el Área Metropolitana del Valle de Aburra se presentan en los Gráficos 1 y 2.

**Gráfico 1. Índice de proximidad física para 41 ramas industriales**

Fuente: Cálculos propios basados en la GEIH y O\*Net. El índice de proximidad física se mide en una escala de 0 a 100. Entre mayor es el índice, mayor es la proximidad que se requiere para trabajar en las ocupaciones propias de la industria. El código CIU Rev. 4 a dos dígitos de cada rama corresponde al número en corchetes cuadrados. Cálculos basados en el empleo para el AMVA en febrero de 2020. El nombre completo y el nivel de empleo de cada rama industrial se pueden consultar en la Tabla 1.

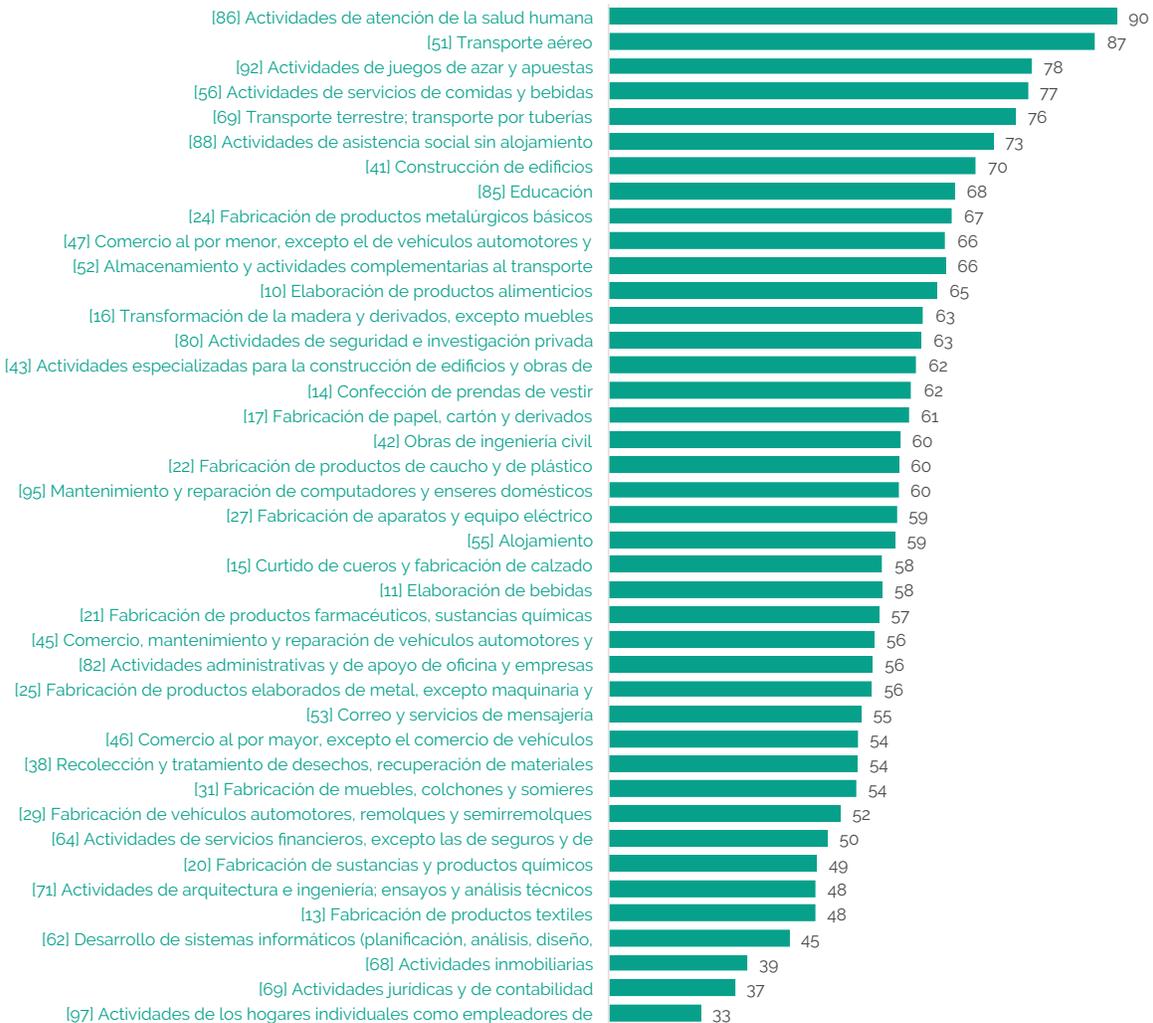
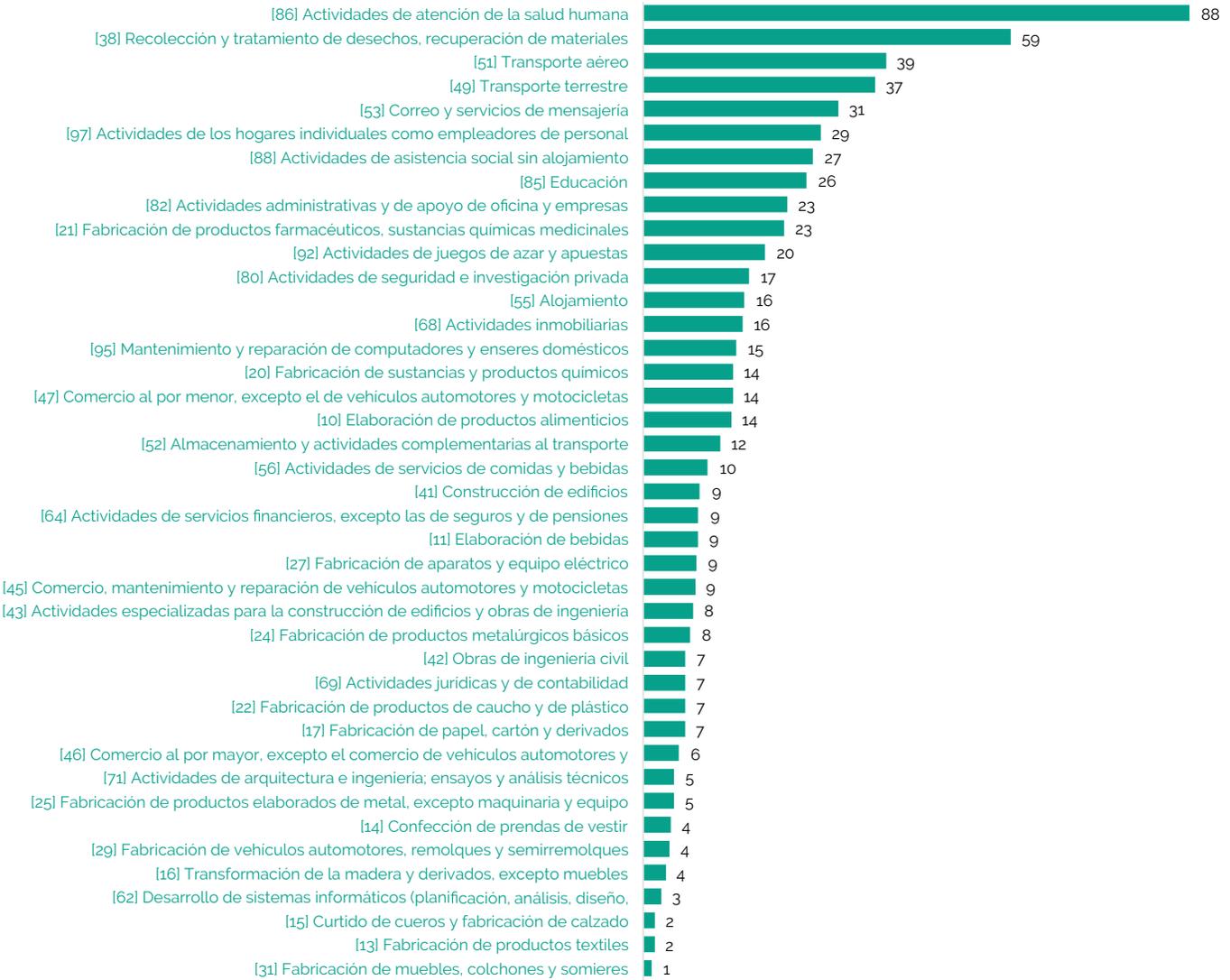


Gráfico 2. Índice de exposición a enfermedades para 41 ramas industriales

Fuente: Cálculos propios basados en la GEIH y O\*Net. El índice de exposición a enfermedades se mide en una escala de 0 a 100. Entre mayor es el índice, mayor es la frecuencia con la cual las personas que ejercen ocupaciones propias de cada industria se encuentran expuestas a enfermedades o infecciones. El código CIU Rev. 4 a dos dígitos de cada rama industrial corresponde al número en corchetes cuadrados. Cálculos basados en el empleo para el AMVA en febrero de 2020. El nombre completo y el nivel de empleo de cada rama industrial se pueden consultar en la Tabla 1.





El Gráfico 1 hace evidente que, entre los sectores con mayor riesgo por proximidad física se encuentran la atención a la salud humana, el transporte aéreo, los juegos de azar y apuestas, y los servicios de comidas y bebidas. A su turno, entre los sectores de menor riesgo se encuentran varias actividades de la manufactura (textiles, vehículos, muebles) y algunos servicios personales y profesionales como la contabilidad, el derecho y las asesorías inmobiliarias. Es notable el hecho de que el sector de construcción de edificios exhiba un alto riesgo por proximidad (70 sobre 100), lo cual puede explicarse porque esta actividad cuenta con altos niveles de especialización por etapas de obra, algunas de ellas con relativo bajo riesgo, como las asociadas a movimiento de tierras y fundaciones, y otras con relativo alto riesgo como acabados. Esto es consistente con la relativamente baja clasificación de riesgo por proximidad física que obtiene obras de ingeniería civil (60 sobre 100), cuyas obras se asimilan más a las etapas tempranas de las edificaciones. Nótese también que un número importante de actividades manufactureras requieren baja proximidad física en el lugar de trabajo.

Al estudiar el índice de exposición a enfermedades del Gráfico 2, se observa que, en adición a los sectores de la salud y el transporte aéreo, el transporte terrestre y la recolección y tratamiento de desechos son también actividades de alto riesgo. Nueva-

mente, nótese que algunas actividades manufactureras exhiben una baja exposición de sus trabajadores a enfermedades. El contraste entre el comercio al por mayor y el comercio al por menor también es relevante. El índice de proximidad física es más alto en las actividades de comercio al por menor (66 vs. 54). De igual forma, el índice de exposición a enfermedades es más alto en el comercio al por menor, al ser comparado con el comercio al por mayor (14 vs. 6).

Es posible concluir que el comercio al por menor tiene un mayor riesgo idiosincrático que el comercio al por mayor.

Al combinar las dimensiones de proximidad física y exposición a enfermedades, es posible obtener una caracterización de sectores según su nivel de riesgo frente a la presencia de un virus altamente contagioso como el SARS-CoV-2. El Gráfico 3 presenta esta caracterización. Cada burbuja representa 38 de las 41 ramas industriales analizadas. El gráfico no incluye tres ramas industriales de muy alto riesgo idiosincrático (actividades de atención a la salud humana, el transporte aéreo y la recolección de desechos), con el propósito de destacar lo que ocurre en las demás industrias.

La posición de cada burbuja en el eje horizontal corresponde al índice de proximidad física reportado en el Gráfico 1, mientras que la posición en el eje vertical corresponde al índice de exposición a enfermedades



Código	Actividades económicas (CIU Rev. 4 a 2 dígitos)	Colombia	Antioquia	AMVA
51	Transporte aéreo	10,149	877	877
52	Almacenamiento y actividades complementarias al transporte	262,172	19,050	12,163
53	Correo y servicios de mensajería	141,122	16,905	16,905
55	Alojamiento	133,686	18,947	5,976
56	Actividades de servicios de comidas y bebidas	1,622,298	134,631	109,099
58	Actividades de edición	8,377	-	-
59	Actividades cinematográficas, de video y programas de televisión, y música	13,551	2,834	2,834
60	Actividades de programación, transmisión y/o difusión	16,466	5,101	1,035
61	Telecomunicaciones	130,082	12,819	10,393
62	Desarrollo de sistemas informáticos	144,374	30,563	30,563
63	Actividades de servicios de información	5,167	-	-
64	Actividades de servicios financieros, excepto las de seguros y de pensiones	227,117	31,563	27,446
65	Seguros sociales y fondos de pensiones	87,568	19,583	19,583
66	Actividades auxiliares de las actividades de servicios financieros	14,812	5,311	5,311
68	Actividades inmobiliarias	262,589	45,193	42,131
69	Actividades jurídicas y de contabilidad	161,285	19,140	17,972
70	Actividades de administración empresarial y consultoría de gestión	73,495	14,431	14,431
71	Actividades de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos	141,002	21,527	21,527
72	Investigación científica y desarrollo	16,037	-	-
73	Publicidad y estudios de mercado	69,928	8,693	8,693
74	Otras actividades profesionales, científicas y técnicas	69,589	14,842	14,842
75	Actividades veterinarias	10,760	2,656	2,656
77	Actividades de alquiler y arrendamiento	59,666	8,136	5,710
78	Actividades de empleo	40,079	6,891	6,891
79	Actividades de las agencias de viajes y operadores turísticos	35,890	2,492	2,492
80	Actividades de seguridad e investigación privada	109,657	6,619	6,619
81	Actividades de servicios a edificios y paisajismo (jardines, zonas verdes)	362,817	41,024	32,807
82	Actividades administrativas y de apoyo de oficina y empresas	206,466	48,707	48,707
84	Administración pública y defensa; planes de seguridad social	571,479	48,398	42,852
85	Educación	959,225	96,411	75,740
86	Actividades de atención de la salud humana	665,363	77,038	62,984
87	Actividades de atención residencial medicalizada	22,333	4,085	4,085
88	Actividades de asistencia social sin alojamiento	185,557	27,388	25,162
90	Actividades creativas, artísticas y de entretenimiento	73,549	7,400	3,573
91	Actividades de bibliotecas, archivos, museos y otras actividades culturales	6,521	-	-
92	Actividades de juegos de azar y apuestas	108,612	7,397	4,881
93	Actividades deportivas y actividades recreativas y de esparcimiento	115,605	14,889	8,937
94	Actividades de asociaciones	179,603	15,721	15,721
95	Mantenimiento y reparación de computadores y enseres domésticos	238,550	19,661	15,012
96	Otras actividades de servicios personales	594,569	67,022	54,224
97	Actividades de los hogares como empleadores de personal doméstico	707,455	59,321	43,175
99	Actividades de organizaciones y entidades extraterritoriales	6,360	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>21,927,822</b>	<b>2,502,043</b>	<b>1,791,851</b>



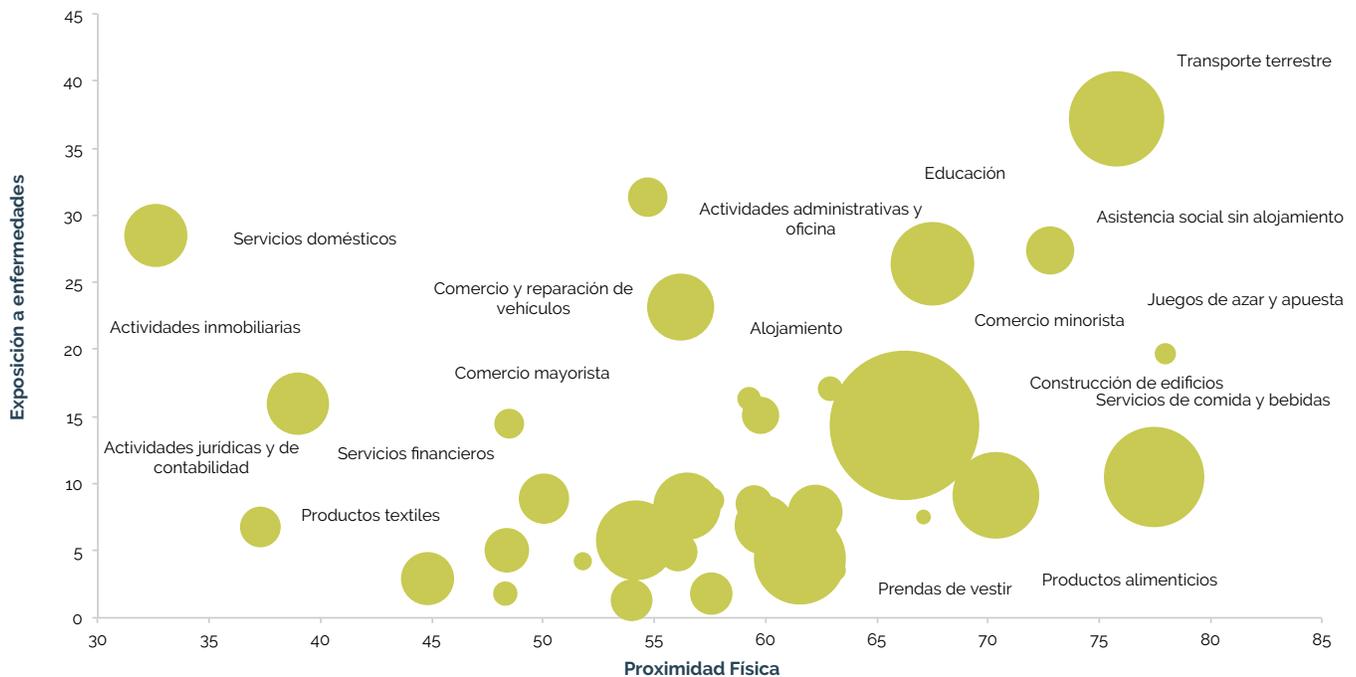
reportado en el Gráfico 2. El tamaño de cada burbuja corresponde a la participación relativa del sector en el empleo total del AMVA en febrero de 2020.

Del Gráfico 3 se destaca, entre otras cosas, que sectores con relativo alto riesgo idiosincrático de operación (en relación con la propagación del SARS-CoV-2) como transporte terrestre, educación, asistencia social sin alojamiento, servicios de comidas y bebidas y el comercio minorista concen-

tran una cantidad importante del empleo. Asimismo, se puede identificar un clúster de actividades de relativo bajo riesgo, como las actividades jurídicas y de contabilidad, los servicios financieros y el desarrollo de sistemas informáticos. Entre los sectores de la manufactura, se destaca por su bajo riesgo idiosincrático la fabricación de productos textiles, los productos del cuero y la elaboración de calzado, la fabricación de vehículos automotores y sus partes, y la fabricación de muebles.

### Gráfico 3. Riesgo idiosincrático y empleo por rama industrial

Fuente: Cálculos propios basados en la GEIH y O\*Net. El gráfico presenta la información para 38 de las 41 ramas industriales analizadas. Se excluyeron tres industrias con un muy alto riesgo idiosincrático (actividades de atención a la salud humana, transporte aéreo y recolección de desechos). El eje horizontal corresponde al índice de proximidad física (Gráfico 1). Entre mayor es el índice de proximidad física, mayor es la proximidad entre personas que se requiere para trabajar en las ocupaciones propias de la industria. El eje vertical corresponde al índice de exposición a enfermedades (Gráfico 2). Entre mayor es el índice de exposición a enfermedades, mayor es la frecuencia con la cual las personas que ejercen ocupaciones propias de cada industria se encuentran expuestas a enfermedades o infecciones. El tamaño de cada burbuja corresponde a la participación de cada rama industrial en el empleo del Área Metropolitana del Valle de Aburrá durante febrero de 2020.





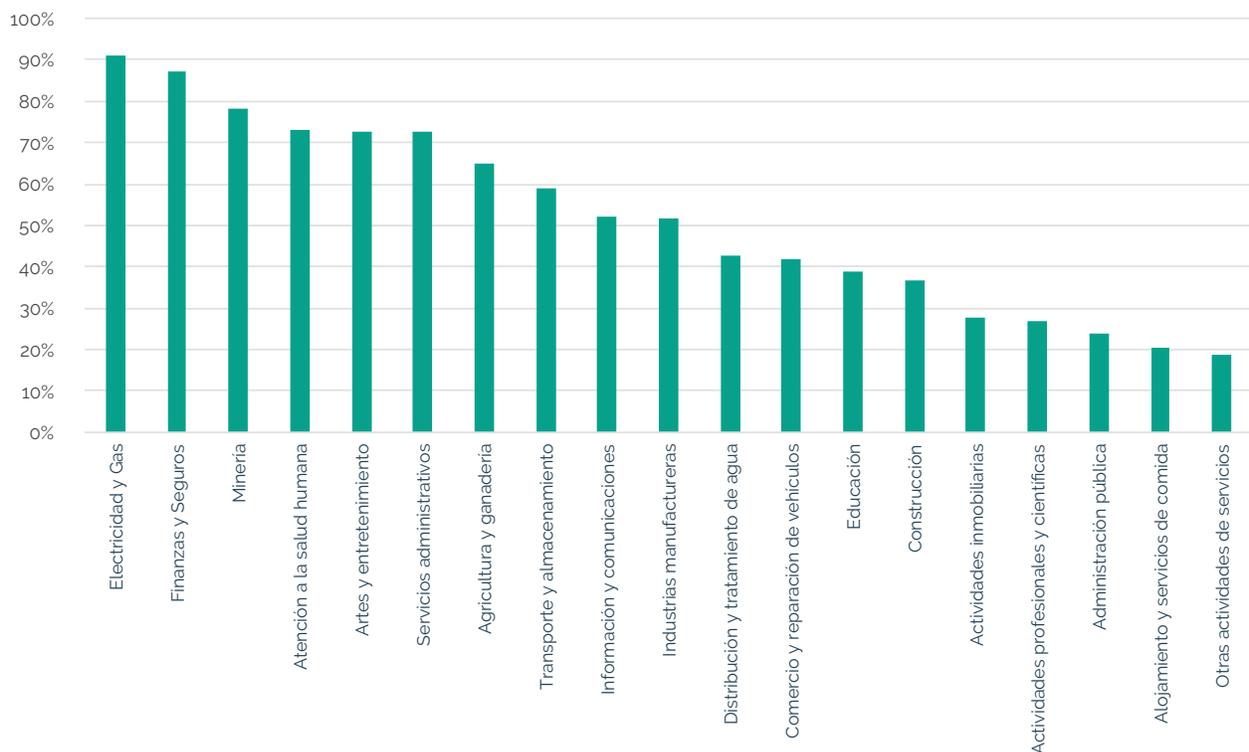
Otra alternativa para evaluar el nivel de riesgo de los distintos sectores y priorizar su reactivación temprana puede asociarse a su composición por tamaño de empresa. La lógica en este caso es que sectores con mayor participación de empresas grandes y medianas seguramente tendrán, en promedio, una menor densidad de empleados en el lugar de trabajo y probablemente requerirán una menor proximidad física. Asimismo, en sectores en los que pocas unidades productivas generen el grueso del empleo podría ejercerse un monitoreo más directo y exhaustivo en lo que se refiere a protocolos industriales, incluyendo, sobre todo, el diseño e implementación de planes de movi-

lidad a nivel de empresa o planta. El Gráfico 4 presenta la fracción del empleo que concentran las empresas pequeñas y medianas en cada sector para el caso de Medellín.

Este análisis confirma que, por ejemplo, que más del 50% del empleo de la Industria Manufacturera se genera en empresas grandes y medianas, lo cual nuevamente lo sugiere como un sector donde el riesgo epidemiológico podría ser mitigado con menor dificultad. Del otro extremo se tiene al sector de Alojamiento y Servicios de Comida donde, como es sabido, el grueso del empleo es generado por pequeños y micro establecimientos.

Gráfico 4. Porcentaje del empleo generado por empresas grandes y medianas por sector

Fuente: cálculos basados en información de la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia.



## Conclusiones

Este capítulo propone una breve metodología para medir el riesgo idiosincrático en dos dimensiones, relacionadas con características intrínsecas de las ocupaciones y los procesos de producción: (1) la necesidad de ejercer el trabajo en cercanía o contacto con otros seres humanos (resumido en el índice de proximidad física) y (2) la frecuencia con la cual un trabajador está expuesto, bajo condiciones normales, a enfermedades en su sitio de trabajo (resumido en el índice de exposición a enfermedades). Los índices y niveles de empleo reportados en este capítulo permiten comparar el riesgo idiosincrático entre sectores industriales, en cualquiera de las dos dimensiones

El riesgo idiosincrático puede tenerse en cuenta para determinar el ritmo de reactivación sectorial de la economía, pero sus consecuencias van más allá. Una de las principales recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud para prevenir la propagación del virus SARS-CoV-2 es el distanciamiento social. Por lo tanto, los protocolos de seguridad deberían ser mucho más detallados y exigentes en aquellos sectores industriales con un mayor índice de proximidad física. El riesgo idiosincrático puede ser tenido en cuenta para futuros procesos de cuarentena nacional, para identificar industrias u ocupaciones en las cuales pueda ocurrir una rápida propagación y así evitar focos de contagio.

## 5. Cadenas productivas y su relación con el riesgo de contagio en Antioquia



*Daniel Medina*<sup>1</sup>

*Jesús Botero*<sup>2</sup>

*Alejandro Torres*<sup>3</sup>

---

1. Docente-investigador de la Universidad EAFIT- Email: dmedin17@eafit.edu.co

2. Docente-investigador de la Universidad EAFIT- Email: jabotero@eafit.edu.co

3. Docente-investigador de la Universidad EAFIT- Email: atorres7@eafit.edu.co



# Introducción

---

La reactivación económica del país requiere de un claro entendimiento acerca de los riesgos asociados de la actividad en un contexto de pandemia. Son muchos frentes los que se deben considerar en orden de que tener una efectiva reactivación y al mismo tiempo un riesgo bajo para la población en términos de contagio. Uno de ellos, es el entendimiento de las interrelaciones de todos los sectores sea como demandante de insumos o productor.

69

Para entender este relacionamiento, hay que identificar el grado de encadenamiento de cada sector. Un encadenamiento productivo se entiende como el grado de relacionamiento de un sector con las demás actividades de una economía. Formalmente, existen varios tipos de encadenamiento dependiendo de cómo se quiera evaluar la influencia del sector en la economía. Por ejemplo, un sector se puede relacionar con otros como demandante de insumos (encadenamiento hacia atrás), o como proveedor de bienes y servicios a otros sectores (encadenamiento hacia adelante). Asimismo, estas relaciones se pueden generar de manera directa (compra directamente al sector) e indirecta (su demanda activa otras demandas en segundo orden) dependiendo del mecanismo como se genere la demanda. A. Hirschmann es uno de los autores más reconocidos por sus análisis al respecto. En palabras de él, un encadenamiento hacia atrás implica que

“toda actividad económica no primaria inducirá intentos de abastecer los insumos necesarios en esa actividad a través de la producción nacional” (Boundi Chraki, 2016). Con respecto a los encadenamientos hacia adelante, “cualquier actividad que por su naturaleza no abastece exclusivamente las demandas finales, inducirá intentos de utilizar su producción como insumo en alguna actividad nueva” (Boundi Chraki, 2016). Es decir, existen sectores que son claves en términos de la reactivación del aparato productivo, pues tienen la capacidad de jalonar un potencial importante de demanda en la medida en que su producto es una combinación de la producción de muchos sectores.

En este trabajo, se busca analizar los encadenamientos productivos de la economía colombiana y luego extrapolar estas relaciones al caso de Antioquia y sus municipios. Para el cálculo de estos encadenamientos, se van a utilizar varias metodologías, reconocidas en esta literatura, las cuales utilizan la matriz insumo—producto como fuente de información para el cálculo. Asimismo, se va a identificar cual es el riesgo de contagio de cada cadena utilizando la información del índice de riesgo de contagio y la demanda potencial a abastecer de cada sector en los municipios del departamento.



## 2. Método de los encadenamientos

Para el uso de estos métodos, se siguen los resúmenes metodológicos propuestos por Fabris (2016) y Boundi (2016). Básicamente, el método de Rasmusen (1963) se reconoce por el cálculo de los encadenamientos totales, mientras que el enfoque de Chenery-Watabane (1958), se utiliza para el cálculo de los encadenamientos directos. Luego, Leontief (1985) utiliza estos para desagregar los encadenamientos de demanda entre directos y totales, y Ghosh (1958, 1968) para desagregar los encadenamientos de oferta.





## 2.1. Encadenamientos hacia atrás – mirada desde la demanda

Siguiendo a Fabris (2016), lo primero que debemos calcular es la matriz de coeficiente técnicos o de requerimientos directos  $A$ , utilizando la matriz  $Z$  de transacciones intersectoriales de los sectores productivos de la economía. Ésta es una matriz cuadrada  $n \times n$ , donde  $n$  serían el número de sectores productivos de la economía:

$$Z_{n \times n} = \begin{bmatrix} z_{ii} & \dots & z_{ij} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{ji} & \dots & z_{jj} \end{bmatrix}$$

Donde  $z_{ij}$ , es el valor de los insumos demandados por el sector  $j$  al sector  $i$ . También es necesario utilizar el vector  $x$  que relaciona el Valor Bruto de la Producción de cada sector  $j$ .

$$x'_{1 \times n} = [x_i \quad \dots \quad x_j]$$

Así, dividiendo cada una de las columnas de la matriz  $Z$  por su correspondiente valor en el vector  $x'$ , se obtiene la matriz  $A$ . Para hacer esto, se construye la matriz  $xd_{n \times n}$ , la cual es una matriz diagonal con los elementos de  $x$ . Así

$$A = Z * xd^{-1} = \begin{bmatrix} a_{ii} & \dots & a_{ij} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{ji} & \dots & a_{jj} \end{bmatrix}$$

Utilizando esta matriz, la cual relaciona los requerimientos directos de cada sector  $j$  (columnas) a los demás sectores (filas), se suman cada uno de esto, para obtener lo que se conoce como encadenamientos directos. Para ser esto, se multiplica  $A$  con un vector de  $i_n$  de unos:

$$bd' = i' * A$$

Ahora, para obtener los encadenamientos totales (directos e indirectos), se utiliza matriz de Leontief o de matriz de requerimientos directos e indirectos. La cual se obtiene mediante la siguiente operación:

$$L = (I - A)^{-1}$$

Donde  $I_{n \times n}$  es una matriz identidad del mismo tamaño que  $A$ .

Con esta matriz, realizando una operación similar a la de los encadenamientos directos se obtiene el vector de encadenamientos totales hacia atrás de cada sector.

$$bt' = i' * L$$



## 2.2 Encadenamientos hacia adelante – mirada desde la oferta

La mirada desde la oferta exige la construcción de relacionamientos similares a los anteriores, pero en vez de identificar los que requerimientos directos e indirectos, se contabilizan los coeficientes de producción de cada sector. Para hacer esto, se pueden utilizar dos mecanismos que derivan en una matriz B de coeficientes directos de producción. La forma más simple obtiene B transformando la matriz A, ya derivada, utilizando la matriz xd:

$$B = xd^{-1} * A * xd$$

Con esta matriz, y utilizando el vector i, se pueden obtener los encadenamientos hacia delante directos de cada sector:

$$fd' = i' * B$$

Asimismo, está misma operación se puede utilizar para hallar la matriz inversa del producto G, que nos permite estimar los encadenamientos hacia delante totales:

$$G = xd^{-1} * L * xd$$

$$ft' = i' * G$$

Finalmente, con estos vectores, se puede analizar el grado dependencia intersectorial

sea desde el lado de la demanda, o desde el lado de la oferta. La tabla 1, resume la lectura de esta dependencia.

Tabla 1. Clasificación de los sectores de la economía en función de sus Encadenamientos

		Encadenamiento hacia adelante	
		Bajo (<1)	Alto (>1)
Encadenamiento Hacia atrás	Alto (>1) II	Dependiente de la oferta intersectorial	I Sector dependiente
	Bajo (<1) III	Sector Independiente	IV Dependiente de la demanda intersectorial

Para comparar la dependencia intersectorial es necesario normalizar los vectores obtenidos, de tal forma que los encadenamientos sean comparables entre sectores. Para esto se utiliza la siguiente operación.

$$bdn' = n * i' * A / (i' * A * i)$$

$$btn' = n * i' * L / (i' * L * i)$$

$$fdn' = n * i' * B / (i' * B * i)$$

**Cadenas productivas y su relación**  
con el riesgo de contagio en Antioquia

Tabla 2. Encadenamientos productivos de la economía colombiana

$$ftn' = n * i' * G / (i' * G * i)$$

Actividades	Hacia atrás					Hacia adelante				Empleo formal Antioquia	
	Cuadrante	Directo	Total	Directo norm.	Total norm.	Directo	Total	Directo norm.	Total norm.	Participación	Total
Aceites	I	0.751	2.605	1.502	1.295	0.821	3.235	1.478	1.526	0.63%	13157
Actividad de los hogares	III	0.000	1.000	0.000	0.497	0.000	1.000	0.000	0.472	0.28%	5789
Administración pública	III	0.428	1.772	0.855	0.881	0.034	1.067	0.062	0.503	2.64%	55266
Agricultura	III	0.280	1.581	0.560	0.786	0.525	2.038	0.945	0.962	0.22%	4573
Agua	III	0.428	1.907	0.855	0.948	0.263	1.441	0.474	0.680	2.93%	61209
Aguas residuales	III	0.271	1.575	0.542	0.783	0.155	1.258	0.279	0.594	0.21%	4365
Alojamiento	III	0.494	1.910	0.989	0.949	0.362	1.739	0.652	0.821	0.02%	377
Apoyo para explotación de minas	IV	0.253	1.487	0.506	0.739	0.793	2.521	1.428	1.189	0.91%	19017
Azúcar y panela	II	0.605	2.047	1.209	1.018	0.431	1.900	0.776	0.896	0.64%	13402
Bebidas y tabaco	II	0.500	2.079	0.999	1.033	0.333	1.418	0.600	0.669	0.48%	10002
Café	IV	0.348	1.702	0.697	0.846	0.828	1.995	1.491	0.941	0.16%	3395
Caucho y plástico	I	0.741	2.687	1.481	1.335	1.128	3.275	2.030	1.545	0.45%	9509
Comercio	III	0.390	1.708	0.779	0.849	0.334	1.671	0.602	0.789	0.59%	12360
Confitería y chocolate	II	0.702	2.421	1.404	1.203	0.141	1.197	0.254	0.565	0.71%	14755
Cuero y calzado	II	0.598	2.225	1.197	1.106	0.306	1.511	0.550	0.713	0.04%	897
Derivados del petróleo	I	0.760	2.968	1.520	1.475	1.006	3.934	1.811	1.856	0.71%	14922
Desechos	III	0.441	1.917	0.882	0.953	0.417	1.689	0.751	0.797	0.01%	111
Edificaciones	II	0.553	2.211	1.107	1.099	0.013	1.021	0.024	0.482	0.26%	5441
Educación	III	0.269	1.465	0.537	0.728	0.066	1.107	0.120	0.522	0.73%	15308
Electrónica e informática	I	0.629	2.390	1.259	1.188	1.282	3.533	2.308	1.667	0.42%	8791
Energía	I	0.613	2.395	1.225	1.190	0.689	2.684	1.240	1.266	0.03%	624
Entretenimiento	III	0.366	1.630	0.732	0.810	0.196	1.293	0.352	0.610	1.43%	29958
Extracción de carbón	III	0.292	1.583	0.584	0.787	0.072	1.209	0.129	0.571	3.72%	77903
Farmacéuticos	I	0.638	2.374	1.275	1.180	0.752	2.330	1.353	1.099	2.07%	43366
Frutas y legumbres	II	0.572	2.226	1.144	1.106	0.438	1.763	0.789	0.832	0.20%	4091
Ganadería	I	0.512	2.138	1.024	1.063	0.794	2.168	1.429	1.023	0.17%	3495
Gas	I	0.600	2.214	1.200	1.100	0.616	2.509	1.109	1.184	0.08%	1717
Lacteos	II	0.674	2.439	1.347	1.212	0.276	1.420	0.497	0.670	0.54%	11391
Madera	I	0.613	2.160	1.225	1.073	1.079	2.910	1.943	1.373	0.01%	253
Mantenimiento transporte	I	0.516	2.105	1.032	1.046	0.565	2.239	1.017	1.056	0.30%	6328
Maquinaria general	I	0.500	2.060	1.000	1.024	0.919	3.016	1.655	1.423	0.11%	2391
Mensajería	I	0.554	2.086	1.108	1.037	0.896	2.939	1.612	1.387	0.17%	3609
Metálicos	I	0.693	2.326	1.386	1.156	1.012	3.065	1.823	1.446	0.00%	68
Minerales metálicos	IV	0.335	1.625	0.670	0.808	0.959	3.921	1.727	1.850	0.39%	8200
Molinería y panadería	II	0.769	2.552	1.538	1.268	0.524	1.984	0.943	0.936	2.55%	53438
Muebles y colchones	II	0.522	2.116	1.044	1.052	0.197	1.344	0.355	0.634	0.49%	10276

**Cadenas productivas y su relación**  
con el riesgo de contagio en Antioquia



Actividades	Cuadrante	Hacia atrás				Hacia adelante				Empleo formal Antioquia	
		Directo	Total	Directo norm.	Total norm.	Directo	Total	Directo norm.	Total norm.	Participación	Total
Obras civiles	II	0.616	2.283	1.232	1.135	0.005	1.011	0.008	0.477	0.38%	7985
Otras manufacturas	IV	0.399	1.866	0.798	0.928	0.575	1.925	1.035	0.909	4.11%	85897
Otros minerales	IV	0.410	1.756	0.820	0.873	0.967	2.721	1.741	1.284	0.59%	12369
Otros servicios	III	0.430	1.817	0.860	0.903	0.409	1.809	0.737	0.853	0.10%	2000
Papel y cartón	I	0.641	2.357	1.282	1.171	0.749	2.535	1.348	1.196	0.06%	1221
Pesca y acuicultura	III	0.405	1.905	0.810	0.947	0.355	1.467	0.639	0.692	8.96%	187442
Petróleo y Gas	III	0.504	1.986	1.009	0.987	0.239	1.837	0.430	0.867	1.15%	23962
Prendas de vestir	II	0.531	2.056	1.062	1.022	0.192	1.342	0.346	0.633	1.23%	25641
Procesamiento de carne	II	0.750	2.571	1.501	1.278	0.241	1.321	0.434	0.623	0.15%	3116
Productos de café	II	0.913	2.630	1.825	1.307	0.112	1.136	0.201	0.536	6.82%	142739
Químicos	I	0.636	2.435	1.273	1.210	1.062	4.203	1.912	1.983	0.00%	66
Reciclaje	IV	0.285	1.505	0.570	0.748	0.594	2.699	1.069	1.273	2.82%	59067
Restaurantes	III	0.476	1.952	0.952	0.970	0.070	1.118	0.125	0.528	0.58%	12172
Salud y servicios sociales	III	0.498	1.980	0.996	0.984	0.296	1.421	0.533	0.670	3.57%	74611
74 Saneamiento	II	0.809	2.372	1.619	1.179	0.274	1.459	0.493	0.688	0.38%	8042
Seguros	III	0.427	1.710	0.854	0.850	0.385	1.769	0.692	0.835	8.34%	174437
Servicios administrativos	IV	0.229	1.387	0.457	0.689	1.001	2.878	1.803	1.358	0.23%	4915
Servicios de comunicaciones	IV	0.426	1.729	0.851	0.859	0.901	2.669	1.621	1.259	0.46%	9553
Servicios de construcción	I	0.640	2.371	1.280	1.179	0.919	2.326	1.654	1.098	0.00%	3
Servicios de transporte	IV	0.446	1.784	0.891	0.887	0.914	2.975	1.646	1.404	0.11%	2395
Servicios financieros	IV	0.412	1.680	0.823	0.835	0.723	2.446	1.302	1.154	1.31%	27385
Servicios financieros act. Auxiliares	IV	0.322	1.537	0.643	0.764	0.833	2.735	1.500	1.291	0.10%	2042
Servicios inmobiliarios	III	0.103	1.181	0.206	0.587	0.237	1.450	0.427	0.684	0.08%	1610
Servicios profesionales	IV	0.321	1.545	0.642	0.768	0.905	2.561	1.630	1.208	16.95%	354684
Silvicultura y extracción de madera	IV	0.240	1.446	0.480	0.718	0.690	2.563	1.243	1.209	0.45%	9394
Telecomunicaciones	III	0.494	1.850	0.988	0.919	0.432	1.798	0.777	0.848	0.04%	784
Textiles	I	0.586	2.213	1.172	1.100	0.890	2.582	1.602	1.218	10.87%	227460
Transporte aéreo	II	0.569	2.270	1.139	1.128	0.388	1.737	0.698	0.819	1.53%	32010
Transporte fluvial	I	0.637	2.305	1.273	1.146	0.881	2.882	1.585	1.360	1.47%	30807
Transporte terrestre	I	0.457	2.058	0.915	1.023	0.656	2.334	1.181	1.101	0.26%	5504
Vehículos	I	0.702	2.579	1.405	1.282	0.625	2.444	1.125	1.153	1.13%	23583
Vidrio y no metálicos	I	0.479	2.024	0.958	1.006	1.030	2.617	1.854	1.235	0.45%	9430



## 2.3. Resultados: encadenamientos productivos

La tabla 2 presenta los encadenamientos sectoriales para la economía colombiana utilizando la matriz insumo – producto para el año 2015. Lo primero que se observa es que donde más actividades hay es en el cuadrante I, es decir, sectores altamente dependientes. La lectura de este resultado es que la economía colombiana tiene muchos sectores claves para la activación de la economía, pues se considera que estos son los sectores mejor encadenados y por tanto con más capacidad de incidir en la expansión de la producción, sea como demandante de insumos o como producto para la producción en otros sectores. Ahora bien, cuando se considera la participación laboral formal de Antioquia en estos sectores, se observa que la participación es relativamente baja (13%), con respecto a los demás cuadrantes. Adicionalmente, los sectores para Antioquia más relevantes dado el nivel de empleo son Construcción (3%), Transporte terrestre (2.7%) y Textiles (1%), sectores que son claves en un proceso de reapertura gradual de la economía.

Respecto al II cuadrante, estos sectores son claves como generadores de demanda

intersectorial (arrastran) por su fuerte nivel de encadenamiento hacia atrás, sin embargo, se consideran poco relevantes como insumos, en la medida en que son poco necesarios para la producción de otros sectores. En un escenario de reactivación estos sectores dependen fuertemente de la reactivación de toda la cadena productiva (igual que los del cuadrante I), debido a su dependencia de la oferta de insumos de otros sectores. En el caso de Antioquia, este sector cuenta con la menor participación en el empleo formal (12%), siendo muy importantes los sectores de: Obras civiles (3.7%), transporte aéreo (2.5%), prendas de vestir (2%) y Edificaciones (1.5%). Es decir, más del 5% en actividades relacionados a la construcción y 2% adicional en actividades relacionadas a la confección.

El cuadrante IV, tiene la relación contraria a la del III, sectores fuertemente dependientes de la demanda intersectorial (impulsores). Las actividades que presentan pocos encadenamientos hacia atrás, pero son relevantes como insumo de otros sectores, son claves para el crecimiento de la econo-

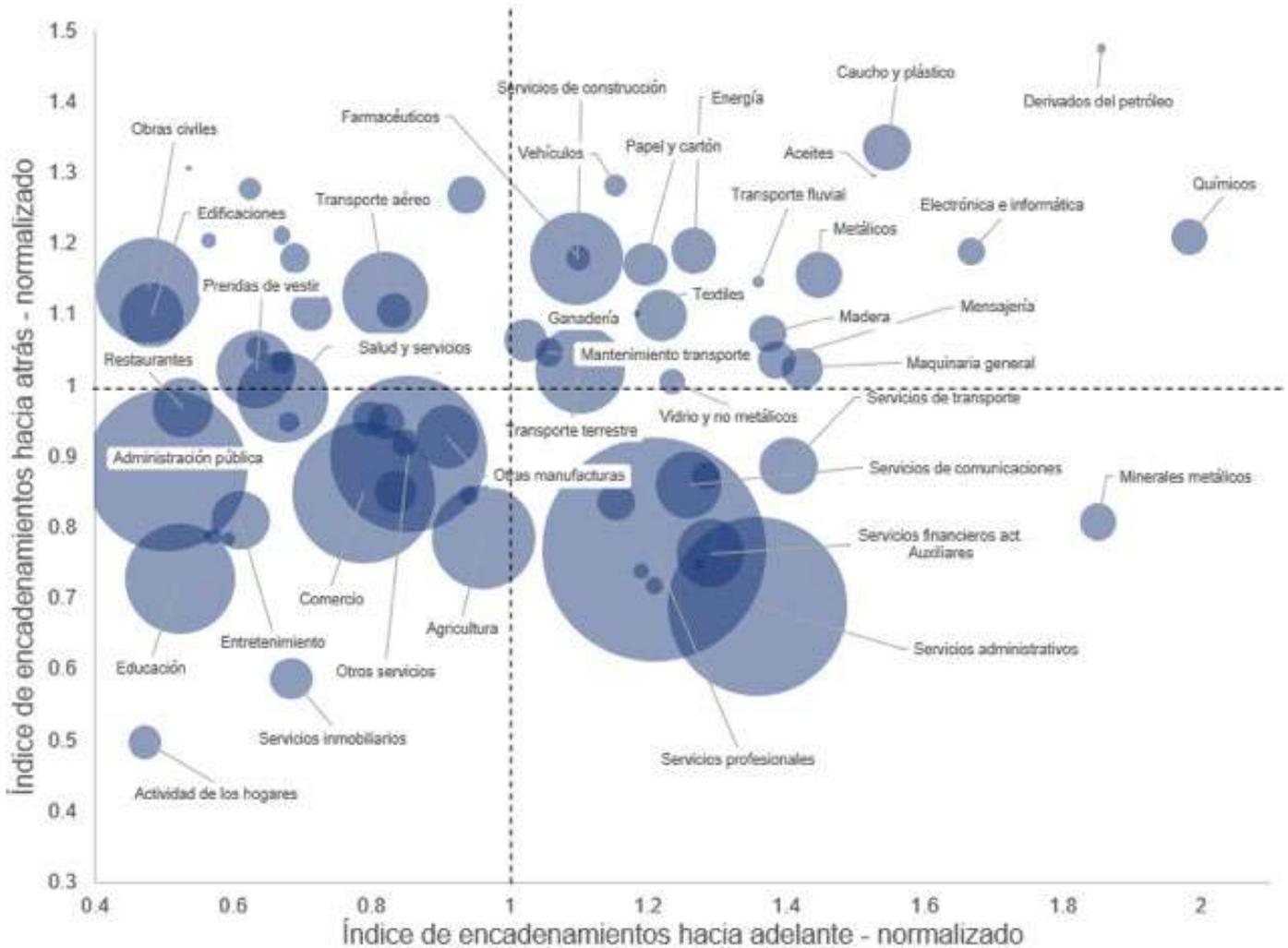


mía, en la medida que son primeros eslabones en el proceso de producción de los demás sectores. Aquí podemos encontrar que la mayoría de los sectores están relacionados con materias primas y servicios. Este cuadrante, acumula un 34% del empleo del

departamento, fundamentalmente explicado por servicios profesionales (16%) y administrativos (11%), los cuales se encuentran concentrados en el Área Metropolitana. Finalmente, el cuadrante III, concentra las actividades que se conocen como indepen-

**Gráfica 1. Clasificación de los sectores según sus encadenamientos**

*Nota: El tamaño de las burbujas representan el nivel de empleo formal en el departamento de Antioquia - 2019.*





dientes (o enclave) dada su capacidad para producir utilizando cortos encadenamientos en términos de los insumos que requiere, y asimismo, son bienes finales que no son relevantes, en términos relativos, en la producción de otros sectores. Similar, a lo que se observa en el cuadrante IV, las actividades que se observan están relacionadas con servicios y materias primas. Para Antioquia, estos sectores son los más relevantes en términos de empleo, pues concentran el 40% de la demanda laboral: Administración Pública (9%), Comercio (7%), otros servicios (8%), Educación (4%), Agricultura

(3.6%) y Salud (3%), concentran el porcentaje más alto de población.

La gráfica 1, resume el análisis y la información de la tabla. Adicionalmente, se identifica la importancia de sectores como el de químicos, caucho, plástico y derivados del petróleo que, si bien no son intensivos en trabajo para el caso de Antioquia, pueden ser muy importantes en términos de producción, pues presentan altos niveles de encadenamiento en ambas direcciones.





### 3. Encadenamientos en Antioquia y su nivel de riesgo de contagio

Ahora que ya se analizaron los encadenamientos de la economía colombiana, se van a utilizar como herramienta para identificar cuáles son las cadenas más riesgosas en términos epidemiológicos del departamento de Antioquia. Para esto, se van a utilizar los registros de PILA del empleo formal a nivel de municipio por código de industria a cuatro dígitos de la 4ta revisión de la CIU. Y el índice de riesgo ( $IRC19_m$ ) calculado con la información de contagios (ver capítulo x para el detalle de su cálculo). El objetivo aquí es estimar, dadas las participaciones sectoriales en la demanda unitaria de cada sector, cuanto le corresponde a cada municipio dependiendo de su nivel de empleo formal en cada sector. La ecuación (1) resume esta idea.

$$DCP_{s,m} = \sum_{k=1}^K PDCP_{s,k} * \frac{Empleo_{k,m}}{Empleo_k} \quad (1)$$

$PDCP_{s,k}$  representa la participación del sector  $k$  en la demanda de toda la cadena productiva del sector  $s$ .  $Empleo_{k,m}/Empleo_k$  es la participación del municipio  $m$  en el empleo del sector  $k$ . Y  $DCP_{s,m}$  es la demanda potencial de toda la cadena productiva del sector  $s$ , que asumiría el municipio  $m$ , por

el incremento adicional de una unidad de producción del  $s$ . La lectura del encadenamiento es desde punto de vista de la demanda, entendiéndose que la reactivación de un sector activa inicialmente la demanda de insumos para la producción.

$$IRCP_s = \sum_{m=1}^N DCP_{s,m} * IRC19_m$$

Finalmente, utilizando el  $IRC19$  de cada municipio  $m$ , y realizando la suma producto con el vector de la demanda asociada al municipio, se obtiene el Índice de Riesgo de la Cadenas Productivas ( $IRCP$ ) para Antioquia.



Gráfica 2 – Índice de Riesgo de Cadenas Productivas (IRCP)





Dos consideración acerca del cálculo: 1) solo se tiene en cuenta la demanda de otras actividades distintas a las del sector, esto porque se busca evaluar la activación del resto de la cadena, y no su propio eslabón pues este se activa simultáneamente; 2) se excluye el AM porque le resta variabilidad al índice, explicado fundamentalmente por el alto porcentaje de empleo formal de todas las actividades que se concentran en esta área y que el índice de riesgo es 1 para todos los municipios del AM.



### 3.1. Resultados: encadenamiento y riesgo de contagio

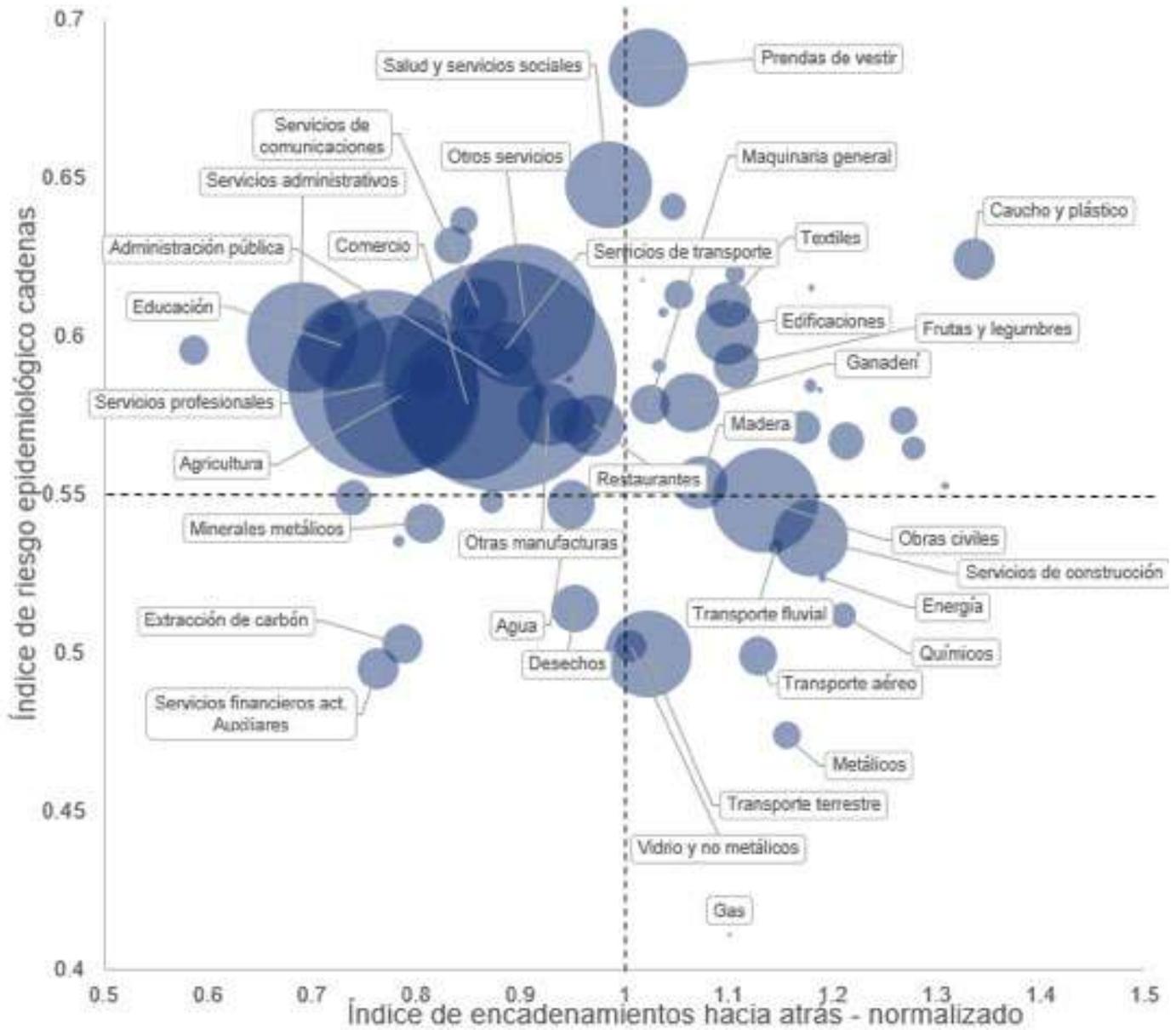
La Grafica 2 presenta el IRCP excluyendo el AM en el cálculo. En este caso la heterogeneidad es más clara, tanto desde la diversidad en la composición del empleo de los municipios, como del indicador de riesgo.

Se consideran entonces como actividades más riesgosas desde el punto de vista de su encadenamiento y riesgo municipal a las relacionadas con prendas de vestir (0.68), salud y servicios sociales (0.64), mantenimiento de transporte (0.64), producción de café (0.63), servicios financieros (0.63), algunas actividades de la industria manufacturera como textiles, muebles y colchones, farmacéuticos, azúcar y panela, cuero y calzado, caucho y plástico, con un índice de 0.61 aproximadamente. Lo que evidencia este indicador, es que la industria manufacturera es un sector altamente riesgoso en términos de sus cadenas de producción, y que cualquier proceso de reapertura requiere de un esfuerzo riguroso en función de protocolos de seguridad que reduzcan cualquier riesgo de contagio. Del otro lado, vemos que el 72 % de las actividades presentan un IRCP por debajo del 0.6, y 11% por debajo de 0.5 . Lo que significa que la

mayoría de las actividades tienen un riesgo medio-bajo cuando se realizan fuera del AM y, por tanto, el índice sugiere que se podrían reabrir actividades a nivel municipal teniendo en cuenta claros protocolos de higiene y seguridad. Las actividades que resaltan con indicadores de bajo riesgo son industrias extractivas, algunas industrias manufactureras como vidrios y químicos, e industrias del transporte.

Es importante advertir, que la información puede sesgar el direccionamiento del riesgo, dado que solo se está considerando el empleo formal con registro en PILA para 2019. Es probable que muchos sectores concentran importantes niveles de empleo informal, y por tanto se reorganicen algunos sectores de la economía. Sin embargo, en el marco de un ejercicio de control de protocolos de salubridad, son las empresas que generan empleo formal las que con más facilidad se les podrá hacer seguimiento de las actividades. Así, utilizar el empleo formal dado el objetivo podría ser un buen instrumento.

Gráfica 3. IRCP vs Encadenamientos hacia atrás



Nota: El tamaño de las burbujas representan el nivel de empleo formal (no AM) en el departamento de Antioquia - 2019.



## 4. Relación entre IRCP y los índices de encadenamientos de la producción

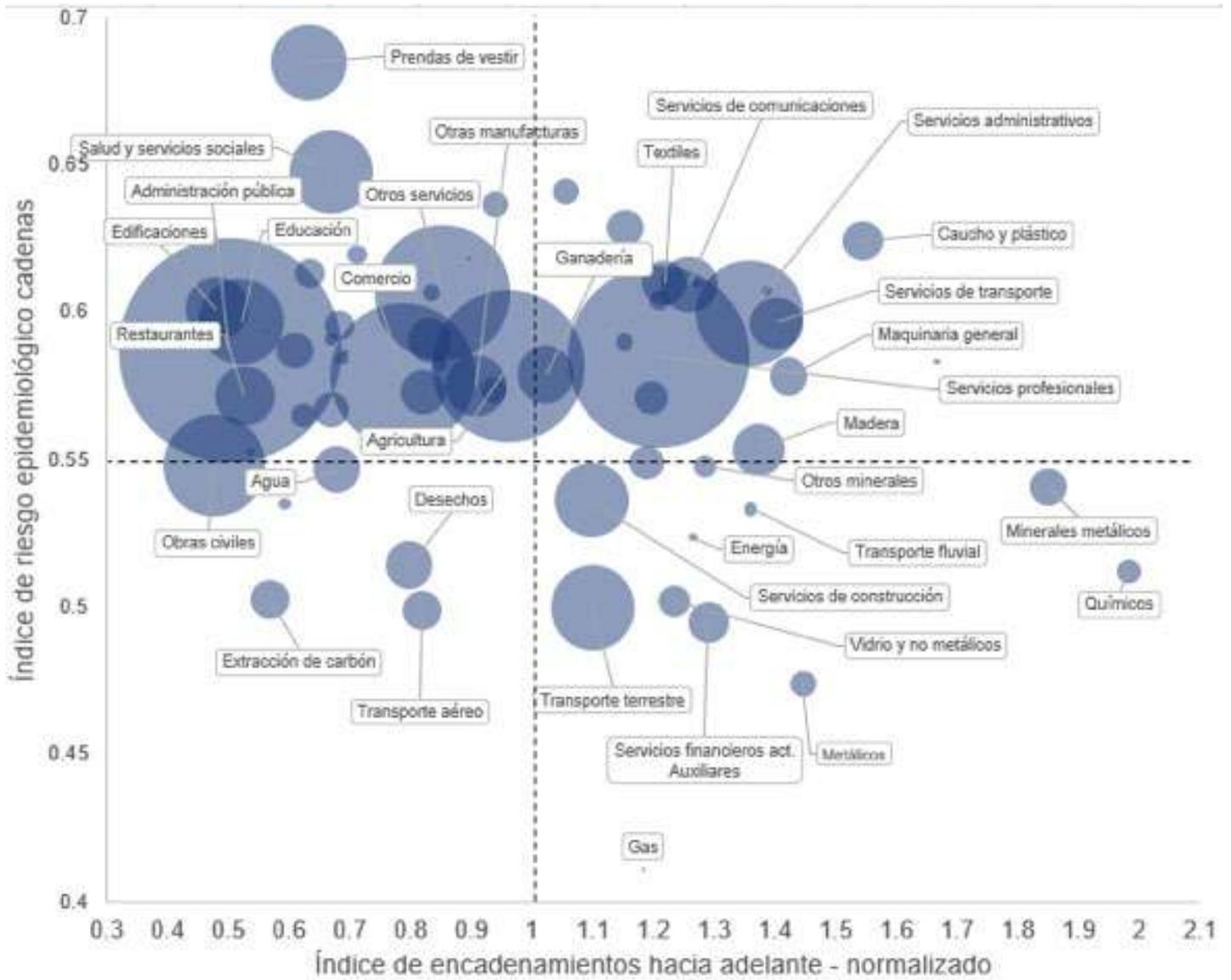
Para entender la importancia de la cadena y su riesgo, la gráfica 3 relaciona el IRCP con los índices de encadenamiento de cada industria. En el caso de los encadenamientos hacia atrás, la mayoría de las actividades se encuentran en el II cuadrante, es decir, tienen altos niveles de riesgo y bajos encadenamientos hacia atrás. Asimismo, son las actividades que más empleo formal generan (74% del empleo no AM). Esto significa, en términos de la necesidad de reapertura de cadenas productivas, que varios sectores altamente riesgosos no son determinantes en los procesos de reactivación de las demás actividades, pero son sectores claves en la generación de empleo formal en los municipios. Fundamentalmente, allí se concentran actividades de servicios, comercio y agricultura.

83

Los sectores del cuadrante III, son aquellos que podrían tener un proceso más sencillo de reapertura, dado que sus actividades son poco riesgosas y no depende de manera importante de la oferta y demanda de los demás sectores, incluyendo el hecho de que son poco intensivos en mano de obra (4%). Algunos sectores extractivos, de servicios públicos y financieros se encuentra allí.



Gráfica 4. IRCP vs Encadenamientos hacia adelante



Nota: El tamaño de las burbujas representan el nivel de empleo formal (no AM) en el departamento de Antioquia - 2019.



En el caso del IV cuadrante, estos sectores están altamente encadenados y son poco riesgosos. Por tanto, Obras civiles y construcción, algunas industrias manufactureras como químicos y vidrios, la industria del transporte, energía y agua podrían reactivar operaciones, pero dependiendo de la disponibilidad de insumos, tendrían dificultades para operar. Así, la alta dependencia a la oferta de otros sectores implica más condicionamientos para una reapertura efectiva. Estas actividades, apenas generan el 10% del empleo formal.

Finalmente, el I cuadrante, combina dos aspectos claves de los índices, son las actividades más riesgosas y dependientes de la oferta intersectorial. Solo un 11% del empleo formal se encuentra en estas actividades. Principalmente se concentra en actividades de la industria manufacturera, madera y ganadería.

En el caso de los encadenamientos hacia adelante, cambia ligeramente la distribu-

ción. En el caso de las actividades más riesgosas (cuadrantes I y II), prendas de vestir ahora presenta bajo encadenamiento junto con edificaciones. Caso contrario el de servicios profesionales, administrativos y de comunicaciones, actividades que ahora presentan altos encadenamientos. Respecto al empleo, en esta distribución, el cuadrante I ahora tiene un menor porcentaje (60%), y gana participación el cuadrante II con 25% del empleo. Claramente, explicado por el cambio de los servicios.

En el caso de las actividades menos riesgosas por sus cadenas, los sectores de obras civiles y transporte aéreo ahora presentan bajo encadenamiento. Mientras que servicios financieros auxiliares y minerales metálicos se vuelven claves como insumos de otros sectores. La distribución del empleo cambia debido a la migración de estos sectores, aunque no es un cambio sustancial; cuadrante III, 7%, respecto al IV cuadrante, 8%.



## 5. Conclusiones

Reactivar la economía en medio de un riesgo epidemiológico latente, implica para los tomadores de decisiones de orden público, considerar y ponderar cada uno de los aspectos que se derivan de esta decisión. En el caso de este trabajo, se analiza un aspecto clave de la reactivación como lo son encadenamientos de cada sector productivo y el potencial riesgo asociado a la actividad. La mayoría de los sectores están entrelazados con otros sectores, sea porque demandan insumos para la producción, o por que son un factor clave para lo producción de otros.

En el caso de Antioquia, y dada la información con la que se cuenta, se logró identificar un indicador que permite acercarse al riesgo potencial de activar una cadena productiva teniendo en cuenta la información de riesgo de contagio municipal y su participación en la demanda total de insumos de cada sector. En el caso de los encadenamientos, los resultados arrojan que las actividades más encadenadas en ambas direcciones (adelante y atrás) y que representan un porcentaje importante de empleo en el departamento son: servicios de construcción, transporte, y varias industrias manufactureras (textiles, papel y cartón, caucho y plástico, químicos). Mientras que las menos encadenadas son de servicios (educación, inmobiliarios y entretenimiento), ganadería, comercio y administración pública. Asimismo, los sectores con mayores indicadores de riesgo de contagio de la cadena, debido a la demanda y el lugar donde la activa son: prendas de vestir (0.68), salud y servicios sociales (0.64), mantenimiento de transporte (0.64), producción de café (0.63), servicios financieros (0.63), algunas actividades de la industria manufacturera como textiles, muebles y colchones, farmacéuticos, azúcar y panela, cuero y calzado, caucho y plástico, con un índice de 0.61 aproximadamente. Por otro lado, las actividades que resaltan con indicadores de bajo riesgo son industrias extractivas, algunas industrias manufactureras como vidrios y químicos, y servicios de transporte.



Es clave para la gobernación y alcaldes de municipios con alta actividad en estos sectores, exigir estrictos protocolos de bioseguridad en la reactivación, que permitan reducir el riesgo de contagio, potenciales cuarentenas futuras y haya una efectiva reactivación de la actividad económica y no un sobre costo adicional para los empresarios por la intermitencia en la producción. Asimismo, es necesario ponderar la efectividad de la reactivación en orden de entender la complejidad de las cadenas productivas y sus necesidades en términos de insumos y dependencia de la demanda de otros sectores.





## Referencias

Boundi Chraki, F. (2016). Análisis input-output de encadenamientos productivos y sectores clave en la economía mexicana. *Revista finanzas y política económica*, 8(1), 55-81.

Fabris, J. E. (2016). Multiplicadores y encadenamientos de la economía argentina. Un análisis a partir de la matriz de insumo producto. *Revista de Investigación en Modelos Matemáticos Aplicados a la Gestión y la Economía*, 3(3), 201-233.

Miller, R. E., & Blair, P. D. (2009). *Input-output analysis: foundations and extensions*. Cambridge university press.

## 6. Informalidad, espacio y Coronavirus



*Hector Mauricio Posada<sup>1</sup>*

*Osmar Loaiza<sup>2</sup>*

*Andrés García-Suaza<sup>3</sup>*

---

1. Profesor de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Antioquia.

2. Profesor de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Antioquia.

3. Profesor de la Escuela de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad EIA.

# Introducción

---

Con el ánimo de contener la expansión del COVID-19, en Colombia se implementó una medida de cuarentena general desde el pasado 23 de marzo, que ha traído consigo enormes pérdidas económicas, agravado los problemas de pobreza y desigualdad. Con el propósito de mitigar estas pérdidas y al mismo tiempo mantener bajo control la propagación del virus, el gobierno nacional anunció la entrada en vigencia desde el 27 de abril, de un nuevo decreto que apunta a una reapertura gradual del sector construcción y del sector manufacturero, definiendo protocolos de bioseguridad en los sitios de trabajo, y sugiriendo un uso de los sistemas de transporte masivo del país, a un máximo del 35% de su capacidad.

Para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), la reactivación de estos sectores significará en sus etapas finales una movilización de más de 630 mil trabajadores (según datos de la GEIH para 2019), representando casi un 30% del empleo total. Esto generará una carga importante para el sistema de transporte público, el cual puede convertirse en un factor de riesgo de expansión del virus relevante. En efecto, Harris (2020) muestra el papel del sistema de transporte de Nueva York en la diseminación del virus, encontrando que el metro fue el principal agente masificador

de la epidemia, y que las rutas secundarias de buses favorecieron la propagación en la periferia .

Por esta razón es importante para las autoridades locales, los gremios y las empresas, conocer de qué manera se desplazan los trabajadores en el AMVA, a fin de complementar los protocolos de bioseguridad en el lugar de trabajo con estrategias de movilidad seguras. En el caso del AMVA, es de esperar que la integración de los 10 municipios en un área extensa involucre desplazamientos prolongados que, de no vigilarse, pueden convertirse en un foco de propagación. Para aportar a la discusión de cómo se debería organizar el sistema de transporte público en el AMVA, a continuación se presenta un análisis descriptivo de la movilidad en los trayectos hogar-trabajo, considerando tiempos de desplazamiento, modos de transporte y densidad de la carga en origen y destino, haciendo especial énfasis en los sectores objetivo de la reapertura. Para ello se utilizará como fuente de información principal la Encuesta Origen y Destino (OD) realizada por el AMVA, y de manera complementaria se usará información proveniente de Encuesta de Calidad de Vida (2018) realizada por el Municipio de Medellín.

## Patrones de desplazamiento de los trabajadores en el AMVA

La Encuesta OD es un instrumento estandarizado que permite inferir los patrones de movilidad, así como tiempos de desplazamientos y medios de transporte usados, dentro del área metropolitana a un alto nivel de granularidad (zonas SIT). Utilizando la información disponible de la versión correspondiente al año 2017, se describen los patrones de movilidad de los trabajadores haciendo comparaciones entre sectores económicos.

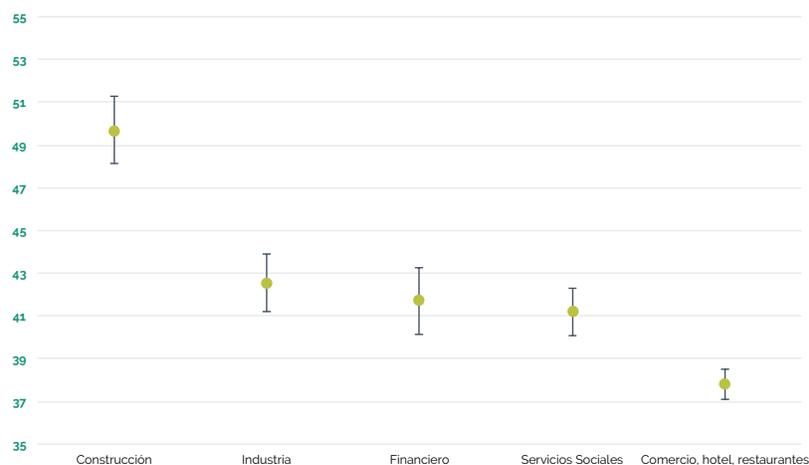
En el Gráfico 1, se presentan los tiempos promedio de desplazamiento hacia el lugar de trabajo. Se observa que los trabajadores del sector construcción son los que más tiempo toman en llegar a su destino, seguidos por los trabajadores de la industria y los trabajadores del sector financiero. Por su parte, los trabajadores del sector del comercio, hoteles y restaurantes muestran un tiempo de desplazamiento promedio

91

Gráfico 1. Tiempos de desplazamiento y modos de transporte de los trabajadores en el AMVA

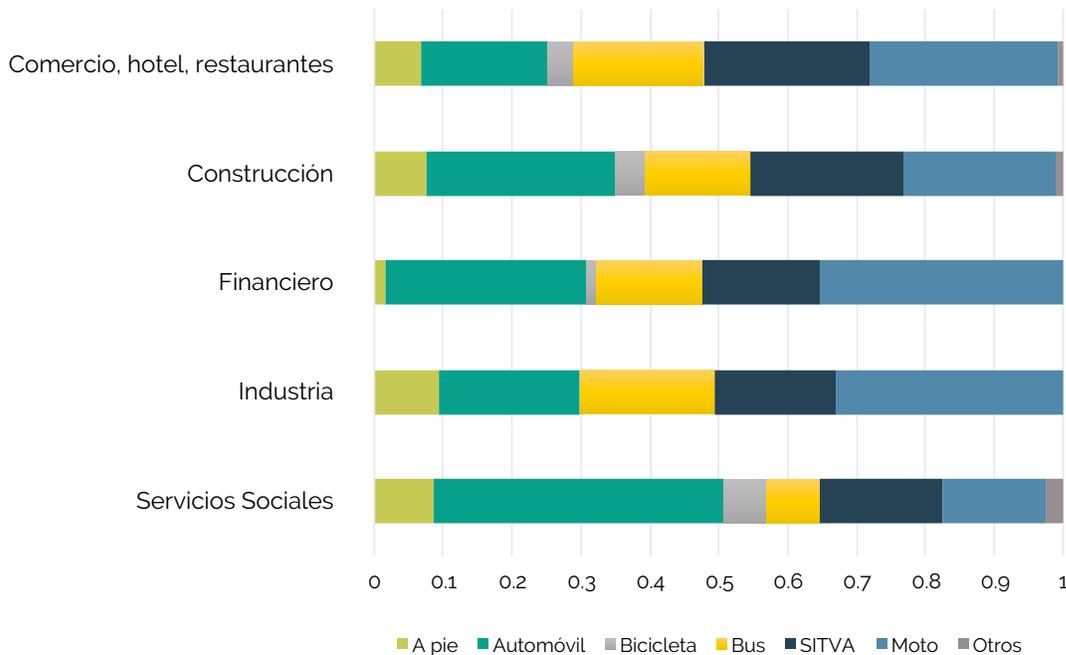
### a. Tiempos de desplazamiento por sector

Fuente: Encuesta OD, 2017.





b. Modos de desplazamiento por sector



sustancialmente inferior al resto de trabajadores. Respecto a los modos de transporte (Gráfico 1, panel b) se observa que los trabajadores que hacen mayor uso del Sistema de Transporte Masivo del Valle de Aburrá (SITVA) son los del sector comercio y construcción. Por otro lado, los trabajadores de la industria son los que más usan el servicio de buses. Teniendo en cuenta pues las pautas de reactivación económica definidas para las próximas semanas, estarán entrando en funcionamiento los sectores que más tiempo de movilización exigen y mayor carga imponen al sistema de transporte masivo, y que por tanto aumentan de manera más importante los riesgos sistémicos de propagación del COVID-19.

Adicionalmente, los trabajadores de la industria y la construcción enfrentan un mayor riesgo frente al virus, en la medida en que su edad promedio es mayor. En particular, el panel a del Gráfico 2 muestra que la participación de trabajadores mayores a los 50 años en estos sectores es más alta respecto a los demás, lo cual se relaciona potencialmente con una mayor presencia de comorbilidades que generarían complicaciones severas en el estado de salud en caso de un contagio. A esto se suma el hecho de que estos sectores también se carac-



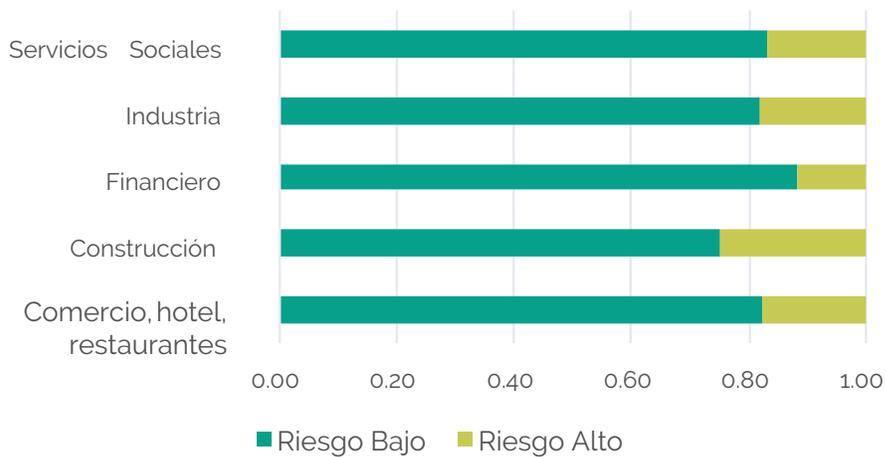
terizan por una mayor prevalencia de bajas remuneraciones (ver panel b del Gráfico 2), lo que se relaciona estrechamente con las condiciones de vida, y en particular, hace más probable enfrentar situaciones de hacinamiento en sus lugares de residencia,

aumentando de esta manera los riesgos de propagación del virus. En suma, la reactivación la industria y la construcción representa un reto importante en la implementación de protocolos no solo en los puestos de trabajo sino en la movilidad.

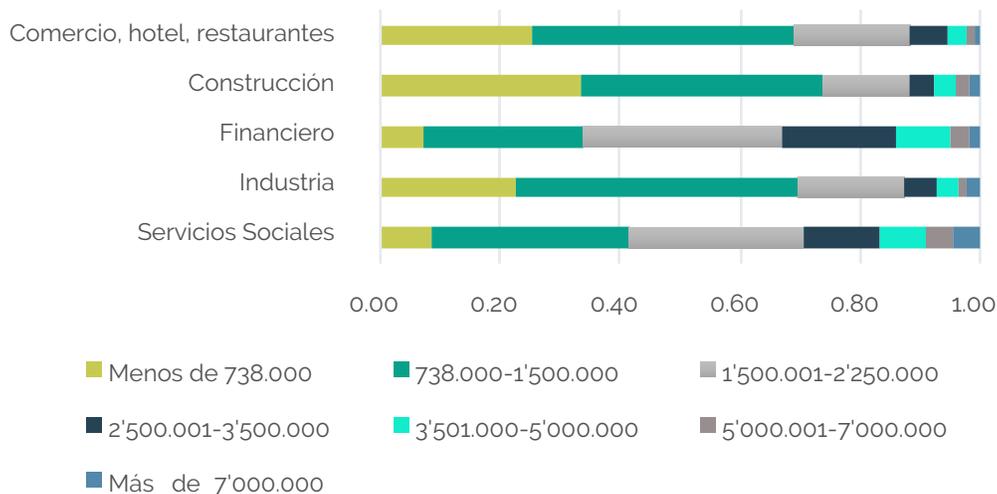
**Gráfico 2. Distribución de edades y perfil de ingresos de trabajadores por sector**

**a. Riesgo por edad del trabajador**

*Fuente: Encuesta OD, 2017.*



**b. Perfil de ingresos por sector**





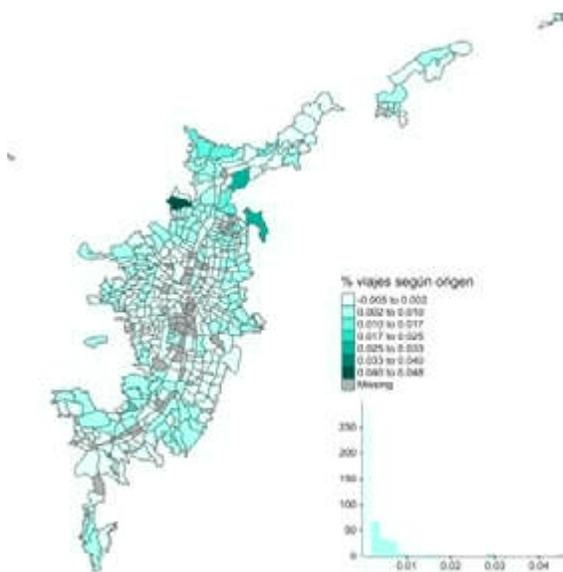
A partir de la encuesta OD es posible también describir la distribución de los viajes en el espacio metropolitano para los sectores de la construcción, la industria y el comercio. Este último sector se incorpora al análisis espacial por su tamaño e importancia en la generación de empleo. En el caso del sector construcción, el Gráfico 3 (panel a) se ilustra la distribución de los viajes según su origen. Allí puede observarse que un porcentaje muy importante de los trabajadores origina su viaje desde el municipio de Bello. También se observa que en el municipio de Medellín los viajes de estos trabajadores tienden a originarse en las zonas de las laderas nororiental y noroccidental. Por

su parte, la distribución de los viajes de acuerdo a su destino (Gráfico 3, panel b), muestra una dispersión de la actividad de la construcción sobre gran parte del AMVA, pero con particular concentración al sur, y en el municipio de Bello. Lo anterior implica que con la apertura del sector, un número importante de estos trabajadores (cerca de 150 mil, según la GEIH para 2019) deberán realizar desplazamientos prolongados desde el norte del AMVA hasta el sur, usando el SITVA o buses de transporte público.

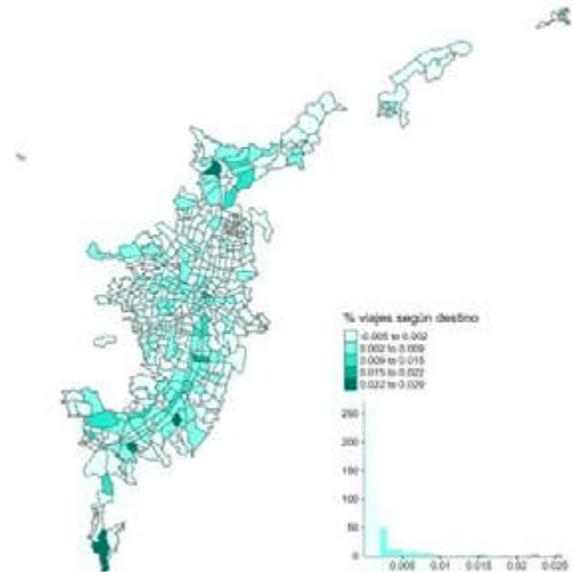
Gráfico 3. Origen y destino de los trabajadores del sector construcción

Fuente: Encuesta OD, 2017.

a. Origen de los viajes



b. Destino de los viajes





Este hecho hace importante analizar en qué medida se verán expuestos estos trabajadores a un mayor riesgo de infección del COVID-19. Es importante advertir que las zonas de origen de los trabajadores del sector construcción se caracterizan por niveles elevados de densidad poblacional, y probablemente de hacinamiento (Gráfico 4, panel b) y que las zonas donde llegan a trabajar exhiben una alta concentración de adultos mayores a 60 años (Gráfico 4, panel a), es decir, los trabajadores interactúan en zonas con altos niveles de riesgo epidemiológico.

95

Para el sector de la industria, las distribuciones de los viajes de acuerdo a su origen y destino se observan en el Gráfico 5. Nuevamente, un porcentaje muy importante de los trabajadores se desplazan desde el norte del AMVA y desde las laderas nororiental y noroccidental del municipio de Medellín. Sin embargo, también se observa un nivel importante de desplazamientos que tienen como punto de partida los municipios de Itagüí y Envigado. En cuanto al destino, las principales zonas receptoras de estos trabajadores se ubican en el centro de la ciudad de Medellín y en el área aledaña al río, típicamente reconocidas como zonas industriales donde se ubican establecimientos de gran tamaño. Esto refleja un nivel de dispersión de los trabajadores y los empleos más importante que en el sector de

la construcción, lo que en principio podría ayudar a mitigar las aglomeraciones en el SITVA y en el sistema de buses.

Sin embargo, el tamaño del sector manufacturero es sustancialmente mayor al del sector de la construcción generando aproximadamente 480 mil empleos y, por lo tanto, una mayor carga sobre el sistema de transporte público. En este sentido es crucial que se considere mecanismos de reducción de la congestión en el transporte, no solo asociadas a los horarios escalonados, como se propone actualmente, sino también a que las empresas converjan en sus acciones y valoren alternativas de prestación de servicio de transporte privado compartido para trabajadores provenientes de zonas densas y alejadas de los centros de empleo.

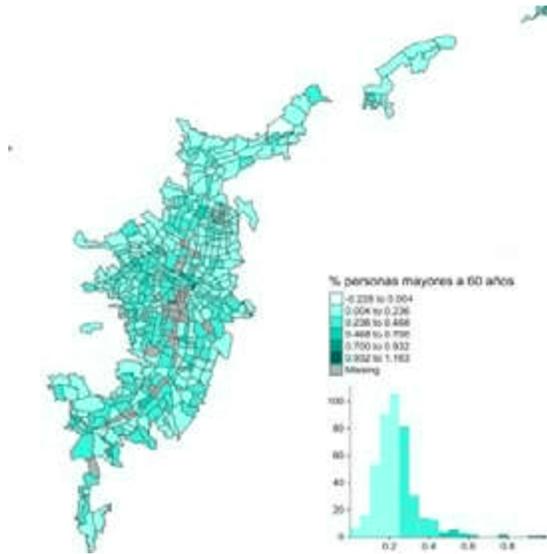




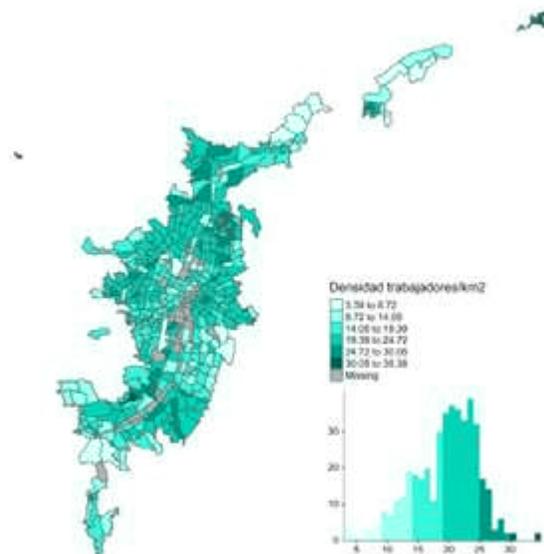
### Gráfico 4. Indicadores de riesgo epidemiológico

Fuente: Encuesta OD, 2017.

a. Porcentaje de adultos mayores de 60 años



a. Densidad de trabajadores por km2



El sector comercio es el tercero en generación de empleo en el AMVA, después de servicios e industria, teniendo además como factor relevante una alta incidencia de empleo informal. En este sentido, la reapertura de este renglón de la economía sería vital para mitigar la agudización de la pobreza y la desigualdad y fomentar la generación de ingreso de un número importante de empleados muy vulnerables. Realizando un análisis similar al anterior, se puede ver una dispersión más marcada a lo largo del AMVA (Gráfico 6 panel b). Esto es consistente con el hecho de que la actividad comercial no solo se desarrolla en el

centro de la ciudad, sino también en las zonas residenciales.

Estimando la incidencia de actividad comercial en las zonas SIT, se encuentra que en 77.4% de estas son destino de trabajadores de este sector, mientras que en construcción e industria estos porcentajes son de 65.8% y 61.8%, respectivamente. Por tanto, la reactivación del sector comercio generaría un menor riesgo sistémico dada la menor carga al sistema de transporte masivo, correspondiente con desplazamientos más cortos y con el uso de medio no masivos como la bicicleta y la motocicleta.



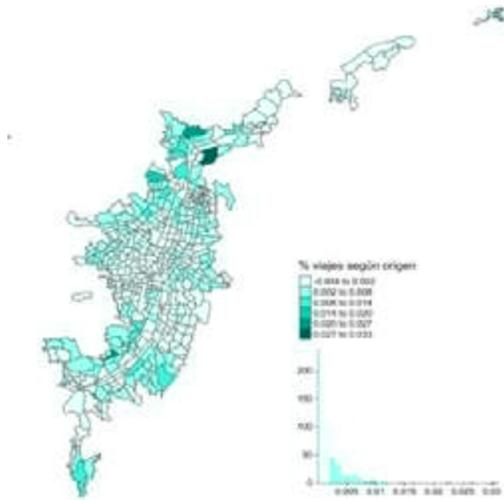
ta (ver Gráfico 1). Sin embargo, la actividad comercial implicaría un movimiento masivo de trabajadores en un espacio más amplio del AMVA, lo que sumado a los altos niveles de informalidad, haría más comple-

jo mantener un monitoreo permanente de los protocolos de bioseguridad en los lugares de trabajo. Aquí se vuelve crucial generar acciones que fomenten la responsabilidad colectiva.

Gráfico 5. Origen y destino de los trabajadores del sector industria

Fuente: Encuesta OD, 2017.

a. Origen de los viajes



b. Destino de los viajes

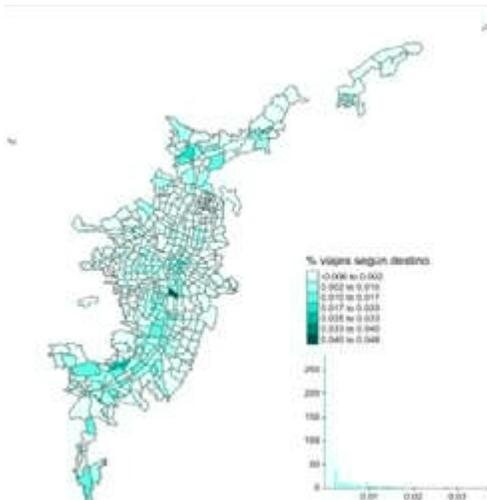
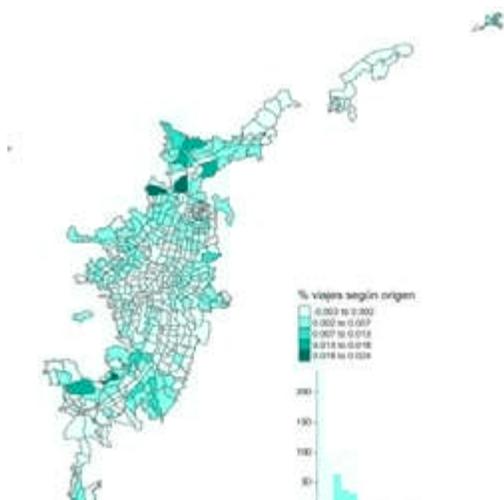


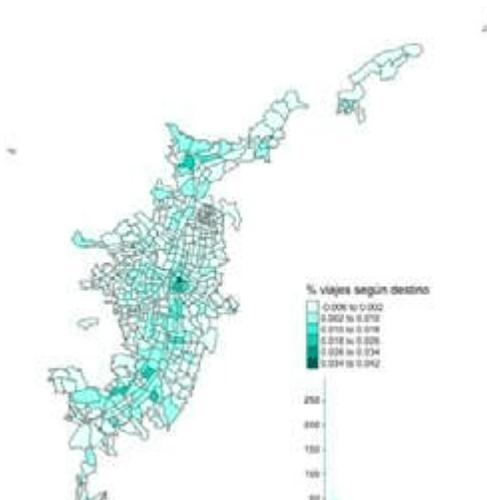
Gráfico 6. Origen y destino de los trabajadores del sector comercio

Fuente: Encuesta OD, 2017.

a. Origen de los viajes



b. Destino de los viajes



## Patrones de desplazamiento e informalidad

98

Si bien la encuesta OD permite caracterizar la movilidad de trabajadores en todo el AMVA, no provee información detallada sobre sus condiciones socioeconómicas. En particular no es posible caracterizar el empleo informal. Hacer esta distinción es importante pues los trabajadores informales, al generar ingresos en función de la producción diaria, se han visto duramente golpeados por las actuales circunstancias lo que hace necesario considerar alternativas específicas que mejoren su situación. Con el propósito de aportar elementos a la discusión de la reactivación económica segura de sectores con alta incidencia de trabajo informal, a partir de la ECV para Medellín, se estudian los patrones de movilidad de trabajadores formales e informales con una perspectiva sectorial. Para los propósitos del ejercicio se define como trabajador informal aquel que no está afiliado al régimen contributivo de salud. Bajo esta con-

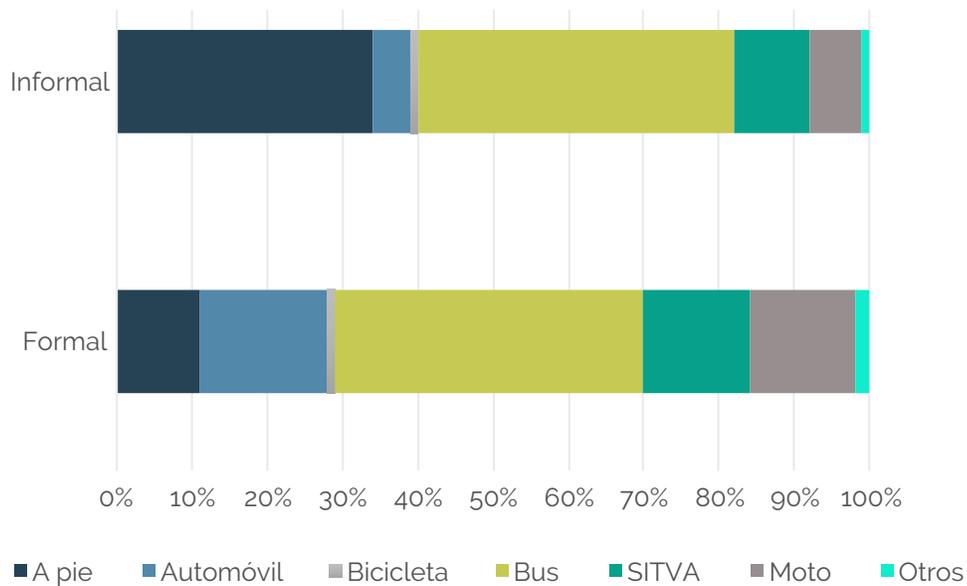
cepción se identifica que un 35.3% de los trabajadores en Medellín son informales.

A partir del Gráfico 7 se detecta que el modo de transporte predominante es Bus/buseta/ejecutivo tanto entre los trabajadores formales como informales. Esto implica, que se requiere un nivel de aplicación de los protocolos de bioseguridad no solo en el metro, sino también en los buses de transporte público, donde se presentará la mayor carga en el escenario de reactivación económica. Adicionalmente, los trabajadores informales se desplazan en mayor proporción a pie. Este último aspecto, sumado al hecho de que muchos de estos laboran en el sector comercio (sector que está más disperso en el espacio) hace que el riesgo sistémico asociado a su potencial entrada en operación pueda ser menor.



### Gráfico 7. Modos de transporte usados por trabajadores formales e informales

Fuente: ECV Medellín 2018.

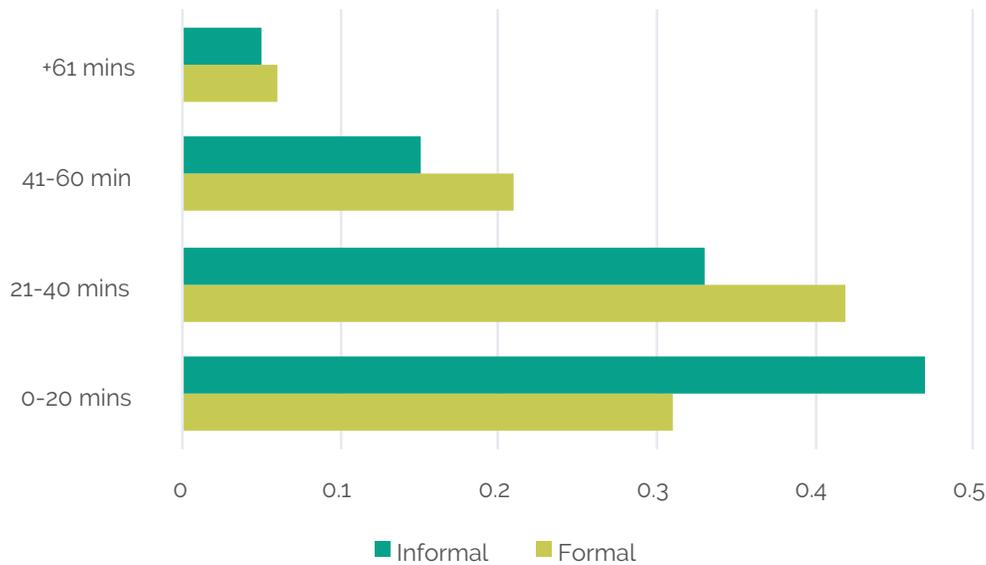


A priori se espera que, debido a sus bajos ingresos y a su ubicación residencial en zonas periféricas, los trabajadores informales deban enfrentar mayores tiempos de desplazamiento hacia sus lugares de trabajo. Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente gran parte del empleo informal se genera en el sector comercio, que se ubica de manera dispersa alrededor del AMVA. Como resultado, los trabajadores informales presentan tiempos de despla-

miento más cortos al compararse con los trabajadores formales. Utilizando la variable de tiempo de desplazamiento (medido en intervalos) de la ECV, se puede corroborar esta observación. El Gráfico 8 muestra precisamente que, la mayoría de trabajadores informales reportan desplazamientos inferiores a 20 minutos, mientras que la mayoría de trabajadores formales, reportan desplazamientos entre 20 y 60 minutos de duración.

Gráfico 8. Rangos de tiempos de desplazamiento de trabajadores formales e informales en Medellín

Fuente: ECV Medellín 2018.

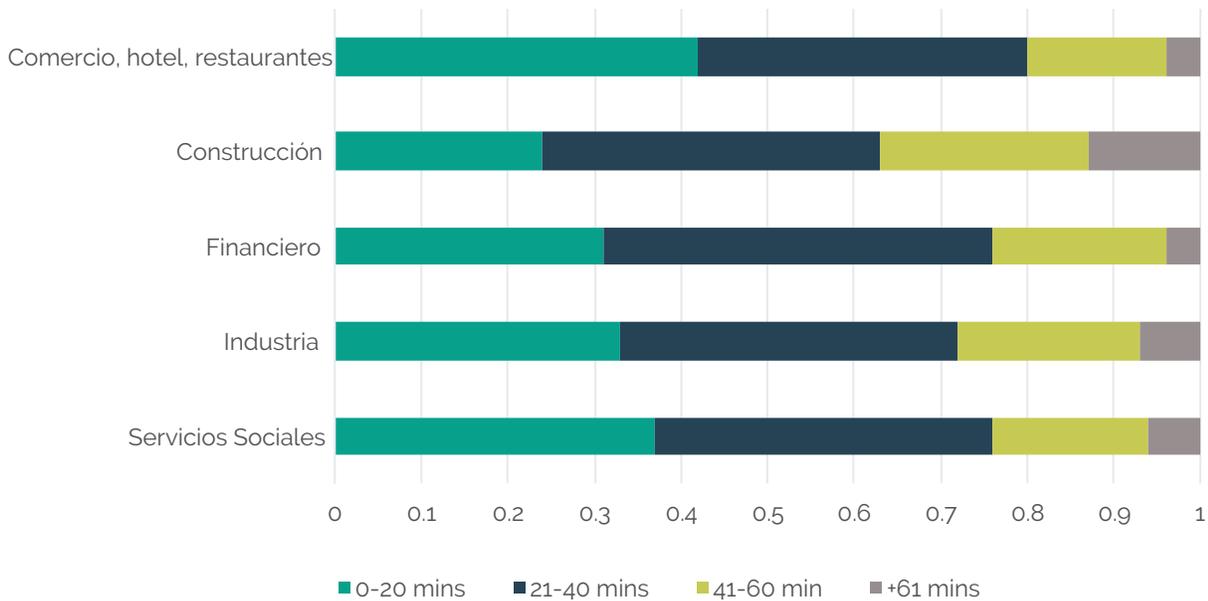


A partir de la ECV también puede observarse que los tiempos de desplazamiento difieren de manera importante por sector económico. En particular, se estima que en el sector de la construcción el 38% de los trabajadores tardan al menos 41 minutos para llegar a sus lugares de trabajo. En su orden, los siguientes sectores con mayor tiempo de desplazamiento son industria (27%) y financiero (25%) (ver Gráfico 9) lo que coincide con lo hallado previamente con la encuesta OD. Esto implica que el ejercicio de reactivación de estos sectores es un termómetro importante para entender la capacidad de mitigación de riesgo de los protocolos de bioseguridad. Por tanto, el éxito de la reactivación de estos sectores será un paso importante para considerar otros, como el sector comercio, el cual se desarrolla de manera dispersa en el territorio e implica riesgos idiosincráticos importantes.



### Gráfico 9. Tiempos de desplazamiento por sector económico

Fuente: ECV Medellín 2018. Nota: las magnitudes al interior de las barras son porcentajes con respecto al total de cada sector, aunque la altura de las barras corresponde al número de encuestados



SI bien la evidencia presentada sugiere que los trabajadores informales toman menos tiempo en sus desplazamientos hacia su lugar de trabajo, es importante indagar en qué medida dichos desplazamientos se relaciona con la actividad productiva que realizan (ver Gráfico 10). Allí se destaca como patrón que en todos los sectores la proporción de trabajadores informales que tardan más de 40 minutos en sus desplazamientos es inferior a la misma proporción

en el sector formal. Por ejemplo, en el sector de la construcción el 41% de trabajadores formales tarda más de 40 minutos en llegar a su trabajo, frente al 33% de los trabajadores informales. En la industria, el contraste también es notable, con un 32% para formales y tan solo un 18% para informales. En el sector comercio dichas diferencias también son marcadas, con porcentajes de 24% y 16%, respectivamente. En este sentido, es factible que la reactivación de



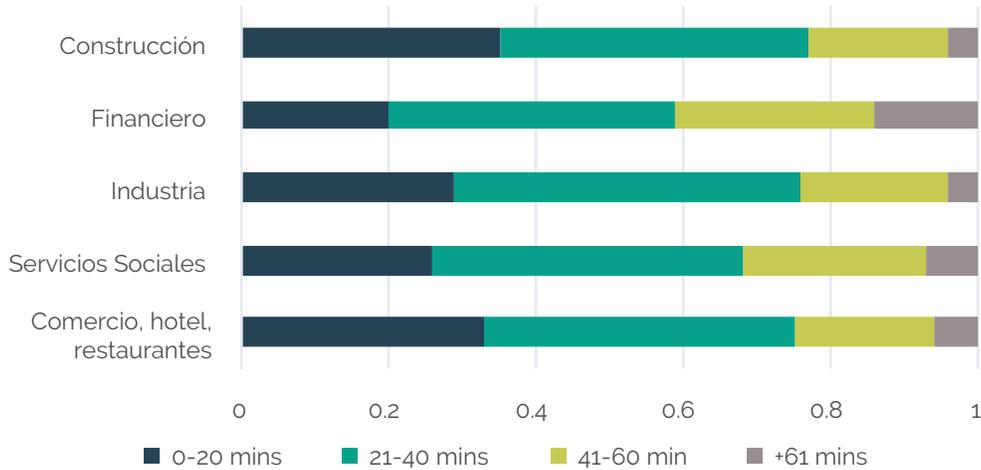
sectores con participación importante de informalidad no generen cargas excesivas en el sistema de transporte, más aún si dicha reactivación se acompaña de campa-

ñas que promuevan el uso de bicicleta y otros medios no masivos, y los comportamientos prosociales.

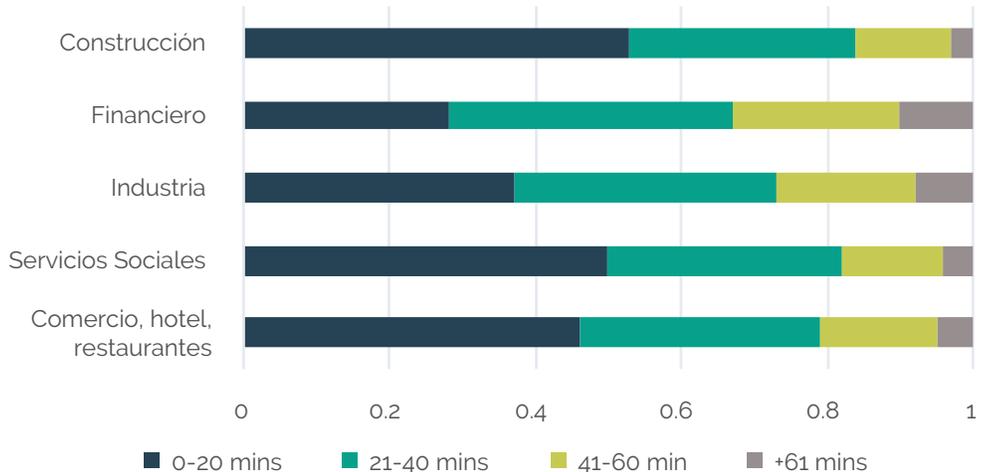
**Gráfico 10. Proporción de trabajadores con tiempos de desplazamiento mayor a los 40 minutos por sector económico**

Fuente: ECV Medellín 2018.

**a. Trabajadores formales**



**b. Trabajadores informales**





## Consideraciones finales

La apertura gradual de las actividades económicas obliga a evaluar los riesgos epidemiológicos que conlleva la movilidad de trabajadoras en todo el territorio del AMVA. Estos riesgos deben evaluarse no solo en el contexto del sistema de transporte público masivo, sino que además obliga a evaluar la movilidad y aplicación de protocolos restrictivos en otros modos de transporte como los buses, donde hacer monitoreo es relativamente más complejo. Bajo la premisa de reducir el riesgo en el transporte urbano, el cual se ha demostrado es uno de los principales canales de propagación del virus, se debe buscar generar una disciplina en el comportamiento de los usuarios e incentivar el uso de medios de transporte privados, como la bicicleta. Todo esto idealmente acompañado de planes de movilidad que respondan a los patrones de desplazamiento de los trabajadores desde zonas densas del AMVA hacia centros de empleo

como el centro de Medellín y la zona industrial. Para este fin la acción conjunta de las empresas es crucial.

Los resultados del ejercicio de reactivación en la industria y la construcción, permitirán evaluar la apertura de otros sectores, siendo el comercio un sector clave por la extendida actividad sobre el AMVA y su importancia en la generación de ingreso de hogares vulnerables. Evaluar diferentes alternativas de movilidad será también crucial para extender las medidas de reactivación y control epidemiológico sobre este sector. En esta línea, también aparece la reactivación de actividades ligadas a la economía informal, que si bien generan desplazamientos que toman menos tiempo, requieren un ejercicio de control más complejo debido a su propia naturaleza y a su alta dispersión sobre el territorio del AMVA.

# 7. Aperturas de ciudad bajo restricciones de movilidad y control del riesgo epidemiológico: el caso del AMVA

.....

*Jairo Espinosa*  
*Christian Portilla*  
*Semaria Ruiz*  
*Andrés Acosta*

---

## La paradoja económica de la movilidad y la epidemia

La movilidad es un factor innegable en el crecimiento económico y el bienestar. Favorece la especialización de la actividad humana, uno de los elementos centrales de la productividad, permitiendo llevar personas, insumos y servicios, estableciendo y cerrando estrechas y complejas redes de oferta y demanda que permiten la construcción de círculos virtuosos de crecimiento y distribución de riqueza y bienestar. Reduce los costos de producción y aumenta la calidad de los productos y servicios al permitir la integración de habilidades especializadas.

105

Desde el punto de vista epidemiológico, la movilidad se traduce igualmente en un mecanismo logístico eficiente de distribución de la enfermedad permitiendo que individuos infectados entren en estrecho contacto con otras personas durante el transporte, aumentando los riesgos de contagio y llevando a individuos contagiados a comunidades no expuestas lo que automáti-

camente aumenta la tasa de contagio ya que la tasa de crecimiento de contagio depende de dos factores:

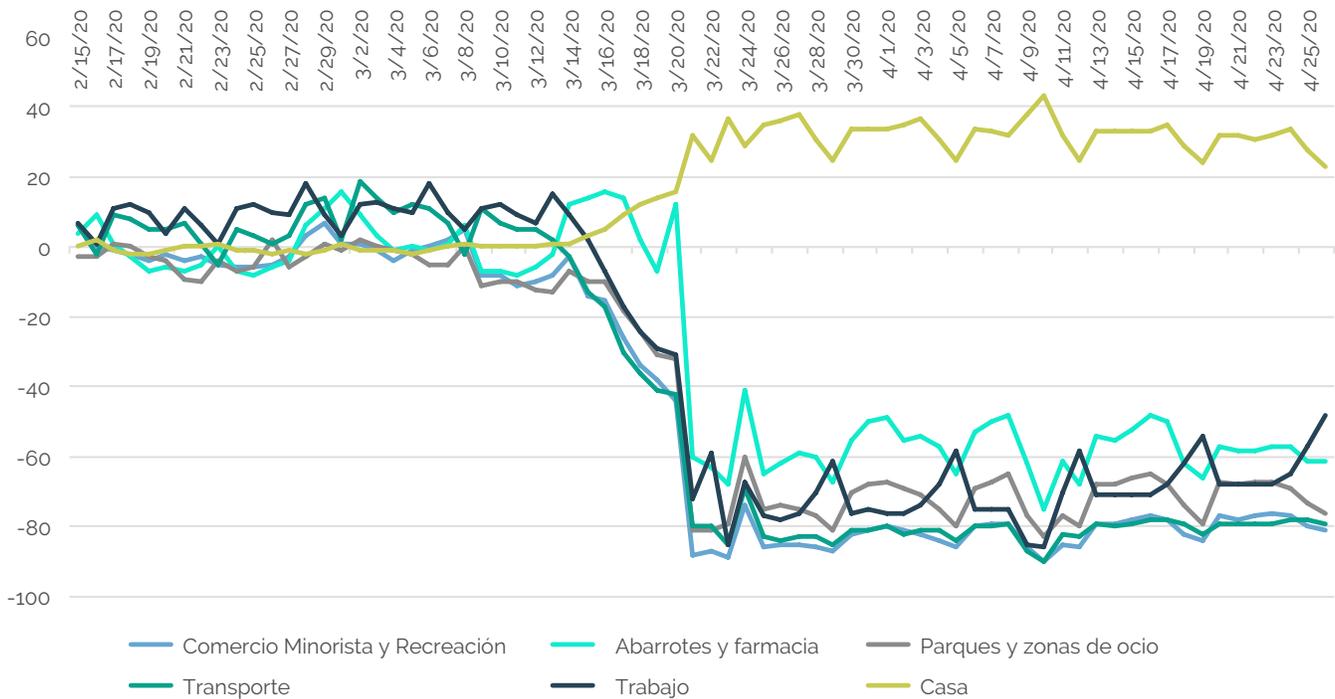
- La distancia de contacto, reducida en cualquier sistema de transporte que no sea unipersonal.
- La susceptibilidad de la comunidad en la cual se está desarrollando la infección.

Conocedores de esa realidad, una de las primeras recomendaciones que se hacen es disminuir el movimiento de las personas llevando a la población a cuarentenas o reducciones voluntarias de la movilidad (Gráfico 1)



Gráfico 1 Movilidad en Antioquia y Colombia antes y después de la cuarentena

Fuente: Propia a partir de datos de Google



A nivel internacional las recomendaciones de las autoridades varían, pero en general un distanciamiento de entre 1m y 2m resulta ser la recomendación generalizada. Esta recomendación se ha traducido en instrucciones de reducir la capacidad de los sistemas de transporte masivo a un 35% de su capacidad nominal.

Aun así, existen riesgos que resultan importantes de evaluar.

- El dinero en efectivo como vehículo directo de transporte y contacto con el virus
- La aglomeración por los picos de demanda
- El traslado de la demanda a las zonas de espera
- El traslado de la demanda a otras formas de transporte

## La paradoja económica de la movilidad y la epidemia

Riesgo por uso de dinero en efectivo para el pago del transporte y alto nivel de contacto de los conductores

El dinero en efectivo es considerado un serio vector de contagio de enfermedades . Los niveles de exposición de las personas que hacen recaudos en efectivo son bastante altos lo que sucede con la mayor parte de

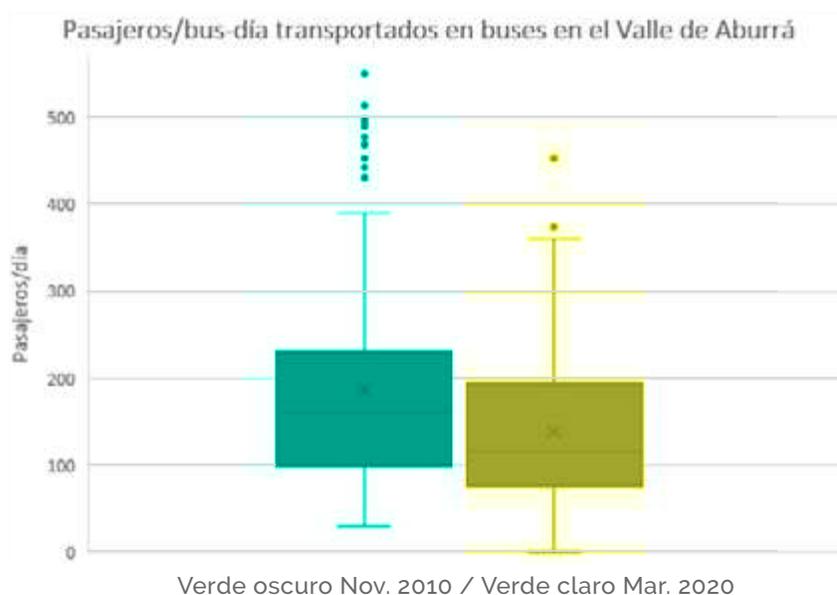
los conductores de transporte público en el país.

Es importante mencionar, que en promedio, un taxista recibirá y devolverá dinero en efectivo cada día a al menos 20 personas en diversos lugares de la ciudad y sin ningún mecanismo de desinfección.

107

Gráfico 2 Cambios en el número de pasajeros transportados por día por bus. Azul segunda quincena de noviembre de 2019, naranja segunda quincena de marzo de 2020.

Fuente: Propia a partir de datos de Google





Un conductor de bus de otro lado, en promedio realiza más de 100 transacciones en efectivo diarias (ver Gráfico 2), llegando a niveles de exposición de entre 5 y 20 veces más que un taxista.

De esta manera se evidencia que es urgente intervenir dos aspectos:

- Aislamiento físico del conductor de manera que se reduzca su exposición mediante el uso de cabinas aislantes.
- Medios de pago sin contacto en el transporte público, de manera que se elimine el uso de transacciones en efectivo. Sistemas de validación de códigos QR y tarjetas como la cívica deberían ser de uso generalizado.



## Riesgo a los pasajeros por aglomeración en el transporte masivo y zonas de espera

La distancia entre pasajeros es la mejor garantía que existe para evitar el contagio.

A pesar de las restricciones impuestas de que los sistemas de transporte masivo reduzcan sus ocupaciones al 35% de las capacidades nominales, aún resulta insuficiente ya que en las horas pico las aglomeraciones superan ese umbral. En dos recorridos diarios un pasajero puede llegar a tener un contacto cercano con 8 personas durante

periodos mayores a los 15 minutos. Si bien el uso de tapabocas es una ayuda importante, quedan aún los riesgos asociados al uso de superficies comunes (barras, pasamanos, y dinero). Si evaluáramos las medias de contacto desde el periodo de noviembre de 2019 al de marzo 2020 (durante la cuarentena) veremos que la media de contacto se habrá reducido proporcionalmente a la media de ocupación de los autobuses (un 32%) (Ver: Gráfico 3).

109

Gráfico 3 Cambio en el número de pasajeros por recorrido en las rutas de buses del Valle de Aburrá Cambios en el número de pasajeros transportados por día por bus. Azul segunda quincena de noviembre de 2019, naranja segunda quincena de marzo de 2020.

Fuente: : Propia a partir de datos del AMVA y SMM



Verde oscuro Nov. 2010 / Verde claro Mar. 2020



Otro aspecto que es importante considerar es el riesgo que genera la exposición de los usuarios en las filas durante la espera del transporte público. Nuevamente, aparte de los protocolos ya discutidos se hace necesario tener en cuenta dos elementos importantes:

- Dado que las empresas han tratado de aumentar las frecuencias, sigue siendo importante la migración hacia modos de transporte unipersonales no motorizados (Bicicleta y a Pie).

- Se debe evitar zonas donde se encuentren pasajeros de frente. Los abordajes y descensos por zonas separadas debe ser la norma.

- Se debe mantener la distancia durante las esperas.

- Se debe negociar formas de aplanar las demandas de transporte evitando las horas picos mediante horarios escalonados.



## Riesgos en el transporte individual

El transporte individual, a pie, bicicleta, moto o automóvil tiene cada uno sus propios riesgos.

La epidemia y su subsiguiente cuarentena han mostrado una reducción significativa en la movilidad en vehículos (ver Gráfico 4). Esta reducción en la movilidad ha significado una reducción en la accidentalidad que ha permitido reducir la congestión del sistema de salud y el sistema hospitalario.

Gráfico 4 Intensidad del tráfico en antes y durante la cuarentena en Medellín.

Fuente: Elaboración propia Datos: SMM

111

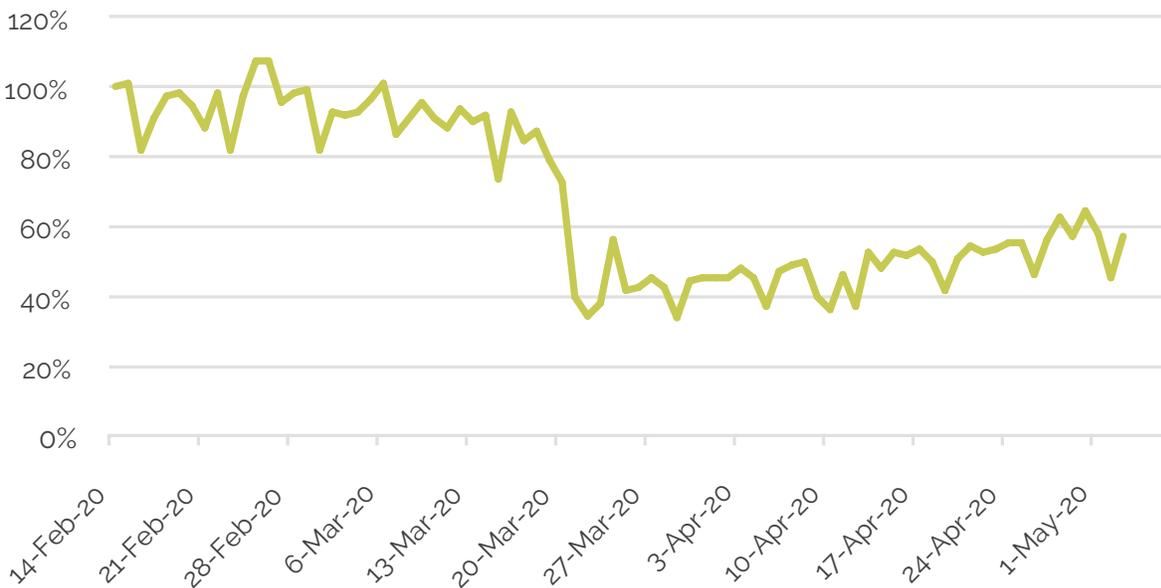
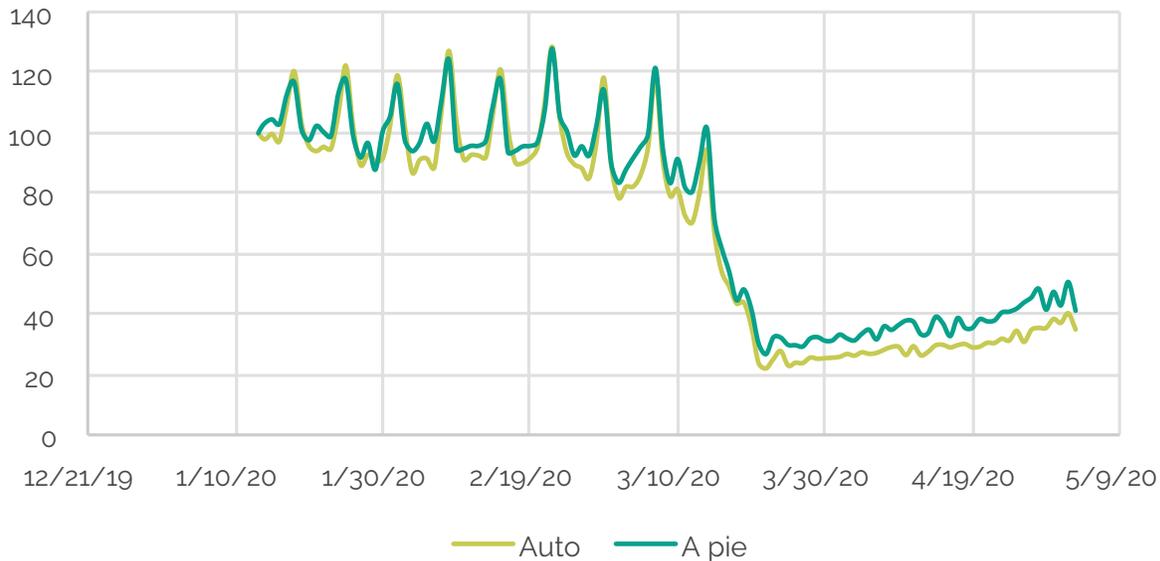




Gráfico 5 Movilidad en auto y a pie en Colombia antes y durante la cuarentena

Fuente: Propia Datos: Apple inc.



El uso del transporte masivo ha sido percibido por la población como un riesgo, prueba de ello es que durante la cuarentena la caída en la demanda del metro fue cercana al 85% en tanto que el tráfico vehicular ronda el 50%. Eso demuestra que aquellos que pueden permitirse el cambio de modo hacia modos más individuales lo harán (ver Gráfico 6). Ese cambio afectará la demanda sobre las vías, por ello es necesario tomar medidas que aumenten la seguridad de los modos más vulnerables de la movilidad (a pie y en bicicleta) reduciendo la accidentalidad y aumentando el factor de ocupación.

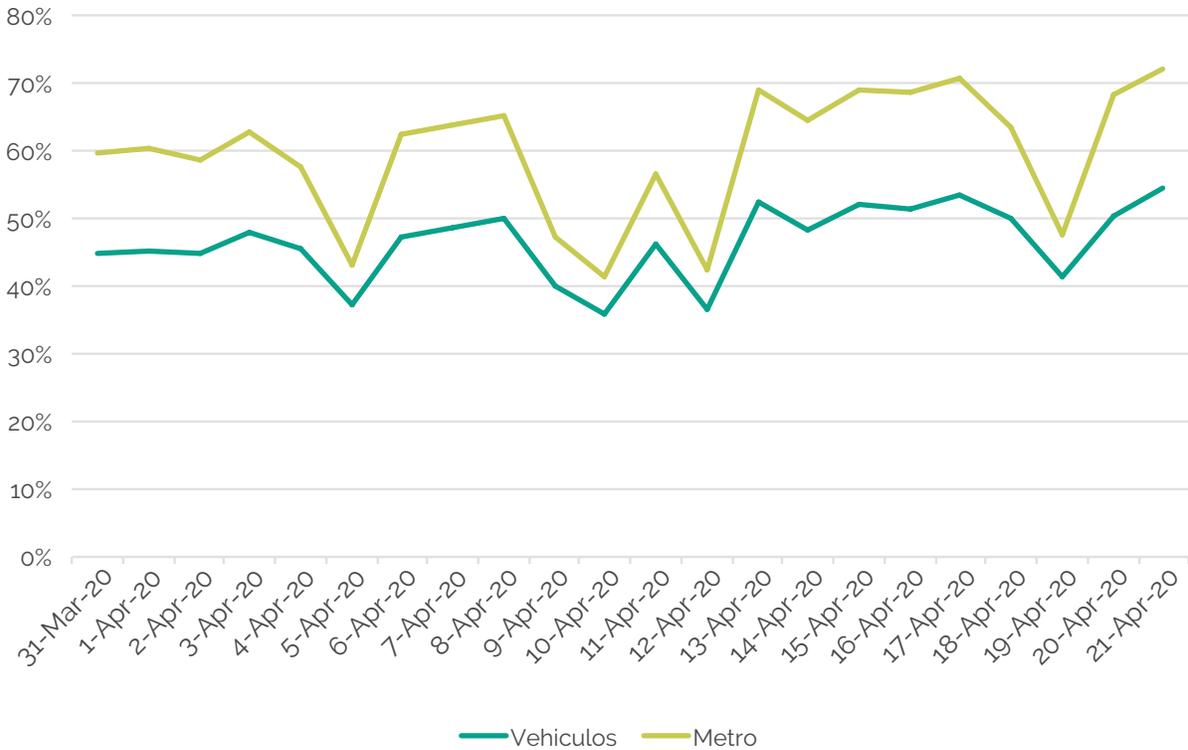
Las soluciones obvias que plantea la ingeniería de tránsito incluyen la reducción de los límites de velocidad.

Es necesario tomar medidas decididas hacia esa movilidad individual, segura y sostenible. Que además debe satisfacer la necesidad de cubrir distancias significativas entre los lugares de residencia y trabajo. Si no se toman medidas urgentes estimulando movilidad eléctrica de baja potencia (bicicletas de pedaleo asistido), veremos un aumento aún más acelerado de la adquisición de motocicletas con motor de explosión con las consecuencias nefastas para la seguridad y



Gráfico 6 Intensidad de uso de Vehículos y Metro durante la cuarentena.

Fuente: Propia con datos de SMM y Metro de Medellín



## Recomendaciones finales

Es claro que el regreso a las actividades presenciales estará lejos de la normalidad.

Actividades de aglomeración como bares y restaurantes, colegios y universidades, y toda actividad transformable a la telepresencia se mantendrá en ese estado, de manera que la economía que requiere movilidad y contacto pueda seguir operando en condiciones de máxima alerta y cuidado. La movilidad requiere una transformación en términos operativos y económicos. En términos operativos, el transporte público deberá reducir su ocupación para mantener distancias adecuadas entre pasajeros, garantizar protocolos de desinfección de superficies diarias y al final de cada recorrido, y deberá proteger la salud de los conductores mediante el establecimiento del mecanismo de pago sin contacto y el posible aislamiento de la cabina.

Todas estas modificaciones generarán un costo operativo más alto que deberá ser pagado por la sociedad en pleno, en forma de subsidios y de manera que sigamos

teniendo un sistema de transporte eficiente una vez concluya la emergencia. También se deberá flexibilizar la norma, de manera que los buses puedan prestar servicios de transporte segregado a empresas que prefieran mantener a su personal en grupos separados, para garantizar un número bajo de ausencias por contagio o enfermedad.

La movilidad individual y sostenible se debe estimular mediante la señalización adecuada, la ampliación de las zonas peatonales y ciclorrutas, y la reducción de los límites de velocidad que garanticen una movilidad amigable con los actores más débiles del tráfico.

Las autoridades deben establecer la obligatoriedad de los planes de movilidad y de salud a las compañías que quieren reiniciar sus actividades, de manera que se pueda establecer una distribución homogénea de la demanda de transporte masivo y el uso de las vías en el transporte individual sin atascos que pueden aumentar la accidentalidad.

