



EL COLEGIO DE MÉXICO

CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ECONOMÍA

**IMPACTO DIRECTO E INDIRECTO DE LA DENSIDAD DE
RED CARRETERA SOBRE VARIABLES DE DESARROLLO
ECONÓMICO A NIVEL MUNICIPAL EN MÉXICO ENTRE
1998 Y 2010**

RODRIGO GÚEREÑA BOBADILLA

PROMOCIÓN 2014-2016

ASESOR:

SINAIA URRUSTI FRENK

JUNIO 2016

Índice

1. Introducción	1
2. Revisión de la literatura	3
3. Datos	7
4. Estrategia empírica	13
4.1. Desarrollo del modelo	13
4.2. Estructura de la red	13
4.3. Elección óptima de densidad de red	14
5. Resultados	20
5.1. Robustez	24
6. Análisis estatal	26
7. Discusión	39
8. Conclusión	40

Índice de tablas

1.	Estadísticas descriptivas	9
2.	Estimación de κ_{it}	21
3.	Estimación de z_{it} , efecto de la densidad de la red carretera per cápita del municipio i en el año t	21
4.	Efecto de la densidad de la red carretera sobre el porcentaje de asistencia a primaria	22
5.	Efecto de la densidad de la red carretera sobre el índice de mortandad de cada 1000 nacidos	23
6.	Efecto de la densidad de la red carretera sobre el PIB	23
7.	Análisis de Robustez. Variable dependiente: proporción de alumnos que asisten a primaria	25
8.	Análisis de Robustez. Variable dependiente: índice de mortandad por cada mil nacidos	25
9.	Análisis de Robustez. Variable dependiente: PIB <i>per cápita</i>	26
10.	Estadísticas descriptivas estatales sobre la densidad de red carretera	29
11.	Estadísticas descriptivas estatales sobre la variable en educación: proporción de alumnos que asisten a primaria	30
12.	Estadísticas descriptivas estatales sobre la variable en salud: índice de mortandad por cada 1000 nacidos	31
13.	Estadísticas descriptivas estatales sobre la variable en producto bruto: PIB <i>per cápita</i>	32
14.	Estimación de z_{it} por estado	35
15.	Efecto de la densidad de la red carretera sobre el porcentaje de asistencia a primaria por estado (sólo resultados significativos)	37
16.	Efecto de la densidad de la red carretera sobre el índice de mortandad de cada 1000 nacidos por estado (sólo resultados significativos)	38
17.	Efecto de la densidad de la red carretera sobre el PIB <i>per cápita</i> por estado (sólo resultados significativos)	39
B1.	Efecto de la densidad de la red carretera sobre el porcentaje de asistencia a primaria por estado	47
B2.	Efecto de la densidad de la red carretera sobre el índice de mortandad de cada 1000 nacidos por estado	49
B3.	Efecto de la densidad de la red carretera sobre el PIB <i>per cápita</i> por estado	51

Índice de gráficas

1.	Dispersión MCO, variable dependiente: Educación	11
2.	Dispersión MCO, variable dependiente: Salud	12
3.	Dispersión MCO, variable dependiente: Producto bruto	12
4.	Densidad de red carretera Federal a 1998	16
5.	Densidad de red carretera Federal a 2010	16
6.	Densidad de red carretera Estatal a 1998	17
7.	Densidad de red carretera Estatal a 2010	17
8.	Densidad de red carretera Municipal a 1998	18
9.	Densidad de red carretera Municipal a 2010	18
10.	Densidad de red carretera Federal al 2010 por estado	27
11.	Densidad de red carretera Estatal al 2010 por estado	27
12.	Densidad de red carretera Municipal al 2010 por estado	28
A1.	Histograma de densidad de red carretera Federal	44
A2.	Histograma de densidad de red carretera Estatal	45
A3.	Histograma de densidad de red carretera Municipal	46

1. Introducción

La comunicación por medio de vías terrestres es una labor histórica, pieza fundamental para el desarrollo de la humanidad. El beneficio directo de construir vías de comunicación es la reducción de tiempos de traslado, así como la reducción de costos de transporte; estos beneficios ayudan al crecimiento y desarrollo de la economía de una población, así como de las poblaciones vecinas (Capello, 2007) [1]. Los efectos que se dan en las poblaciones vecinas son llamados *efectos derrame*; estos efectos pueden llegar a ser del mismo grado de importancia que los efectos directos sobre la población donde se originaron y, en ocasiones ser de magnitudes mayores, dependiendo de características específicas de las regiones. Si un municipio construye más calles y carreteras, los municipios vecinos se benefician al estar mejor conectados, al contar con otra vía de acceso o al reducir el tiempo entre dos destinos. Es a esto a lo que se le llama efecto derrame. Esto sugiere que existen decisiones estratégicas sobre las inversiones en vías de comunicación terrestre.

Dada la importancia de los efectos, es importante saber el impacto que estos conllevan y de igual manera tomar en cuenta el impacto de los efectos derrame. Existe una cantidad amplia de literatura y artículos de investigación que hablan acerca de los efectos derrame de la inversión en vías de comunicación terrestre. La mayoría de los autores han encontrados efectos positivos, como Yu *et al.* (2013) [2]; Pereira & Andraz (2010) [3]; Hu & Liu (2010) [4]; Delgado & Álvarez (2007) [5]; Moreno & López-Bazo (2007) [6]; Berechman *et al.* (2006) [7]; Ezcurra *et al.* (2005) [8]; Cohen & Paul (2004) [9]; Owyong & Thangavelu (2001) [10]; Boarnet (1998) [11]; Kelejian & Robinson (1997) [12]; y en muy pocos casos no se ha encontrado ningún efecto, Álvarez *et al.* (2006) [13].

En esta tesis se miden los efectos directos y derrame de la densidad de red carretera de México a nivel municipal y el efecto que tiene sobre espacios de acción pública, como salud, educación y producto interno bruto en el país. Para realizar dicha estimación, la base será el modelo presentado por Acemoglu, García-Jimeno y Robinson (2015), ajustando por la medición de la densidad de red carretera óptima a nivel municipal.

Para fines de este estudio, es importante conocer la dinámica de funcionamiento de la red carretera en México. Esta Red es operada por los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal. Cada nivel tiene una participación diferente en esta Red¹: la participación del nivel federal es de 15 %, la del nivel estatal es de 25 % y la del nivel municipal es de 60 %. Es por esto que en México las decisiones de red carretera a nivel municipal son pieza fundamental para el impacto directo y de efecto derrame de la red carretera nacional. Por lo anterior, en esta tesis la medición del efecto de la densidad de la red carretera se hará bajo el supuesto de que solamente las decisiones tomadas a nivel municipal optimizan de la mejor manera a la Red total.

Siguiendo el modelo de Acemoglu *et al.* (2015) [14], este trabajo de investigación incorpora aspectos estratégicos para modelar la decisión de la densidad de red carretera óptima como un juego de red a nivel municipal. En este juego, la decisión de cada municipio toma como dadas las decisiones de los municipios vecinos y las decisiones de red carretera del gobierno federal y estatal, con el fin de elegir la densidad de carretera óptima municipal.

Para captar los efectos directos y de derrame creo una variable de red que relaciona a las cabeceras municipales de México por medio de la distancia geodésica² y la diferencia de altitudes entre estas. Después estimo las relaciones entre los efectos red y las variables de desarrollo económico de interés explotando la estructura de la red y las posibles variaciones exógenas. Los parámetros clave en el análisis son el impacto de la propia densidad de red carretera sobre las variables de desarrollo económico y los efectos derrame en los municipios vecinos, los cuales se ven en dos sentidos. Por un lado, el efecto derrame del municipio analizado sobre sus vecinos; por el otro lado, el efecto derrame de los

¹La participación de red es medida en base al número de km bajo el cargo de cada nivel en todo el territorio nacional de México.

²Línea de mínima longitud que une dos puntos en una superficie dada, y está contenida en esta superficie.

vecinos sobre el municipio analizado. Para estimar estos parámetros llevé a cabo un análisis tipo panel de efectos fijos municipales y temporales. Este método tiene la ventaja de poder analizar cada municipio como una entidad independiente y poder compararla con las restantes, controlando por todas las características que son iguales entre ellos. La desventaja de este método es que las características diferentes deben ser especificadas, y la falta de alguna de ellas nos llevan a correr regresiones con variables omitidas, condición que ocasiona sesgos en los resultados.

Tomé en cuenta características geográficas así como específicas de distribución poblacional y relacionadas a vías de comunicación (longitud de distintas redes y número de vehículos de motor) para captar los efectos de la densidad de red carretera. Como pruebas de robustez, corrí regresiones variando los controles específicos para cada variable de desarrollo económico analizada, así como controles generales.

Para hacer posible el análisis de este estudio contruí una base de datos de 2,456 municipios entre los años 1998 y 2010, tomando en cuenta más de 40 variables diferentes, finalizando con una base de 31,918 observaciones. Las variables eligidas son variables relacionadas con las tres dimensiones de desarrollo económico estudiadas: educación, salud y PIB; así como variables para la creación del efecto red y relacionadas con indicadores dimensiones de las vías de comunicación terrestres del país; también se utilizaron varias variables control con el fin de obtener resultados consistentes.

Los resultados muestran que existe una relación positiva entre la red carretera del municipio y el desarrollo económico del mismo municipio, así como efectos derrame positivos con los municipios vecinos. Un aumento en la densidad de la red carretera de un punto, es decir, que la densidad aumente un kilometro por habitante, trae un aumento de un punto en el desarrollo dentro del mismo municipio y un potencial efecto derrame de 0.06 puntos en los municipios vecinos (ejemplificando, si tomamos como referencia el índice de mortandad por cada 1000 nacidos³, un aumento de un punto en la densidad de red carretera disminuye un punto porcentual el índice de mortandad por cada 1000 nacidos dentro del municipio. En caso del efecto derrame, disminuiría el índice de mortandad en los municipios vecinos, 0.06 puntos porcentuales). En lo que respecta a las variables de desarrollo económico, en cuestiones de educación⁴ encontré que la red carretera tiene un efecto positivo y significativo, lo cual sugiere que un crecimiento en la infraestructura carretera trae consigo un crecimiento en el nivel de educación del país⁵. El aumento de un punto en la densidad de red carretera causa un aumento de 0.35 puntos el porcentaje de alumnos que asisten a primaria en su edad normativa dentro del mismo municipio, un aumento de 0.17 puntos el porcentaje de asistencia en las escuelas de los municipios vecinos; y al mismo tiempo una reducción de 0.017 puntos en el % de asistencia de alumnos a primaria en mi municipio por la atracción de alumnos a escuelas de municipios vecinos.

Respecto a salud⁶ y producto interno bruto *per cápita*, no encontré efectos que fueran significativos. Una posible explicación de no haber encontrado una relación entre el nivel de salud y el PIB con la red carretera es por el método econométrico utilizado en el estudio. Este método, como ya se mencionó, tiene la desventaja de exigir todas las variables no fijas que afectan los resultados. Es por esto que hay un posible sesgo de variables omitidas al no haber tenido información en el caso de salud como índices de enfermedades importantes, número de casos clínicos atendidos, índice de población atendida por el sector salud, entre otras; y para el caso del PIB, inversión general y en vías de comunicación terrestre, ingresos del estado, proyectos de infraestructura, entre otros.

³El índice de mortandad por cada 1000 nacidos se diferencia del índice de mortandad infantil en que el primero se basa en las muertes de niños en el día del nacimiento, y el segundo durante el primer año de vida.

⁴El nivel de educación se mide tomando en cuenta la proporción de alumnos que asisten a primaria respecto al número de alumnos que por su edad les corresponde hacerlo.

⁵Una mayor densidad carretera acerca a las comunidades con la cabecera municipal y los grandes centros urbanos. A su vez, esta cercanía facilita la provisión de infraestructura en las localidades, así como aumenta la probabilidad de facilitar el acceso a las escuelas. Como consecuencia, el nivel educativo mejora.

⁶El nivel de salud se mide por medio del índice de mortandad de cada 1000 nacimientos.

También realicé un análisis a nivel estatal sobre las mismas variables de interés dando como resultados diferentes comportamientos de efecto red y sobre las variables de desarrollo económico en cada uno de los estados. Estos efectos fueron positivos y negativos y en diferentes direcciones en cuanto al efecto derrame, lo cual hace muy interesante ver la dinámica interna de la influencia de la densidad de red carretera y sus efectos derrame. Comparando estos resultados con los obtenidos a nivel nacional, los resultados del efecto red nacional fueron positivos en tanto que analizando por estado este efecto se observó positivo, negativo y también con resultados no significativos, cada estado (y de hecho se identificaron regiones específicas) cuenta con una dinámica distinta en cuanto al efecto red. Esto aplica de la misma manera para los resultados del análisis en educación, salud y PIB *per cápita*, donde a nivel estatal se obtuvieron resultados positivos, negativos y no significativos; en cuanto a que a nivel nacional fueron resultados positivos en educación y no significativos en salud y PIB *per cápita*.

Es importante mencionar que este es el primer estudio en su tipo que hace un análisis del impacto de la densidad de la red carretera en México a nivel municipal sobre variables de desarrollo económico. De hecho sólo existe un estudio a nivel nacional del impacto económico que tiene la construcción de vías carreteras en México (Pérez y Sandoval, 2015 [15]). Los resultados mostrados en esta tesis demuestran el efecto positivo directo y derrame de la red carretera en México, lo cual nos ayuda a tener una idea más realista de efecto, tanto directo como indirecto, de la inversión en vías de comunicación terrestres en México.

Esta tesis mide los efectos red de la densidad de red carretera en México a nivel nacional y estatal, y nos da una idea muy clara y cuantitativa de la influencia que tiene la red de vías de comunicación terrestre en el desarrollo integral del país, demostrando qué estados y regiones son capaces de influenciar y asistir a otros y cuáles depende de los demás. También vemos por primera vez una medida que relaciona el crecimiento de la red carretera con el crecimiento en educación, salud y producto bruto per cápita. Esta tesis es el primer paso en el estudio del impacto de la densidad de red carretera del país, con el cual vemos el largo camino que existe en la profundización de este análisis.

La tesis está dividida de la siguiente manera: la sección 2 muestra los hallazgos relevantes de la literatura sobre infraestructura y desarrollo económico. En la sección 3 se presentan los datos que se emplearon en el estudio. La sección 4 muestra el modelo empírico y su desarrollo. La sección 5 presenta los resultados de las regresiones, así como la interpretación de sus resultados y las pruebas de robustez. La sección 6 presenta el análisis a nivel estatal. La sección 7 presenta la discusión de los resultados y la sección 8 sugiere algunos escenarios de reflexión y conclusiones.

2. Revisión de la literatura

Los beneficios directos de la inversión en vías de comunicación terrestre sugieren que la inversión en infraestructura carretera es importante para el desarrollo del país. No obstante, lo más relevante en este tema es saber cuál es la magnitud del efecto positivo de este tipo de inversión, así como la gama de variables económicas y sociales en las que tiene influencia. A continuación se mencionan estudios relacionados al tema donde se fueron descubriendo hallazgos causales importantes y brechas en la literatura que encaminaron el desarrollo del tema hasta la actualidad.

Una variable económica sobre la que la inversión en infraestructura carretera tiene efectos relevantes es el nivel de desempleo. Un ejemplo lo encontramos en el estudio de Stephanedes y Eagle (1986) [16] en el que utilizan series de tiempo para investigar la relación entre los gastos en carreteras estatales y cambios en los niveles de empleo en condados de Minnesota entre 1964 y 1982. En un plano general, al analizar en conjunto los condados, no se encuentra una relación entre los gastos de inversión en carreteras y los cambios en los niveles de empleo. Sin embargo, en el

análisis de subgrupos regionales sí se descubre que los gastos en carreteras potencian el crecimiento del empleo. Una limitante considerable del estudio es que trata de encontrar una cadena causal del empleo como consecuencia del gasto en carreteras sin considerar otros efectos, lo cual provoca un problema de variables omitidas; es por esto que encuentra cierta causalidad en el corto plazo, pero el efecto se diluye en el largo plazo. En la misma línea Clay, Stuart y Walcott (1988) [17] hacen un estudio en algunos condados de Carolina del Norte y concluyen que la inversión en carreteras es crucial para el desarrollo económico de la región, al comprobar que grandes inversiones en vías de comunicación tienden a acompañarse de un aumento notorio en el crecimiento del empleo.

Isserman, Rephann y Sorenson (1989) [18] investigan el efecto de la inversión en carreteras sobre zonas rurales y comunidades pequeñas. Su investigación se enfoca en el estudio de comunidades rurales, evitando sesgos al hacer este acotamiento. El estudio incluye 231 comunidades rurales en Estados Unidos de América en el periodo de 1969 a 1984, enfocándose específicamente en el crecimiento de ingresos. En el análisis, descubren que las localidades más cercanas a vías carreteras tienen un crecimiento económico mayor a las comunidades rurales más alejadas de estas. Ellos se enfocan principalmente en buscar la causalidad entre la proximidad de un condado a una carretera y su crecimiento económico, pero su análisis no incluye consecuencias más amplias, lo cual hace que sea un análisis microeconómico muy específico que no da pie para probar validez externa.

Forkenbrock y Foster (1990) [19] guían una investigación muy parecida a la de Isserman *et al.* (1989) pero, a diferencia de éste, realiza un análisis más agregado; es decir, no específico de zonas rurales, sino que considera la inversión de un corredor de carretera y los beneficios económicos de este en las zonas aledañas. Los autores desarrollan un criterio para evaluar rutas alternativas en un corredor de 805km de longitud que conecta dos regiones importantes en el oeste de Estados Unidos. Se utilizó un modelo Output-Input con el cual concluyeron que la inversión en infraestructura carretera genera desarrollo económico local al reducir los costos de transportación entre regiones.

Aschauer (1991) [20] es el primer autor que utiliza un modelo de crecimiento basado en una función de producción para analizar la relación entre el gasto en infraestructura de transporte y el crecimiento económico y la productividad laboral. En este estudio utiliza los cambios anuales de la producción por trabajador como variable dependiente. Para hacer el análisis, considera todos los estados de Estados Unidos de América en el periodo de 1969 a 1989 con datos panel, basándose en los gastos en carreteras y otras vías de comunicación. Una de las aportaciones de Aschauer (1991) es que considera la inversión privada en el estudio y utiliza una medida que relaciona la cantidad de capital por trabajador. En contraste, una de las principales limitaciones del artículo es que no considera variables que el autor sospecha que podrían afectar los resultados, como la inversión en otro tipo de infraestructura que no fueran de transporte, así como la inversión en educación. Aschauer, al igual que Banister y Berechman (2006) [21], descubre que el efecto del gasto total en vías de comunicación sobre la tasa de crecimiento de capital privado en empleo es muy alto, con un R^2 de 0.44.⁷

En los años subsecuentes, la investigación sobre los efectos de la inversión en infraestructura carretera y su efecto en el crecimiento económico no presenta innovaciones importantes, continuaban simplemente variando metodologías, bases de datos y correlaciones entre variables dependientes e independientes. Hasta que llegó el momento en que el enfoque se expandió, analizando efectos indirectos. Boarnet (1996) [22] hace un análisis de las inversiones en carreteras y la redistribución de la actividad económica al dividir los efectos directos e indirectos de los impactos económicos de la infraestructura de transporte. El efecto directo lo toma como el impacto en las regiones cercanas a calles y carreteras, y el efecto indirecto es cualquier impacto que ocurre en las regiones alejadas de los corredores de carreteras. En este estudio se utiliza una log-linearización de una función Cobb-Douglas empleando datos de condados del estado

⁷ R^2 es la proporción de la variable dependiente explicada por la variable independiente. En este caso significa que el 44 % de la tasa de crecimiento de capital privado en empleo es explicada por el gasto total en vías de comunicación.

de California. Las variables independientes fueron el nivel de empleo, el stock de capital y otras variables de los condados; y como variable dependiente se utilizó la producción de cada condado. Se concluye que los efectos directos e indirectos de la inversión en infraestructura de transporte son iguales pero en magnitud opuesta. La mayor aportación del autor es la estimación de la magnitud del efecto indirecto y la manera en cómo lo refleja en las regresiones⁸.

Cabe mencionar, sin embargo, que no en todos los estudios se ha encontrado una relación positiva o directa del impacto económico de la inversión en infraestructura carretera. También, se decía que los proyectos de transporte no son responsables directos de impulsar el crecimiento económico o aumentar la productividad de una región, sino que son necesarias ciertas condiciones en el mercado para potenciar el desarrollo económico regional, para no terminar teniendo solamente un proyecto que genera accesibilidad (Berechman, J. (2001) [23]).

Conaway (2002) [24] hace un estudio en el que evalúa la influencia de las carreteras sobre el desarrollo económico de las zonas rurales de Carolina del Norte. En específico, toma datos de las décadas de 1970 a 2000 para estimar la influencia que tuvo el gran desarrollo de infraestructura carretera en el desarrollo económico y los beneficios marginales de la creación de accesibilidad en términos del empleo. Corre varias regresiones lineales con mínimos cuadrados ordinarios, alternando diferentes variables de desarrollo económico, indicadores del tipo de vías, densidad de vías y utilizando dummies de tiempo y variables de accesibilidad. Su conclusión es que diferentes variables de la infraestructura carretera desempeñan papeles diferentes en el desarrollo. Más kilómetros de carretera, producen niveles de empleo mayores; pero sistemas muy densos de carreteras en áreas rurales traen efectos negativos en el empleo en estas zonas, por lo que el grado de accesibilidad juega un papel importante en las variables económicas. De hecho, concluyen que el desarrollo económico no tiene que ver sólo con el aumento de vías, la densidad de éstas o la accesibilidad, sino que son importantes otras variables, como la inversión en capital humano y patrones de urbanización. Por último, también concluyen que tener vías de mejor calidad e infraestructura para diferentes medios de transporte produce retornos más altos a la inversión.

Ozbay Ozmen-Ertekin y Berechman (2003) [25] hacen un estudio en el cual se analiza la relevancia de la relación entre el crecimiento de infraestructura de vías de comunicación y el desarrollo económico de la región del norte de Nueva Jersey en los años 2000. En lo referente al desarrollo económico, analizan los cambios en ingresos de la región y el crecimiento del empleo, y lo relacionan con un índice de accesibilidad que mide los tiempos medios de traslados entre zonas y los niveles de actividad en dichas zonas. Utilizan una serie de regresiones y prueban que hay una relación muy estrecha y significativa entre los cambios en la accesibilidad y el desarrollo económico de la región, lo cual fundamenta la necesidad de inversión en infraestructura de vías de comunicación. En cuanto a las limitaciones de este estudio, las regresiones cuentan con un número limitado de controles, además de que no se consideran efectos geográficos, ni efectos que relacionen las regiones, como tampoco se hacen distinciones en el tipo de vías de comunicación ni en la clasificación de éstas.

Gkritza, Labi y Sinha (2007) [26] en su artículo “Economic Development Effects of INDOT Transportation Projects” hacen un estudio específico para la evaluación del impacto en desarrollo económico de diferentes tipos de carreteras, presentando como producto final una herramienta cuantitativa útil para las etapas de planeación de proyectos para el Departamento de Transporte de Indiana . Los resultados del estudio proporcionan una mejor comprensión de las interrelaciones de las variables de desarrollo económico, el tipo de mejora de la carretera y la ubicación geográfica; también son útiles para entender cómo las inversiones en infraestructura vial pueden ser clasificadas con base en un criterio de desarrollo económico.

Con respecto a estudios en regiones en vías de desarrollo Njoh (2012) [27] analiza la relación que hay entre la infraestructura de transporte y el desarrollo económico en el África Subsahariana. Esta relación se establece comparando

⁸La cual es determinando un coeficiente a una variable que relaciona un condado con los datos de los demás condados.

la densidad de carreteras por habitante contra el producto interno bruto por habitante, y después del análisis encuentra una relación positiva entre ellos. En específico, el autor corre regresiones lineales y encuentra que esta relación es mayor cuando las carreteras se encuentran en buenas condiciones; es decir, que solamente necesitan mantenimiento de rutina. El principal problema con la investigación Njoh (2012) es la base de datos que utiliza, ya que cada país tiene clasificaciones y especificaciones diferentes para sus caminos, al igual que consideraciones del estado en el que se encuentran. También, es necesario resaltar que no hay una continuidad en la conexión de las vías de comunicación⁹, lo cual disminuye la efectividad de la infraestructura.

Farhadi (2015) [28] hace un análisis en el cual toma en cuenta funciones innovadoras de producción e indicadores de vías de comunicación, emplea métodos econométricos diferentes a una regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios y realiza un esfuerzo notable para recolectar una gran cantidad de datos. Evalúa el impacto del crecimiento de la infraestructura pública en 18 países de la OCDE (Organisation for Economic Co-operation and Development, por sus siglas en inglés) entre los años 1870 a 2009. Hace un análisis profundo al estudiar los efectos secundarios de la inversión de infraestructura pública básica en el crecimiento del producto a través del impacto en la productividad. Concluye que el crecimiento de la productividad del trabajo y la productividad total de los factores son afectados positivamente por el crecimiento del stock de infraestructura.

Farhadi (2015) aporta a la literatura dos aspectos importantes: primero, presenta un modelo en el que el rol del stock de la inversión en infraestructura es examinado por medio de las ganancias en productividad. Es decir, otros estudios toman en cuenta impactos directos e indirectos de la inversión revisando sólo los factores totales o la productividad laboral en los planos regional o industrial, sin considerar los efectos que agregan a la producción la relación con otros países. El segundo aspecto es que toma en cuenta la inversión específica en infraestructura de transporte y no la inversión en infraestructura en general. Mide la productividad por medio de diferentes variables económicas, siguiendo un modelo de crecimiento exógeno que considera variables como el stock de conocimiento, las actividades de innovación, la intensidad de investigación y variables de control, así como la apertura comercial. La estimación de dichas variables es aproximada, por lo cual no es posible conocer con exactitud la magnitud de los resultados. Asimismo, no se establecen diferencias entre tipos de caminos (como, por ejemplo, el estado en que se encuentran) ni de diferentes tipos de transporte (se toman todos los medios de transporte en general).

Arbués, Baños y Mayor (2015) [29] también innovaron en el estudio de la causalidad entre la inversión en vías de transporte y el desarrollo económico, al hacer un estudio que considera efectos de derrame. Hacen un análisis de los efectos directos e indirectos de las vías de comunicación, incluyendo carreteras, vías ferroviarias, aeroportuarias y de infraestructura portuaria mediante una función de producción estimada (basada en un modelo espacial Durbin). Analizan datos panel de 47 provincias españolas, utilizando estimadores de máxima verosimilitud, regresiones con variables instrumentales y estimadores de momentos generalizados. También, abordan el tema de la falta de fundamentos teóricos para los modelos econométricos espaciales y la relación endógena que existe entre la infraestructura de transporte y el desarrollo económico. Concluyen que la infraestructura carretera afecta positivamente en las regiones con acceso a las regiones vecinas.

Las principales aportaciones de Arbues *et al.* (2015) [29] son que incluyen desfases espaciales en las variables independientes y dependiente, además de probar que no hay problemas de endogeneidad entre la inversión en transporte y el desarrollo económico. Las limitaciones son que crean una función agregada de producción para medir los efectos de la inversión de infraestructura de transporte basados en un modelo espacial Durbin (desfase espacial de variables independientes), el cual ha recibido muchas críticas por la ausencia de bases teóricas; asimismo, no se fundamen-

⁹Tanto férrea como carretera y marítima.

tan los resultados utilizando otro modelo espacial, como el modelo de desfase espacial (desfase espacial de variable dependiente).

Para el caso de México, Noriega y Fontela (2007) [30] hacen un estudio de la infraestructura enfocándose en tres aspectos: electricidad, red carretera y líneas de telecomunicaciones. En el análisis, descubren que los choques en infraestructura de electricidad y carreteras tienen efectos positivos y significativos a largo plazo. También recalcan que en estas infraestructuras no se ha alcanzado el nivel que maximizaría el crecimiento económico.

Barajas y Gutiérrez (2012) [31] llevaron a cabo un estudio sobre el impacto de la infraestructura en México en el crecimiento económico, enfocándose en los municipios de la frontera norte. Sus resultados confirman que la infraestructura en electricidad, red de transporte y telecomunicaciones son elementos determinantes en el crecimiento de las ciudades analizadas, pero encuentran que la infraestructura en transporte no se presenta como un factor determinante. La explicación a esto se encuentra en la selección de casos: al enfocar el análisis solamente en los estados fronterizos, sucede que éstos no requieren redes de carreteras complejas al interior del país, sino al exterior, ya que es lo que provoca que tengan mayor acceso al mercado extranjero de bienes y servicios. Otra razón que dan es que pudiera haber sesgos con el indicador trabajado ya que no toma en cuenta la fluidez de desplazamiento en las carreteras; por último, también consideran la posibilidad de algún tipo de variable no observada.

Pérez y Sandoval (2015) [15] analizan el efecto de corto plazo que tiene la construcción de dos tramos carreteros -a saber: la autopista Durango-Mazatlán y la autopista México-Tuxpan- en el acceso al mercado. Crearon una base de datos para examinar los tiempos de transporte entre todos los puntos a un 1km de distancia dentro del territorio mexicano, analizando el antes y el después de la construcción de las autopistas. Con base en estos tiempos, estiman los costos de transporte y desarrollan un índice que, en conjunto con el ingreso per cápita y el total de la población por municipio, indica el acceso al mercado para cada punto.

Con esta información, hicieron una comparación del acceso al mercado con los datos de antes y después de la construcción de cada autopista, y presentan evidencia de que hay un incremento considerable -en zonas específicas- en el acceso al mercado, así como la magnitud y localización geográfica de este incremento. Es importante recalcar que el estudio no toma en cuenta la congestión de las vías, la capacidad de los carriles y los posibles cambios en tiempos por la congestión de automóviles. Tampoco toma en cuenta el volumen de los flujos relacionados con el tipo de camino. Con respecto al cálculo del acceso al mercado, no toma en cuenta los cambios en la demanda extranjera (por puertos y principales ciudades fronterizas). El estudio solo limita los resultados al impacto de corto plazo y deja de lado el análisis de mediano y largo plazo, por lo que tampoco se hace un análisis de externalidades. Pero se debe de recalcar que es el primer estudio a nivel mundial que analiza en conjunto un número tan grande de regiones.

3. Datos

El análisis se hace para los 2,456 municipios instituidos oficialmente hasta el año 2010 en México. La información municipal se obtuvo de las bases de datos estadísticos del INEGI¹⁰, de la Secretaría de Salud y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.¹¹ La información geográfica se obtuvo del departamento de Sistemas de Información Geográfica del Colegio de México. Los datos utilizados incluyen diferentes dimensiones de desarrollo económico, así como características municipales específicas; estos datos se encuentran disponibles en una serie de 1998 a 2010.

¹⁰Se obtuvo información del Banco general de Información del INEGI, del Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (SIMBAD) y de los Censos Económicos de 1999, 2004 y 2009

¹¹Para los datos de la SEP y de la SCT se buscó la información en la Base de datos estadísticos históricos de cada secretaría

También, se cuenta con una matriz cuadrada que contiene la distancia geodésica entre las cabeceras municipales de todos los municipios del país al 2010 y un índice de variabilidad de altitud entre estas cabeceras.

Para el análisis que se describe en la siguiente sección, se consideró como variable independiente la densidad de la red carretera municipal. Este dato se calcula a nivel municipal per cápita para cada año analizado. Como variables dependientes se incluyen aquellas relacionadas con el desarrollo económico de los municipios, las cuales abarcan tres dimensiones: educación, salud y economía. Para cada una de estas se añaden controles específicos.

Para la matriz de red, nos apoyamos en el programa ArcGIS con información georreferenciada, obteniendo de esta manera las distancias geodésicas entre cabeceras municipales y las diferencias de altitud entre estas, con el fin de crear una matriz de red llamada $N_t(\delta)$ que mide los efectos de la Red sobre el mismo municipio y los efectos derrame entre el municipio y sus vecinos. Para el cálculo del efecto de la densidad de la red carretera del municipio, κ_t , se consideran características municipales específicas que hacen referencia a la densidad de carretera de los municipios. Esto se calculó con base en el “Indicador de densidad de la infraestructura de comunicaciones y transportes” de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México, la cual considera las variables de longitud de carretera, longitud ferroviaria, número de vehículos de motor, aeropuertos, puertos, líneas telefónicas, estaciones de radio, estaciones postales, oficinas telegráficas y suscripciones a televisión restringida.

En este caso, considerando que el estudio se realiza a nivel municipal, se tuvieron que descartar aeropuertos y puertos, debido a que menos de 77 municipios cuentan con aeropuertos y menos de 23 con puertos marítimos. Por otro lado, ante la falta de información, se descartó también la longitud ferroviaria. Por lo tanto, para poder captar el impacto de la red carretera de manera más acertada, se incluyeron indicadores de superficie urbana, así como de tipo de suelo (como tierra para agricultura, selvas, bosques y cuerpos de agua); también se consideró el tamaño de la población y el número de vehículos de motor, excluyendo motocicletas.¹²

En la Tabla 1 se muestra un resumen de las variables utilizadas per cápita con sus características estadísticas principales. Se analizan 2,456 municipios entre los años 1998 y 2010, obteniendo un número máximo de 31,918 observaciones por variable.¹³ Es importante aclarar que debido a que el dato mostrado de las variables es per cápita, las magnitudes son bajas. En específico, notamos como la media de la superficie urbana es menor que la media de superficie de bosques, selvas, agricultura y cuerpos de agua. También podemos notar como la longitud de carretera rural es la mayor comparada con los otros tipos de longitudes, y la longitud federal de cuota es la menor.

¹²Debido al tipo de información disponible en el INEGI

¹³En lo que respecta a los datos faltantes de las bases de datos, se utilizó el método de imputación “Nearest Neighbor Imputation” o método NNI. El método de imputación “Nearest Neighbor Imputation” funciona bajo el criterio de utilizar el valor más próximo relacionado a una variable auxiliar la cual otorga los valores imputados. Hay casos donde la variable auxiliar se presenta con varios valores equidistantes; aquí se presenta el problema de tener varios donantes para un mismo valor faltante. En estos casos lo que se hace es elegir un donante aleatoriamente entre todos los candidatos equidistantes. Para una explicación más detallada del método, se sugiere consultar Chen y Shao (2000) [32]. Este método es el más utilizado en encuestas por el Instituto de Estadística de Canadá y algunas agencias nacionales de Estados Unidos de América.

Tabla 1: Estadísticas descriptivas

VARIABLES	Media	Desv. Estandar	Min	Max	N
Densidad Red Carr.	0.0137	0.0281	0	1.649	31,918
Matriz $N(\delta)$	0.0286	0.0416	0.000166	1.669	31,928
<i>Variables de Educación</i>					
% asist. prim.	0.520	0.0896	0.123	0.874	31,820
Alum. prim y sec.	0.282	0.0611	0	1.482	31,918
Aprob. prim.	0.135	0.0514	0	0.874	31,918
Escuelas prim.	0.00186	0.00132	0	0.0123	31,918
No. de aulas	0.00905	0.00772	0	0.370	31,918
<i>Variables de Salud</i>					
Mort. Infantil	15.53	24.44	0.187	2,000	22,610
Defunciones	0.00571	0.00244	0	0.0490	31,918
Médicos	0.000331	0.000493	0	0.0103	31,918
Médicos por unidad	0.00101	0.000887	0	0.0304	31,918
<i>Variables Económicas</i>					
Prod. Bruto	20.39	118.0	-1.958	5,281	31,918
Activos Fijos	13.65	108.7	0	9,512	31,918
Egresos	2.121	1.749	0.00772	24.08	31,918
Gasto consumo	18.87	92.15	0	5,023	31,918

Datos mostrados en cifras *per cápita*.

Datos anuales para 2,456 municipios entre 1998 y 2010.

L.C.: Longitud red carretera

Estadísticas descriptivas (*Continuación*)

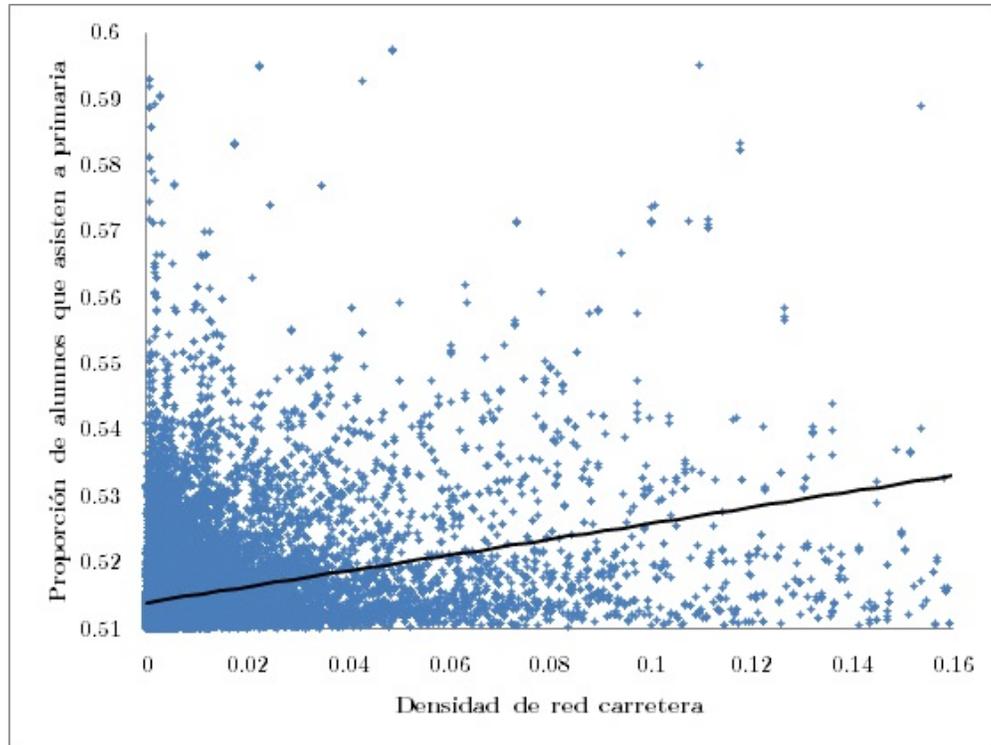
VARIABLES	Media	Desv. Estandar	Min	Max	N
<i>VARIABLES para efecto densidad red carretera</i>					
Vehículos motor	0.142	0.148	0.000108	10.48	27,285
Sup. Selva	0.00662	0.0490	0	1.456	31,918
Sup. Agua	0.000414	0.00251	0	0.0718	31,918
Sup. Continental	0.0775	0.239	5.17e-05	8.012	31,918
Sup. Bosque	0.00922	0.0398	0	0.870	31,918
Sup. Urbana	0.000212	0.000370	0	0.0138	31,918
Sup. Agricultura	0.00811	0.0113	0	0.210	31,918
<i>VARIABLES de longitud de red carretera</i>					
Long. red carretera	0.0137	0.0281	0	1.649	31,918
L.C. troncal fed.	0.00216	0.00845	0	0.430	31,918
L.C. fed. cuota	0.000196	0.00104	0	0.0269	31,918
L.C. fed a.p.	3.17e-05	0.000330	0	0.0229	31,918
L.C. fed a.f.	0.000150	0.000955	0	0.0269	31,918
L.C. fed a.e.	2.42e-05	0.000240	0	0.0158	31,918
L.C. rural	0.00777	0.0152	0	0.219	31,918
L.C. brecha	0.00256	0.0104	0	0.200	31,918
L.C. estatal	0.00246	0.00473	0	0.0714	31,918
<i>VARIABLES control</i>					
Agua utilizada	0.00314	0.0593	0	3.883	31,918
Nacimientos	0.0289	0.0115	0	0.252	31,918
Ocupantes por vivienda	0.00105	0.00187	2.15e-06	0.0304	31,918
Personal total	0.0768	0.0865	0	1.970	31,918
Población	40,736	121,969	0	1.821e+06	31,928
Remuneraciones	1.939	7.462	0	344.5	31,918
Viviendas habitadas	0.226	0.0324	0.107	0.379	31,918

Datos mostrados en cifras *per cápita*.

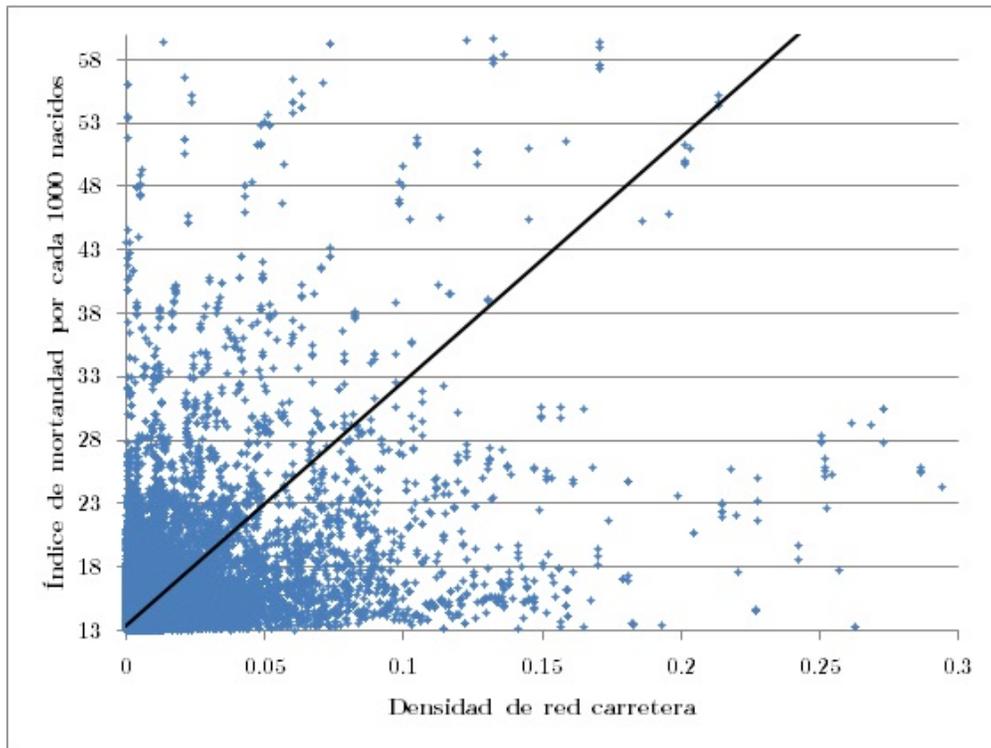
Datos anuales para 2,456 municipios entre 1998 y 2010.

L.C.: Longitud red carretera

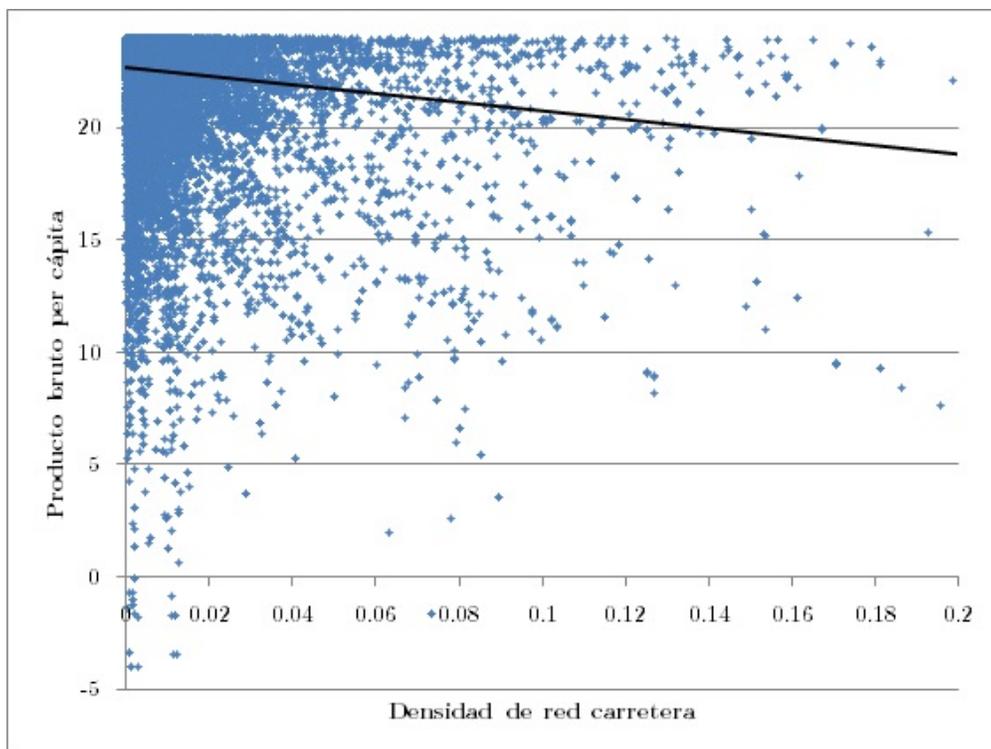
En las gráficas 1, 2 y 3 se muestra una gráfica de dispersión que relaciona la densidad de red carretera con las tres variables de desarrollo económico estudiadas. Esta relación es en base a una regresión de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). La relación entre la densidad de red carretera y el desarrollo en educación aparece positivo, al igual que con el desarrollo en salud. En el caso del PIB, esta relación resulta negativa. Como lo podemos notar, solamente el resultado para la educación es intuitivo; para salud y PIB no lo es. Esto puede ser debido a los sesgos de mínimos cuadrados ordinarios. Lo que intento hacer al utilizar el método de efectos fijos municipales y temporales es reducir al máximo estos sesgos para lograr obtener un efecto causal que refleje la realidad del comportamiento de estas variables, para de esta manera, ver si los resultados con mínimos cuadrados ordinarios cambian.



Gráfica 1: Dispersión MCO, variable dependiente: Educación



Gráfica 2: Dispersión MCO, variable dependiente: Salud



Gráfica 3: Dispersión MCO, variable dependiente: PIB *per cápita*

4. Estrategia empírica

4.1. Desarrollo del modelo

El estudio se enfoca en el análisis de los efectos que tiene la densidad de la red carretera de cada municipio sobre las variables de desarrollo económico de educación, salud y producto bruto. Para estimar este efecto, se recurre a un efecto red, que afecta al propio municipio y a sus vecinos, de manera recíproca. Cada municipio está representado como un nodo de la red, el cual está conectado con el resto de los municipios de manera directa o indirecta, donde el vínculo indirecto se da a través de uno o más municipios. El modelo presentado a continuación se basa en el modelo presentado por Acemoglu, García-Jimeno y Robinson (2015) [14] y determina la distribución de equilibrio de la densidad de vías de comunicación terrestres entre municipios y, por lo tanto, la distribución de equilibrio de las variables en desarrollo económico.

4.2. Estructura de la red

Sea i y j dos municipios distintos, y F una matriz cuadrada de dimensión n con entradas dadas por:

$$f_{ij} = \frac{1}{1 + \rho_1 d_{ij}(1 + \rho_2 e_{ij})}$$

Donde d_{ij} es la distancia geodésica entre las cabeceras municipales de los municipios i y j , y e_{ij} es la variabilidad de altitudes entre las cabeceras municipales de los municipios i y j . Los parámetros f_{ij} representan la magnitud de influencia de los efectos derrame que habrá entre los municipios.

Ahora, sea $N(\delta)$ el set de municipios conectados¹⁴ con i , los cuales son municipios que pueden tener efectos derrame sobre i . Estas conexiones representan los vínculos entre los municipios y la magnitud de influencia del posible efecto derrame entre los municipios.

A continuación, por medio de un método de regresión panel con efectos fijos regionales y temporales, se establece una ecuación en la que las variables de desarrollo económico de cada municipio dependan de la propia densidad de red carreteras y de la de los vecinos:

$$Y_{it}^j = \alpha_i + \beta_t + \kappa_{it} z_{it} + \phi z_{it} N_{it}(\delta) Z_t + \gamma_t^j N_{it}(\delta) Z_t + \pi X_{it}^j + u_{it}^j \quad (1)$$

Donde α_i son los efectos fijos municipales, β_t son los efectos fijos temporales, Y_{it}^j es la variable j de desarrollo económico en el municipio i en el año t , z_{it} es la densidad de la red carretera per cápita del municipio i en el año t , donde $z_{it} \in [0, \infty)$. $N_{it}(\delta)$ es el renglón i de la matriz de red N en el año t , Z_t es el vector columna completo de la densidad de red carretera de los municipios en el año t , X_{it}^j es el vector de controles del año t .

En adición, κ_{it} es el efecto de la densidad de la red carretera del municipio i sobre sus propias variables de desarrollo económico, el cual está modelado de la siguiente manera:

$$\kappa_{it} = \varphi C_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

¹⁴El término “conectados” hace referencia a los municipios que se benefician de la infraestructura carretera de otro municipio, el cual se mide en una escala del 0 al 1, siendo 1 un beneficio pleno y cero un beneficio nulo.

Donde c_{it} es un vector que representa características municipales referentes a vías de comunicación terrestres en el año t y ε_{it} son los factores no observables del año t .

Por último, ϕ_t es el parámetro que representa la interacción o efecto cruzado entre la variable de desarrollo económico en el municipio observado y la densidad de la red carretera del vecino del año t . γ_t^j es el efecto directo de la densidad de la red carretera de los vecinos en la variable de desarrollo económico j en el año t . u_{it}^j es el término de error del año t .

4.3. Elección óptima de densidad de red

El modelo de Acemoglu *et al.* (2015) [14] está planteado para considerar la elección optima de la capacidad del Estado (que en este caso es sobre la densidad de la red carretera) como una constante de elasticidad de sustitución, compuesta por la elección hecha localmente en los municipios $z_i \in [0, \infty)$ y nacionalmente por el Estado, $b_i \in [0, \infty)$. Esta elección se representa de la siguiente manera:

$$s_i = [\alpha z_i^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\alpha)b_i^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad \sigma > 0$$

Para representar la toma de decisiones del municipio tomamos una fórmula que se enfoca en los costos y beneficios del objetivo a maximizar. Cada municipio i decide su propia densidad de carretera z_i , tomando como dadas las decisiones de sus vecinos y de la federación para maximizar:

$$U_i = \frac{1}{J} \sum_j Y_i^j - \frac{\theta}{2} l_i^2$$

Donde J es el número total de variables de desarrollo económico Y .

Las preferencias del Estado se representan de la siguiente manera:

$$W_i = \sum_i [U_i \zeta_i - \frac{\eta}{2} b_i^2]$$

Donde ζ_i es el peso que le da el Estado, según su criterio, a cada municipio en sus decisiones.

De esta manera nos enfocamos en el equilibrio de Nash de este juego simultáneo con el fin de encontrar la elección óptima de densidad de red carretera entre el Estado y los municipios.

Si $\alpha = 1$, representaría un escenario en el que las decisiones a nivel municipal se toman sin considerar las decisiones a nivel federal.

Antes de analizar los resultados del equilibrio de Nash, es importante tomar en cuenta la dinámica de la toma de decisiones sobre la densidad de red carretera en los municipios.

En México, las carreteras y caminos son construidos y administrados por los tres niveles de gobierno. Cada poder tiene asignado un tipo específico de camino sobre el cual tiene jurisdicción exclusiva, y la facultad de decisión para su construcción y administración.

A nivel municipal, solamente está permitido planear y construir caminos urbanos, rurales y brechas¹⁵ (Ley de coordinación fiscal 2015, ramo 33). A nivel estatal sólo se tiene la facultad de planificar y construir carreteras estatales; es decir, carreteras o caminos que conecten municipalidades (Ley de caminos y carreteras específica para cada estado de la República Mexicana). Y por último, a nivel federal se tiene la capacidad de planificar y construir carreteras federales, las cuales conectan estados de la República Mexicana (Ley de caminos, puentes y autotransportes Federal 2015 y Ley de vías generales de comunicación, última reforma 2012). Además, el nivel federal tiene la capacidad de otorgar la administración y jurisdicción de sus caminos a los estados o municipios. Es importante aclarar que los caminos federales y estatales pueden cruzar ciudades, es decir, estar conectados a caminos urbanos, rurales y brechas.

De este modo, notamos cómo la decisión de la densidad de red carretera óptima no depende solamente de un nivel de gobierno, sino que están implicados los tres niveles a la vez. Por lo tanto, podemos suponer que necesitamos resolver un juego simultáneo de tres jugadores para encontrar un equilibrio de Nash en la decisión de la densidad de red carretera óptima. Este planteamiento sería el ideal si la decisión de la densidad de red carretera fuera equilibrada, es decir, que los tres poderes tuviesen la misma influencia sobre la densidad de la red carretera. Es por eso que es importante saber el porcentaje de la red carretera en los municipios que corresponde a caminos federales, estatales y municipales; para de este modo poder conocer la influencia de la toma de decisiones de cada nivel en la red.

Si nos basamos en los datos más recientes reportados por el INEGI, en 2009 la densidad de red carretera estaba distribuida entre los tres niveles del país de la siguiente manera: el nivel federal controlaba 15%; el nivel estatal, 25%; y el nivel municipal, 60%. Lo anterior sugiere que la densidad de red carretera municipal es crucial para el funcionamiento de la red carretera nacional. De las Gráficas 4 a la 9 se muestra la densidad de red carretera para los 3 niveles de gobierno presentando para cada nivel la red en el año 1998 y 2010. Los datos mostrados en las gráficas están afectados por un factor de 10,000 para facilidad de interpretación.

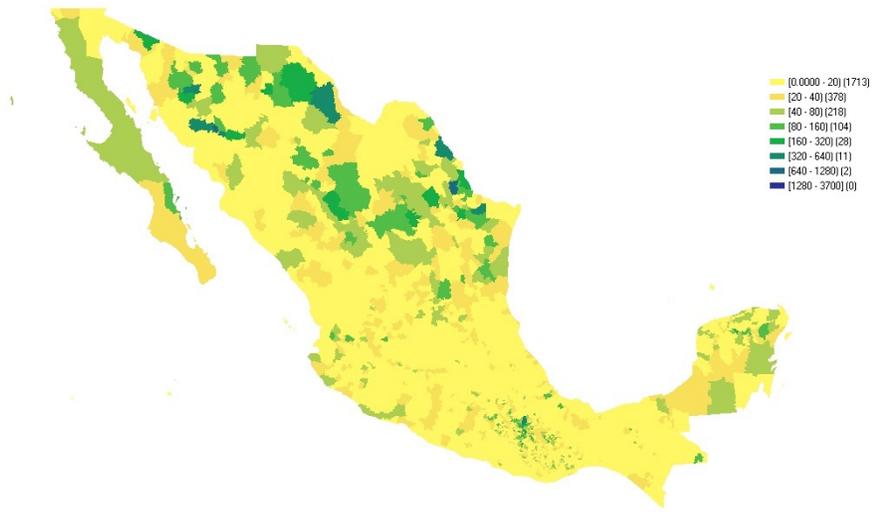
En las Gráficas 4 y 5, que corresponden a la red carretera federal, podemos observar como la densidad es bastante baja en general en todo el país, siendo casi nula en el centro-sur y concentrándose un poco más en el norte. El caso de Oaxaca es especial, ya que los municipios son muy pequeños y en algunos de estos la población es muy baja, lo cual hace que la densidad de red carretera sea elevada.

Para la red carretera estatal, mostradas en las Gráficas 6 y 7, observamos la misma tendencia, con una red baja en el centro-sur del país y aumentado a medida que vamos hacia el norte. Los estados de Sonora, Chihuahua y Coahuila son los estados con mayor densidad en este tipo de red.

Por último, para el caso de la densidad de red carretera municipal, mostrada en las Gráficas 8 y 9, se observa un aumento considerable en todo el país en la densidad de red. La concentración sigue siendo mayor en el norte pero los estados colindantes al Pacífico y la península de Yucatán se integran a los estados con una participación relevante. Los estados de Durango y Zacatecas se unen a los estados del norte con una densidad promedio mayor que el resto del país, y notamos como el centro del país y Veracruz y Tabasco se mantienen en densidades bajas. Una de las razones por las que se observan densidades bajas en el centro del país es por la gran densidad poblacional que hay, lo que comprueba un déficit y una mala planeación de crecimiento urbano. En todos los casos notamos como la densidad de red carretera aumentó de 1998 al 2010.

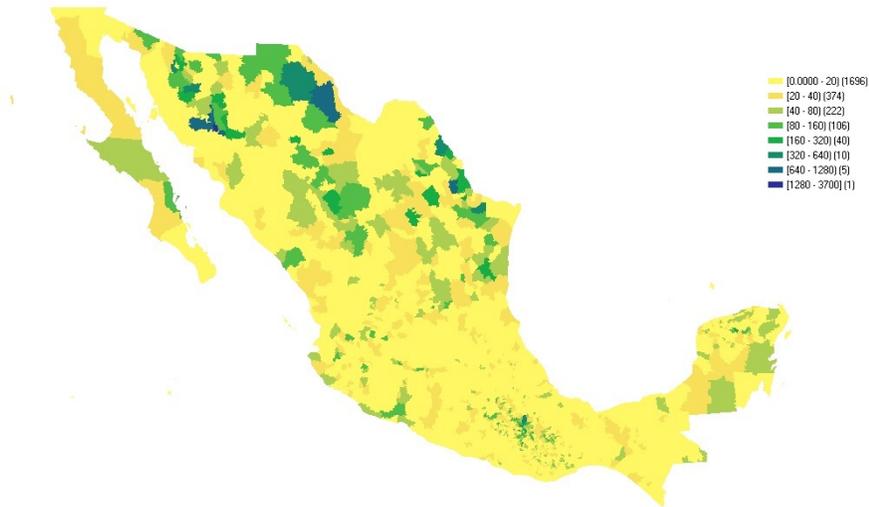
Como complemento a los datos previos, el Apéndice A muestra un análisis para saber el porcentaje de municipios que cuentan con caminos federales, estatales y municipales, con el fin de estimar la influencia real que la infraestructura administrada por cada nivel de gobierno sobre la densidad de red carretera total. En el análisis, se define como

¹⁵Nos referimos a caminos urbanos y rurales a todas las calles que están dentro de un municipio bajo jurisdicción del municipio; esto incluye avenidas, paseos, cerradas y cualquier tipo de calle. Las brechas son las calles no pavimentadas.



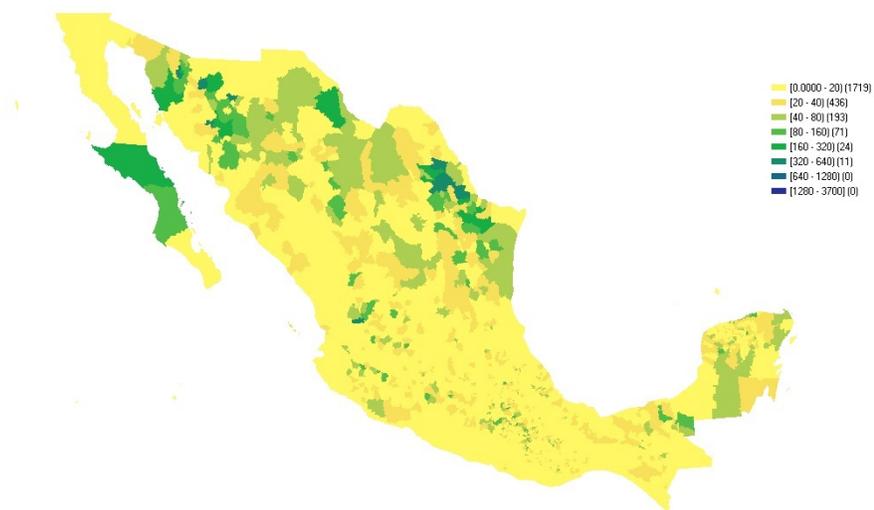
Nota: Se incluyen la red carretera troncal federal, federal de cuota y federal bajo administración particular, federal y estatal

Gráfica 4: Densidad de red carretera Federal a 1998

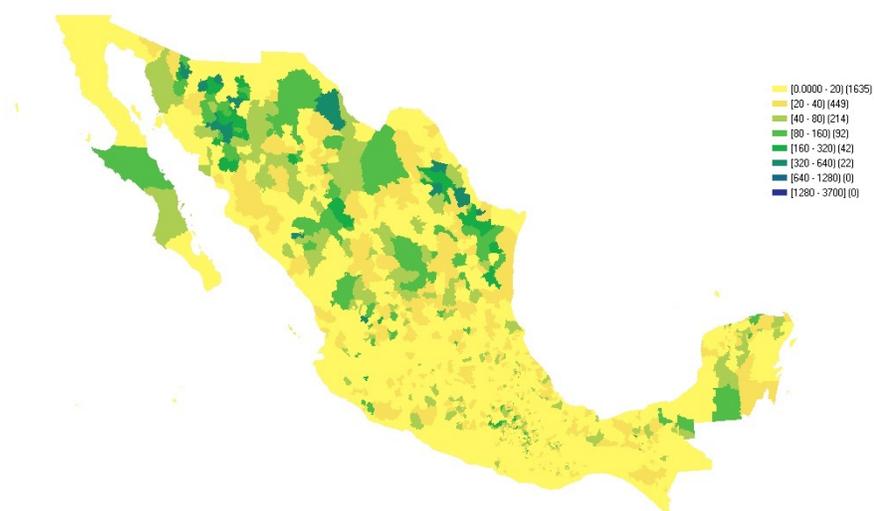


Nota: Se incluyen la red carretera troncal federal, federal de cuota y federal bajo administración particular, federal y estatal

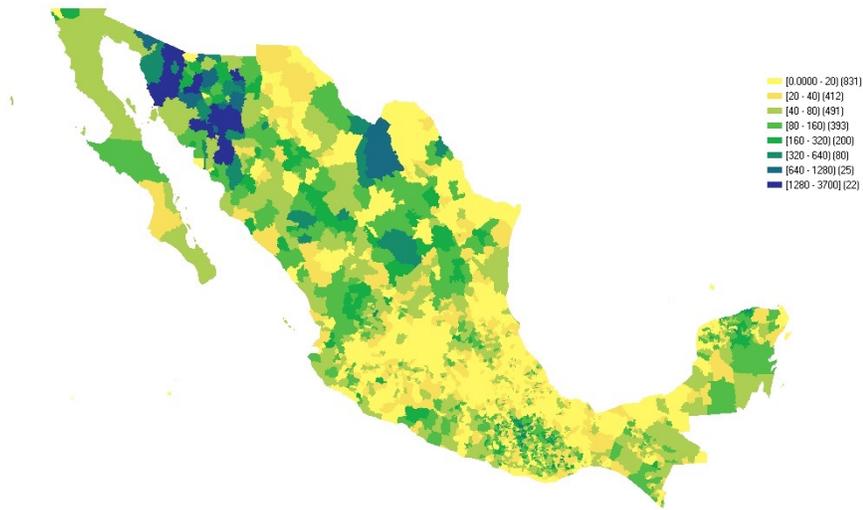
Gráfica 5: Densidad de red carretera Federal a 2010



Gráfica 6: Densidad de red carretera Estatal a 1998

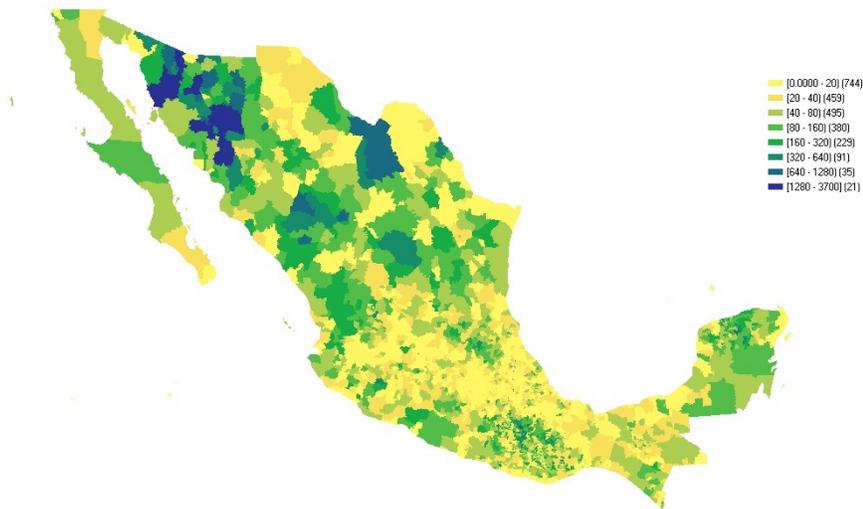


Gráfica 7: Densidad de red carretera Estatal a 2010



Nota: Se incluye la red carretera rural y de brechas

Gráfica 8: Densidad de red carretera Municipal a 1998



Nota: Se incluye la red carretera rural y de brechas

Gráfica 9: Densidad de red carretera Municipal a 2010

“participación relevante” de la red carretera al porcentaje de municipios que cuentan con el tipo de carretera considerado.

Si solamente se tomara en cuenta la participación estatal y federal, no se consideraría ni siquiera a la mitad de la red carretera nacional, en tanto que, con respecto a las participaciones relevantes de estas redes, se cubriría menos de 40 % de los municipios con infraestructura de nivel estatal y menos de 26 % con caminos federales. Es por esto que las decisiones a nivel municipal se convierten en pieza clave para el funcionamiento de la red carretera del país: esta clase de caminos cubre 60 % de la red carretera total y cuenta con más de 64 % de participación relevante en el total de los municipios. La infraestructura municipal crea los vínculos necesarios para que los caminos y carreteras del país tengan un efecto red y efectos derrame sobre el bienestar y crecimiento económico del país. Es por esto que el análisis se enfocará en las decisiones óptimas de la densidad de red carretera a nivel municipal, tomando en cuenta las decisiones estatales y federales como dadas, mientras que los caminos municipales funcionan como un apoyo en la creación de los vínculos para el buen funcionamiento de la red.

Para efectos de diseño del modelo, esta situación equivale a considerar $\alpha = 1$, donde se toman en cuenta solamente las decisiones a nivel municipal en el problema de maximización de la densidad de la red carretera. De este modo, las decisiones de los municipios sobre la elección óptima de la densidad carretera que está dentro de su jurisdicción se basa únicamente en los costos y beneficios de su provisión, sin considerar aspectos políticos. Así, cada municipio decide la densidad de su red carretera, tomando como dadas las elecciones de densidad de los vecinos, y la nación en general, para maximizar w_{it} , donde:

$$w_i = \frac{1}{J} \sum_j Y_{it}^j - \frac{\theta_t}{2} z_{it}^2 \quad (3)$$

Las condiciones de primer orden de esta ecuación nos dan la selección óptima de z_{it} de cada municipio i , resultando

$$\kappa_{it} + \phi_t N_{it}(\delta) Z_t - \theta_t z_{it} = 0 \quad \text{si } z_{it} > 0 \quad (4)$$

Despejando z_{it} :

$$z_{it} = \frac{\phi_t}{\theta_t} N_{it}(\delta) Z_t + \frac{\kappa_{it}}{\theta_t} \quad (5)$$

El parámetro $\frac{\phi_t}{\theta_t}$ es lo que se conoce como el “efecto endógeno”, que corresponde al efecto o influencia de las elecciones de los vecinos sobre las elecciones de uno mismo, o en sentido inverso, a la tendencia de uno mismo a comportarse según el comportamiento del grupo al que pertenece; γ_j^t representa el “efecto contextual” (Mansky 1933) [33] el cual se refiere a la tendencia de un individuo a comportarse según las características exógenas del grupo al que pertenece.

Sustituyendo (5) en (1) tenemos:

$$Y_i^j = \alpha_i + \beta_t + \theta z_{it}^2 + \gamma_j^t N_{it}(\delta) Z_t + \pi X_{it}^j + u_{it}^j \quad (6)$$

Esta es la regresión a estimar, donde Y_i^j es la variable de desarrollo económico de interés en los diferentes años, la cual es determinada según la especificación en la regresión. Esta regresión muestra que la identificación del impacto de

la red carretera municipal sobre sus propias variables de desarrollo económico κ_{it} y el efecto derrame del municipio con sus vecinos ϕ_t es a través del parámetro θ . Esto es debido a que θ representa la elección de mejor respuesta de los municipios, la cual queda directamente relacionada con los efectos directos y de derrame de la densidad de red carretera z_{it} y la variable de desarrollo económico Y_i^j a analizar.

5. Resultados

Durante el cálculo de regresiones, se llevaron a cabo tres pruebas para evitar posibles sesgos en los resultados. En la primera prueba, se evaluó la necesidad de determinar efectos fijos temporales; en la segunda, se verificaron posibles problemas de heterocedasticidad; y en la tercera se verificaron posibles problemas de auto-correlación. Todos los errores estándar mostrados en cada una de las regresiones llevadas a cabo, son robustos y están agrupados a nivel municipal.

Iniciando con la estimación del impacto de la red carretera municipal sobre sus propias variables de vías de comunicación terrestres κ_t , los resultados de la regresión se presentan en la Tabla 2. Para la estimación de la densidad de red carretera z_t , donde se encuentran los parámetros de interés $\frac{\phi_t}{\theta_t}$, es decir, el efecto o influencia de las elecciones de los vecinos sobre las elecciones de uno mismo, y $\frac{1}{\theta_t}$, es decir, el impacto de la red carretera municipal sobre sus propias variables de desarrollo económico, los resultados se muestran en la Tabla 3.

El coeficiente de la Matriz $N(\delta)$, $\frac{\phi_t}{\theta_t}$, es positivo y significativo al 95 %, lo cual significa que el efecto endógeno, es decir, la influencia de la densidad de red carretera de un municipio sobre sus vecinos se comporta de la siguiente manera: por cada aumento de un punto en la propia densidad de red carretera, hay un potencial efecto derrame en los municipios vecinos de 0.06 puntos.

El coeficiente del estimado Kapa, $\frac{1}{\theta_t}$, representa el beneficio que tiene la red carretera del municipio sobre sí mismo. Este coeficiente es positivo y significativo al 95 %, lo cual significa que un aumento de la red carretera de un punto, da como resultado un potencial aumento de 1 punto en el desarrollo dentro del mismo municipio.

En lo que respecta a la estimación del impacto de la red carretera sobre variables de desarrollo económico, el primer resultado es el impacto en educación, para el cual se utiliza como proxy el porcentaje de asistencia escolar en primaria (% asist. prim.) La regresión toma en cuenta controles relacionados con educación, como el número de aulas en educación básica, media y superior de la modalidad escolarizada, así como el número de escuelas en primaria.

Además, se controla por las siguientes variables, llamadas “controles comunes”: hombres por cada 100 mujeres, longitud de la red carretera, longitud de la red carretera de alimentadoras estatales, longitud de la red carretera de brechas mejoradas, longitud de la red carretera de caminos rurales, longitud de la red carretera federal de cuota con administración estatal, longitud de la red carretera federal de cuota con administración federal, longitud de la red carretera federal de cuota con administración particular, longitud de la red carretera federal de cuota, longitud de la red carretera troncal federal, personal ocupado total, total de remuneraciones y volumen anual utilizado de agua de las presas. Los resultados se presentan en la Tabla 4; las columnas 1, 3 y 4 muestran los resultados sin controles, mientras que las columnas 2 y 5 muestran los resultados con controles.

En este caso el coeficiente de la matriz $N(\delta)$, γ_t^j , representa el efecto que tiene la densidad de la red carretera de los vecinos sobre el comportamiento del municipio. El coeficiente es negativo y significativo al 99 %, lo que significa que la densidad carretera de los vecinos crea una disminución de alumnos en primaria por el efecto de atracción de alumnos a municipios vecinos. Un aumento de un punto de la red carretera provoca una reducción de 0.017 puntos en el % de asistencia de alumnos a primaria. Asimismo, el coeficiente θ de la variable z_{it}^2 es positivo y significativo al

Tabla 2: Estimación de κ_{it}

VARIABLES	OLS	Fixed effects	
Poblacion	-0.000*** (0.000)	-0.000 (0.000)	-0.000*** (0.000)
Sup. Agricultura	0.292*** (0.014)	0.702*** (0.189)	0.644*** (0.180)
Sup. Urbana	16.091*** (0.395)	3.315*** (0.908)	2.479*** (0.889)
Sup. Bosque	0.019*** (0.004)	0.060 (0.098)	0.046 (0.096)
Sup. Continental	0.024*** (0.001)	0.009 (0.009)	0.008 (0.009)
Sup. Agua	-0.751*** (0.058)	-3.613** (1.753)	-3.627** (1.772)
Sup. Selva	0.195*** (0.003)	0.217 (0.172)	0.220 (0.173)
Vehiculos de motor	-0.009*** (0.001)	0.013 (0.010)	0.009 (0.009)
Constant	0.006*** (0.000)	0.005*** (0.001)	0.005*** (0.001)
Observations	27,285	27,285	27,285
R-squared	0.329	0.029	0.034
Municipal FE	No	Yes	Yes
Temporal FE	No	No	Yes
Number of id		2,361	2,361

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 3: Estimación de z_{it} , efecto de la densidad de la red carretera per cápita del municipio i en el año t

VARIABLES	OLS	Fixed effects	
Matriz $N(\delta)$	0.065*** (0.004)	0.059** (0.029)	0.060** (0.028)
κ_{it}	0.770*** (0.009)	0.957*** (0.319)	1.002** (0.446)
Constant	0.001*** (0.000)	-0.001 (0.004)	-0.001 (0.005)
Observations	27,285	27,285	27,285
R-squared	0.227	0.038	0.038
Municipal FE	No	Yes	Yes
Temporal FE	No	No	Yes
Number of id		2,361	2,361

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 4: Efecto de la densidad de la red carretera sobre el porcentaje de asistencia a primaria

VARIABLES	OLS	OLS	FE Robust	FE Robust	FE Robust
Matriz $N(\delta)$	0.174*** (0.013)	0.075*** (0.011)	-0.272** (0.106)	-0.012* (0.007)	-0.018** (0.008)
z^2	1.857*** (0.164)	-0.358 (0.248)	-1.202 (1.448)	1.247*** (0.247)	1.339*** (0.303)
Constant	0.510*** (0.001)	0.500*** (0.002)	0.524*** (0.003)	0.545*** (0.000)	0.537*** (0.003)
Observations	27,277	27,277	27,277	27,277	27,277
R-squared	0.012	0.310	0.021	0.761	0.765
Municipal FE	No	No	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	No	No	No	Yes	Yes
Control variables	No	Yes	No	No	Yes
Number of id			2,361	2,361	2,361

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

99 %. El valor de este coeficiente es de 2.86, el cual nos indica la relación de esta variable de desarrollo con el efecto red de las vías carreteras. Con este coeficiente podemos interpretar los coeficientes $\frac{1}{\theta_t}$ y $\frac{\phi_t}{\theta_t}$.

El coeficiente de κ_{it} , $\frac{1}{\theta_t}$ representa el efecto que tiene la propia densidad de red carretera sobre el porcentaje de asistencia a primaria dentro del municipio. El valor es de 0.35; esto significa que el aumento de un punto en la densidad de red carretera causa un aumento de 0.35 punto el porcentaje de alumnos que asisten a primaria en su edad normativa, dentro del mismo municipio.

El coeficiente $\frac{\phi_t}{\theta_t}$ representa el efecto de la propia densidad de red carretera sobre los vecinos. El valor es de 0.17, lo que significa que un aumento de un punto de la propia densidad de red carretera causa un aumento de 0.17 puntos en el porcentaje de alumnos que asisten a primaria en su edad normativa, en las escuelas de los municipios vecinos.

La segunda variable de desarrollo económico a analizar es salud; se tomó como referencia el índice de mortandad por cada 1000 nacidos. La regresión toma en cuenta los siguientes controles relacionados con salud: número de defunciones generales, número de médicos por unidad médica y número total de médicos. Se consideraron, además, los controles comunes. Los resultados se muestran en la Tabla 5.

En este caso, el coeficiente de la matriz $N(\delta)$, γ_t^j , y el coeficiente θ de la variable z_{it}^2 no son significativos, lo cual indica que no existe evidencia de una relación entre las variables analizadas.

La tercera variable de desarrollo económico a analizar es PIB *per cápita*, y tomamos como referencia la producción bruta total *per cápita*. La regresión toma en cuenta controles relacionados con crecimiento económico, como acervo total de activos fijos, egresos brutos y total de gastos por consumo de bienes y servicios. Se consideraron, además, los controles comunes. Los resultados se muestran en la Tabla 6.

De nuevo, se encontró que el efecto de la densidad de la red carretera de los vecinos sobre el comportamiento del municipio no es significativo, al igual que el coeficiente θ de la variable z_{it}^2 . Este resultado indica que no podemos inferir una relación causal entre la densidad de red carretera y la producción bruta total.

Una explicación por la cual obtuvimos resultados no significativos en las variables de salud y PIB es debido al método de regresión de efectos fijos. Este método exige controlar por las variables que varían en el tiempo para lograr

Tabla 5: Efecto de la densidad de la red carretera sobre el índice de mortandad de cada 1000 nacidos

VARIABLES	OLS	OLS	FE Robust	FE Robust	FE Robust
Matriz $N(\delta)$	55.361*** (4.418)	-3.635 (3.412)	-0.976 (7.957)	-4.850 (7.317)	3.536 (6.077)
z^2	3,291.139*** (124.934)	177.616 (141.150)	4,616.027** (1,839.007)	4,392.328** (1,842.252)	1,483.131 (1,190.204)
Constant	12.750*** (0.202)	0.821* (0.468)	13.878*** (0.340)	14.653*** (0.334)	1.694 (2.829)
Observations	19,713	19,713	19,713	19,713	19,713
R-squared	0.045	0.460	0.008	0.013	0.049
Municipal FE	No	No	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	No	No	No	Yes	Yes
Control variables	No	Yes	No	No	Yes
Number of id			2,265	2,265	2,265

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 6: Efecto de la densidad de la red carretera sobre el PIB

VARIABLES	OLS	OLS	FE Robust	FE Robust	FE Robust
$N(\delta)$	-83.663*** (17.918)	0.780 (9.098)	78.221* (46.005)	-26.524 (37.329)	-9.630 (26.648)
z^2	-88.665 (234.802)	-80.807 (210.929)	353.071 (477.394)	-519.661 (781.389)	-423.559 (464.048)
Constant	24.854*** (0.923)	4.683*** (0.779)	19.987*** (1.356)	10.155*** (1.792)	0.418 (3.121)
Observations	27,285	27,285	27,285	27,285	27,285
R-squared	0.001	0.755	0.000	0.021	0.626
Municipal FE	No	No	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	No	No	No	Yes	Yes
Control variables	No	Yes	No	No	Yes
Number of id			2,361	2,361	2,361

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

obtener resultado sin sesgos. En el caso del PIB *per cápita* es importante tomar en cuenta la inversión en vías de comunicación terrestres, así como los ingresos públicos. Estos datos no se lograron conseguir a nivel municipal para el periodo estudiado. De igual manera para la variable de salud, no se está controlando por ningún tipo de enfermedad o recurrencia de casos clínicos especiales que nos den algún indicativo de la calidad de la salud; es por esto que es muy probable estas sean algunas variables omitidas importantes que nos hacen obtener resultados sesgados y no significativos.

Otra posible explicación es la influencia del tipo de red carretera en las variables de desarrollo económico. En el caso de educación, la red carretera municipal es la red que comunica dentro de la ciudad, por lo tanto, al estar las primarias dentro de las ciudades, se convierte en la red que más influye en el desarrollo de esta variable. Como ya vimos, la red municipal es la más extensa de los 3 niveles de redes, lo cual puede ser una explicación por la cual la variable de educación obtiene resultados significativos y las variables de salud y producto bruto no; ya que estas últimas están más relacionadas con redes estatales y federales: en salud al tener los centros de salud más desarrollados en las capitales de los estados, y en producto bruto al ser las vías de comunicación terrestre un medio por el cual se mueven los mecanismos de la oferta y la demanda.

5.1. Robustez

Como análisis de robustez de las variables de desarrollo económico, se hicieron variaciones en los controles para ver la consistencia de los resultados. Se agregaron controles poblacionales, de vivienda y de natalidad¹⁶, para controlar por variables referentes a la población. También, se descartaron los controles específicos para las variables de desarrollo económico. Por último, se dejó de controlar por el tipo de carretera, para verificar una posible endogeneidad en los resultados. Los resultados de las regresiones de efectos fijos municipales y temporales con errores estandare robustos como pruebas de robustez se muestran en las Tablas 7, 8 y 9; éstos son consistentes con las regresiones principales: los niveles de significancia no se modificaron y la variación en los valores de los coeficientes es muy pequeña.

Como especificación en las tablas de esta sección, la columna 1 muestra una regresión sin controles; mientras que la columna 2 muestra una regresión con las variables de control de nacimientos, ocupantes por vivienda y viviendas habitadas. La columna 3 añade controles específicos de la variable de desarrollo económico: para la variable en educación los controles son número de alumnos aprobados en primaria, número promedio de aulas y número de escuelas primaria; para la variable de salud son número de defunciones, cantidad de médicos y médicos por unidad médica; y para la variable del PIB son activos fijos y egresos. La columna 4 añade los controles de longitud de la red carretera, personal ocupado total, total de remuneraciones y volumen anual utilizado de agua de las presas. Por último la columna 5 añade los controles para los diferentes tipos de carreteras.

Los coeficientes del análisis de robustez de la proporción de alumnos que asisten a primaria, mostrados en la Tabla 7, casi no varían inclusive con todos los cambios en controles que se lleva acabo. El coeficiente $N(\delta)$ queda prácticamente fijo, lo que cambia es la significancia al ir agregando controles. El coeficiente z^2 varía dentro de un rango muy reducido, y siempre con la misma significancia y el mismo signo. Para el caso del análisis de robustez del índice de mortandad por cada mil nacidos, mostrado en la Tabla 8, el coeficiente $N(\delta)$ cambia de signo al ir incluyendo controles, pero nunca adquiere un nivel de significancia mayor al 90 %. El coeficiente z^2 comienza siendo significativo y elevado, pero al ir agregando controles esta significancia desaparece y el valor se reduce a más del 10 % de la regresión sin controles. Por último, para el análisis de robustez del PIB *per cápita*, mostrado en la Tabla 9, observamos como el coeficiente $N(\delta)$ mantiene su valor y nunca logra ser significativo a más del 90 %, y el coeficiente

¹⁶Número de nacimientos, total de viviendas particulares habitadas y promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas.

z^2 comienza negativo y conforme se agregan controles cambia a positivo pero tampoco nunca llega a ser significativo al menos a más del 90 %. Estos resultados son consistentes con los mostrados en el inicio de esta Sección.

Tabla 7: Análisis de Robustez. Variable dependiente: proporción de alumnos que asisten a primaria

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$N(\delta)$	-0.01*	-0.01*	-0.02**	-0.02**	-0.02**
	(0.007)	(0.007)	(0.008)	(0.008)	(0.008)
z^2	1.25***	1.49***	1.26***	1.35***	1.44***
	(0.247)	(0.336)	(0.260)	(0.254)	(0.274)
Constant	0.54***	0.60***	0.60***	0.60***	0.60***
	(0.000)	(0.016)	(0.017)	(0.017)	(0.017)
Observations	27,277	27,277	27,277	27,277	27,277
R-squared	0.761	0.763	0.768	0.768	0.769
Number of id	2,361	2,361	2,361	2,361	2,361
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	No	Yes	Yes	Yes	Yes

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 8: Análisis de Robustez. Variable dependiente: índice de mortandad por cada mil nacidos

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$N(\delta)$	-4.85	-3.14	4.32	4.30	4.37
	(7.317)	(7.135)	(5.558)	(5.551)	(5.593)
z^2	4,392.33**	3,906.82**	558.37	564.85	317.07
	(1,842.252)	(1,749.726)	(1,181.884)	(1,192.530)	(1,076.922)
Constant	14.65***	-4.84	14.31***	14.38***	15.09***
	(0.334)	(4.869)	(4.651)	(4.671)	(4.668)
Observations	19,713	19,713	19,713	19,713	19,713
R-squared	0.013	0.017	0.071	0.071	0.073
Number of id	2,265	2,265	2,265	2,265	2,265
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	No	Yes	Yes	Yes	Yes

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 9: Análisis de Robustez. Variable dependiente: PIB *per cápita*

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$N(\delta)$	-18.16 (21.056)	-18.24 (20.888)	-18.61 (20.468)	-16.01 (20.650)	-18.39 (20.628)
z^2	-271.22 (447.421)	-378.78 (453.659)	-285.48 (445.220)	275.12 (442.892)	833.80 (731.962)
Constant	11.01*** (1.164)	8.32 (13.200)	7.06 (13.780)	-13.87 (15.224)	-17.54 (15.229)
Observations	27,285	27,285	27,285	27,285	27,285
R-squared	0.028	0.028	0.032	0.190	0.190
Number of id	2,361	2,361	2,361	2,361	2,361
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	No	Yes	Yes	Yes	Yes

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

6. Análisis estatal

El siguiente análisis sigue la misma estrategia empírica de Acemoglu *et al.* (2015) [14] explicada anteriormente, enfocándonos en las mismas variables de interés (educación, salud y PIB *per cápita*) con la diferencia de que este estudio se hace analizando a nivel estatal y no nacional. Se muestran los resultados significativos de las regresiones, dando una interpretación de los coeficientes y la relación que existe entre estos coeficientes y la posible explicación del comportamiento del estado en relación a los demás estados vecinos. En el Apéndice B se muestran las tablas con todos los resultados estatales, ya sean significativos y no significativos. Todos los errores estándar reportados en las tablas de resultados son robustos y agrupados a nivel municipal.

En el Gráfico 10 se muestra la densidad de red carretera federal al 2010 por estado, en el Gráfico 11 se muestra la densidad de red carretera estatal al 2010 por estado y por último en el Gráfico 12 se muestra la densidad de red carretera municipal al 2010 por estado. Se aprecia como la red carretera municipal continúa siendo la de mayor densidad, inclusive si tomamos la media por estado; seguida por la red estatal y finalizando con la red federal. Tres estados del centro de México: la Ciudad de México, el Estado de México y Morelos, componen la región con menor densidad de red carretera en los tres niveles, debido a la alta densidad poblacional que se concentra en esta región. Los estados de Sonora, Zacatecas y Baja California Sur, son estados que mantienen una densidad de red carretera alta en los tres niveles. Las cifras mostradas en estas gráficas están afectadas por una constante de 10,000, para facilitar su interpretación.

En la Tabla 10 se muestran las estadísticas descriptivas de los 32 estados referentes a la densidad de red carretera total. Se nota como la media entre los estados no es muy distinta, solo tenemos al estado de Morelos donde su media está muy por debajo de la media de los demás estados. En la Tabla 11 se muestran las estadísticas descriptivas estatales sobre la variable en educación, la cual es la proporción de alumnos que asisten a primaria. El estado con la media más alta así como la desviación más alta es el estado de Oaxaca, y el estado con la media más baja es Sinaloa. Para las estadísticas descriptivas estatales sobre la variable en salud, el índice de mortandad por cada 1000 nacidos, mostradas en la Tabla 12, tenemos a Sonora muy por encima de todos los estados (también con la desviación estándar más alta)

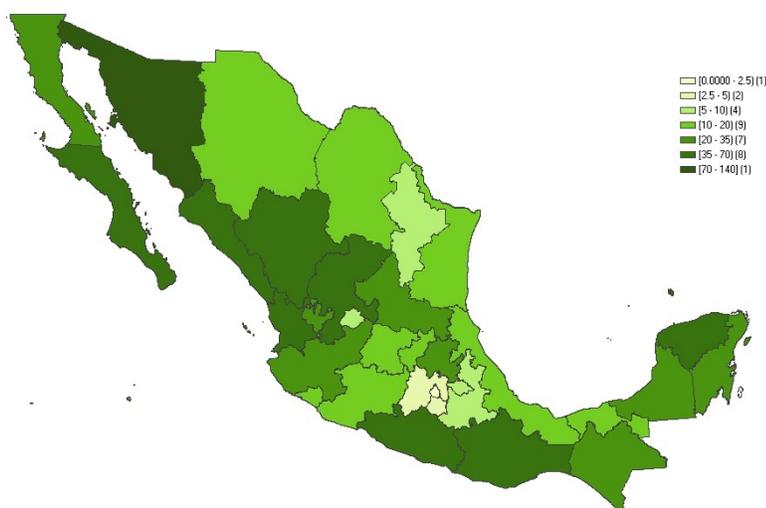


Nota: Se incluyen la red carretera troncal federal, federal de cuota y federal bajo administración particular, federal y estatal

Gráfica 10: Densidad de red carretera Federal al 2010 por estado



Gráfica 11: Densidad de red carretera Estatal al 2010 por estado



Nota: Se incluye la red carretera rural y de brechas

Gráfica 12: Densidad de red carretera Municipal al 2010 por estado

y con el índice más bajo a la Ciudad de México y luego al Estado de México, cada uno con los valores más bajos en desviación estándar. Por último, en las estadísticas descriptivas estatales sobre la variable en Producto Bruto: PIB *per cápita*, mostradas en la Tabla 13, observamos como el estado Morelos es el que tiene el valor más alto con la desviación estándar más baja, seguido por la Ciudad de México, Campeche y Tabasco. En los dos últimos lugares de esta lista están los estados de Guerrero y Oaxaca con el PIB más bajo de todos los estados de la República Mexicana.

Para el análisis del efecto red, los resultados estatales se muestran en la Tabla 14. Los estados de Baja California y Campeche son los estados que no cuentan con un resultado significativo en la variable κ_{it} , lo cual significa que el efecto de la densidad de su red carretera para beneficio interno es incierto. Los demás estados cuentan con resultados significativos y con un valor muy cercano a 1, lo cual significa que un aumento de un punto en su red carretera es capaz de aumentar dentro del mismo municipio un punto alguna variable de desarrollo económico. Esto significa que la red está bien distribuida dentro del estado, y que hay una relación 1:1 del aumento de la red carretera con el aumento de alguna otra variable.

En el caso de los efectos red, los estados de Aguascalientes, Baja California Sur, Coahuila, Colima, Cd. de México, Durango, Hidalgo, Jalisco, Edo. de México, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas no cuentan con resultados significativos, lo cual nos hace pensar que la red carretera dentro de algunos de estos estados no es la adecuada para poder determinar efectos derrame o, al contrario, que algunos de estos estados tiene una mejor coordinación intermunicipal lo cual hace que los efectos estén internalizados. Por el otro lado, los estados de Baja California, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Guanajuato, Guerrero, Morelos, Quintana Roo, Sonora y Tabasco, son estados que cuentan con resultados significativos, lo cual demuestra que hay efectos derrame de su red carretera a los estados vecinos. Notamos como unos de los estados recién mencionados son vecinos directos: Baja California, Chihuahua y Sonora; Campeche, Chiapas, Quintana Roo y Tabasco; lo que nos indica que la red carretera estatal y federal es la adecuada para la buena comunicación de estas regiones. El estado con mayor efecto derrame es Tabasco, el cual tiene un efecto de 2.2 puntos, es decir, un aumento de un punto de su red carretera tiene un efecto derrame en sus vecinos 2.2 veces mayor.

En lo que respecta al análisis sobre la variable de educación, los resultados se muestran en la Tabla 15. Los estados

Tabla 10: Estadísticas descriptivas estatales sobre la densidad de red carretera

Estados	Media	Desv. Estandar	Min	Max	N
Aguascalientes	39.03	55.67	0.321	252.0	143
Baja California	52.70	27.48	14.88	132.4	65
Baja California Sur	45.45	26.33	17.33	142.9	65
Campeche	146.0	550.8	0.621	3,521	143
Coahuila	74.58	199.5	1.042	1,917	494
Colima	35.69	40.85	1.202	192.7	130
Chiapas	22.69	246.4	0	4,947	1,534
Chihuahua	19.20	51.46	0.0153	526.3	871
Cd. de México	197.9	269.0	2.740	1,410	208
Durango	10.41	20.65	0.138	164.7	507
Guanajuato	30.83	68.47	0.102	496.8	598
Guerrero	4.950	13.95	0.0342	170.1	1,053
Hidalgo	40.54	303.2	0.0164	5,281	1,092
Jalisco	21.20	53.76	0.287	685.7	1,613
Edo. de México	24.36	76.55	-1.958	1,609	1,625
Michoacán	8.396	18.68	0.133	340.5	1,469
Morelos	550.8	0.621	3,521	494	146.0
Nayarit	10.40	13.52	0.195	79.69	260
Nuevo León	79.29	170.3	0.299	1,572	663
Oaxaca	4.874	39.78	0.00235	1,609	7,410
Puebla	16.39	101.9	0.0208	2,112	2,821
Querétaro	35.20	60.37	0.413	421.4	234
Quintana Roo	38.98	35.63	1.483	146.7	106
San Luis Potosí	13.77	34.61	0.0133	308.3	754
Sinaloa	13.32	16.14	0.405	81.95	234
Sonora	40.23	202.7	0.193	3,036	936
Tabasco	98.75	326.6	1.085	2,653	221
Tamaulipas	23.52	51.68	0.0493	382.7	559
Tlaxcala	28.08	55.33	0.271	425.7	780
Veracruz	13.88	40.18	0.0198	538.9	2,756
Yucatán	7.578	16.78	0.0741	235.6	1,378
Zacatecas	13.82	45.02	0.182	556.0	754

Tabla 11: Estadísticas descriptivas estatales sobre la variable en educación: proporción de alumnos que asisten a primaria

Estados	Media	Desv. Estandar	Min	Max	N
Aguascalientes	0.507	0.0680	0.317	0.602	143
Baja California	0.381	0.0345	0.298	0.438	65
Baja California Sur	0.399	0.0511	0.279	0.460	65
Campeche	0.480	0.0674	0.308	0.593	143
Coahuila	0.467	0.0785	0.286	0.686	494
Colima	0.452	0.0759	0.253	0.570	130
Chiapas	0.521	0.0709	0.296	0.732	1,527
Chihuahua	0.565	0.0934	0.284	0.828	871
Cd. de México	0.289	0.0523	0.123	0.390	208
Durango	0.568	0.0702	0.328	0.702	507
Guanajuato	0.515	0.0606	0.336	0.641	598
Guerrero	0.487	0.0706	0.305	0.694	1,018
Hidalgo	0.477	0.0721	0.236	0.646	1,092
Jalisco	0.545	0.0672	0.295	0.673	1,613
Edo. de México	0.441	0.0847	0.224	0.643	1,604
Michoacán	0.541	0.0631	0.304	0.674	1,469
Morelos	0.0674	0.308	0.593	494	0.480
Nayarit	0.466	0.0606	0.283	0.622	260
Nuevo León	0.482	0.102	0.187	0.673	663
Oaxaca	0.560	0.0933	0.197	0.874	7,410
Puebla	0.537	0.0705	0.295	0.730	2,821
Querétaro	0.499	0.0770	0.265	0.610	234
Quintana Roo	0.430	0.0654	0.285	0.562	105
San Luis Potosí	0.520	0.0640	0.291	0.680	754
Sinaloa	0.484	0.0753	0.310	0.627	234
Sonora	0.492	0.0813	0.275	0.663	936
Tabasco	0.473	0.0658	0.292	0.592	221
Tamaulipas	0.513	0.0987	0.255	0.713	559
Tlaxcala	0.447	0.0708	0.239	0.625	780
Veracruz	0.512	0.0713	0.283	0.668	2,742
Yucatán	0.544	0.0639	0.290	0.686	1,378
Zacatecas	0.563	0.0692	0.298	0.694	747

Tabla 12: Estadísticas descriptivas estatales sobre la variable en salud: índice de mortandad por cada 1000 nacidos

Estados	Media	Desv. Estandar	Min	Max	N
Aguascalientes	10.10	4.382	1.418	21.94	142
Baja California	13.81	4.100	5.479	22.57	65
Baja California Sur	12.50	5.032	3.521	28.41	64
Campeche	7.568	4.083	1.163	27.93	132
Coahuila	8.238	8.719	0.322	95.24	322
Colima	10.86	6.458	2.146	51.55	118
Chiapas	12.41	9.929	0.524	65.22	1,344
Chihuahua	12.26	11.40	0.347	125	507
Cd. de México	19.58	3.802	11.92	31.55	208
Durango	11.08	13.47	0.305	214.3	357
Guanajuato	15.29	5.979	1.873	58.82	581
Guerrero	4.860	4.362	0.187	42.37	555
Hidalgo	11.78	6.718	1.297	66.67	988
Jalisco	13.75	7.864	1.815	66.67	1,347
Edo. de México	17.97	7.843	1.497	105.6	1,578
Michoacán	8.411	5.266	0.737	33.71	1,155
Morelos	4.083	1.163	27.93	322	7,568
Nayarit	4.863	2.938	0.931	19.06	191
Nuevo León	11.57	19.16	1.079	285.7	405
Oaxaca	27.57	55.98	0.647	2,000	3,203
Puebla	19.87	15.26	1.304	166.7	2,325
Querétaro	13.20	6.266	2.179	42.42	232
Quintana Roo	9.933	4.163	1.522	27.67	102
San Luis Potosí	11.34	7.589	1.221	51.99	649
Sinaloa	3.891	3.652	0.253	23.95	183
Sonora	22.83	39.49	1.208	500	486
Tabasco	10.04	3.834	2.004	24.94	220
Tamaulipas	6.497	5.725	0.463	47.62	248
Tlaxcala	14.95	8.530	1.477	58.82	672
Veracruz	12.05	9.680	0.923	250	2,457
Yucatán	17.69	12.95	1.152	153.8	850
Zacatecas	12.49	9.199	1.538	80	552

Tabla 13: Estadísticas descriptivas estatales sobre la variable en producto bruto: PIB *per cápita*

Estados	Media	Desv. Estandar	Min	Max	N
Aguascalientes	0.00714	0.00575	0.000522	0.0255	143
Baja California	0.00330	0.00271	1.09e-05	0.00834	65
Baja California Sur	0.0182	0.0112	0.00247	0.0336	65
Campeche	0.0109	0.00709	0.00173	0.0271	143
Coahuila	0.0171	0.0222	0	0.0927	494
Colima	0.00849	0.00996	0.000442	0.0409	130
Chiapas	0.00719	0.00437	0	0.0419	1,534
Chihuahua	0.0164	0.0153	0.000354	0.120	871
Cd. de México	2.34e-05	1.92e-05	3.26e-06	0.000108	208
Durango	0.0275	0.0246	0.00112	0.131	507
Guanajuato	0.00468	0.00664	0	0.0344	598
Guerrero	0.00869	0.00879	0	0.0678	1,053
Hidalgo	0.00739	0.00750	2.04e-05	0.0542	1,092
Jalisco	0.00723	0.0156	0	0.227	1,625
Edo. de México	0.00259	0.00452	0	0.0621	1,625
Michoacán	0.00409	0.00646	0	0.0950	1,469
Morelos	0.00709	0.00173	0.0271	494	0.0109
Nayarit	0.00801	0.00698	7.25e-05	0.0518	260
Nuevo León	0.0195	0.0334	0	0.338	663
Oaxaca	0.0220	0.0294	0.000110	0.378	7,410
Puebla	0.00889	0.0131	2.86e-05	0.126	2,821
Querétaro	0.00557	0.00505	0.000122	0.0263	234
Quintana Roo	0.0149	0.0323	0	0.181	107
San Luis Potosí	0.0121	0.0157	0.000261	0.159	754
Sinaloa	0.0146	0.0196	0.000541	0.154	234
Sonora	0.0609	0.102	0	1.649	936
Tabasco	0.00683	0.00798	0.000931	0.0589	221
Tamaulipas	0.0181	0.0415	0	0.458	559
Tlaxcala	0.00346	0.00346	7.76e-05	0.0202	780
Veracruz	0.00333	0.00536	0	0.0777	2,756
Yucatán	0.0210	0.0203	7.30e-05	0.159	1,378
Zacatecas	0.0165	0.0224	0	0.193	754

que muestran resultados significativos son: Durango, Querétaro, Tamaulipas, Guanajuato, Guerrero, Morelos, Oaxaca, San Luis Potosí, Sonora y Tlaxcala. Para los estados sin resultados significativos, una posible explicación de esto es que la medida en educación que se está tomando tenga algún sesgo y que se esté omitiendo controlar por algún otro indicador en educación que sea variante y relevante en estos estados. O, como ya lo mencionamos, que el sistema educativo dentro de estos estados está mejor coordinado intermunicipalmente y los efectos quedan internalizados. El coeficiente $N(\delta)$ en Durango es positivo lo cual significa que el sistema educativo en Durango pudiera no cubrir la demanda interna y manda alumnos de su estado hacia otros estados a recibir educación. En el caso de Querétaro y Tamaulipas este coeficiente es negativo, lo que hace suponer que su nivel o capacidad de educación es la suficiente para atraer alumnos de otros estados a sus escuelas.

En el caso de Guanajuato, Guerrero y Tlaxcala el coeficiente z^2 es negativo, lo cual significa que la capacidad en educación del estado es lo suficientemente baja para poder tener algún efecto derrame positivo con sus vecinos, y donde dentro del mismo estado aumentos de la red carretera van acompañados de disminuciones en el nivel de educación, lo que nos hace pensar que los niños en estos estados dejan la educación obligatoria a edades tempranas y probablemente una red de comunicación de vías terrestres más desarrollada ayuda a que esto se agrave más. Para los casos de Morelos, Oaxaca, San Luis Potosí y Sonora nos encontramos con un coeficiente z^2 positivo, lo cual significa que su nivel e infraestructura educativa es suficiente para generar efectos derrame positivos en los estados vecinos, y donde un aumento de la red carretera trae consigo aumentos en el nivel de educación del estado.

Los resultados del análisis de la variable de salud se muestran en la Tabla 16. Los estados de Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guerrero, Hidalgo, Morelos, Coahuila, Jalisco, Querétaro, Sinaloa y Zacatecas son los estados que muestran resultados significativos. Una posible explicación de que los demás estados no muestren resultados significativos es por alguna variable omitida indicadora del nivel de salud del estado, la cual es de tal relevancia que sesga los resultados y los deja sin poder dar una interpretación causal. Para los estados de Durango, Morelos y Zacatecas el coeficiente $N(\delta)$ es positivo, lo cual nos indica que un aumento de la red carretera de los municipios vecinos ocasionan una disminución en el nivel de salud del estado. Una explicación de esto puede ser debido a que no hay un oferta y calidad necesaria que cubra la demanda de casos clínicos dentro de estos estados, lo cual hace que los habitantes busquen otros estados donde se puedan atender, y los que no pueden hacer esto se atienden dentro de su estado con probabilidades altas de alguna tragedia médica. De lo contrario los estados de Chiapas, Chihuahua, Guerrero e Hidalgo cuentan con un valor del coeficiente $N(\delta)$ negativo, lo cual significa que el sistema de salud de estos estados es lo suficientemente grande y de buena calidad que ayuda a reducir los niveles de mortandad en los estados vecinos.

En el caso de Baja California Sur, Chiapas, Jalisco y Querétaro el coeficiente z^2 es positivo, lo cual indica que un aumento de su red carretera trae consigo un aumento en el índice de mortandad de cada 1000 nacidos con efectos derrame en sus vecinos. Esto puede ser debido a la pobre calidad del sector salud que se puede encontrar en estos estados¹⁷, o debido a que la demanda del servicio de salud supera la oferta y esto ocasiona una baja en la calidad de del servicio ofrecido, por lo cual una mejor red carretera da mayor acceso a estos servicios de salud ya saturados y disminuye el nivel de salud general del estado. El caso contrario se observa en los estados de Coahuila y Sinaloa donde el coeficiente z^2 es negativo lo que se puede interpretar como una capacidad y calidad mejor de lo ordinaria en el sector salud, lo cual hace que un aumento de su propia red carretera traiga consigo disminuciones en el índice de mortandad dentro del estado y con sus vecinos.

En el caso del análisis del producto interno bruto *per cápita*, los resultados se muestran en la Tabla 17. Los estados

¹⁷Los estados de Baja California, Chiapas y Querétaro son de los estados con mas bajos índices de camas censables, enfermeras, consultorios y médicos por cada mil habitantes (Banco de información INEGI)

con resultados significativos son Durango, Aguascalientes, Coahuila, Jalisco, Querétaro, Tamaulipas, Sinaloa y Nuevo León. Para el caso de Coahuila, Durango, Sinaloa y Tamaulipas nos encontramos con un coeficiente $N(\delta)$ positivo, lo cual significa que un aumento de la red carretera de los vecinos trae consigo beneficios positivos en estos estados los cuales tienen un efecto derrame en los vecinos de un aumento del PIB. Para el caso de Aguascalientes, Nuevo León y Querétaro, sucede lo contrario, donde un crecimiento de la red carretera de los vecinos hace que estos estados disminuyan el PIB de los vecinos. Si observamos bien, estos tres estados son industriales, lo cual atraen inversiones de otros lados, por lo tanto si un estado menos industrializado tiene un mejor acceso a alguno de estos estados, esto ocasionará que invierta fuera de su estado el capital y haga que disminuya el PIB de su estado de origen.

En lo que respecta al coeficiente z^2 , los estados de Aguascalientes, Coahuila, Jalisco, Querétaro y Tamaulipas cuentan con signo positivo, lo que significa que un aumento en su densidad de red carretera trae consigo un aumento del PIB dentro de su propio estado, así como un efecto derrame positivo hacia los estados vecinos. El caso contrario se ve en Durango donde un aumento de su red carretera trae consigo una disminución en su propio PIB.

Tabla 14: Estimación de z_{it} por estado

VARIABLES	Aguascalientes	Baja California	Baja California Sur	Campeche	Coahuila	Colima	Chiapas	Chihuahua
$N(\delta)$	-0.000 (0.018)	0.860*** (0.141)	-0.020 (0.014)	0.860*** (0.141)	0.014 (0.034)	-0.014 (0.047)	0.061*** (0.018)	0.047* (0.025)
κ_{it}	1.000*** (0.270)	0.167 (0.165)	1.005*** (0.132)	0.167 (0.165)	1.007*** (0.080)	0.990*** (0.141)	1.031*** (0.202)	0.996*** (0.081)
Constant	-0.000 (0.002)	-0.000 (0.000)	0.000 (0.002)	-0.000 (0.000)	-0.000 (0.002)	0.000 (0.002)	-0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)
Observations	143	65	143	65	494	130	1,029	842
R-squared	0.363	0.994	0.629	0.994	0.304	0.563	0.275	0.648
Municipal FE	Yes							
Temporal FE	Yes							
Number of id	11	5	11	5	38	10	118	66
VARIABLES	Cd. de México	Durango	Guanajuato	Guerrero	Hidalgo	Jalisco	Edo. de México	Michoacán
$N(\delta)$	-0.000 (0.000)	-0.032 (0.024)	-0.009* (0.006)	0.152*** (0.028)	0.022 (0.056)	-0.027 (0.028)	-0.011 (0.007)	0.027 (0.041)
κ_{it}	1.000*** (0.026)	0.987*** (0.233)	0.997*** (0.130)	0.849** (0.406)	0.995** (0.436)	1.012*** (0.246)	0.980** (0.411)	1.003*** (0.333)
Constant	0.000 (0.000)	0.001 (0.004)	0.000 (0.001)	-0.001 (0.002)	-0.000 (0.002)	0.000 (0.002)	0.000 (0.001)	-0.000 (0.001)
Observations	208	462	562	459	1,092	1,587	1,607	1,469
R-squared	0.940	0.550	0.567	0.405	0.145	0.102	0.126	0.403
Municipal FE	Yes							
Temporal FE	Yes							
Number of id	16	39	46	40	84	123	125	113

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Estimación de z_{it} por estado (Continuación)

VARIABLES	Morelos	Nayarit	Nuevo León	Oaxaca	Puebla	Querétaro	Quintana Roo	San Luis Potosí
$N(\delta)$	-0.019*** (0.006)	-0.016 (0.034)	0.173 (0.183)	0.015 (0.013)	0.001 (0.004)	0.014 (0.037)	0.768*** (0.164)	-0.126 (0.132)
κ_{it}	0.969** (0.417)	0.996*** (0.300)	1.031** (0.417)	0.999*** (0.097)	1.000*** (0.237)	1.011** (0.366)	0.394* (0.171)	1.022*** (0.336)
Constant	0.000 (0.001)	0.000 (0.002)	-0.003 (0.009)	-0.001 (0.002)	-0.000 (0.002)	-0.000 (0.002)	-0.004 (0.004)	0.001 (0.003)
Observations	429	254	663	5,698	1,863	234	104	754
R-squared	0.210	0.430	0.235	0.517	0.560	0.290	0.922	0.129
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	33	20	51	570	217	18	8	58
VARIABLES	Sinaloa	Sonora	Tabasco	Tamaulipas	Tlaxcala	Veracruz	Yucatán	Zacatecas
$N(\delta)$	-0.161 (0.211)	0.076* (0.041)	2.214** (0.780)	-0.377 (0.398)	-0.002 (0.038)	0.014 (0.020)	0.021 (0.075)	0.300 (0.239)
κ_{it}	1.006** (0.453)	1.009** (0.443)	0.387 (0.324)	0.958** (0.421)	0.999*** (0.085)	0.995*** (0.229)	0.993*** (0.338)	1.067*** (0.327)
Constant	0.003 (0.006)	-0.005 (0.029)	-0.023** (0.011)	0.005 (0.006)	0.000 (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.000 (0.005)	-0.004 (0.005)
Observations	234	926	221	559	130	2,742	1,378	728
R-squared	0.491	0.195	0.393	0.076	0.566	0.162	0.123	0.219
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	18	72	17	43	10	212	106	56

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 15: Efecto de la densidad de la red carretera sobre el porcentaje de asistencia a primaria por estado (sólo resultados significativos)

VARIABLES	Baja California Sur	Coahuila	Chiapas	Chihuahua	Durango	Guerrero
$N(\delta)$	26.639 (108.433)	-3.017 (34.366)	-146.161** (70.315)	-96.896** (37.893)	44.410*** (16.192)	-35.544** (15.605)
z^2	22,959.653* (11,399.990)	-2,637.789* (1,545.933)	61,631.722* (36,277.303)	10.703 (4,377.139)	27.670 (231.238)	-5,555.104 (3,380.060)
Constant	-0.723 (8.148)	-13.536** (5.211)	10.762* (5.463)	10.665*** (3.233)	-2.026 (7.054)	4.497 (2.835)
Observations	132	322	934	502	337	292
R-squared	0.348	0.214	0.054	0.267	0.240	0.176
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	11	36	117	64	37	38
VARIABLES	Hidalgo	Jalisco	Morelos	Querétaro	Sinaloa	Zacatecas
$N(\delta)$	-87.266*** (28.433)	16.444 (26.460)	13.998* (8.251)	-22.091 (24.687)	2.056 (34.152)	95.254* (49.275)
z^2	-3,293.188 (5,235.044)	3,247.213*** (1,090.889)	-37,370.550 (23,061.690)	8,716.055* (4,484.816)	-186.108* (101.683)	311.090 (566.016)
Constant	17.060*** (3.672)	7.227 (4.678)	10.963** (4.206)	18.427** (6.426)	-7.088 (8.108)	-8.608*** (2.964)
Observations	988	1,334	372	232	183	540
R-squared	0.070	0.084	0.185	0.289	0.527	0.248
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	84	122	33	18	18	56

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 16: Efecto de la densidad de la red carretera sobre el índice de mortandad de cada 1000 nacidos por estado (sólo resultados significativos)

VARIABLES	Durango	Guanajuato	Guerrero	Morelos	Oaxaca
$N(\delta)$	0.056** (0.026)	0.037 (0.046)	-0.029 (0.043)	0.030 (0.037)	-0.009 (0.029)
z^2	0.333 (0.303)	-7.969** (3.466)	-9.268* (4.631)	99.609*** (21.444)	6.117** (2.668)
Constant	0.605*** (0.017)	0.569*** (0.015)	0.485*** (0.011)	0.368*** (0.026)	0.540*** (0.011)
Observations	462	562	459	429	5,698
R-squared	0.960	0.969	0.888	0.951	0.509
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	39	46	40	33	570
VARIABLES	Querétaro	San Luis Potosí	Sonora	Tamaulipas	Tlaxcala
$N(\delta)$	-0.307* (0.161)	-0.073 (0.113)	-0.003 (0.004)	-0.194** (0.093)	-0.121 (0.170)
z^2	-12.555 (16.044)	7.263** (3.161)	0.185*** (0.062)	0.139 (0.262)	-91.713*** (18.781)
Constant	0.524*** (0.068)	0.470*** (0.014)	0.465*** (0.011)	0.545*** (0.020)	0.334*** (0.033)
Observations	234	754	926	559	130
R-squared	0.932	0.931	0.879	0.949	0.986
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	18	58	72	43	10

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 17: Efecto de la densidad de la red carretera sobre el PIB *per cápita* por estado (sólo resultados significativos)

VARIABLES	Aguascalientes	Coahuila	Durango	Jalisco
$N(\delta)$	-253.448** (100.646)	323.992* (173.294)	17.462* (10.213)	-1.112 (15.626)
z^2	93,321.182* (50,643.220)	8,464.859** (3,978.757)	-216.962** (106.245)	1,996.746* (1,084.698)
Constant	22.518*** (6.895)	3.614 (15.990)	0.474 (2.235)	-1.753 (3.320)
Observations	143	494	462	1,587
R-squared	0.987	0.973	0.953	0.910
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	11	38	39	123
VARIABLES	Nuevo León	Querétaro	Sinaloa	Tamaulipas
$N(\delta)$	-215.850*** (64.379)	-248.249*** (76.306)	119.837** (47.850)	317.648* (169.315)
z^2	-519.073 (600.764)	25,050.950** (11,403.772)	11.703 (57.897)	297.033** (137.281)
Constant	-5.266 (5.837)	35.608* (18.680)	-1.506 (2.151)	-0.254 (8.217)
Observations	663	234	234	559
R-squared	0.977	0.979	0.950	0.943
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	51	18	18	43

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

7. Discusión

Este documento es un primer paso en el análisis de efectos de la densidad de red carretera, y el primer análisis que se hace a nivel municipal de todo el territorio nacional y haciendo distinciones estatales. Tomando en cuenta los resultados obtenidos del análisis empírico de esta tesis, podemos observar cómo la densidad de red carretera en México tiene un efecto significativo e importante en beneficio de los municipios, así como en los efectos derrame hacia los municipios vecinos. A la luz de la evidencia, parece pertinente incorporar estos efectos derrame en el análisis sobre la inversión municipal en infraestructura, concretándolos en políticas públicas adecuadas y diseñadas en función de las necesidades particulares de los municipios o regiones económicas, para explotar los efectos derrame, enfocándolas en la potenciación de los beneficios del desarrollo económico del país.

De igual manera, observando los resultados obtenidos, se comprueba la importancia que tiene el papel del nivel federal en la coordinación de los gobiernos estatales y estos a su vez, en la coordinación municipal, ya que hay externalidad que pueden derivar de elecciones subóptimas; también esta coordinación es necesaria para evitar encontrarnos con el problema del oportunista, es decir, que haya municipios o estados completos que sigan su propio camino sin

estar integrados al plan nacional que optimiza los resultados del trabajo en equipo y maximiza el beneficio del país como unidad.

Como en todos los estudios, una de las principales carencias es la disponibilidad y calidad de los datos. Se recurrió a un método de imputación para poder tener bases equilibradas, pero esto trae consigo sesgos en los resultados de los coeficientes. De igual manera, otro problema es que no se cuenta con información regional y temporal de datos importantes, como las inversiones en infraestructura, los planes de desarrollo y características de las carreteras. Este tipo de debilidades son potenciales amenazas en contra de la estrategia econométrica utilizada, la cual es de efectos fijos municipales y temporales. Este tipo de regresiones tienen la desventaja de que es necesario controlar por las variables que no son fijas entre los municipios ni en el tiempo, esto para evitar sesgos en los resultados. En nuestro caso sabemos que contamos con ciertas variables omitidas importantes para la estimación de los resultados. Aun así se siguió esta estrategia ya que una de las ventajas de este método econométrico es que al combinar efectos fijos municipales y temporales, estamos controlando por las variables omitidas que son constantes entre los municipios pero que varían en el tiempo, y las variables omitidas que son constantes en el tiempo y que varían entre los individuos. Al hacer un estudio sobre bases geográficas y de infraestructura en un periodo de 13 años, contamos con muchas variables fijas municipales y temporales que evitamos, y que podrían ser muy difíciles para obtener el dato a nivel municipal. Otra ventaja de este método es que permite capturar la heterogeneidad entre los municipios y los diferentes periodos de tiempo; esta ventaja es muy útil al analizar un número tan elevado de municipios tan diversos y en años donde hubo altas y bajas en el desarrollo económico del país.

Aun así, con los datos existentes observamos resultados muy interesantes. Se llevó a cabo un análisis a nivel nacional y otro por estado con el fin de ver el comportamiento del efecto red en todo el país, y cómo este comportamiento se distribuye entre cada uno de los estados. Observamos que hay regiones donde el efecto red es positivo y otras donde es negativo, y de igual manera observamos como en las variables de educación, salud y PIB *per cápita*, hay estados que cuentan con capacidad para tener efectos derrame, y otros donde necesitan de factores externos o simplemente son muy cerrados y este efecto derrame no se da. Se observaron varias dinámicas de comportamiento en relación a la densidad de red carretera y se identificaron las regiones donde estas dinámicas se dan, resultados que no se habían observado antes; no obstante, queda una brecha importante en la literatura y en la obtención de los datos. Respecto a la brecha en la literatura, la estimación del impacto económico tiene una gran área de oportunidad, al poder aplicar cualquier función de producción de crecimiento endógeno y ver la causalidad de cada medida de crecimiento con la inversión en vías de comunicación. Es importante que los estudios tomen en cuenta las diferencias¹⁸ entre las vías de comunicación, así como las clasificaciones de estas, ya sean marítimas, aéreas, terrestres, etc. Resulta imperativo hacer análisis agregados (no sólo locales) y de externalidades, ya que los efectos directos e indirectos de una vía de comunicación pueden extenderse más allá de los límites de municipios vecinos, afectando positiva o negativamente a regiones enteras. También es importante incluir variables sobre la intensidad de uso, como congestión de vías; de esta manera, es posible extender el análisis: la decisión ya no radica únicamente en la construcción de una carretera, sino en analizar los efectos de ampliación de vías o mejoramientos de éstas.

8. Conclusión

Basándonos en el modelo de Acemoglu *et al.* (2015) se estimaron los efectos directos y derrame de la densidad de la red carretera municipal sobre diferentes variables de desarrollo económico. Los resultados ofrecen evidencia robusta de que la densidad de la red carretera municipal es pieza clave en México, ya que funciona como un enlace entre vías

¹⁸Como tipo de vía de comunicación, calidad, tipo de administración, jurisdicción, entre otras.

estatales y federales. Esto provoca que las comunicaciones bajo administración municipal culminen el funcionamiento de las vías como red de transmisión de efectos para el desarrollo económico directo de los municipios; además, sus conexiones permiten ver y cuantificar los efectos derrame de ésta red.

Se estimaron los parámetros del modelo y se encontró un efecto red positivo de la red carretera nacional, el cual conduce a efectos directos y derrame sobre las diferentes localidades. También se presentó evidencia de que el efecto de la red carretera sobre la educación del país es positivo y significativo. En el caso de las variables de salud y producto bruto no se encontró un efecto significativo. Estas estimaciones se hicieron a partir de un modelo tipo panel de efectos fijos; en todas ellas, se determinó el efecto sobre el mismo municipio y sobre los vecinos, así como el efecto de los vecinos sobre el municipio analizado.

Las estimaciones sugieren que las decisiones sobre la densidad de la red carretera municipal tiene un efecto importante sobre los beneficios del mismo municipio y los municipios vecinos, así como el efecto recíproco de los vecinos hacia el municipio analizado. El efecto de la densidad de red carretera sobre el mismo municipio es uno a uno; esto quiere decir que el aumento de la propia densidad de red carretera en un punto tiene el potencial de aumentar en el mismo grado cualquier variable económica. Con respecto al efecto derrame con los municipios vecinos, tiene una relación 1:0.06, esto significa que el aumento de un punto en la densidad de red carretera tiene un efecto derrame seguro sobre la red de los vecinos de 0.06 puntos.

Las estimaciones estatales nos demuestran una realidad más tangible del efecto interno de la densidad de red carretera en el país. Es muy interesante observar qué estados cuentan con efectos derrame y cuales estados tienen una red carretera tal que les permite desarrollar otras variables de desarrollo económico. También es interesante observar como la red carretera tiene efectos polarizados en cada una de las variables de desarrollo económico, y como cada estado afecta a los estados vecinos y a sí mismo en sentido positivo o negativo, según sea el caso. Este análisis nos da una sensibilidad en los resultados y nos permite aterrizar mejores políticas públicas que ayuden al desarrollo integral de México, resolviendo las amenazas y potenciando las cualidades que nos otorga la red de vías de comunicación terrestres.

Es importante mencionar que se ve una clara necesidad de una mayor coordinación entre los municipios con el fin de potenciar los efectos derrame y crear una red de apoyo entre los municipios para cubrir las faltas de ciertos municipios con las capacidades de otros. Esta labor se puede pensar que recae en el nivel estatal ya que es el nivel que se encarga de crear las vías que comunican a los municipios. De este modo se facilita un poco más la creación de políticas públicas hechas a la medida.

Con lo que respecta a la agenda de investigación, se recomienda hacer un análisis que no sea específico de la densidad de la red carretera, sino de la propia red carretera, analizando directamente la red física y tiempos de traslado entre localidades. De este modo, se tendría una medida mucho más realista del efecto red. Otro punto de investigación relevante es analizar variaciones en la importancia del camino transitado; es decir, clasificar por intensidad de tránsito cada camino, para tener una medida del flujo e identificar así las regiones donde la red tiene un mayor efecto sobre cada camino.

También, se puede ampliar el estudio para estimar los efectos de la red carretera sobre diferentes variables, como un análisis de violencia, fortaleza de las instituciones u otras variables que nos ayuden a diseñar políticas públicas específicas para el desarrollo de las diferentes regiones de México. Este es el primer estudio en su clase que se hace en México, por lo que, como se puede apreciar, existen diversos enfoques y preguntas por responder en la investigación futura sobre el tema.

Referencias

- [1] R. Capello. *Regional Economics*. London and New York: Routledge, 2 edition, 2007.
- [2] N. Yu, M. De Jong, S. Storm, and J. Mi. Spatial spillover effects of transport infrastructure: Evidence from chinese regions. *Journal of Transport Geography*, 28, 2013.
- [3] A. Pereira and J. Andraz. On the regional incidence of highway investments in the usa. *Annals of Regional Science*, 2010.
- [4] A. Hu and S. Liu. Transportation, economic growth and spillover effects: the conclusion based on the spatial econometric model. *Frontiers of Economics in China*, 5, 2010.
- [5] M. J. Delgado and I. Álvarez. Network infrastructure spillover in private productive sectors: Evidence from spanish high capacity roads. *Applied Economics*, 39, 2007.
- [6] R. Moreno and E. López-Bazo. Returns to local and transport infrastructure under regional spillovers. *International Regional Science Review*, pages 30–47, 2007.
- [7] J. Berechman, D. Ozmen, and K. Ozbay. Empirical analysis of transportation investment and economic development at state, county, and municipality levels. *Transportation*, 33, 2006.
- [8] R. Ezcurra, C. Gil, P. Pascual, and M. Rapún. Public capital, regional productivity, and spatial spillovers. *The Annals of Regional Science*, 39, 2005.
- [9] J. Cohen and C. Paul. Public infrastructure investment, interstate spatial spillovers and manufacturing costs. *The Review of Economics and Statistics*, 86, 2004.
- [10] D. T. Owyong and S. M. Thangavelu. An empirical study on public capital spillovers from the usa to canada. *Applied Economics*, 33, 2001.
- [11] M. G. Boarnet. Spillovers and the locational effects of public infrastructure. *Journal of Regional Science*, 38, 1998.
- [12] H. H. Kelejian and D. P. Robinson. Infrastructure productivity estimation and its underlying econometric specifications: a sensitivity analysis. *Papers in Regional Science: The Journal of the RSAI*, 76, 1997.
- [13] A. Álvarez, C. Arias, and L. Orea. Econometric testing of spatial productivity spillovers from public capital. *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública*, 178:9–21, 2006.
- [14] D. Acemoglu, C. García-Jimeno, and Robinson J. A. State capacity and economic development: A network approach. *American Economic Review*, 105, 2015.
- [15] F. Pérez and A. Sandoval. Estimating the short-run effect on market access of the construction of better transportation infrastructure in mexico. *Banco de México Documentos de investigación No. 2015-15*, 2015.
- [16] Y. Stephanedes and D.M. Eagle. Time series analysis of interactions between transportation and manufacturing and retail employment. *Transportation Research Record*, 1074, 1986.
- [17] J.W. Clay, A.W. Stuart, and W.A. Walcott. Jobs, highways and regional development in north carolina. *Charlotte, NC: Institute for Transportation Research and Education*, 1998.
- [18] A.M. Isserman, T. Rephann, and D.J. Sorenson. Highways and rural economic development: results from quasi-experimental approaches. ". *Presented in the Seminar on Transportation Networks and Regional Development, Leningrad, USSR*, 1989.
- [19] D.J. Forkenbrock and N.S.J. Foster. Economic benefits of a corridor highway investment. *Transp. Res.*, 24, 1990.
- [20] A.D. Aschauer. Transportation spending and economic growth. *American Public Transit Association, Washington, D.C.*, 1991.

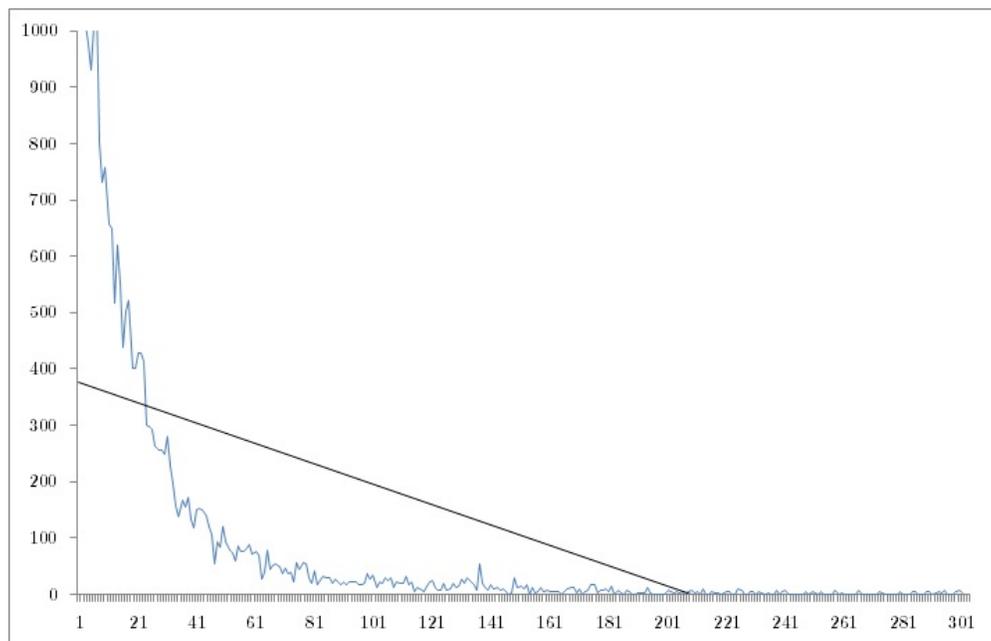
- [21] D. Banister and J. Berechman. Transport investment and economic development. *UCL Press, London*, 2000.
- [22] M. G. Boarnet. The direct and indirect economic effects of transportation infrastructure. *The University of California Transportation Ctr. Working Paper No.340. University of California, Berkeley, CA*, 1996.
- [23] J. Berechman. Transport investment and economic development: is there a link? *Prepared for the European Conference of Ministers of Transport (ECMT), 119th Round Table on Transport and Economic Development.*, 2001.
- [24] Conaway B. Haskins III. The influence of highways on rural economic development: Evidence from north carolina. *Masters Project submitted to the faculty of the University of North Carolina at Chapel Hill*, 2002.
- [25] K. Ozbay, D. Ozmen-Ertekin, and J. Berechman. Empirical analysis of relationship between accessibility and economic development. *J. Urban Plann. Dev.*, 10.1061/(ASCE)0733-9488(2003)129:2(97), pages 97–119, 2013.
- [26] K. Gkritza, S. Labi, and K. Sinha. Economic development effects of indot transportation projects. *Joint Transportation Research Program*, 2007.
- [27] A. Njoh. Impact of transportation infrastructure on development in east africa and the indian ocean region. *J. Urban Plann. Dev.*, 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000091, pages 1–9, 2012.
- [28] M. Farhadi. Transportation research part a: Policy and practice. *The Annals of Regional Science*, 74, 2015.
- [29] P. Arbués, J. F. Baños, and M. Mayor. The spatial productivity of transportation infrastructure. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 75, 2015.
- [30] A. Noriega and M. Fontenla. La infraestructura y el crecimiento económico en México. *El Trimestre Económico*, 2007.
- [31] Barajas H. y Gutierrez L. La importancia de la infraestructura física en el crecimiento económico de los municipios de la frontera norte. *Estudios Fronterizos, nueva época*, 13, 2012.
- [32] J. Chen and J. Shao. Nearest neighbor imputation for survey data. *Journal of Official Statistics*, 16, 2000.
- [33] C. Manski. Identification of endogenous social effects: The reflection problem. *Review of Economic Studies*, 60, 1993.

Apéndice A

A continuación se muestra un análisis detallado de la participación de la red carretera bajo la administración y jurisdicción de los niveles federal, estatal y municipal, considerando el periodo de 1998 a 2010.

Es interesante ver la participación de esta red carretera dividida en los tres niveles de gobierno. Para tomar en cuenta una participación relevante del nivel analizado, se revisará la proporción de red carretera disponible con respecto a la superficie continental del municipio. Si se cuenta con más del $x=0.12\%$ de área de carretera del tipo analizado como proporción de la superficie continental del municipio, se considerará que cuenta con una participación relevante. Para definir el valor x , se hizo un análisis de la distribución de participación de red carretera en cada uno de los tipos de caminos. La red federal de cuota es la que cuenta con la media más pequeña en participación, así como en desviación estándar; es por ello que se tomó como cota inferior para captar la influencia de éste tipo de camino en la red carretera total.

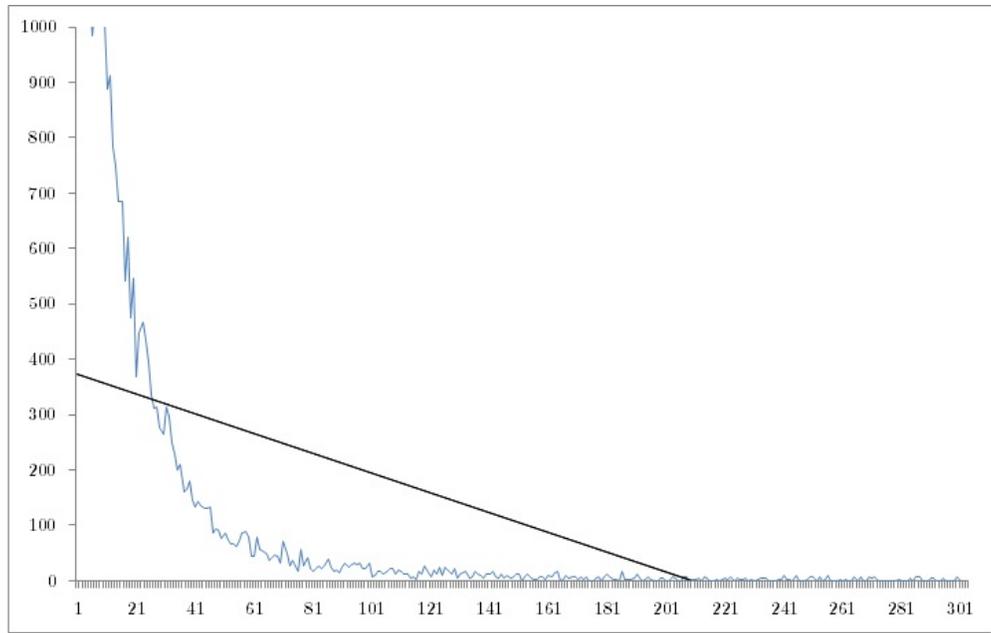
Continuamos mostrando la participación de la red carretera de la red federal de cuota. Para este tipo de carretera, solamente 197 municipios de los 2,456 analizados (8 %) cuentan con participación relevante. Se tienen 24,578 observaciones con valor cero; es decir, 79 % de los municipios no cuentan con este tipo de carretera. En lo que respecta a la carretera troncal federal, contamos con 8,269 observaciones con valor cero; es decir, 26 % de los municipios no cuentan con este tipo de carretera. En contraste, 711 municipios cuentan con una participación relevante, es decir, 29 %. En la gráfica A1 se muestra la dispersión de la red carretera federal total.



Nota: Los datos del eje x están afectados por un factor de 1000 del valor original

Gráfica A1: Histograma de densidad de red carretera Federal

A nivel estatal, tenemos 972 municipios con una participación relevante de carreteras estatales, 39 % de los municipios totales. En contraparte, tenemos 3,611 observaciones que no cuentan con este tipo de carretera, 11 % del total. En la gráfica A2 se muestra la dispersión de la red carretera estatal total.

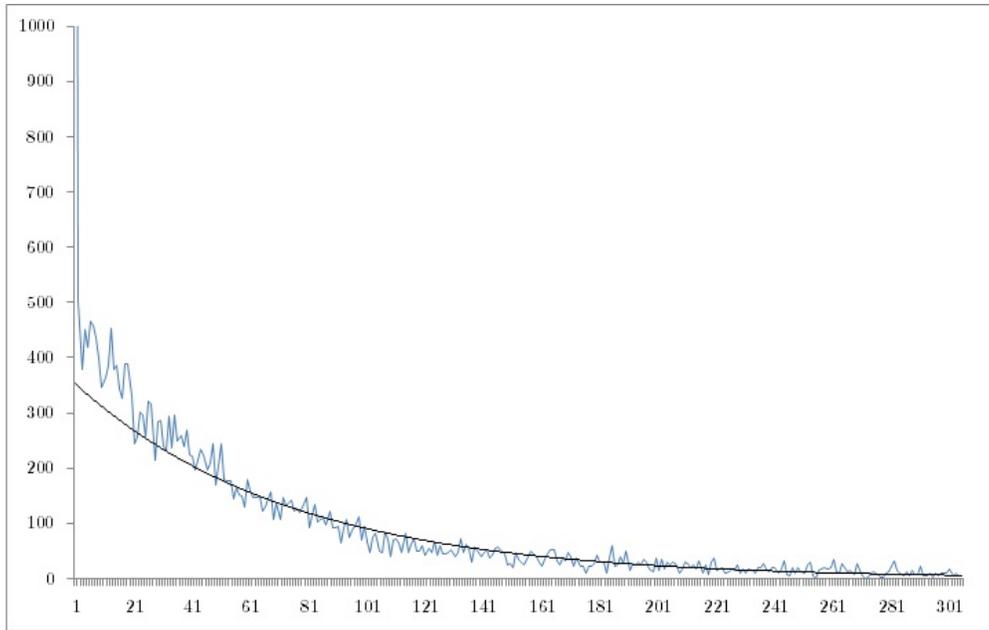


Nota: Los datos del eje x están afectados por un factor de 1000 del valor original

Gráfica A2: Histograma de densidad de red carretera Estatal

A nivel municipal, contamos con 3,513 observaciones que no cuentan con caminos rurales, 11 % del total de municipios. Por otra parte, 64 % de los municipios cuentan con una participación relevante: 1,574 observaciones. Para la red carretera de brechas mejoradas, contamos con 503 municipios con participación relevante; es decir, 20 % de los municipios. Y tenemos 15,385 observaciones que no cuentan con este tipo de red carretera, que representan 48 % de las observaciones. En la gráfica A3 se muestra la dispersión de la red carretera municipal total.

Recapitulando, en 2009, el nivel federal contaba con una participación de 15 % de la red carretera total. De este porcentaje, cuenta con una participación relevante de 8 % en carreteras de cuota y 26 % de carreteras troncales federales. El nivel estatal contaba con una participación de 25 % de la red carretera total, de la cual tiene una participación relevante del 39 %. Por último, el nivel municipal contaba con una participación de 60 % del total de la red carretera. De ésta tenía una participación relevante de 64 % en red carretera de caminos rurales, y 20 % en brechas mejoradas.



Nota: Los datos del eje x están afectados por un factor de 1000 del valor original

Gráfica A3: Histograma de densidad de red carretera Municipal

Apéndice B

A continuación, en las tablas B1, B2 y B3, se muestran los resultados completos del análisis estatal sobre las variables de desarrollo económico de interés: educación, salud y PIB *per cápita*. En la sección 6: análisis estatal, solamente se muestran las tablas con los resultados significativos.

Tabla B1: Efecto de la densidad de la red carretera sobre el porcentaje de asistencia a primaria por estado

VARIABLES	Aguascalientes	Baja California	Baja California Sur	Campeche	Coahuila	Colima	Chiapas	Chihuahua
$N(\delta)$	-0.045 (0.102)	-6.224 (4.079)	0.524 (0.464)	-6.224 (4.079)	-0.072 (0.107)	0.127 (0.225)	-0.211 (0.244)	0.047 (0.102)
z^2	-92.204 (93.733)	831.795 (595.393)	39.384 (38.339)	831.795 (595.393)	3.427 (2.535)	10.786 (26.378)	52.369 (158.975)	1.014 (3.122)
Constant	0.417*** (0.037)	0.420*** (0.034)	0.490*** (0.021)	0.420*** (0.034)	0.447*** (0.017)	0.414*** (0.029)	0.562*** (0.026)	0.580*** (0.021)
Observations	143	65	143	65	494	130	1,027	842
R-squared	0.990	0.997	0.979	0.997	0.942	0.968	0.680	0.773
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	11	5	11	5	38	10	118	66
VARIABLES	Cd. De México	Durango	Guanajuato	Guerrero	Hidalgo	Jalisco	Edo. de México	Michoacán
$N(\delta)$	0.035 (0.046)	0.056** (0.026)	0.037 (0.046)	-0.029 (0.043)	0.099 (0.076)	0.009 (0.037)	0.016 (0.017)	0.003 (0.063)
z^2	223,670.790 (878,060.001)	0.333 (0.303)	-7.969** (3.466)	-9.268* (4.631)	-7.612 (12.457)	1.405 (2.900)	-31.081 (18.928)	-1.021 (2.875)
Constant	0.284*** (0.018)	0.605*** (0.017)	0.569*** (0.015)	0.485*** (0.011)	0.466*** (0.012)	0.545*** (0.015)	0.454*** (0.012)	0.547*** (0.016)
Observations	208	462	562	459	1,092	1,587	1,601	1,469
R-squared	0.994	0.960	0.969	0.888	0.937	0.939	0.914	0.906
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	16	39	46	40	84	123	125	113

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Efecto de la densidad de la red carretera sobre el porcentaje de asistencia a primaria por estado (*Continuación*)

VARIABLES	Morelos	Nayarit	Nuevo León	Oaxaca	Puebla	Querétaro	Quintana Roo	San Luis Potosí
$N(\delta)$	0.030 (0.037)	0.085 (0.163)	0.003 (0.056)	-0.009 (0.029)	-0.005 (0.060)	-0.307* (0.161)	0.101 (0.155)	-0.073 (0.113)
z^2	99.609*** (21.444)	-0.924 (12.607)	0.816 (0.928)	6.117** (2.668)	14.162 (11.157)	-12.555 (16.044)	0.124 (1.150)	7.263** (3.161)
Constant	0.368*** (0.026)	0.495*** (0.052)	0.488*** (0.009)	0.540*** (0.011)	0.551*** (0.010)	0.524*** (0.068)	0.506*** (0.025)	0.470*** (0.014)
Observations	429	254	663	5,698	1,863	234	104	754
R-squared	0.951	0.946	0.873	0.509	0.836	0.932	0.966	0.931
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	33	20	51	570	217	18	8	58
VARIABLES	Sinaloa	Sonora	Tabasco	Tamaulipas	Tlaxcala	Veracruz	Yucatán	Zacatecas
$N(\delta)$	-0.005 (0.091)	-0.003 (0.004)	1.010 (0.582)	-0.194** (0.093)	-0.121 (0.170)	-0.059 (0.042)	-0.029 (0.038)	-0.079 (0.049)
z^2	-0.213 (0.233)	0.185*** (0.062)	-4.415 (5.314)	0.139 (0.262)	-91.713*** (18.781)	-29.176 (19.394)	-2.062 (2.543)	0.340 (0.790)
Constant	0.490*** (0.013)	0.465*** (0.011)	0.502*** (0.007)	0.545*** (0.020)	0.334*** (0.033)	0.520*** (0.011)	0.516*** (0.020)	0.564*** (0.021)
Observations	234	926	221	559	130	2,742	1,378	728
R-squared	0.975	0.879	0.980	0.949	0.986	0.828	0.890	0.960
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	18	72	17	43	10	212	106	56

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla B2: Efecto de la densidad de la red carretera sobre el índice de mortandad de cada 1000 nacidos por estado

VARIABLES	Aguascalientes	Baja California	Baja California Sur	Campeche	Coahuilaç	Colima	Chiapas	Chihuahua
$N(\delta)$	-45.690 (113.2)	11,209.1 (24,924.6)	26.639 (108.4)	11,209.1 (24,924.6)	-3.017 (34.366)	307.1 (199.2)	-146.161** (70.315)	-96.896** (37.893)
z^2	-87,606.3 (68,372.7)	-1160481.5 (594,345.3)	22,959.6* (11,399.9)	-1160481.5 (594,345.3)	-2,637.789* (1,545.9)	-9,701.279 (38,429.8)	61,631.722* (36,277.3)	10.703 (4,377.1)
Constant	31.795*** (6.942)	6.453 (35.883)	-0.723 (8.148)	6.453 (35.883)	-13.536** (5.211)	-32.323 (25.050)	10.762* (5.463)	10.665*** (3.233)
Observations	142	65	132	65	322	118	934	502
R-squared	0.357	0.600	0.348	0.600	0.214	0.310	0.054	0.267
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	11	5	11	5	36	10	117	64
VARIABLES	Cd. De México	Durango	Guanajuato	Guerrero	Hidalgo	Jalisco	Edo. de México	Michoacán
$N(\delta)$	7.655 (55.179)	44.410*** (16.192)	25.036 (16.797)	-35.544** (15.605)	-87.266*** (28.433)	16.444 (26.460)	-6.670 (7.766)	2.378 (13.700)
z^2	-1.4e+09 (8.2e+08)	27.6 (231.2)	-1,631.54 (2,666.2)	-5,555.10 (3,380.0)	-3,293.1 (5,235.0)	3,247.2*** (1,090.8)	-7,799.5 (10,223.2)	-374.0 (3,186.3)
Constant	13.168 (9.675)	-2.026 (7.054)	-3.632 (4.535)	4.497 (2.835)	17.060*** (3.672)	7.227 (4.678)	10.577** (4.424)	2.244 (2.182)
Observations	208	337	548	292	988	1,334	1,575	1,155
R-squared	0.385	0.240	0.168	0.176	0.070	0.084	0.069	0.063
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	16	37	46	38	84	122	125	113

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Efecto de la densidad de la red carretera sobre el índice de mortandad de cada 1000 nacidos por estado (*Continuación*)

VARIABLES	Morelos	Nayarit	Nuevo León	Oaxaca	Puebla	Querétaro	Quintana Roo	San Luis Potosí
$N(\delta)$	13.998*	-8.890	21.765	-3.532	24.861	-22.091	12.366	22.417
	(8.251)	(13.103)	(13.184)	(8.353)	(29.574)	(24.687)	(47.464)	(41.029)
z^2	-37,370.550	-32.579	-89.757	-700.750	7,617.555	8,716.055*	624.500	-1,191.445
	(23,061.690)	(3,063.176)	(390.457)	(2,422.530)	(5,206.324)	(4,484.816)	(594.236)	(1,089.835)
Constant	10.963**	3.184	6.620	-9.285	17.568**	18.427**	-5.989	10.422**
	(4.206)	(3.356)	(3.948)	(12.405)	(6.921)	(6.426)	(8.896)	(5.189)
Observations	372	186	405	2,392	1,542	232	102	649
R-squared	0.185	0.144	0.423	0.129	0.055	0.289	0.481	0.062
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	33	19	49	500	214	18	8	58
VARIABLES	Sinaloa	Sonora	Tabasco	Tamaulipas	Tlaxcala	Veracruz	Yucatán	Zacatecas
$N(\delta)$	2.056	-0.656	172.054	-7.194	50.461	-20.706	43.688	95.254*
	(34.152)	(24.021)	(262.309)	(18.949)	(197.753)	(18.015)	(29.938)	(49.275)
z^2	-186.108*	183.267	483.250	-490.082	-9,411.178	-612.619	-2,342.332	311.090
	(101.683)	(157.599)	(1,095.938)	(294.146)	(24,905.984)	(10,777.170)	(1,994.862)	(566.016)
Constant	-7.088	-46.100*	8.403**	-5.587	-32.308	9.902***	15.751*	-8.608***
	(8.108)	(23.454)	(3.030)	(5.431)	(30.368)	(3.049)	(8.552)	(2.964)
Observations	183	482	220	248	130	2,456	850	540
R-squared	0.527	0.293	0.124	0.385	0.238	0.018	0.036	0.248
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	18	68	17	37	10	212	106	56

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla B3: Efecto de la densidad de la red carretera sobre el PIB *per cápita* por estado

VARIABLES	Aguascalientes	Baja California	Baja California Sur	Campeche	Coahuila	Colima	Chiapas	Chihuahua
$N(\delta)$	-253.4** (100.6)	5,163.1 (22,879.5)	782.9 (2,916.8)	5,163.1 (22,879.5)	323.9* (173.2)	82.5 (154.1)	255.4 (174.1)	-64.9 (73.7)
z^2	93,321.1* (50,643.2)	612,841.72 (2168424.8)	185,076.4 (254,480.8)	612,841.7 (2168424.8)	8,464.8** (3,978.7)	11,885.6 (12,225.8)	-104,702.6 (71,540.7)	-1,334.0 (1,035.8)
Constant	22.518*** (6.895)	-15.976 (34.149)	-65.168 (173.500)	-15.976 (34.149)	3.614 (15.990)	28.585* (12.647)	37.539** (14.880)	-10.607** (5.001)
Observations	143	65	143	65	494	130	1,029	842
R-squared	0.987	0.983	0.990	0.983	0.973	0.970	0.992	0.958
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	11	5	11	5	38	10	118	66
VARIABLES	Cd. de México	Durango	Guanajuato	Guerrero	Hidalgo	Jalisco	Edo. de México	Michoacán
$N(\delta)$	-968.4 (1,047.2)	17.4* (10.2)	47.2 (36.7)	20.3 (31.0)	47.7 (103.2)	-1.1 (15.6)	-5.5 (10.0)	15.5 (20.2)
z^2	4.7e+09 (1.8e+10)	-216.9** (106.2)	-1,558.5 (1,942.1)	-1,104.4 (2,161.6)	2,665.6 (3,649.2)	1,996.7* (1,084.6)	-2,244.3 (6,175.045)	-1,069.9 (916.167)
Constant	134.3 (131.2)	0.474 (2.235)	3.115 (4.591)	3.360 (2.929)	4.899 (4.771)	-1.753 (3.320)	-0.105 (2.249)	-1.370 (1.564)
Observations	208	462	562	459	1,092	1,587	1,607	1,469
R-squared	0.922	0.953	0.976	0.963	0.998	0.910	0.990	0.923
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	16	39	46	40	84	123	125	113

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Efecto de la densidad de la red carretera sobre el PIB *per cápita* por estado (Continuación)

VARIABLES	Morelos	Nayarit	Nuevo León	Oaxaca	Puebla	Querétaro	Quintana Roo	San Luis Potosí
$N(\delta)$	22.7 (32.9)	-19.8 (16.7)	-215.8*** (64.3)	-29.4 (26.3)	11.7 (37.3)	-248.2*** (76.3)	-30.8 (20.5)	-76.5 (95.4)
z^2	-17,656.8 (25,924.9)	-1,206.5 (2,025.6)	-519.0 (600.7)	-1,114.6 (3,364.2)	2,142.3 (2,091.9)	25,050.950** (11,403.7)	-242.6 (286.5)	-3,043.0 (3,083.6)
Constant	8.194 (5.236)	-0.877 (4.809)	-5.266 (5.837)	0.048 (3.349)	-1.808 (4.620)	35.608* (18.680)	-7.224 (8.980)	8.726 (7.447)
Observations	429	254	663	5,698	1,863	234	104	754
R-squared	0.856	0.949	0.977	0.417	0.783	0.979	0.993	0.845
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	33	20	51	570	217	18	8	58
VARIABLES	Sinaloa	Sonora	Tabasco	Tamaulipas	Tlaxcala	Veracruz	Yucatán	Zacatecas
$N(\delta)$	119.8** (47.8)	51.7 (41.9)	2,657.8 (8,694.2)	317.6* (169.3)	88.0 (191.4)	33.2 (30.6)	5.3 (11.0)	73.7 (50.8)
z^2	11.7 (57.8)	152.4 (114.5)	-143,188.2 (138,355.1)	297.0** (137.2)	21,065.1 (28,021.1)	8,131.4 (6,559.2)	-178.5 (459.4)	216.9 (276.5)
Constant	-1.506 (2.151)	-43.524** (16.504)	48.302 (97.239)	-0.254 (8.217)	63.232 (39.174)	2.126 (3.856)	6.268* (3.482)	-1.260 (3.250)
Observations	234	926	221	559	130	2,742	1,378	728
R-squared	0.950	0.959	0.110	0.943	0.914	0.868	0.801	0.946
Municipal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Temporal FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Number of id	18	72	17	43	10	212	106	56

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1