

INSTITUCIONALIDAD Y EFICIENCIA DEL TRANSPORTE VIAL EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

¿Existe una relación
entre Institucionalidad
y Eficiencia Sectorial?

**JUAN ALBERTI
ANDRÉS PEREYRA**

**Catalogación en la fuente proporcionada
por la Biblioteca Felipe Herrera
del Banco Interamericano de Desarrollo**

Alberti, Juan.

Institucionalidad y eficiencia del transporte vial en América Latina y el Caribe: ¿existe una relación entre institucionalidad y eficiencia sectorial? / Juan Alberti, Andrés Pereyra.

p. cm. — (Monografía del BID ; 632)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Transportation, Automotive-Latin America. 2. Transportation, Automotive-Caribbean Area.
3. Transportation and state-Latin America. 4. Transportation and state-Caribbean Area. I. Pereyra, Andrés. II. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Transporte. III. Título. IV. Serie. IDB-MG-632

Palabras Clave: Eficiencia; institucionalidad; transporte; metodología; variables; casos de estudio; agencias viales

Jel Codes: R4, R42

Diseño Gráfico: Diana Nogueras.

Copyright © 2018 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



INSTITUCIONALIDAD Y EFICIENCIA DEL TRANSPORTE VIAL EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

¿Existe una relación
entre Institucionalidad
y Eficiencia Sectorial?

**JUAN ALBERTI
ANDRÉS PEREYRA**



AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la valiosa contribución a todo el proceso de investigación de los siguientes colegas del Banco Interamericano de Desarrollo: Fabiana Machado, Esteban Diez-Roux, Elías Rubinstein y Luis Uechi. Además, agradecen el apoyo para la recolección de datos por país de los siguientes especialistas de transporte del Banco y de un equipo de consultores contratado con este fin: Argentina - Vera Pousada (BID) y Soledad Mallamaci (Consultor); Bolivia - Shirley Cañete (BID) y José Terán (Consultor); Brasil - Dalve Alves (BID) y Paulo Lanna (Consultor); Chile - Patricio Mansilla (BID) y Cristian Fajardo (Consultor); Colombia - Ana María Pinto (BID), Manuel Rodríguez (BID) y Juan Carlos Saavedra (Consultor); Costa Rica - Edgar Zamora (BID) y Roque Rodas (Consultor); Ecuador - Ramiro Ríos (BID) y Raúl Argüello (Consultor); El Salvador - Carlos Morán (BID) y David Pineda (Consultor), México - Amado Crotte (BID) y Beatriz Robles (Consultor); Panamá - Juan Manuel Leño (BID) e Ivet Anguizola (Consultor); Paraguay - Rafael Acevedo (BID) y Alcides Moreno (Consultor); Perú - Rafael Capristán (BID) y Alcides Velazco (Consultor), República Dominicana - Alejandro Gómez (BID) y Víctor González (Consultor); Uruguay - Diego Gagliardi (Consultor).

ÍNDICE



INTRODUCCIÓN



EFICIENCIA DEL SECTOR DE TRANSPORTE CARRETERO

- 2.1 Marco Conceptual
- 2.2 Metodología
- 2.3 Base de Datos Final
- 2.4 Resultados



ANÁLISIS INSTITUCIONAL

- 3.1 Marco Conceptual
- 3.2 Metodología
- 3.3 Base de Datos Final



RELACIÓN ENTRE EFICIENCIA SECTORIAL E INSTITUCIONALIDAD

- 4.1 Eficiencia e Institucionalidad
- 4.2 Eficiencia y Calidad del Servicio



CONCLUSIONES



BIBLIOGRAFÍA



ANEXOS



1. INTRODUCCIÓN

El nivel del gasto en desarrollo y conservación de la infraestructura es un determinante del desarrollo de América Latina y el Caribe (ALC). En este sentido, el mayor rezago se observa en el sector de transporte, principalmente en carreteras, manteniendo estándares por debajo de los países de ingreso medio (OCDE, CAF y CEPAL, 2013).

En este marco, es aceptado que la institucionalidad que los países desarrollan para llevar adelante el proceso vial repercute en los resultados económicos que se obtienen, pero la conceptualización de los mecanismos por los que ello ocurre no es generalmente abordada, fundamentalmente debido a la enorme dificultad de la tarea.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha realizado un extenso proceso de investigación para abordar la relación entre las características de las instituciones viales y su *performance* sectorial. El objetivo final es producir recomendaciones de política pública, en base al análisis del impacto en la eficiencia de las elecciones institucionales actuales.

El proceso de investigación en su conjunto ha tenido tres pasos:

-
- **Seleccionar una metodología para estudiar la eficiencia sectorial del sector de transporte carretero en la región.**
 - **Determinar qué atributos institucionales deberían ser considerados para estudiar la relación entre la eficiencia sectorial y las instituciones viales en América Latina y el Caribe.**
 - **Generar una base de datos considerando los primeros dos puntos y observar si existen indicios de esta relación en un conjunto de países de interés del BID.**
-

El primer paso fue abordado en el documento “Institucionalidad y Eficiencia del Transporte Vial en América Latina y el Caribe: Un Marco Teórico para su Análisis”¹ y el segundo en el documento “Institucionalidad y Eficiencia del Transporte Vial en América Latina y el Caribe: Un Análisis de Casos Múltiples para la Determinación de Variables Organizacionales Relevantes”². Para el tercero de los puntos antepuestos fue necesario un profundo y extenso trabajo de recopilación y armado de variables en 14 países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay. A continuación, el análisis de la base de datos se divide en el análisis de la eficiencia y el análisis institucional, para luego observar si existe algún indicio de relación entre ambos.

¹ <https://publications.iadb.org/handle/11319/7867>.

² <https://publications.iadb.org/handle/11319/7872>.

2. EFICIENCIA DEL SECTOR DE TRANSPORTE CARRETERO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

La evaluación de desempeño, como actividad clave para medir eficiencia, se utiliza en diversas áreas relacionadas a la ingeniería, la salud, la educación, y otros (Karlaftis & Kepaptsoglou, 2012). Particularmente, existe cierta especificidad cuando se realizan estas evaluaciones en el ámbito público. Allí se pueden estudiar tanto los programas públicos como la gestión de los organismos del Estado.

En cualquiera de estos ámbitos, la evaluación se realiza con dos objetivos particulares. En primer lugar, para tomar decisiones más informadas, lograr mejores resultados y gestionar los procesos y recursos disponibles, considerando cuestiones de calidad y economía. En segundo, la rendición de cuentas (Armijo, 2011).

En cuanto a la infraestructura vial, la misma es esencial para el desarrollo socioeconómico, pero si no se desarrolla de forma sostenible puede imponer costos significativos a la sociedad (Dom & de Ridder, 2002). La gestión de carreteras, en este sentido, puede ser vista como un proceso que intenta optimizar el funcionamiento global de la red de carreteras en el tiempo (Robinson et al 1998).

En este contexto, la evaluación de desempeño en el sector de transporte carretero puede enfocarse en una serie de aspectos. Se puede basar en: la medición del estado actual y futuro de la actividad de transporte carretero; la medición del estado actual y futuro de la condición de la infraestructura vial; o la medición de la eficiencia de la agencia vial en lo que refiere a los servicios provistos, considerando temas de productividad, medio ambiente, y costo-eficiencia, entre otros. Es fundamental entender que los objetivos de los análisis antepuestos difieren sustancialmente.

El objetivo de este trabajo es abordar la relación entre las características de la institucionalidad vial y su *performance* en términos de eficiencia social sectorial. Sin embargo, medir la *performance* sectorial del transporte vial, para generar un análisis de eficiencia, es una actividad compleja, porque implica vincular indicadores de desempeño de diferentes tipos (operacionales, de desempeño de activos e indicadores estratégicos).

2.2 METODOLOGÍA

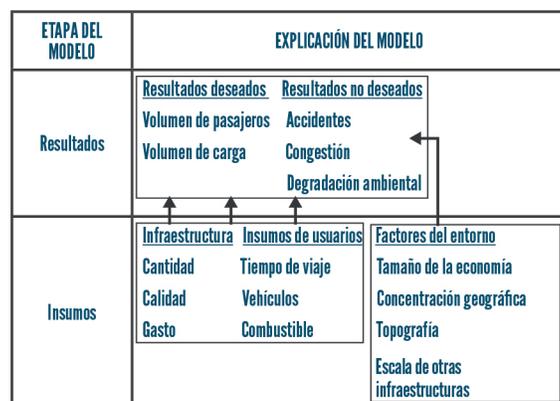
Para el análisis de la eficiencia social del sector, este documento utiliza el marco propuesto por Braconier et al. (2013), donde el foco es la eficiencia social considerando la relación entre insumos y productos clave del sector, que afectan al bienestar de la sociedad en su conjunto. Según este marco, se realiza el análisis de eficiencia del sector en base a una función de producción teórica, considerando los productos generados por esta actividad (usualmente indicadores estratégicos), los insumos utilizados (usualmente indicadores de desempeño de activos) y su relación.

Las firmas y hogares de la economía se benefician del sistema de transporte carretero a partir de las ganancias en productividad, mayor competencia, mayores oportunidades de empleo, mayores opciones de vivienda y consumo, y mejor acceso a recreación y ocio, entre otros. Todo esto ocurre, justamente, debido a las mayores posibilidades de transportar más eficientemente productos y personas (Braconier et al., 2013).

En este marco, los costos de transporte por carretera se pueden dividir en tres componentes: costos del usuario, los costos de infraestructura y mantenimiento, y los costos de las externalidades negativas. Dichos costos son usualmente afectados por el contexto de cada país, incluyendo su nivel de desarrollo, topografía, concentración geográfica, entre otros (Braconier et al., 2013).

Por otra parte, los productos del sector, de esta función de producción teórica a la que se hace referencia, pueden clasificarse en deseables y no deseables. El volumen de transporte hace alusión a los primeros y los segundos serían variaciones imprevisibles en el tiempo de viaje o congestión, los accidentes y la degradación ambiental. Por otra parte, como insumos pueden incluirse el tamaño y la calidad de la red, el gasto en inversión y mantenimiento de carreteras y los gastos del usuario en términos de tiempo, flota y combustible (Braconier et al., 2013).

UN MARCO PARA EL ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA (FIGURA 1)



//////
Fuente: Braconier et al. (2013)



El análisis de la relación entre insumos y productos puede estudiarse, de acuerdo al trabajo referenciado, utilizando al menos dos metodologías. Una es la referida a los indicadores unidimensionales, por ejemplo: pasajeros-km transportados en red estudiada sobre la extensión de dicha red; toneladas-km transportadas en red estudiada sobre la extensión de dicha red; pasajeros-km transportados en red estudiada sobre total de vehículos en el país; toneladas-km transportadas en red estudiada sobre total de vehículos en el país; pasajeros-km transportados en red estudiada sobre total de inversión en la red; toneladas-km transportadas en red estudiada sobre total de inversión en la red; emisiones de CO₂ sobre pasajeros-km transportados; entre otros. Estas medidas pueden ser útiles para establecer un *ranking* por cada uno de los temas, y analizar comparativamente los resultados entre redes viales de los distintos países de América Latina y el Caribe. No obstante, no pueden capturar las complejidades asociadas a la función de producción del sector, donde existe una relación multidimensional entre insumos y productos.

La segunda metodología para la evaluación de desempeño, entre aquellas propuestas por el trabajo citado, es el análisis envolvente de datos (DEA por sus siglas en inglés). Es una herramienta de análisis económico cuantitativo que puede utilizarse para estudiar el desempeño de un sector particular de la economía.

Esta metodología, aquella finalmente seleccionada en este trabajo, es especialmente útil debido a que facilita un tratamiento multidimensional de insumos y de productos, necesario en el caso del transporte carretero. A partir de la misma se puede precisar una frontera tecnológica, generada a partir de las buenas prácticas de las distintas unidades productivas (en este caso redes viales de interés en diferentes países), que sirve de referencia y permite generar medidas de eficiencia por la diferencia entre un punto específico y dicha frontera. En el Anexo I se exponen sucintamente sus ventajas y desventajas para desarrollar el trabajo aquí explicitado.

2.3 BASE DE DATOS FINAL

El modelo base, considerando las restricciones de datos, propuesto por Braconier et al. (2013), incluye las siguientes variables:

-
- **Indicadores de producto:** millones de toneladas/km; millones de pasajeros/km; número de muertes por accidentes viales; y emisiones de CO₂ asociadas a transporte vial.
 - **Indicadores de insumos:** kilómetros totales de red primaria o inversión total en infraestructura vial; y número de vehículos.
-

Considerando que el objetivo final de este estudio es observar si existe un vínculo entre instituciones y eficiencia, el trabajo se concentró en el estudio de la red a cargo de la dirección o agencia de vialidad nacional. Esta red es usualmente, pero no necesariamente, denominada red primaria o red principal.

La limitación al estudio de dicha red se realiza para que el análisis institucional sea abordable³.

Por lo tanto, la importancia relativa de la red estudiada sobre el total varía de acuerdo a los arreglos institucionales que existen en cada país. Puede que la misma represente un porcentaje importante de la totalidad de la red vial, o puede que sea un porcentaje bajo. Eso puede impactar en los resultados del análisis de eficiencia, donde se estudia la relación de insumos y productos.

En consecuencia, el *ranking* no debe ser leído como un ranking de eficiencia del sector de vialidad del país, sino como un ranking de eficiencia de la red vial gestionada por la agencia/dirección central o federal. La naturaleza de la red tendrá efectos en los resultados. Por un lado, la inclusión de redes de menor jerarquía tendrá efectos negativos en la relación entre productos e insumos. Por otro, el estudio de una red con mayor proporción de redes principales o federales, con mayor movimiento de personas y pasajeros, tendrá efectos positivos en la eficiencia.

En este marco, la red usualmente encargada a la agencia vial central de cada país tiene diferentes nombres y especificaciones. En este trabajo se vinculó directamente la mayor cantidad de red para la que se podía hacer el cálculo de toneladas-km y pasajeros-km, considerando la información disponible, teniendo en cuenta que puede también estar a cargo de alguna clase de contrato de participación público privada.

La metodología para el levantamiento de estos indicadores de *performance* se incluye en el Anexo II de este documento. Estos indicadores presentaron diferentes tipos de problemas por país, que fueron resolviéndose en base a la disponibilidad de información.

Por otra parte, como *proxy* del número de muertes en la red analizada, se utilizó el número de muertes en el total de la red, ajustada por la proporción de la red analizada en la totalidad de la red vial del país. La fuente utilizada fue la International Road Federation (IRF). Los años para los que la IRF publica esta información al momento de desarrollar este trabajo son: Argentina - 2010; Bolivia - 2008; Brasil - 2009; Chile - 2012; Colombia - 2012; Costa Rica - 2012; Ecuador - 2012; El Salvador - 2011; México - 2012; Panamá - 2012; Paraguay - 2011; Perú - 2011; República Dominicana - 2012; y Uruguay - 2012.

Las emisiones, en tercer lugar, se obtuvieron de la International Energy Agency (IEA). Contiene las emisiones procedentes de combustibles en vehículos de carretera. Corresponde a una categoría particular del Intergovernmental Panel on Climate Change. El año para el que se publican las estimaciones, en el momento en que se desarrolla este trabajo, es 2012. De la misma forma que en el caso anterior, esta variable se ajusta por la proporción de la red analizada en la totalidad de la red vial del país.

³ Braconier et al (2013) analizan la red total, cuya administración está a cargo de distintas jurisdicciones. El análisis de la red mencionada en este trabajo responde a que las instituciones a cargo de las diferentes redes (primaria, secundaria y terciaria) pueden tener características muy diferentes y analizar las redes en su conjunto no permitiría estudiar la relación de eficiencia e institucionalidad.



Inversión Total, en cuarto lugar, refiere a la inversión realizada por la Agencia Vial Central de cada país en construcción, conservación y mantenimiento de la red estudiada. En los casos en los que aparece otra institución que se encarga del mantenimiento de una parte de esa red, o de las asociaciones público privadas, también se incluye información de dicha institución, siempre que se haya considerado esa parte de la red en los cálculos de *performance* (ton-km y pas-km) y en el indicador de extensión de la red analizada. Se decide lo anterior considerando que se espera generar medidas de eficiencia comparada entre países definiendo a la inversión como insumo de la red estudiada, y sería necesario incluir lo correspondiente al sector privado si efectivamente participa en este sentido en el resto de los indicadores.

Finalmente, el valor asociado a Número de Vehículos fue tomado de la IRF. Los años para los que la IRF publica esta información, al momento de desarrollar este trabajo, son: Argentina - 2007; Bolivia - 2011; Brasil - 2011; Chile - 2012; Colombia - 2012; Costa Rica - 2012; Ecuador - 2012; El Salvador - 2011; México - 2012; Panamá - 2012; Paraguay - 2012; Perú - 2012; República Dominicana - 2012; y Uruguay - 2011. De la misma forma que antes, esta variable se ajusta por la proporción de la red analizada en la totalidad de la red vial del país.

En el Anexo III se incluye la tabla que resume los años para los que cada uno de los indicadores fue recabado, con sus respectivas fuentes.

2.4 RESULTADOS

La eficiencia social de cada red analizada se estimó utilizando la metodología DEA (Análisis Envolvente de Datos) mencionada. De acuerdo a lo explicado, es un método de programación lineal que construye una frontera de producción no paramétrica ajustando una superficie por trozos sobre las observaciones⁴.

Dado que es una metodología no paramétrica, impone restricciones débiles en la función de producción. Para el cálculo, se puede utilizar una estimación con orientación al insumo (es posible obtener mismo producto con menos insumos) o al producto (es posible obtener mayor producto con la misma cantidad de insumos). Por otra parte, pueden asumirse rendimientos constantes o variables de escala. Dado que no se ha encontrado información relativa al respecto de este tema se incluyen las cuatro opciones. Los resultados de la estimación se exponen en el Anexo IV. Para la presentación de los mismos, se ordenaron alfabéticamente los países estudiados, asignando un número del 1 al 14. Posteriormente, para mantener secreto estadístico se le asignó un número aleatorio a cada uno⁵. Los gráficos con los resultados se exponen a continuación.

⁴ Ver Sección 2.2 Metodología.

⁵ No es el objetivo de este documento generar un diagnóstico acabado por red analizada (con una medida de eficiencia completa), es una medida de eficiencia social particular (ver <https://publications.iadb.org/handle/11319/7867>). Para evitar una lectura simplista de este asunto se resuelve presentar los resultados manteniendo la reserva explicitada.

GRÁFICO – DEA – ORIENTACIÓN AL INSUMO – RENDIMIENTOS CONSTANTES DE ESCALA (FIGURA 2)

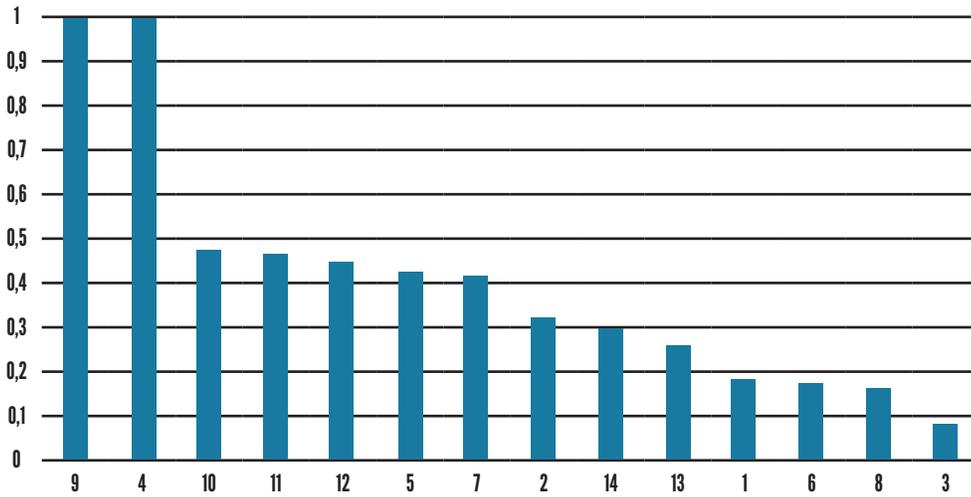
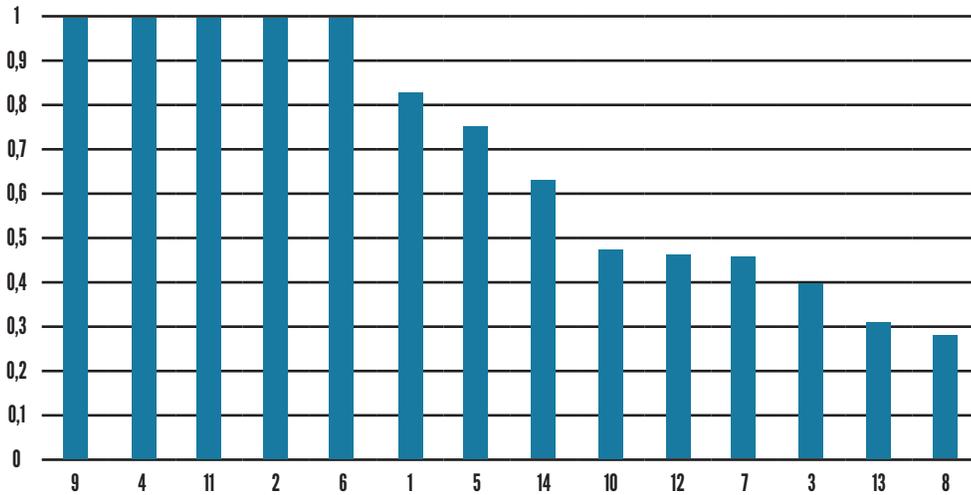


GRÁFICO – DEA – ORIENTACIÓN AL INSUMO – RENDIMIENTOS VARIABLES DE ESCALA (FIGURA 3)



El primero de los gráficos (Figura 2) previos muestra que hay dos redes a cargo de la agencia vial central con un uso comparativamente eficiente de insumos, dados los productos obtenidos. El segundo (Figura 3) muestra que esto ocurre en cinco casos. Los siguientes dos gráficos (Figura 4 y 5) muestran que 4 y 8 de las redes estudiadas (respectivamente) logran mayores productos, dados los insumos utilizados.

GRÁFICO – DEA – ORIENTACIÓN AL PRODUCTO – RENDIMIENTOS CONSTANTES DE ESCALA (FIGURA 4)

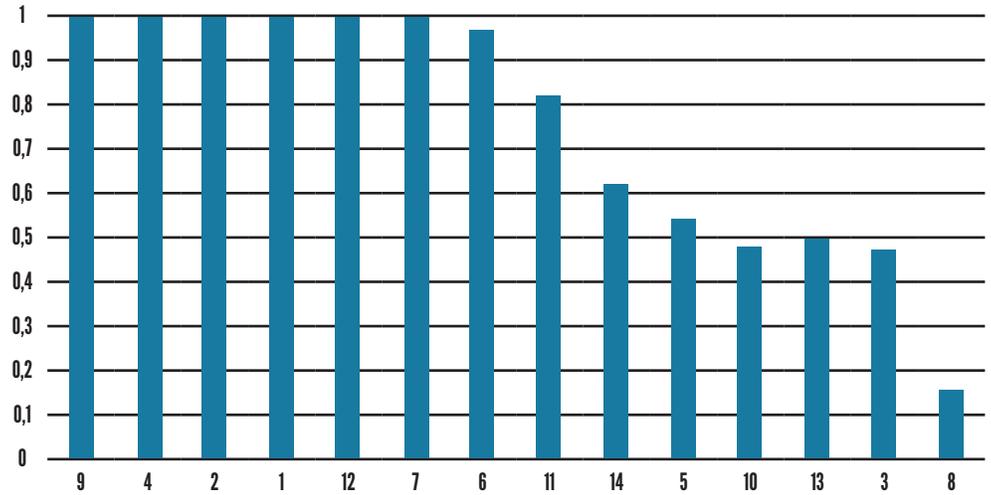
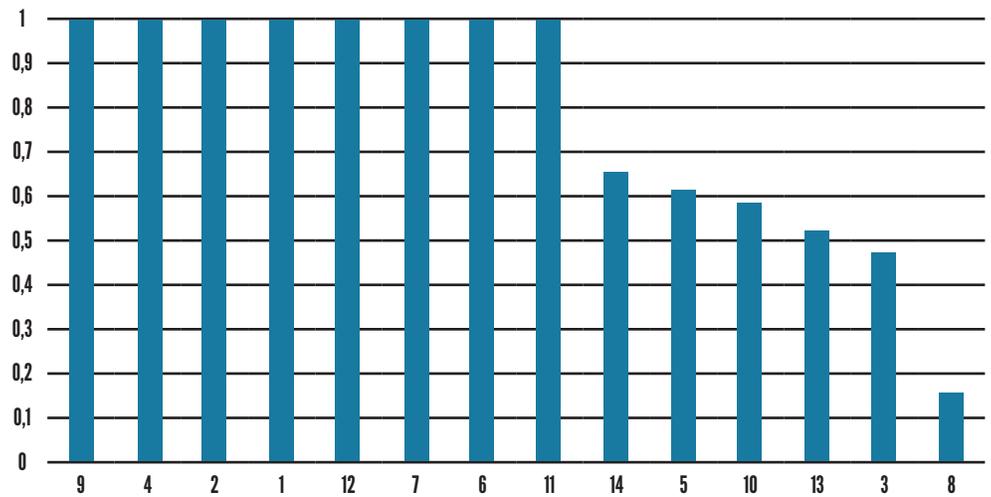


GRÁFICO – DEA – ORIENTACIÓN AL PRODUCTO – RENDIMIENTOS VARIABLES DE ESCALA (FIGURA 5)



La tabla siguiente resume las posiciones obtenidas por cada país.

POSICIONES RELATIVAS DE LOS PAÍSES SEGÚN CRITERIOS DE ESTIMACIÓN (FIGURA 6)

PAÍS Nº ALEATORIO	DEA 1	DEA 2	DEA 3	DEA 4
1	11	6	1	1
2	8	1	5	5
3	14	12	13	13
4	2	5	1	1
5	6	7	10	10
6	12	1	7	7
7	7	11	6	6
8	13	14	14	14
9	1	1	1	1
10	3	9	12	12
11	4	1	8	8
12	5	10	1	1
13	10	13	11	11
14	9	8	9	9

/15



DEA 1 - Rendimientos de escala constantes / Orientación al insumo; DEA 2 - Rendimientos de escala variables / Orientación al insumo;
DEA 3 - Rendimientos de escala constantes / Orientación al producto; DEA 4 - Rendimientos de escala variables / Orientación al producto.

La tabla previa (Figura 6) muestra que al estimar el indicador multidimensional con las diferentes especificaciones, las redes estudiadas que suelen estar de forma consistente en las últimas ubicaciones son las de los países identificados con los números 3, 8 y 13. Por otra parte, las redes que suelen estar en la mejor ubicación son la de los países identificados con el número 4 y el número 9.

Esto denota una cierta consistencia entre los modelos estimados, particularmente en los extremos, utilizando las distintas opciones mencionadas. A continuación, en la siguiente sección se procede a realizar el análisis institucional para cruzar dicha información con la de eficiencia sectorial y observar si existe una relación entre ambas variables.

3. ANÁLISIS INSTITUCIONAL

3.1 MARCO CONCEPTUAL

El análisis anterior es útil para evaluar el desempeño comparado de las redes de vialidad estudiadas de los países en términos de eficiencia. Por otra parte, en la monografía “Institucionalidad y Eficiencia del Transporte Vial en América Latina y el Caribe: Un Análisis de Casos Múltiples para la Determinación de Variables Organizacionales Relevantes”⁶, se realiza un análisis de casos múltiples para verificar la relevancia de una serie de variables asociadas a las organizaciones encargadas de la vialidad de los países, para explicar las diferencias que existen en términos de eficiencia social.

En términos generales, este proceso de investigación afrontó el desafío de realizar un análisis institucional acudiendo a la estructura teórica propuesta por la Nueva Economía Institucional (NEI). De acuerdo a la concepción establecida por los autores asociados a esta corriente, las organizaciones son agentes que actúan e interaccionan en el contexto de reglas de juego que forman las instituciones (North, 1990; Martin, 2012). El mismo diseño organizacional puede generar diferentes resultados si es impuesto en diferentes condiciones de contexto (Williamson, 2000). Al respecto de la eficiencia social, diferentes opciones organizacionales pueden cambiar costos de transacción que pueden impactar en las formas en las que se asignan los diferentes recursos económicos en los distintos sectores.

Williamson (2000) propone cuatro niveles de análisis social. El nivel (N1), donde se localizan las normas, costumbres y tradiciones. El nivel 2 (N2), se refiere al contexto institucional como reglas formales (constituciones, leyes, derechos de propiedad). Los instrumentos de diseño aquí refieren al poder ejecutivo, al legislativo, al judicial, y a las funciones burocráticas del gobierno. El nivel 3 (N3) es donde se alojan las instituciones de gobernabilidad o gobernanza, con especial protagonismo de las relaciones contractuales. Finalmente, el nivel 4 (N4) es donde se produce la asignación de recursos y el empleo, y en el que los incentivos determinan los precios y las cantidades de equilibrio en los mercados.

Para el transporte carretero en particular esto implica las siguientes afirmaciones. En primer lugar, las agencias viales son organizaciones, dentro del marco de reglas formales e informales, encargadas de la gestión de la red vial en un país. Un mismo diseño organizacional puede tener diferentes resultados en los países, debido a las diferentes reglas estipuladas. Sin embargo, diferentes opciones de organización de las agencias viales producen cambios en los costos de transacción internos por país, que luego impactan en la forma en que se asignan los recursos asociados al transporte por carretera, impactando en su eficiencia.

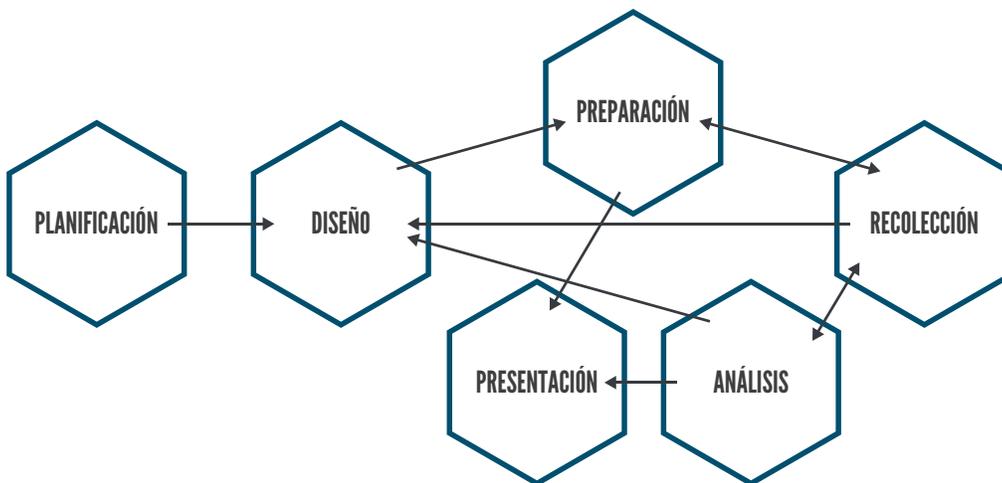
⁶ <https://publications.iadb.org/handle/11319/7872>.

3.2 METODOLOGÍA

Para poder determinar qué variables organizacionales son relevantes en la región y cuáles muestran diferencias en los países analizados, que podrían explicar las diferencias en la eficiencia, se realizó un análisis de casos múltiples. Esto implicó tener en cuenta dos asuntos. El primero, la determinación de las variables a las que la literatura internacional hace referencia cuando trata el tema y el análisis de cuáles de ellas tienen sentido para esta región. El segundo, la verificación de cuáles de las anteriores presentan diferencias entre los países de ALC, pues tiene sentido suponer que son éstas las que terminan generando las diferencias en los países, como consecuencia de los temas institucionales.

El estudio de caso es un estudio empírico que investiga un fenómeno contemporáneo, en profundidad dentro de su contexto, especialmente cuando la frontera entre el fenómeno y el contexto no es claramente evidente. Yin (2013) propone un proceso lineal pero iterativo para el desarrollo de estudios de casos.

PROCESO ITERATIVO PARA EL DESARROLLO DE UN ESTUDIO DE CASO (FIGURA 7)



/17

//////
Fuente: Yin (2013) – Traducción Propia.

En base a la literatura especializada los temas institucionales en infraestructura vial generalmente abordados son: institucionalidad de la gestión, mecanismos de supervisión y control; grado de autonomía; gestión y orientación comercial; recursos humanos; gestión financiera; sistemas de información; procedimientos de contratación; y control de calidad⁷.

⁷ Por más información ver monografía "Institucionalidad y Eficiencia del Transporte Vial en América Latina y el Caribe: Un Análisis de Casos Múltiples para la Determinación de Variables Organizacionales Relevantes" - <https://publications.iadb.org/handle/11319/7872>



Así pues, para verificar qué variables asociadas a los temas anteriores son efectivamente relevantes y muestran diferencias en América Latina y el Caribe, se estudió este tema en países de muy diferentes contextos: Argentina, Chile, Colombia, Jamaica y México. En ellos se verificó la relevancia y variabilidad de las variables. Este conjunto incluye países con diferentes formas de organización institucional, con diferente percepción sobre la calidad de la infraestructura vial y la efectividad del gobierno, considerando representación regional e ingreso per cápita. Para cada país se revisó la legislación y se realizaron entrevistas con agentes del sector público y el sector privado. Los detalles de este esfuerzo se incluyen en la monografía referenciada en el párrafo anterior.

Finalmente, el conjunto de variables organizacionales incluidas por dicho trabajo son las siguientes:

TEMAS ORGANIZACIONALES EXTERNOS A VIALIDAD⁸

Los siguientes indicadores hacen alusión a la institucionalidad de la gestión, los mecanismos de supervisión y control y el grado de autonomía:

1. Dirección de Vialidad está adherida al Ministerio de Transporte (S/N).
2. Existe un inventario vial actualizado de los últimos 5 años (S/N).
3. Toda infraestructura vial inventariada tiene un organismo responsable (S/N).
4. PPPs son encargadas a una agencia separada de la Agencia Vial Nacional (S/N).
5. Existe un plan vial actualizado al menos cada 5 años (S/N).
6. Se cuenta con un fondo específico para el mantenimiento vial (S/N).

TEMAS ORGANIZACIONALES INTERNOS A VIALIDAD

Estos indicadores, por otra parte, hacen alusión a la Gestión y Orientación Administrativa, Recursos Humanos (RR. HH.), Gestión Financiera, Sistemas de Información y Control de Calidad:

7. Se utilizan indicadores de desempeño sobre construcción y conservación vial (S/N).
8. Cantidad de RR. HH. con contratos a término supera funcionarios de planta (S/N).
9. Los salarios de los RR. HH. en la agencia se ven afectados por el rendimiento (S/N).
10. Existe algún plan de capacitación ejecutado para RR. HH. en los últimos 5 años (S/N).

⁸ Se excluye el indicador Inversiones se concentran en regiones políticamente ligadas a Gobierno Central (S/N) porque no fue posible conseguir la información para algunos de los países seleccionados.

11. Existe un sistema de información, asociado a la contabilidad, que permite analizar costo de servicios y obras anteriores, por tipo de obra y por proveedor (S/N).
12. Existe un sistema, con información anual, sobre Índice de Rugosidad Internacional (IRI) para toda la red primaria (S/N).
13. Toda revisión de calidad se realiza por consultores y no por personal interno (S/N).

Finalmente, un último conjunto de variables incluidas en la base de datos son los Indicadores de Gobernanza del Banco Mundial, como *proxy* del nivel 2 de análisis institucional de Williamson⁹. Estas variables se incluyen considerando que, como se explicaba antes, diferentes formatos organizacionales pueden tener distintos resultados en contextos disímiles. Las variables siguientes se incluyen para incluir el contexto en el análisis final:

Voz y rendición de cuentas: la medida en que los ciudadanos de un país pueden participar en la elección de su gobierno, así como la libertad de expresión, la libertad de asociación y la libertad de prensa.

Estabilidad política y ausencia de violencia: la probabilidad de que el gobierno esté sujeto a actos de desestabilización a través de medios inconstitucionales o violentos, incluidos actos de terrorismo.

Eficacia del gobierno: la calidad de los servicios públicos, la capacidad de la administración pública y su independencia de las presiones políticas, y la calidad de la formulación de políticas.

Calidad del marco regulatorio: la capacidad del gobierno para establecer políticas y reglamentaciones acertadas que permitan y promuevan el desarrollo del sector privado.

Estado de derecho: el grado de confianza de los agentes en las reglas sociales y su nivel de acatamiento, incluidos la calidad del cumplimiento de los derechos de propiedad, la policía y los tribunales, así como el riesgo de que se cometan delitos.

Control de la corrupción: la medida en que se ejerce el poder público en beneficio privado, incluidas las modalidades de corrupción en pequeña y gran escala, y el control del Estado por minorías selectas.

3.3 BASE DE DATOS FINAL

La información fue recabada durante los años 2015 y 2016. Al respecto de las variables de contexto, se les calcula el promedio, entre los países incluidos en la base, y se los transforma en indicadores dicotómicos, dando el valor de SI a los que superan en promedio a los países analizados, y el valor de NO a los que no lo superan.

⁹ Ver <https://publications.iadb.org/handle/11319/7867>.

En base a lo anterior se genera un Indicador de Fortaleza Institucional (IFI) para el desarrollo de una política pública eficiente en el sector de transporte carretero. Considerando que el modelo de análisis social de Williamson (2000) asume que los diferentes niveles se impactan unos a otros, en ambas direcciones, a falta de un marco que explicita la importancia relativa entre las diferentes variables de la base de datos, se asume que las variables antepuestas tienen igual peso relativo. A cada una de las variables dicotómicas institucionales se le asigna el valor de 1 si la respuesta es Sí, y el valor de 0 si la respuesta es No.

Los resultados finales, sobre 19 puntos posibles, son los siguientes:

RANKING SEGÚN IFI (FIGURA 8)

PAÍS N° ALEATORIO	IFI
1	16
9	14
2	12
14	12
11	9
5	8
6	8
7	8
10	7
12	7
3	5
4	5
8	5
13	3

El promedio del indicador en la tabla anterior (Figura 8) alcanza los 9 puntos, mientras que el desvío estándar asciende a 4 puntos. Existen países que se destacan en ambos extremos, considerando que se separan en más de un desvío estándar de la media. En el extremo superior aparecen los identificados con el número 1 y el número 9. En el extremo inferior aparecen los identificados con el número 4, 8 y 13.

4. RELACIÓN ENTRE EFICIENCIA SECTORIAL E INSTITUCIONALIDAD

4.1 EFICIENCIA E INSTITUCIONALIDAD

El marco teórico final, con las variables de interés en cada caso, se expone a continuación¹⁰ (Figura 9):

ESQUEMA DEL MARCO TEÓRICO (FIGURA 9)

ETAPA DEL MODELO	EXPLICACIÓN DEL MODELO	INDICADORES SELECCIONADOS															
Resultados	<table border="1"> <tr> <td>Resultados deseados</td> <td>Resultados no deseados</td> </tr> <tr> <td>Volumen de pasajeros</td> <td>Accidentes</td> </tr> <tr> <td>Volumen de carga</td> <td>Congestión</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Degradación ambiental</td> </tr> </table>	Resultados deseados	Resultados no deseados	Volumen de pasajeros	Accidentes	Volumen de carga	Congestión		Degradación ambiental	Indicadores sobre performance general del sistema de transporte Millones de pasajeros/km Millones de toneladas/km Número de muertes por accidentes viales Emisiones de CO2 asociadas a transporte vial							
Resultados deseados	Resultados no deseados																
Volumen de pasajeros	Accidentes																
Volumen de carga	Congestión																
	Degradación ambiental																
Insumos	<table border="1"> <tr> <td>Infraestructura</td> <td>Insumos de usuarios</td> <td>Factores del entorno</td> </tr> <tr> <td>Cantidad</td> <td>Tiempo de viaje</td> <td>Tamaño de la economía</td> </tr> <tr> <td>Calidad</td> <td>Vehículos</td> <td>Concentración geográfica</td> </tr> <tr> <td>Gasto</td> <td>Combustible</td> <td>Topografía</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Escala de otras infraestructuras</td> </tr> </table>	Infraestructura	Insumos de usuarios	Factores del entorno	Cantidad	Tiempo de viaje	Tamaño de la economía	Calidad	Vehículos	Concentración geográfica	Gasto	Combustible	Topografía			Escala de otras infraestructuras	Indicadores sobre calidad de los productos y servicios Kilómetros totales de red Inversión total en infraestructura vial Consumo de energía en el sector vial (t de petróleo) Inversión en mantenimiento de infraestructura vial Vehículos totales
Infraestructura	Insumos de usuarios	Factores del entorno															
Cantidad	Tiempo de viaje	Tamaño de la economía															
Calidad	Vehículos	Concentración geográfica															
Gasto	Combustible	Topografía															
		Escala de otras infraestructuras															
Políticas	<table border="1"> <tr> <td>Configuración y gestión de la red de carreteras</td> <td>Regulación y gestión de Insumos de usuarios</td> <td>Gestión del uso de las carreteras</td> </tr> </table>	Configuración y gestión de la red de carreteras	Regulación y gestión de Insumos de usuarios	Gestión del uso de las carreteras	N/A												
Configuración y gestión de la red de carreteras	Regulación y gestión de Insumos de usuarios	Gestión del uso de las carreteras															
Proceso de Desarrollo de Políticas de Vialidad	<table border="1"> <tr> <td>II</td> <td>II</td> </tr> <tr> <td>Recursos</td> <td>Procesos</td> </tr> </table>	II	II	Recursos	Procesos	Indicadores sobre la eficiencia de la agencia Porcentaje de gastos generales Diferencia de costos proyectados y costos efectivos Tiempo promedio de ciclo de proyecto											
II	II																
Recursos	Procesos																
Consideraciones Organizacionales Internas a Agencia Vial	<table border="1"> <tr> <td>Gestión y orientación administrativa</td> </tr> <tr> <td>Recursos humanos</td> </tr> <tr> <td>Gestión financiera</td> </tr> <tr> <td>Sistemas de información</td> </tr> <tr> <td>Control de calidad</td> </tr> </table>	Gestión y orientación administrativa	Recursos humanos	Gestión financiera	Sistemas de información	Control de calidad	Indicadores de asuntos organizacionales internos a vialidad Se utilizan indicadores de desempeño sobre construcción y conservación vial (S/N) Los salarios de los RR.HH. en la agencia se ven afectados por el rendimiento (S/N) Existe algún plan de capacitación ejecutado para RR.HH. en los últimos 5 años (S/N) Sistema de información para analizar costo de servicios y obras anteriores (S/N) Existe un sistema, con información anual, sobre IRI para toda la red primaria (S/N) Toda revisión de calidad se realiza por consultores y no por personal interno (S/N)										
Gestión y orientación administrativa																	
Recursos humanos																	
Gestión financiera																	
Sistemas de información																	
Control de calidad																	
Consideraciones Organizacionales Externas a Agencia Vial	<table border="1"> <tr> <td>Institucionalidad de la gestión</td> </tr> <tr> <td>Mecanismos de supervisión y control</td> </tr> <tr> <td>Grado de autonomía</td> </tr> </table>	Institucionalidad de la gestión	Mecanismos de supervisión y control	Grado de autonomía	Indicadores de asuntos organizacionales externos a vialidad Dirección de vialidad está adherida al ministerio de transporte (S/N) Existe un inventario vial actualizado de los últimos 5 años (S/N) Toda infraestructura vial inventariada tiene un organismo responsable (S/N) PPPs son encargadas a una agencia separada de la agencia vial nacional (S/N) Existe un plan vial actualizado al menos cada 5 años (S/N) Inversiones se concentran en regiones políticamente ligadas al Gob. Central (S/N) Se cuenta con un fondo específico para el mantenimiento vial (S/N)												
Institucionalidad de la gestión																	
Mecanismos de supervisión y control																	
Grado de autonomía																	

/21

¹⁰ Ver Monografía "Institucionalidad y Eficiencia del Transporte Vial en América Latina y el Caribe: Un Marco Teórico para su Análisis" - Página 24 - <https://publications.iadb.org/handle/11319/7867>.

ETAPA DEL MODELO	EXPLICACIÓN DEL MODELO	INDICADORES SELECCIONADOS
Temas Institucionales	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> Voz y rendición de cuentas Estabilidad política Calidad del marco regulatorio </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> Estado de derecho Control de corrupción Eficacia del gobierno </div> </div>	<u>Indicadores de gobernanza del Banco Mundial</u> Voz y rendición de cuentas Estabilidad política Calidad del marco regulatorio Estado de derecho Control de corrupción Eficacia del gobierno

2*

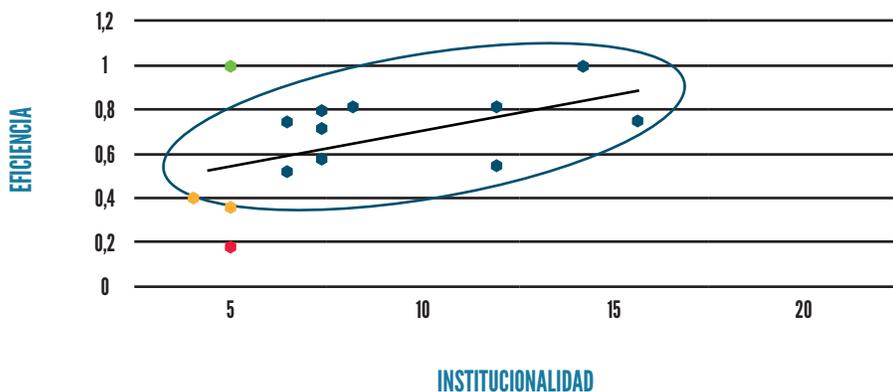
//////
 *Nivel de Análisis Social Williamson

Considerando que la base de datos incluye 14 países no es posible hacer un análisis econométrico para establecer una relación estadística. No obstante, la variable IFI puede ser utilizada para observar si los resultados de fortaleza institucional están de alguna forma asociados a los resultados de eficiencia de la red vial a cargo de cada uno de ellos.

Las diferentes estimaciones del DEA, para la obtención de un indicador multidimensional, agregaban dentro del grupo de redes analizadas con menores niveles de eficiencia, en general, a las estudiadas para los países identificados con los números 8 y 13. Ambos países/agencias se destacan por tener un IFI bajo, de acuerdo al análisis explicitado en el apartado previo. No obstante, el DEA agregaba a las redes de los países identificados con los números 11, 6 y 4 en el grupo de más eficientes, mientras dichos países/agencias no se destacan particularmente por un buen IFI. Este indicador parecería estar más asociado a la ineficiencia que a la eficiencia multidimensional, medida por la relación multidimensional de insumos y productos.

Sin embargo, al realizar un promedio de los valores de eficiencia utilizando los distintos modelos DEA y al compararlos con el IFI la relación se hace más evidente. A continuación, se muestra un diagrama (Figura 10) de dispersión para ilustrarlo.

DEA E IFI POR PAÍSES (FIGURA 10)



En términos generales, existe una relación observable entre la eficiencia de las redes analizadas y el indicador de fortaleza institucional, que no es totalmente directa, que no es absoluta. Al respecto, hay dos pares de países/agencias que se destacan por estar particularmente fuera de esa relación. Son los casos marcados en verde y rojo en el gráfico anterior.

El país marcado en verde muestra un valor alto de eficiencia, dado el valor que toma el IFI en ese caso. Por otra parte, el país marcado en rojo, muestra un valor de eficiencia menor al esperado, dado el valor que toma el índice relativo a la fortaleza institucional.

Una explicación posible para este fenómeno surge de analizar en detalle la conformación del IFI de ambos países, en comparación con los otros países que aparecen con una fortaleza institucional similar y con valores de eficiencia asociados a la relación esperada, los marcados en amarillo en el gráfico.

Dos diferencias fundamentales del país marcado en verde es que: (1) utiliza indicadores de desempeño como marco de planificación estratégica; y (2) los salarios de los recursos humanos en la agencia se ven afectados por el rendimiento.

El primero de los anteriores se incluyó en este proceso de investigación como una aproximación a los esfuerzos que desarrollan las agencias al respecto de la planificación estratégica. En las agencias y direcciones de vialidad suele existir al menos una declaración de misión y objetivos, dentro de la propia legislación o en planes internos. Lo que no es usual que exista es una serie de indicadores de desempeño asociados a los proyectos que se planifiquen. El segundo indicador, por otra parte, se incluyó como *proxy* de la fortaleza en términos de gestión y orientación administrativa. En particular, se valora que se promueva la eficiencia de los funcionarios de la agencia.

Paralelamente, el caso del país marcado en rojo también muestra información relevante, en particular al respecto los marcados en amarillo.

Estos dos se acercan más que el marcado en rojo a la relación observada entre las variables de interés. La diferencia entre los tres casos radica básicamente en que los marcados en amarillo suman puntos en un indicador que mide la relación contractual de los recursos humanos. Dicho indicador valora a aquellas agencias donde la mayoría de los funcionarios son contratados por tiempo determinado, en modalidades de contrata, honorarios, servicio profesional de carrera temporal, entre otros. Este indicador se incluyó por considerar que los esquemas de funcionario público, de planta o de nómina suelen ser más improductivos que los anteriores.

En resumen, lo que se extrae de comparar la institucionalidad de las agencias viales de la región analizadas y el nivel de eficiencia sectorial de las redes a su cargo, se puede resumir en dos puntos. El primero es que esta relación es efectivamente observable. En este documento se hizo un esfuerzo sustantivo para mostrar por medio de variables cuantitativas que esta relación efectivamente existe. El segundo es que cuantitativamente se puede notar que existen dos temas organizacionales de particular interés que las agencias viales deben mejorar para apostar a mejorar los resultados obtenidos medidos por las variables aquí analizadas: planificación estratégica / gestión de activos; y políticas de recursos humanos.

4.2 LA AGENDA HACIA ADELANTE: EFICIENCIA Y CALIDAD DEL SERVICIO

La relación entre eficiencia e institucionalidad, estudiada en profundidad en este proceso, puede también generar información relevante sobre el impacto de la institucionalidad en la calidad del servicio. Para eso se puede utilizar el indicador generado por el Foro Económico Mundial sobre calidad percibida de infraestructura vial en 2015-2016, para su Reporte de Competitividad Global, como proxy del nivel de servicio de la infraestructura. Las conclusiones deben ser cuidadosas porque se relacionan extensiones de red que pueden ser distintas, a cargo de agencias viales de diferente naturaleza.

Al comparar los valores de eficiencia estudiados en este documento y los valores percepción de calidad de servicio se denota una cierta relación que no es perfecta entre ambas variables. Sin embargo, aquellos países en donde hay más percepción de calidad suelen ser más eficientes.

No obstante, existen tres casos particularmente atípicos. Si la relación entre ambas variables fuera perfecta, los países identificados con los números 3 y 8 deberían ser más eficientes, dada su percepción de calidad. Al tener una baja percepción de nivel de servicio, sería esperable que fueran más eficientes por mover más personas y toneladas con una peor calidad de la infraestructura. Por el contrario, el país identificado con el número 9, debería ser menos eficiente, dada la relación de variables estipuladas. Nuevamente aquí aparece una relación observable con la institucionalidad, los primeros dos tienen un índice de fortaleza institucional bajo y el último uno alto.

La institucionalidad parecería poder conectarse a la relación que existe entre eficiencia y percepción de calidad de la infraestructura estudiada, particularmente en aquellos países donde dicha relación deja de ser evidente. Esto sugeriría que el nivel de fortaleza institucional puede estar explicando el ajuste entre eficiencia y calidad de servicio. Al respecto, este proceso de investigación genera las bases para profundizar el análisis con estudios específicos que relacionen ambas variables.

5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En este proceso de investigación, en primer lugar, se ha realizado un esfuerzo de recopilación de datos de indicadores de productos e insumos asociados al sector de infraestructura de carretera en un conjunto de países de ALC. El objetivo de dicho esfuerzo ha sido generar una base de datos para comparar la eficiencia social sectorial de la red gestionada por la dirección de vialidad central, entre países. En el capítulo III Análisis Institucional de este documento se resume la literatura, los principales aspectos metodológicos y se exponen una serie de resultados.

A partir de la comparación resultante, se desprende que existen direcciones de vialidad que lidian con redes de distintos niveles de eficiencia sectorial, medida por la relación multidimensional de insumos y productos. Allí se muestra que las redes muestran un distinto nivel de optimización de los insumos, algunas con menos kilómetros de red, inversión en construcción y mantenimiento, menos emisiones, vehículos, y/o menos siniestros de tránsito, obteniendo mayores movimientos de toneladas de carga y de pasajeros. Esto, en parte, tiene que ver con la propia naturaleza de la red. Sin embargo, este documento muestra que también existe una relación observable entre dicha eficiencia y el entorno institucional.

Para ello, el proceso de investigación ha avanzado en el análisis institucional de este sector en ALC. Se ha denotado que existen una serie de variables organizacionales y de contexto, que son relevantes para mejorar el desempeño de las agencias viales y donde aparecen diferencias entre los países estudiados. Al analizar este tema para el grupo de países incluidos en este documento, algunos resaltan por mostrar mejor desempeño institucional que el promedio, y otros muestran una mayor oportunidad de mejora.

En cuanto a los resultados, al comparar los datos de eficiencia de la red analizada y los datos de desempeño institucional se puede observar una relación. Aquellos países y agencias que están muy por debajo de la media en términos de desempeño institucional, en general, muestran un desempeño mejorable en términos de eficiencia en la red que gestionan. Eso sugiere una relación entre institucionalidad y eficiencia, y que esta última no sólo se asocia a las características del movimiento existente en las redes analizadas.

Aquellos países/agencias con un IFI mayor parecerían ser más eficientes. Sin embargo, existen casos que muestran que la metodología de análisis utilizada debe ser complementada con otras para lograr un análisis integral. Además, sugiere que existen indicadores asociados a la institucionalidad que pueden tener un impacto particularmente sustantivo en la eficiencia sectorial, como los asociados a la planificación estratégica y la gestión de recursos humanos.

La lógica detrás de los resultados previos se alinea perfectamente con lo sugerido por la estructura de análisis propuesta por la NEI, y con lo que es posible intuir. Diferentes formatos organizacionales de direcciones o agencias viales de la región, y diferentes contextos de reglas de juego donde éstas se desarrollan, es posible que estén afectando la eficiencia sectorial asociada



a la red a su cargo. Incluso, también a la relación que existe entre eficiencia y calidad del servicio. Este proceso de investigación ha propuesto un modelo de análisis, y ha generado y analizado información relevante, con lo que ha sido posible observar la relación sugerida y generar los cimientos para proponer recomendaciones de política que promuevan la eficiencia del sector vial en la región.

6. BIBLIOGRAFÍA

Acemoglu, D. Johnson, S. & Robinson, J. (2001). *The Colonial Origins of Comparative Development: An Empirical Investigation*. *The American Economic Review*, 91(5), pp.1369-1401.

Armijo, M. (2011). *Planificación estratégica e indicadores de desempeño en el sector público*. Serie Manuales 69, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), CEPAL. Recuperado de: https://www.cepal.org/ilpes/publicaciones/xml/8/44008/SM_69_MA.pdf.

Braconier, H., M. Pisu and D. Bloch. (2013). *The Performance of Road Transport Infrastructure and its Links to Policies*. OECD Economics Department Working Papers, No. 1016, OECD Publishing. Recuperado de: https://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-performance-of-road-transport-infrastructure-and-its-links-to-policies_5k4ddxjvpfr5-en.

Cambridge Systematics (2000). *A Guidebook for Performance-Based Transportation Planning*. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 446. Washington DC, USA: National Academy Press.

Coelli, T., Estache, A., Perelman, S. & Trujillo, L. (2003) *Una introducción a las medidas de eficiencia para reguladores de servicios públicos y de transporte*. Banco Mundial / Alfaomega. Recuperado de: <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/274731468313863208/pdf/260620SPANISH01Measurement01PUBLIC1.pdf>.

Cooper, W., Seiford, L., Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis - A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. New York, USA: Springer Science & Business Media.

Dom, A. & de Ridder, W. (2002). *Paving the way for EU enlargement. Indicators of transport and environment integration*. European Environment Agency. Environmental Issue Report No 32. Copenhagen, Denmark: European Communities.

Easterly, W., & Levine, R. (2003). *Tropics, germs, and crops: How endowments influence economic development*. *Journal of Monetary Economics*, 50(1), pp.3-39.

Golany B and Y Roll (1989). "An Application Procedure for DEA." *Omega*, 17(3), pp.237-250.

Heggie, I. (2003). *Commercializing management and financing of roads in developing and transition countries*. *Transport Reviews*, Vol. 23 (2), pp.139-160.

Karlaftis, M. and K. Kepaptsoglou. (2012), *Performance Measurement in the Road Sector: A Cross-Country Review of Experience*. Discussion Paper 10, International Transport Forum, OECD. Recuperado de: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/dp201210.pdf>.

Knight, J. (1992). Institutions and social conflict. Cambridge: Cambridge University Press.

Martin Martin JJ. Nueva Economía Institucional y Estudio del Comportamiento de Organizaciones y Agente. Madrid: Escuela Nacional de Sanidad; 2012 [consultado 03/2015]. Tema 2.7. Recuperado de: http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:500571/n2.7_Nueva_econom__a_Institucional.pdf.

Masten, S. E., & Saussier, S. (2002). Econometrics of Contracts: An assessment of Developments in the Empirical Literature on Contracting. En E. Brousseau & J. -M. Glachant (Eds.), The Economics of Contracts. Theories and Application (pp. 273-292). Cambridge: Cambridge University Press.

North, D. (1990). Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge: Cambridge University. Press.

OCDE, CAF, CEPAL (2013). Perspectivas económicas de América Latina 2014 - Logística y Competitividad para el Desarrollo. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1504/1/LCG2575_es.pdf.

OCDE/PUMA. (1998). Best Practices Guidelines for Evaluation. Policy Brief N°5. París. Recuperado de: <http://portal.publicpolicy.utoronto.ca/en/StudyReports/OECD/BestPracticeGuidelinesforEvaluation/Documents/Best%20Practice%20Guidelines%20for%20Evaluation.pdf>.

OECD. (2001). Performance Indicators for the Road Sector, Summary of the Field Tests, OECD, Paris, 2001. Recuperado de: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/01performindice.pdf>.

Olson, M. (1965). The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups. Cambridge: Harvard University Press.

Olson, M. (1982). The Rise and Decline of Nations: Economic Growth, Stagflation, and Social Rigidities. New Haven: Yale University Press.

Ostrom, E. (2005). Doing Institutional Analysis: Digging Deeper than Markets and Hierarchies. En C. Ménard & M. M. Shirley (Eds.), Handbook of New Institutional Economics. (pp. 819-848). Dordrecht: Springer.

Pakkala, P., de Jong, M., and J. Aijo. (2007). International Overview of Innovative Contracting Practices for Roads. Finnish Road Administration, Helsinki: Edita Prima. Recuperado de: <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf/internoverview.pdf>.

PIARC. (2004). The Framework for Performance Indicators. PIARC Technical Committee on Road Management. Recuperado de: <https://www.piarc.org/en/order-library/13485-en-The%20Framework%20for%20Performance%20Indicators.htm>.

Queiroz y Kerali. (2010). *A Review of Institutional Arrangements for Road Asset Management: Lessons for the Developing World*. Transport Papers - TP-32, The World Bank Group. Recuperado de: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17451>.

Robinson R., Thagesen B. (2004). *Road Engineering for Development*. 42nd ed. Oxford. Taylor and Francis Group: 514.

Robinson, R., Danielson, U. and Snaith, M. (1998). *Road Maintenance Management, Concepts and Systems*. The University of Birmingham and The Swedish National Road Administration, Macmillan Press Ltd. London.

Rodrik, D., Subramanian, A., & Trebbi, F. (2004). *Institutions Rule: The Primacy of Institutions over Geography and Integration in Economic Development*. *Journal of Economic Growth*, 9 (2), pp.131-165.

Shaw, T. (2003). *Performance Measures of Operational Effectiveness for Highway Segments and Systems*. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Synthesis of Highway Practice 311, National Academy Press, Washington DC. Recuperado de: http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_syn_311.pdf.

Sykuta, M. E. (2008). *New Institutional Econometrics: The Case of Contracting and Organization Research*. En E. Brousseau & J.-M. Glachant (Eds.), *New Institutional Economics: A Guidebook* (pp. 122-141). Cambridge: Cambridge University Press.

Talvitie, A. (1997). *International Experience in Restructuring Road Sector*. *Transportation Research Record*, 1558, pp. 99-107.

Talvitie, A. (1999). *Performance Indicators for the Road Sector*. *Transportation*, 26(1) pp. 5-30.

Williamson, O. (2000). *The New Institutional Economics: Taking Stock/Looking Ahead*. *Journal of Economic Literature*, 37 (3): 595-613.

World Bank. (2014). *The Worldwide Governance Indicators (WGI) Accessed*: <http://info.worldbank.org/governance/wgi/index.aspx#home>.

Weiss, C. (1998). *Evaluation: Methods for Studying Programs and Policies*. Prentice Hall, New Jersey.

Yin, R. (2013). *Case Study Research: Design and Methods*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

Zietsman, J., Ramani, T., Potter, J., Reeder, V. and J. de Florio. (2011). *A Guidebook for Sustainability Performance Measurement for Transportation Agencies*. Transportation Research Board of the National Academies, National Cooperative Highway Research Program, Report 708. Recuperado de: <http://www.trb.org/Publications/Blurbs/166313.aspx>.

7. ANEXOS

ANEXO I – ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS

El DEA es un método de programación lineal que construye una frontera de producción no paramétrica ajustando una superficie por trozos sobre las observaciones. Tiene algunas ventajas por sobre otros enfoques como el Análisis de Frontera Estocástica (SFA). Por ejemplo, puede manejar fácilmente el caso de múltiples productos y no supone una forma funcional para la frontera o una distribución particular para el término de ineficiencia. Al respecto, el trabajo de Braconier et al. (2013) referenciado corrobora que el DEA es preferido por sobre el SFA en el estudio de la eficiencia del sector vial por dos motivos: a) los problemas de endogeneidad son una preocupación porque es difícil suponer que los insumos y productos sean exógenos; y b) al contrario que el DEA, el SFA impone restricciones en la forma de la curva que afecta la estimación de eficiencia.

Por otra parte, al respecto de sus desventajas, el DEA puede verse influenciado por el ruido y no permite test de hipótesis tradicionales. No obstante, el SFA, aunque intenta tomar en cuenta el ruido, y permite conducir pruebas de hipótesis tradicionales, de acuerdo a lo especificado, puede verse afectado por la forma funcional particular que se ha propuesto (Coelli, Estache, Perelman & Trujillo, 2003).

Adicionalmente, otra desventaja del DEA es que requiere muestras grandes para obtener estimaciones robustas. Al respecto, algunos autores analizan este tema en detalle. Siendo “n” las Decision Making Units - DMUs (países en este caso) - “p” los productos no negativos y “m” los insumos no negativos, Golany & Roll (1989), por ejemplo, sugieren que el límite inferior de n está dado por $n = 2 \times (m + p)$, mientras que Cooper et al. (2007) proponen que el límite es $n = 3 \times (m + p)$.

Como se denota a lo largo de este documento, el análisis propuesto en este documento cumple con el primero pero no con el segundo de los anteriores quiebres. Eso implica que la base de datos está cerca del límite y que las conclusiones deben ser cuidadosas. No obstante, tampoco es sensato suponer que la cantidad de redes estudiadas represente una restricción evidente para desarrollar el análisis.

ANEXO II - METODOLOGÍA PARA ESTIMAR TONELADAS-KM

No es usual que esta información sea producida por las instituciones viales, pero en muchos casos está disponible de estudios maestros o planes de transporte, ya que es información comúnmente requerida en la toma de decisiones económicas.

En caso de que no se encuentre disponible de estudios de planes de transporte a nivel de redes macro, se propone aquí una metodología de estimación basada en aforos de tránsito y pesaje de vehículos de carga.

METODOLOGÍA PARA ESTIMAR TONELADAS-KM

En aquellos países donde existe un sistema consolidado de aforos de tránsito y pesaje de vehículos de carga, la estimación se puede realizar a partir de computar el peso equivalente por tipo de vehículo al Volumen Medio Diario Anual (VMDA) clasificado por tipo de vehículo.

REQUERIMIENTOS:

-
- Existencia de un inventario vial de la red objeto de estudio.
 - Existencia de un sistema de aforos vehiculares clasificados según peso y representativos de toda la red objeto de estudio.
 - Existencia de un sistema de pesaje de vehículos de carga.
-

ESPECIFICACIONES SOBRE LA INFORMACIÓN REQUERIDA:

1. Se requiere tener un inventario vial de la red en análisis o construir uno con la longitud de cada tramo. No necesariamente tiene que ser la totalidad de la misma sino aquella considerada relevante, por ejemplo solamente la red principal, o la red federal o la red bajo jurisdicción administrativa de una institución.

2. Se requiere tener un sistema de aforos vehiculares distribuido representativamente en la red, esto es, que se pueda asignar un valor de VMDA de tránsito a cada uno de los tramos de la red, sea directamente porque se mide el tránsito del tramo o porque se le asigna un VMDA de otro tramo de similares características.

a. La clasificación vehicular debe ser la misma en todos los puntos de aforo y al menos debería permitir discriminar los vehículos livianos de los pesados y entre estos aquellos de vehículos medianos de los semipesados y pesados. Esta clasificación debe ser consistente con la entregada por el sistema de pesaje de vehículos pesados.

b. La longitud y distribución temporal de los aforos deben ser tales que

permitan estimar el VMDA de cada punto de aforo. Esto es, si el relevamiento no es continuo en el año, en la semana o en el día, se deben aplicar factores de corrección de estacionalidad, variación diaria u horaria.

c. Es importante que la estimación del VMDA corresponda al mismo año para todos los puntos de aforo. En caso de aforos de distintos años se deben proyectar a un mismo año en base a información de aforos continua, lo usual en sistemas de aforos de ejecución no permanente es usual utilizar información de plazas de peaje.

3. Se requiere tener un sistema de pesaje de vehículos pesados, de los cuales extraer el dato de peso de cada vehículo efectivamente medido su peso (puede ser el censo o una muestra), para calcular coeficientes de peso transportado (peso de la carga transportada) para cada tipo de vehículo.

a. Los coeficientes deben calcularse según la misma clasificación vehicular utilizada en los aforos. Generalmente se calculan los coeficientes para buses, vehículos medianos o pesados (entendiendo estos últimos como los camiones de un solo cuerpo o articulados); según la disponibilidad de información se puede discriminar también camiones pequeños.

b. Los coeficientes se calculan respecto del peso transportado, esto es: al peso total medido de cada vehículo se le descuenta la tara del mismo. La determinación del peso transportado se realiza para cada tipo de vehículo, por esto es importante estudiar adecuadamente la clasificación de vehículos pesados, de forma tal de no agregar vehículos con una varianza importante en su tara.

c. Se adicionan los pesos transportados de todos los vehículos que componen cada categoría (por ejemplo buses, camiones medianos, semipesados y pesados).

$$C_m = \frac{\sum_{i=1}^{N_m} (P_{mi} - T_{mi})}{N_m}$$

donde:

C_m coeficiente de peso transportado de vehículo tipo "m".

P_{mi} peso medido del vehículo i de tipo "m".

T_{mi} tara del vehículo i de tipo "m".

N_m cantidad de vehículos de tipo "m".

i. La información de peso vehicular para el cálculo debe extraerse de sistemas de pesaje oficiales, de los cuales exista plena garantía de que los equipos se encuentran calibrados.

ii. La información de la tara de los vehículos se obtiene de las estaciones de peso vehicular, pesando una muestra de vehículos vacíos. Usualmente esta información es proporcionada en estaciones de pesaje llamadas selectivas o en instalaciones de aforo vehicular con pesaje dinámico, ya que en estaciones de pesaje punitivo en general no se pesan vehículos vacíos. La información de tara también se encuentra disponible en bancos de datos de inspecciones técnicas vehiculares.

d. Se recomienda construir un solo conjunto de coeficientes de peso transportado representativo de toda la red analizada, salvo que el análisis de la información de los puestos de aforo muestre que existe una diferencia sustancial en la tipología de vehículos que circulan en distintas zonas de la red vial en análisis.

El proceso de cálculo de las toneladas-km transportadas en la red analizada en el año en cuestión es el siguiente:

4. El cálculo de las toneladas transportadas en cada tramo de la red vial se calcula como la simple multiplicación del coeficiente de peso transportado según tipo de vehículo al VMDA de cada tramo según tipo de vehículo. Considerar el caso en que se haya calculado más de un conjunto de coeficientes de peso transportado vehicular para distintas regiones.

5. El cálculo de las toneladas-km movilizadas es la simple adición de las toneladas-km de cada tramo para el conjunto de la red en análisis.

$$tkm = \sum_{k=1}^{k=z} (L_k * \sum VMDA_{km} * C_m)$$

donde:

L_k longitud del tramo k.

$VMDA_{km}$ VMVA en el tramo k de vehículos tipo "m".

C_m coeficiente de peso transportado de vehículo tipo "m".

METODOLOGÍA PARA ESTIMAR PASAJEROS-KM

El procedimiento para estimar pasajeros-km es similar y aún más sencillo. Solamente hay que identificar la cantidad media de pasajeros por vehículo y multiplicarlas al VMDA de cada tramo.

En camiones generalmente es un único pasajero, su conductor, pero hay países donde ciertos viajes requieren de un ayudante. En automóviles es necesario obtener esta información de encuestas origen-destino que se hayan realizado con antelación. En buses esta información está generalmente estimada en registros oficiales, ya que se trata de servicios regulados; si los servicios no regulados son una cantidad importante, esta información se obtiene generalmente de encuestas.

ANEXO III – AÑOS Y FUENTES DE BASES DE DATOS

FUENTES DE DATOS (FIGURA 11)

GRUPO	PERFORMANCE GENERAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE				INDICADORES SOBRE CALIDAD DE LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS		
	INDICADOR	PASAJEROS-KM	TONELADAS-KM	MUERTES	EMISIONES DE CO2	KILÓMETROS TOTALES	INVERSIÓN TOTAL
FUENTE	CONSULTORÍA	CONSULTORÍA	IRF	IEA	CONSULTORÍA	CONSULTORÍA	IRF
Argentina	2014	2014	2010	2012	2014	2012	2007
Bolivia	2015	2015	2008	2012	2016	2012	2011
Brasil	2014	2014	2009	2012	2014	2012	2011
Chile	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012
Colombia	2013	2013	2012	2012	2013	2012	2012
Costa Rica	2015	2015	2012	2012	2016	2012	2012
Ecuador	2015	2015	2012	2012	2016	2012	2012
El Salvador	2014	2014	2011	2012	2016	2013	2011
México	2012	2012	2012	2012	2013	2012	2012
Panamá	2015	2015	2012	2012	2014	2012	2012
Paraguay	2011	2011	2011	2012	2015	2012	2012
Perú	2014	2014	2011	2012	2014	2012	2012
República Dominicana	2013	2013	2012	2012	2016	2012	2012
Uruguay	2015	2015	2012	2012	2016	2012	2011

ANEXO IV

RESULTADOS (FIGURA 12)

PAÍS	CRS/IN-THETA	VRS/IN-THETA	CRS/OUT-THETA	VRS/OUT-THETA
1	0.18	0.83	1.00	1.00
2	0.32	1.00	1.00	1.00
3	0.08	0.4	0.47	0.47
4	1.00	1.00	1.00	1.00
5	0.42	0.76	0.54	0.61
6	0.17	1.00	0.97	1.00
7	0.41	0.45	1.00	1.00
8	0.16	0.28	0.16	0.16
9	1.00	1.00	1.00	1.00
10	0.47	0.47	0.48	0.59
11	0.46	1.00	0.82	1.00
12	0.45	0.46	1.00	1.00
13	0.26	0.31	0.5	0.52
14	0.3	0.63	0.62	0.65

Para más información, por favor contactar a:
[BIDtransporte@iadb.org](mailto: BIDtransporte@iadb.org)

