



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Facultad de
**Ciencias Económicas
y de Administración**
Universidad de la República

EFICIENCIA EN CONECTIVIDAD REGIONAL EN URUGUAY

Un análisis empírico a través de las transferencias
intergubernamentales del Programa de Caminería Rural.

Nadia Karina Méndez

Programa de Maestría en Economía de la Facultad de
Ciencias Económicas y de Administración de la
Universidad de la República.

Montevideo - Uruguay

Enero de 2021



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Facultad de
**Ciencias Económicas
y de Administración**
Universidad de la República

EFICIENCIA EN CONECTIVIDAD REGIONAL EN URUGUAY

Un análisis empírico a través de las transferencias
intergubernamentales del Programa de Caminería Rural.

Nadia Karina Méndez

Tesis de Maestría presentada al Programa de Maestría en
Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y de
Administración de la Universidad de la República, como parte de los
requisitos para la obtención del título de Magíster en Economía.

Director de tesis: Profesor Agregado Dr. Walter Leonel Muinelo Gallo

Codirector de tesis: Profesora Adjunta Dr. Paola Azar Dufrechou

Montevideo - Uruguay

Enero de 2021

INTEGRANTES DEL TRIBUNAL DE DEFENSA DE TESIS

Ejemplo: Profesor Titular Dr. Nombre Apellido

Ejemplo: Profesor Titular Dr. Nombre Apellido

Ejemplo: Profesor Titular Dr. Nombre Apellido

Montevideo - Uruguay

Enero de 2021

Agradecimientos

Agradezco a mis directores de tesis, Leonel Muinelo Gallo y Paola Azar por sus valiosos aportes y dedicación en todo momento. Su orientación y motivación fueron fundamentales para el logro de este trabajo, el cual me ha significado un relevante proceso de aprendizaje.

También agradezco a la Oficina de Planeamiento y Presupuesto por haberme permitido emplear la información necesaria para construir la base de datos utilizada; en especial a mis compañeros del Programa de Caminería Rural y el Observatorio Territorio Uruguay por su disposición ante las consultas realizadas.

A mi familia, por la comprensión, paciencia y apoyo.

Resumen

En el marco del proceso de profundización de la descentralización iniciado en Uruguay en 1996, durante el período 2005-2016 ha ocurrido un incremento sistemático de las transferencias desde el Gobierno Central a los Gobiernos Subnacionales (transferencias intergubernamentales). Considerando este contexto, en la presente investigación se evalúa la eficiencia de los Gobiernos Departamentales de Uruguay para mejorar la conectividad de la población a través de inversiones en caminería rural. Con este objeto, se utilizan datos de transferencias intergubernamentales del Programa de Caminería Rural durante el período 2016-2019 y se aplica la metodología del Análisis Envolvente de Datos en dos etapas. En una primera etapa, se estima un indicador de eficiencia relativa en la producción de kilómetros mantenidos, rehabilitados, mejorados y/o con obra nueva para cada Gobierno Departamental. En una segunda etapa, a través de la estimación de una ecuación de regresión truncada con la técnica de bootstrap, se analiza la influencia de variables contextuales sobre la eficiencia relativa. Los resultados señalan que los Gobiernos Departamentales podrían aumentar, en promedio, los kilómetros de red de caminería rural intervenidos en 29%, manteniendo el mismo nivel de gasto. También revelan que la eficiencia aumenta cuando disminuyen las desigualdades socioeconómicas y cuanto menor es el tamaño del departamento en términos de población.

Palabras clave

Eficiencia en conectividad regional, Análisis Envolvente de Datos (DEA), Uruguay.

JEL: C14, C34, H72, R50, Y40

Abstract

Within the framework of the process of deepening decentralization started in Uruguay in 1996, during the period 2005-2016 there has been a systematic increase in transfers from the Central Government to Subnational Governments (intergovernmental transfers). Considering this context, this research evaluates the efficiency of the Departmental Governments of Uruguay to improve the connectivity of the population through investments in rural roads. For this purpose, are used data from intergovernmental transfers of the Rural Road Program during the period 2016-2019 and applied the methodology of the Data Envelopment Analysis in two stages. In a first stage, an indicator of relative efficiency in the production of kilometers maintained, rehabilitated, improved and/or with new infrastructure is estimated for each Departmental Government. In a second stage, through the estimation of a truncated regression equation with the bootstrap technique, the influence of contextual variables on relative efficiency is analyzed. The results indicate that the Departmental Governments could increase, on average, the kilometers of rural roads intervened by 29%, maintaining the same level of expenditure. They also reveal that efficiency increases when socioeconomic inequalities decrease and the smaller size of the department in terms of population.

Keywords

Efficiency in regional connectivity, Data Envelopment Analysis (DEA), Uruguay.

JEL: C14, C34, H72, R50, Y40

Índice

1.	Introducción	1
2.	Marco teórico	3
3.	Revisión de la literatura especializada	8
4.	El Programa de Caminería Rural	16
5.	Metodología empírica	25
5.1	Primera etapa: Análisis Envolvente de Datos (DEA)	25
5.2	Segunda etapa: Regresión truncada	32
6.	Datos y fuentes de información	33
7.	Resultados	39
8.	Conclusiones	48
	Bibliografía	51
	Apéndice 1	55
	Apéndice 2	56
	Apéndice 3	59

1. Introducción

Un tópico sumamente relevante dentro de la literatura de federalismo fiscal refiere al rol de las transferencias intergubernamentales en la mejora de la provisión de servicios públicos locales. En este marco, la principal preocupación atañe a la eficiencia del gasto público local realizado; a partir de la cual, la literatura internacional ha realizado avances significativos cuantificando la eficiencia en la prestación de dichos servicios (ver Narbón-Perpiñá y De Witte , 2018; García y Suárez, 2019).

En Uruguay, durante los últimos cinco años, estos temas también se han convertido en una discusión relevante. Sin embargo, a diferencia del considerable desarrollo de esta literatura a nivel internacional, la emergente literatura nacional referida al análisis de los gastos públicos departamentales no se ha focalizado en la evaluación de la eficiencia en la gestión fiscal o en la administración a nivel subnacional. Una de las principales razones, radica en las limitaciones que impone la escasa disponibilidad de datos sobre la gestión a nivel local, lo que determina en gran medida la posibilidad de realizar estudios sobre esta temática.

En este trabajo se discute la eficiencia del gasto público departamental considerando las transferencias desde el Gobierno Central (GC) hacia los Gobiernos Departamentales (GDs) dentro del marco del Programa de Caminería Rural (PCR) durante el período 2016-2019.¹ Este programa implica una partida anual total de U\$ 950 millones a valores 2015 (los cuales se ajustan anualmente por IPC), lo que representa un promedio anual del 5% sobre el total de transferencias intergubernamentales, del 2% sobre los ingresos totales de los GDs; y aporta en promedio un 13% de la inversión total anual que realizan estos gobiernos locales.

Específicamente, el objetivo del análisis de esta investigación consiste en evaluar la eficiencia relativa de cada GD en el uso de dichos recursos para “producir” kilómetros de caminos rurales que brindan cierto estándar de servicio de conectividad a la población. Con este objeto, se ha compilado una novedosa base de datos que reúne información sobre la ejecución de gasto en caminería rural de diferentes tipos de intervenciones viales que realizan los GDs. De hecho, el acceso a dicha base permite contar con información sobre uno de los servicios locales que forman parte de los cometidos de los GDs, por tanto, motiva indagar la eficiencia en la prestación de estos y aportar evidencia empírica en un campo antes no explorado en Uruguay que sirva de antecedente para nuevos estudios al respecto.

¹ El PCR, referido al Programa 372 de “Caminería Departamental”, se conforma en 2016 en la órbita de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP) y su funcionamiento se establece en el marco de la Comisión Sectorial de Descentralización (CSD).

En el marco de la investigación, el concepto de **eficiencia** refiere a los resultados obtenidos (*outputs*) por la actuación pública dado los recursos disponibles (*inputs*), lo que determina el mayor o menor acceso a servicios públicos para la población. En este sentido, ser más eficiente implica maximizar los servicios prestados dados los recursos disponibles (*inputs*). Dentro de este marco, una tecnología será eficiente cuando alcance el máximo *output* posible dados los *inputs* utilizados (orientación *output*). Resulta importante puntualizar que, la eficiencia es una medida relativa, ya que se calcula con relación a una muestra de unidades similares que se denominan Unidades de Toma de Decisión (*DMU*, por su sigla en inglés).

El PCR financia dos tipos de intervención pública: (i) acciones de conservación o mantenimiento de la red vial rural (ordinario y extraordinario) y, (ii) intervenciones de rehabilitación, mejoramiento y obra nueva. El presente análisis incluye ambos tipos de intervenciones y considera todos los años para los cuales se dispone de información (2016-2019) de los 19 GDs de Uruguay.

La estrategia empírica utilizada se basa en un método no paramétrico en dos etapas. En una primera etapa, en base al método Análisis Envolvente de Datos (*DEA* por su sigla en inglés), se estima un indicador de eficiencia relativa para cada GD a partir de datos de ejecución del PCR. Se considera cada observación correspondiente a los GDs en los años considerados (GD-año) como una unidad productora (*DMU*) y se evalúa el desempeño de estas unidades a través de un análisis de frontera. Dentro del contexto del análisis, el concepto de frontera evalúa hasta qué punto una organización determinada está logrando la máxima producción con el menor consumo posible de factores. Este aspecto suele denominarse eficiencia técnica orientada al *output*. Esta metodología permite generar un *ranking* que ordena las unidades evaluadas de acuerdo con su mayor/menor grado de eficiencia. A su vez, se considera que los resultados obtenidos en términos de eficiencia están condicionados por variables del contexto que no pueden ser controladas directamente por las unidades ejecutoras (*DMUs*). Por tanto, en una segunda etapa se procede a testear la influencia de estos factores contextuales sobre los niveles de eficiencia relativa obtenidos en la primera etapa del análisis (ver Simar y Wilson, 2007).

Los resultados empíricos señalan que los GDs podrían aumentar, en promedio, el 29% de los kilómetros de red de caminería rural intervenidos manteniendo el mismo nivel de gasto. Por otra parte, las estimaciones de la segunda etapa revelan que la eficiencia aumenta cuando disminuyen las desigualdades socioeconómicas y cuanto menor es el tamaño del departamento en términos de población. En un contexto de recursos limitados y teniendo en

cuenta que detrás del promedio antes indicado se revelan niveles de ineficiencia relativamente más altos, se podría considerar que existe un importante margen para mejorar la eficiencia en conectividad regional.

La investigación se organiza en ocho secciones. La segunda sección presenta el marco teórico relativo al concepto de eficiencia económica, así como una aproximación a su forma de medición. La tercera sección discute aquellos estudios que constituyen antecedentes del presente análisis. En la cuarta sección se analizan las transferencias intergubernamentales en caminería rural en Uruguay. En la quinta se detalla la metodología a emplear; mientras que en la sexta sección se detallan las variables utilizadas y sus correspondientes fuentes de información. En la séptima sección, se presentan los resultados empíricos obtenidos. Finalmente, en la última sección se discuten las conclusiones del análisis y ciertas recomendaciones de política.

2. Marco teórico

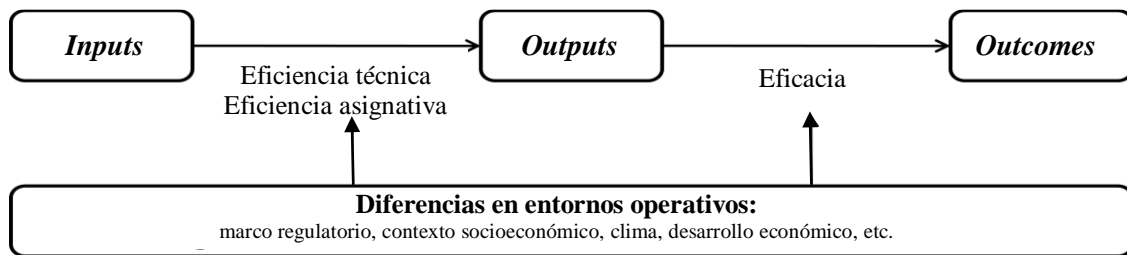
En esta sección se presenta el abordaje teórico del concepto de eficiencia económica para la actuación pública, así como una aproximación a su forma de medición.

Según Bogetof y Otto (2011), aunque la noción de eficiencia parece simple e intuitiva, en realidad existen muchas formas de conceptualizarla. Sin pretender hacer un abordaje exhaustivo sobre el tema, a continuación, se presentarán los términos y distinciones necesarias que permitan esclarecer el concepto de eficiencia del sector público a emplear en esta investigación.

Siguiendo a García y Suárez (2019), una primera distinción refiere a los conceptos de eficiencia y de eficacia. Al igual que las empresas, los gobiernos tienen el objetivo de producir bienes y servicios al menor costo posible (al estar sujetos a una restricción presupuestaria) y encontrar mecanismos para aumentar sus externalidades positivas sobre la población. Por tanto, un tema clave es cómo mejorar la eficiencia en el empleo de los recursos actuales (*inputs*) para producir dichos bienes y servicios (*outputs*); y otro es la eficacia para obtener los resultados previstos (*outcomes*).

La figura 1 muestra una cadena de generación de valor público. Dicha cadena, está formada por la relación entre insumos, productos y resultados, considerando también la incidencia de las variables de contexto.

Figura 1: Cadena de generación de valor público



Fuente: Salazar Cuellar (2014)

Dentro de este marco, el término *eficacia* refiere a si una determinada política pública ha logrado el objetivo buscado, por tanto, lo relevante no son los medios o recursos empleados, sino los resultados u objetivos obtenidos (*outcomes*). Es así que, una política eficaz no siempre es eficiente, pues podría lograr el objetivo planteado empleando más recursos de los estrictamente necesarios. Por su parte, el concepto de eficiencia se basa en la relación entre los *inputs* o recursos empleados y los *outputs* o resultados obtenidos. Un aspecto importante es que los *inputs* y resultados son aquellos que pueden ser controlados por quienes producen (Bogetof y Otto, 2011). En este sentido, una tecnología será eficiente cuando alcance el máximo *output* posible dados los *inputs* utilizados (orientación *output*). Alternativamente, la eficiencia también puede aludir a la utilización de la menor cantidad de *inputs* para obtener un *output* previamente establecido, lo que implica la ausencia de “desperdicios” de recursos o insumos (orientación *input*).

Desde el punto de vista microeconómico, la eficiencia analiza el uso de recursos en la producción de bienes y servicios y compara esta relación con otras organizaciones similares. Por esta razón, suele existir un estrecho vínculo entre el concepto de productividad (capacidad de una organización para transformar insumos en productos) y eficiencia (que compara los resultados con un óptimo, ya sea teórico o empírico).

La eficiencia y la eficacia no siempre son fáciles de aislar porque la distinción entre productos y resultados (*outputs* y *outcomes*) a menudo es poco clara (Mandl et al., 2008). En ese sentido, resulta importante destacar que la eficiencia de la producción, así como la efectividad de los resultados públicos pueden estar afectadas por los entornos en que operan las unidades de producción. Este efecto puede transmitirse a través del marco regulatorio o del desarrollo económico del contexto en que se realiza la actividad (Salazar Cuellar, 2014). Esto significa que tanto la eficiencia como la eficacia podrían verse afectadas por factores ambientales, que no están bajo el control del responsable de la política en cuestión. Asimismo, para que un

valor específico de productividad o eficiencia adquiera sentido debe estar relacionado con un cierto valor deseado. Por tanto, no sólo importa aumentar el nivel de eficiencia, sino también acercarse a ciertos estándares, valores deseados o mejores prácticas de aquellos pares que hacen mejor uso de los recursos disponibles.

El concepto de eficiencia desarrollado hasta el momento hace referencia a la eficiencia técnica, noción diferente a la de eficiencia asignativa. Esta última refleja el vínculo entre una combinación óptima de insumos y el producto obtenido, teniendo en cuenta sus costos y beneficios. En este sentido, un alto grado de eficiencia técnica alcanzada a nivel de cada *input* individual no garantiza un funcionamiento eficiente, si combinaciones alternativas de insumos logran una mayor cantidad de *outputs* (Mandl et al., 2008).

En la literatura económica resulta recurrente el empleo de la evaluación comparativa de desempeño entre empresas o entidades de producción privadas (organizaciones, divisiones, industrias, etc.), que transforman el mismo tipo de recursos en productos y servicios. Sin embargo, según Bogetof y Otto (2011), los avances metodológicos en este tipo de evaluación han permitido que el análisis no se acote solo a organizaciones lucrativas cuyo objetivo es la maximización de beneficios. La posibilidad de considerar múltiples objetivos permite aplicar la evaluación comparativa a un diverso conjunto de organizaciones que conforman el sector público y que se denominan “Unidades de Toma de Decisiones”, en adelante *DMU* (por su sigla en inglés). Dentro de este marco, cuando se pretende medir la eficiencia del gobierno, dado que este generalmente interviene donde los mercados son inexistentes o están incompletos, suelen surgir problemas de identificación, definición, medición y determinación del precio de los bienes y servicios públicos. Otra limitación refiere a la identificación y diferenciación de los *inputs* u *outputs* correspondientes, considerando también que la relación entre insumos y productos no siempre es clara. Este problema se refuerza por lo que se denomina “función de producción de naturaleza múltiple”, lo cual significa que el gobierno utiliza varios insumos compartidos que se superponen para producir diferentes *outputs*.

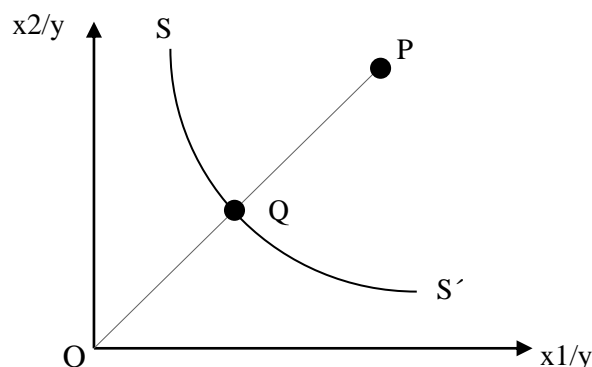
En síntesis, en la presente investigación, el concepto **eficiencia** hace referencia a los resultados obtenidos (*outputs*) por la actuación pública dado los recursos disponibles (*inputs*), lo que determina en cierta medida el mayor o menor acceso a servicios públicos para la población. De esta forma, ser más eficiente es una forma de maximizar los servicios prestados. El análisis de eficiencia se encuentra ligado a la comparación relativa entre unidades que generan productos similares (García y Suárez, 2019). Esto significa que si bien la relación *input-output* es la medida básica de eficiencia, a diferencia de la medición de la

productividad el concepto de eficiencia incorpora la idea de la “frontera de posibilidades de producción”, que indica niveles de producción factibles dada la escala de operaciones de las unidades analizadas. Siguiendo a Mandl et al. (2008), las ganancias de eficiencia técnica son un movimiento hacia esta frontera de posibilidades de producción, que representa las “mejores prácticas”.

El trabajo de Farrell (1957) fue pionero en proponer un método para medir la eficiencia teniendo en cuenta varios factores de producción. Su formulación se basa en estimar una frontera eficiente a partir de una nube de puntos y medir la eficiencia de diferentes unidades basado en dos supuestos fundamentales: (i) convexidad: si dos puntos son alcanzables, entonces también es alcanzable cualquier promedio ponderado de ellos; (ii) pendiente negativa en la isocuanta de *inputs*: una expansión de los *inputs* no puede resultar en una reducción de los *outputs*.

Para medir la eficiencia a partir de una orientación basada en el uso de los insumos, es decir, en base al análisis de cuánto se puede reducir el uso de los recursos proporcionalmente sin alterar las cantidades producidas, se considera el caso en que se produce un solo producto con dos recursos o factores. En la gráfica 1, la isocuanta SS' representa las diversas combinaciones de recursos x_1 y x_2 necesarias para producir una unidad de producto (y) en condiciones de máxima eficiencia. Cualquier *DMU* que utilice combinaciones de recursos que se encuentren por encima de la curva, por ejemplo, el punto P, es considerada como ineficiente. Sin embargo, el punto Q corresponde a una *DMU* eficiente, dado que comparada con P produce la misma cantidad utilizando solo una fracción OQ/OP de cada factor. En este sentido, se define OQ/OP como la eficiencia técnica de la unidad analizada. Más específicamente, esta relación tiene la propiedad de tomar valores entre 0 y 1, donde las *DMU* perfectamente eficientes adquieren el valor de la unidad. Asimismo, siempre que SS' tenga pendiente negativa, un incremento en los *inputs* por unidad de *output* de un factor, *ceteris paribus*, implicará menor eficiencia técnica.

Gráfica 1: Representación diagramática de la eficiencia técnica de Farrell (1957)



La idea básica detrás del método de medida de la eficiencia ideado por Farrell es preguntarse si es posible reducir los *inputs* sin cambiar los *outputs*. En un marco de múltiples insumos y productos, si consideramos la eficiencia orientada a *inputs*, esta mide cuánto podemos reducir proporcionalmente los insumos y seguir obteniendo la misma producción. Análogamente, la eficiencia en *outputs* mide cuánto podemos incrementar proporcionalmente los productos para unos *inputs* dados.

Las ideas de Farrell (1957) se popularizan recién a partir de los artículos de Charnes et al. (1978) quienes proporcionaron los fundamentos matemáticos para el análisis de frontera a través de técnicas de programación lineal. El modelo original propuesto por Charnes et al. (1978) tiene una orientación a los *inputs* y asume rendimientos constantes a escala (modelo CCR, por las siglas de sus autores: Charnes, Cooper y Rhodes) o *DEA CRS*. Estos modelos consideran que cualquier unidad puede alcanzar la productividad de las eficientes independientemente de su tamaño, por tanto, la eficiencia que se calcula es la “eficiencia técnica global” de las *DMU*. Implican que las unidades analizadas operan a una escala óptima.

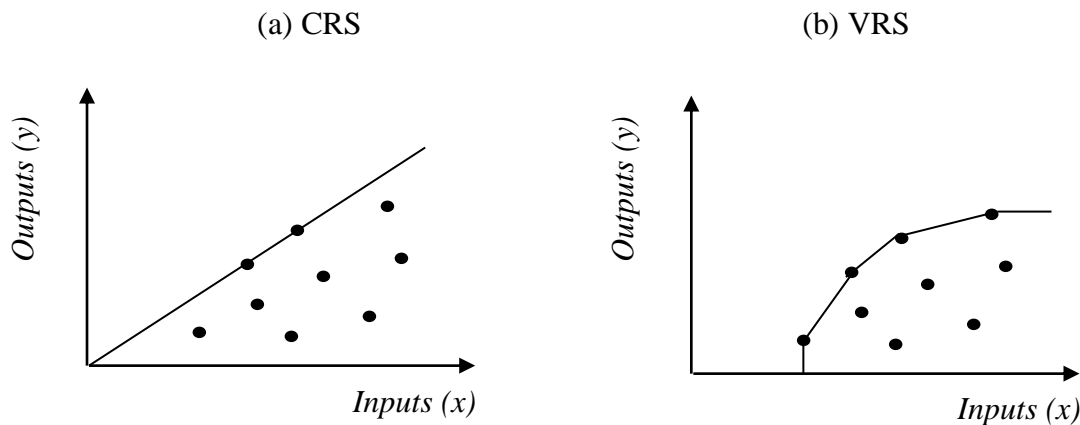
Posteriormente, Banker et al. (1984) proponen una alternativa al modelo asumiendo rendimientos variables a escala. Por tanto, el modelo *DEA* se denomina modelo BCC (Banker, Charnes y Cooper) o modelos *DEA VRS*. En la programación lineal, estos modelos requieren incorporar al *DEA CCR* una restricción adicional de convexidad. Como resultado, estos modelos tienen en cuenta la variación de la eficiencia con respecto a la escala de operación. Esto significa que consideran que algunas unidades pueden no ser capaces de conseguir la productividad de las más eficientes, por tanto, el estudio se realiza mediante la “eficiencia técnica pura” al referir a cada *DMU* a la productividad mayor entre las de su tamaño.

Todos los autores utilizan métodos de programación lineal para construir una frontera no paramétrica que contiene todas las unidades eficientes y sus posibles combinaciones lineales, dejando las unidades ineficientes debajo de esta. Las medidas de eficiencia se calculan en relación con esta frontera.

En la gráfica 2 se representan los modelos *DEA*, *CRS* y *VRS* para el caso de un *input* y un *output*, donde los puntos son las *DMU* reales observadas. Se puede observar que para el caso de rendimientos variables (panel b), se forma un casco convexo que envuelve a los puntos de datos con más fuerza que el casco cónico *CRS*. Esto tiene dos implicancias, por un lado, que las puntuaciones de eficiencias bajo *VRS* resultan mayores o iguales que las puntuaciones de

eficiencias bajo *CRS* (se alcanzan mayores niveles de eficiencia); y por otro, que más *DMU* resultan eficientes (puntos sobre la frontera).

Gráfica 2: Representación gráfica para tecnologías *CRS* y *VRS*, caso de un *input* y un *output*



La selección de un método para representar la eficiencia basada en rendimientos constantes o variables depende de la naturaleza de las unidades que se evalúen y del tipo de producción que realicen.

En el marco de la presente investigación, se procederá a analizar la eficiencia relativa de los GDs de Uruguay, refiriéndonos a los resultados obtenidos (*outputs*) dado los recursos disponibles (*inputs*), lo que determina el mayor o menor acceso a servicios públicos de conectividad regional para la población.

3. Revisión de la literatura especializada

En Uruguay, la literatura que analiza el gasto público departamental resulta bastante reciente, dado que hasta hace poco tiempo la información disponible resultaba muy limitada. Esto ha mejorado paulatinamente mediante el esfuerzo conjunto de los hacedores de políticas públicas, los organismos internacionales y la academia. Es así que, en los últimos años se han publicado una serie de trabajos que analizan diferentes aspectos relativos a la gestión fiscal de los GDs, focalizados en el análisis de los resultados fiscales y el estudio de la composición y efectos del sistema de transferencias intergubernamentales.

Entre los trabajos pioneros, Lalanne y Brun (2014) muestran que los ingresos departamentales pasaron de representar 2,4% del PIB nacional en 1990 a 3,2% en 2013 (un tercio del total

corresponde a los ingresos de Montevideo). En cuanto a los resultados fiscales de los GDs, estos han sido equilibrados salvo en los años de la crisis económica del país (1999-2004); sin embargo, en los años previos a las elecciones el resultado fiscal global es claramente deficitario, lo que indica existencia de “ciclo electoral” a nivel subnacional. Por su parte, las transferencias intergubernamentales representaban el 10% de los ingresos durante la década del 90, aumentaron a 20% durante la crisis económica y en 2013 representan 30%. Sin embargo, si no se tiene en cuenta Montevideo, en 2013 las transferencias alcanzan el 40% de los ingresos y para la mitad de los 18 departamentos del interior del país superan 50%. Más recientemente, Viñales (2020) analiza el sistema de transferencias intergubernamentales de Uruguay y da cuenta de las disparidades fiscales a nivel departamental. Con respecto a la evolución de los ingresos de los gobiernos subnacionales en los últimos 30 años, este trabajo muestra el aumento de la participación de las transferencias intergubernamentales en los ingresos totales de los GDs. En 2017, el 73% de los ingresos totales provienen de la recaudación de los GDs y el 27% de las transferencias intergubernamentales. A su vez, este panorama general presenta grandes disparidades fiscales territoriales, dado que los departamentos que cuentan con mayores niveles de recaudación son, en términos relativos, Montevideo (90%), Maldonado (83%), Canelones (74%) y Colonia (71%). Sin embargo, Treinta y Tres (60%), Cerro Largo (57%) y Artigas (55%) dependen en mayor medida de las transferencias del GN.

Por su parte, Muinelo-Gallo (2019) evalúa la sensibilidad de largo plazo de los gastos departamentales ante aumentos de transferencias intergubernamentales no condicionadas en el período 1991-2017. Los hallazgos evidencian un efecto conocido como “papel mata moscas” (*fly-paper effect*). Esto significa que las unidades gubernamentales subnacionales incrementan el gasto público mucho más cuando éste es financiado por transferencias intergubernamentales que cuando los recursos provienen de la recaudación propia. Asimismo, no se detectan efectos significativos de asimetría: es decir un efecto sobre el gasto local según el signo de la variación de estas transferencias (recortes versus incrementos). Por su parte, Muinelo-Gallo et al. (2019) analizan las disparidades fiscales regionales y el potencial rol de las transferencias intergubernamentales equalizadoras para alcanzar un umbral mínimo de provisión de servicios públicos locales de calidad similar en todo el territorio nacional. Considerando el período 2006-2014 concluyen que la implementación de un nuevo sistema de transferencias equalizadoras (consistente en igualar la diferencia entre la capacidad de generar ingresos propios y las necesidades de gasto de los GDs), contribuiría a consolidar un territorio

con un mayor nivel de homogeneidad fiscal territorial en Uruguay. Finalmente, Muínelo-Gallo y Miranda (2019) analizan la relación entre las finanzas subnacionales y las capacidades para el desarrollo económico territorial en base a la revisión de estudios recientes sobre las relaciones entre descentralización fiscal, transferencias y disparidades regionales. Los autores concluyen que la descentralización, entendida como mayor margen de autonomía fiscal (que permita una mayor porción de ingresos presupuestales con origen propio) favorece la convergencia regional. Sin embargo, alertan sobre la necesidad de mejorar las capacidades técnicas y de gestión de los GDs.

Si bien las discusiones relevadas constituyen un punto de partida importante, también evidencian que, hasta el momento, ningún estudio en Uruguay ha abordado explícitamente el análisis de la eficiencia en la gestión fiscal, es decir, la relación entre los *inputs* o recursos empleados y los *outputs* o resultados obtenidos, a nivel subnacional. A nivel internacional, en cambio, este tipo de análisis presenta un desarrollo considerable. Estos estudios pueden dividirse en dos grandes categorías, según su objeto de estudio: (i) evaluar el desempeño del gobierno local desde un “punto de vista global” a través de un índice de *output* agregado en base a varios servicios particulares, (ii) evaluar un servicio local particular como, por ejemplo, la recolección de residuos y limpieza de calles, el alumbrado público o el mantenimiento de carreteras. A su vez, para ambos casos, algunos trabajos también consideran la relación entre la eficiencia del gobierno local y otras variables de contexto relacionadas con la economía, la gestión y finanzas públicas, características políticas, demográficas y geográficas.

Con respecto al “enfoque global”, Kalb et al. (2012) sostienen que este tipo de análisis brinda una visión general del desempeño de la actuación pública, en la medida que da cuenta de la eficiencia con la que los gobiernos locales están desempeñando una variedad amplia de tareas. Una sistematización de esta literatura se puede encontrar en Narbón-Perpiñá y De Witte (2018) para diferentes países o en García y Suárez (2019) para el caso específico de España. Narbón-Perpiñá y De Witte (2018) encuentran diferencias en cuanto a la popularidad del estudio de eficiencia a nivel de gobiernos locales, siendo los países europeos donde más se ha realizado este tipo de análisis. En términos generales, los estudios abarcan un número distinto de gobiernos locales (de unos 20 a casi 5.000) y para un año en particular o para un período de varios años. Los resultados en términos de puntuaciones medias de eficiencia por país (medidas como el promedio entre las puntuaciones máximas y mínimas encontradas en la literatura) varían de forma considerable debido a las diferencias en las muestras, metodologías y variables incluidas. Alemania presenta los resultados de eficiencia promedio más altos

(0,90), seguidos por Japón, Estados Unidos, Finlandia y Eslovenia con promedios superiores a 0,8. Por otra parte, Noruega, Corea, España, Bélgica, Serbia, Chile, Turquía, Grecia, Malasia, Portugal, Brasil y Australia, presentan puntuaciones entre 0,8 y 0,6. Le siguen Taiwan, Macedonia, República Checa, Italia, Indonesia y Marruecos. Finalmente, se encuentra Sudáfrica con el promedio más bajo (0,40).

La tabla 1 resume las principales variables de *output* (considerando aquellas más cercanas a los cometidos de los GDs de Uruguay) e *input* empleadas en estos trabajos.

Tabla 1: Variables de *output* e *input* empleadas en los estudios de eficiencia de los gobiernos locales con un enfoque global

<i>Variables de OUTPUT</i>	<i>Variables de INPUT</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Población • Número puntos de luz • Superficie de: <ul style="list-style-type: none"> a. infraestructuras viarias b. parques públicos c. edificios públicos d. centros de asistencia e instalaciones deportivas • Volumen de residuos (doméstico, industrial y comercial) • Número de viviendas con servicios diarios de recogida de basura • Longitud de las carreteras en kilómetros • Longitud de las calles en millas • Número de vehículos como <i>proxy</i> para la superficie de las vías públicas • Indicador categórico sobre la calidad de las infraestructuras • Superficie urbana de acuerdo a la calidad del pavimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Gastos financieros: <ul style="list-style-type: none"> a. totales b. corrientes c. de personal d. financieros y de capital • Recursos financieros: <ul style="list-style-type: none"> a. ingresos locales b. transferencias corrientes

Fuente: elaboración propia

La inspección visual de la tabla 1 permite determinar que la mayor parte de los trabajos analizan la eficiencia en costos. Es decir, cuando el nivel de *output* se estima en relación con *inputs* asociados a costos (expresado en unidades monetarias) derivados del proceso productivo (García y Suarez, 2019). Resulta poco común encontrar el empleo de *inputs* expresados en unidades físicas, debido a que los datos sobre precios y cantidades físicas por lo general no están disponibles y a que resulta sencillo agregar variables relacionadas a costos de factores de producción. Por otro lado, los bienes y servicios del sector público, a menudo, no tienen precio ya que tienen una naturaleza no comercial (Narbón-Perpiñá y De Witte,

2018). En cuanto a las variables de *output*, algunas medidas pueden resultar muy genéricas como, por ejemplo, indicadores relativos a la demanda (población), o la superficie de diferentes equipamientos para el caso de la infraestructura. Narbón-Perpiñá y De Witte (2018) señalan que el número de variables de *output* incluidas en la literatura varía de forma significativa, por lo que sería relevante considerar modelos alternativos de *input-output* para evaluar si las diferentes opciones inciden en los resultados y determinar cómo el número de *outputs* puede afectar los puntajes de eficiencia.

En todos los casos, la selección de variables, tanto de *inputs* como *outputs*, resulta una tarea compleja debido a la dificultad para recopilar datos y medir los servicios locales, lo cual constituye la principal limitación del alcance de este tipo de análisis. El desarrollo de mejores variables *proxies* para los servicios del gobierno local, así como indicadores que midan la calidad de estos constituye un desafío aún abierto.

Existen, sin embargo, muchos autores que son críticos de la evaluación del desempeño local desde un “punto de vista global”. García y Suárez (2019) cuestionan dos aspectos de este enfoque. Por un lado, sostienen que para medir eficiencia es fundamental la realización de comparaciones entre unidades homogéneas de prestación de un determinado bien o servicio y que, por lo general, los gobiernos locales suelen mostrar heterogeneidad derivada de factores como el tamaño y los servicios que prestan. Quienes defienden el enfoque global se basan en que siempre sería posible la comparación de gobiernos locales que prestan un conjunto de servicios amplio pero similar y que la heterogeneidad se resuelve al agrupar gobiernos locales de acuerdo con la población que atienden o al seleccionar algunos servicios clave comunes a todos. Por otro lado, también se critica la utilización de técnicas que no incluyen ponderaciones que reflejen el peso político de los diferentes *outputs* u objetivos locales. Según García y Suárez (2019), no sería adecuado evaluar la eficiencia sobre la base de ponderaciones uniformes de servicios cuya valoración en última instancia es política, es decir, que depende de las preferencias reveladas en el proceso político que rige la elección de los gobiernos locales. Sostienen que un enfoque desagregado del análisis, considerando cada servicio de forma particular en lugar de un conjunto de servicios, podría ser una alternativa metodológica más precisa.

Los estudios relativos a servicios públicos locales particulares son escasos. Siguiendo a Narbón-Perpiñá y De Witte (2018), algunos de ellos, por ejemplo, se han centrado en evaluar la recolección de basura y limpieza de calles (Bosch et al., 2000; Worthington y Dollery, 2000, 2001; Benito-López et al., 2011; Benito et al., 2015); o el alumbrado público (Lorenzo

y Sánchez, 2007). Un antecedente relevante para el presente trabajo de investigación es el estudio de Kalb (2009). El trabajo analiza la construcción y el mantenimiento de carreteras de los gobiernos locales de Alemania (35 distritos rurales y 9 distritos urbanos del estado federado Baden-Wurtemberg), a través de un panel de datos para el período de 1990 a 2004. Este autor plantea que analizar un área particular de suministro de bienes públicos evita el problema de definir un conjunto completo de indicadores de insumos y productos razonables que describan las actividades de los gobiernos y, por tanto, reduce las posibles fuentes de errores de medida. En dicho trabajo aplica un método en dos etapas: en la primera, calcula la eficiencia y en la segunda, examina cómo los índices de eficiencia pueden ser explicados por una serie de variables exógenas (socioeconómicas, fiscales y políticas). Para la medida de eficiencia utiliza como variables de *output* el mantenimiento de carreteras y el número de accidentes por mal condiciones del camino (*proxy* de calidad). Como variable de *input* define el gasto total para carreteras de cada distrito. En la segunda etapa utiliza y compara técnicas diferentes de regresión para detectar fuentes potenciales de (in)eficiencia, de forma de probar la solidez de los resultados encontrados. Los resultados muestran que la eficiencia técnica disminuye cuando se controla por variables asociadas a las características de los distritos urbanos y rurales como los ingresos disponibles de los ciudadanos de cada distrito, la recaudación propia y las subvenciones intergubernamentales para las carreteras. Encuentra evidencia débil de que la eficiencia disminuya con una participación creciente de escaños de partidos de izquierda en el consejo del distrito o con el grado de concentración política.

Respecto a las técnicas empleadas para analizar la eficiencia, existen dos enfoques metodológicos principales: (i) paramétricos y (ii) no paramétricos. Los enfoques paramétricos requieren determinar una forma funcional específica de la función de producción que presupone la forma de la frontera eficiente, a través de empleo de técnicas econométricas. Entre los métodos empleados, aquellos basados en Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS) o Mínimos Cuadrados Ordinarios corregidos (COLS), interpretan la desviación total de la frontera como ineficiencia. Los basados en fronteras estocásticas (SFA), descomponen la desviación de la frontera entre el efecto de eventos aleatorios que están fuera del control de la unidad evaluada (ruido estadístico) y la ineficiencia. Dentro del enfoque paramétrico, los modelos SFA son los más empleados para el análisis de eficiencia, además tienen la ventaja de facilitar el análisis de variables ambientales.

Por su parte, dentro de los enfoques no paramétricos, el más empleado es el Análisis Envolvente de Datos (*DEA*, por su sigla en inglés) y su versión no convexa *Free Disposal*

Hull (*FDH*, por su siglas en inglés), a través de un análisis de funciones frontera. Estos métodos tienen la ventaja de ser menos restrictivos y más flexibles que los métodos paramétricos. Esto significa que en este tipo de análisis no es necesario conocer la forma de la función de producción y permiten el manejo de múltiples variables de *inputs* y *outputs*. Sin embargo, presentan la desventaja de su naturaleza determinística, lo que significa que todas las desviaciones de la frontera se consideran como ineficiencia. Recientemente se han desarrollado nuevas técnicas que aspiran a amortiguar esta limitación. Entre ellos los métodos *bootstrap* basados en submuestreo de Simar y Wilson (2007), que han sido empleados para corregir posibles sesgos en el cálculo de *DEA* o *FDH*, sobre todo para muestras pequeñas y realizar inferencias estadísticas (análisis de consistencia, corrección de sesgo, intervalo de confianza, etc.), en el entorno no paramétrico.

Igual que en el caso de Kalb (2009), los análisis en dos etapas es el método más popular utilizado para ajustar el cálculo de la eficiencia a la consideración de factores “exógenos” o ambientales. Dicho enfoque implica estimar los puntajes de eficiencia relativa en una primera etapa a través del método *DEA* o *FDH*, e incluir un conjunto de determinantes en una segunda etapa a través del empleo de técnicas como el modelo de regresión censurado de Tobit, mínimos cuadrados ordinarios (MCO) o métodos de regresión truncada con *bootstrap* simple y doble (Simar y Wilson, 2007). Estos enfoques asumen (implícitamente) una condición de separabilidad donde el entorno operativo no influye en los niveles de *inputs* y *outputs*, sino solo en la eficiencia.

En Narbón-Perpiñá y De Witte (2018, b) se presenta una clasificación de los determinantes más utilizados para el análisis del efecto de las variables de contexto sobre la eficiencia y sus posibles impactos. En la tabla 2 se resumen los resultados de los estudios que emplean variables de referencia para esta investigación. La tabla muestra que en muchos casos los efectos de los factores externos sobre la eficiencia resultan ambiguos, lo que podría explicarse por las características de cada país/entorno y por la naturaleza de los *inputs* y *outputs* utilizados.

Tabla 2: Clasificación de las variables no discrecionales consideradas en la eficiencia de los gobiernos locales y correlación con la eficiencia

Determinantes	Variables	Correlación con la eficiencia
Sociales y demográficos	Población	(+) De Borger et al. (1994), Kalseth and Rattsø (1995), Grossman et al. (1999), Balaguer-Coll et al. (2007), Giménez and Prior (2007), Benito et al. (2010), Revelli (2010), Bruns and Himmler (2011), Boetti et al. (2012), Nakazawa (2013), Carosiet al. (2014), Nakazawa (2014), Asatryan and De Witte (2015), Pérez-López et al. (2015). (-) Loikkanen and Susiluoto (2005), Sung (2007), Geys and Moesen (2009), Loikkanen et al. (2011), Stastná and Gregor (2011), Ashworth et al. (2014), Sørensen (2014), Stastná and Gregor (2015). No lineal (negativo para los municipios pequeños y positivo para los municipios medianos y grandes): Doumpos y Cohen (2014). No significativa: Andrews and Entwistle (2015).
Económicos	Desigualdad de ingresos	(-) Ashworth et al. (2014). No significativa: Geys y Moesen (2009)
Políticos	Posición ideológica/Gobiernos de izquierda	(+) De Borger et al. (1994), De Borger y Kerstens (1996a,1996b), Geys et al. (2010), Agasisti et al. (2015). (-) Revelli and Tovmo (2007), Borge et al. (2008), Kalb (2010), Revelli (2010), Loikkanen et al. (2011), Stastná and Gregor(2011, 2015), Kalb et al. (2012), Ashworth et al. (2014), Da Cruz and Marques (2014), Doumpos and Cohen (2014), Hellandand Sørensen (2015). No significativa: Geys and Moesen (2009), Benito et al. (2010), Boetti et al. (2012), Sørensen (2014), Asatryan and De Witte (2015), Pérez-López et al. (2015), Cordero et al. (2016).
Financieros	Superávit fiscal	(+) Geys (2006), Geys and Moesen (2009), Ashworth et al. (2014), Agasisti et al. (2015), Pérez-López et al. (2015). (-) Yusufany (2015).
Geográficos y naturales	Distancia del centro administrativo	(+) con la cercanía al centro regional: Loikkanen and Susiluoto (2005), Afonso and Fernandes (2008), Loikkanen et al. (2011), Stastná and Gregor (2011), Pacheco et al. (2014). (-) con la cercanía al centro del distrito: Stastná y Gregor (2015) No significativa: Boetti et al. (2012)
Institucionales y de gestión	Personal per cápita	(-) Worthington (2000)

Fuente: elaboración propia.

Como se mencionó al comienzo de esta sección, a nivel nacional los estudios sobre el gasto público departamental son recientes y si bien han analizado diferentes aspectos, estos no se han centrado en el estudio de la eficiencia de la forma que se viene trabajando en la literatura internacional. Por tanto, la presente investigación se considera un aporte relevante en la

medida que permite comenzar a cubrir un vacío existente en la literatura de Uruguay sobre la evaluación de la eficiencia de la actuación pública a nivel de los gobiernos subnacionales.

4. El Programa de Caminería Rural

En esta sección se realiza una breve presentación de las transferencias intergubernamentales del Programa de Caminería Rural (PCR), que son objeto de este estudio. También se describen algunas características del desarrollo y las finanzas departamentales, relevantes para discutir y analizar la eficiencia en la gestión de este programa.

Transferencias del Gobierno Nacional a los Gobiernos Departamentales en Caminería Rural

El sistema de transferencias del Gobierno Nacional (GN) hacia los GDs se estableció en la Reforma Constitucional de 1996 con el objeto de impulsar políticas de descentralización, que promovieran el desarrollo regional y el bienestar general (Artículo 50). Desde entonces, en las sucesivas leyes de Presupuesto Nacional quinquenal se han determinado los montos de las partidas, sus componentes y la correspondiente distribución por departamento. Dentro de este marco, las transferencias están integradas por recursos canalizados a través de diferentes instrumentos o fondos, que se mencionan a continuación:

- *Artículo 214 de la Constitución*, establece que 3,33% del ingreso total anual del gobierno será transferido a los GDs, condicionado a compromisos de gestión que de no cumplirse reducen el valor al 2,9%.
- *Fondo de Desarrollo del Interior (FDI)*, establecido por el Art. 298 de la Constitución y destinado al desarrollo del interior del país y la ejecución de políticas de descentralización. La ley de Presupuesto No 17.296 del 2001 (artículo 643), dispone la creación del fondo y fija el monto de este en un 11% de los tributos nacionales de acuerdo con lo recaudado en el año 1999 en el interior del país. La ley de Presupuesto 2010 establece que el 66,65% del FDI se destine a políticas de descentralización ejecutadas por los Ministerios y el 33,35% a financiar proyectos de los GDs.
- *Fondo de Incentivo a la Gestión de los Municipios (FIGM)*: vigente desde 2015 (artículo 19, ley No 19.272). Los montos se dividen en: literal A (10%) que se reparte por igual a todos los municipios sin condicionalidad; literal B (75%) destinado a proyectos, programas y gastos de funcionamiento y; literal C (15%) para financiar proyectos y programas de acuerdo con el cumplimiento de metas que surgen de compromisos de

gestión. Una parte del literal B y el total del C se financian mediante los recursos definidos en el artículo 214 de la Constitución. La parte restante del literal B y el total del literal A se financian por medio de Rentas Generales. Los montos para el período 2016-2019 expresados en millones, a valores de enero de 2015 son: U\$ 400 (2016), U\$ 600 (2017), U\$ 800 (2018) y U\$ 1.000 (2019).

- *Caminería Departamental*, establecido en la Ley de Presupuesto 2015 (artículo 677) con una partida total de U\$ 950 millones a valores de 2015. Esta partida conforma el Programa de Caminería Departamental (No 372), que cuenta con tres proyectos: No 999 de Mantenimiento de la Red Vial Departamental (financiado por la partida del artículo 214 de la Constitución); No 998 de Mantenimiento de la Red Vial Subnacional y No 994, Complementario de Caminería Departamental y Subnacional.
- *Programa de Desarrollo a la Gestión Subnacional (PDGS)*, de acuerdo con las últimas tres leyes de Presupuesto, estas partidas se deducen en su totalidad de la partida del artículo 214 de la Constitución. Su objetivo general es contribuir a la mejora de la gestión fiscal e inversión pública de los GDs, para lo cual cuenta con dos componentes: fortalecimiento de la gestión fiscal e inversión de los GDs; inversiones para el desarrollo departamental. Se financia parcialmente por un préstamo BID y por aportes del GN. El contrato con el BID, suscrito en el marco del Congreso de Intendentes, prevé un crédito de USD 75 millones, con una contrapartida nacional de USD 15 millones.
- *Subsidio al Alumbrado Público*, estipulado en la Ley de Presupuesto (ley 19.355, artículo 679) que establece una partida anual de U\$ 500 millones a valores 2015 cuyo objetivo es financiar hasta el 40% de la facturación de UTE por concepto de alumbrado público; incentivar el mantenimiento de planes ejecutados y el desarrollo de aquellos que procuren la eficiencia energética y el recambio de las luminarias cumplan con los requisitos de eficiencia energética.
- *Fondo de Área Metropolitana*, establecido en 2015 en el artículo 684 de la Ley de Presupuesto 19.355, con una partida anual de U\$ 285 millones destinada a los GDs de Montevideo y Canelones. Está destinado al financiamiento de obras de infraestructura viales, de transporte y de desarrollo logístico para mejorar el funcionamiento del área metropolitana.
- *Gastos del Sistema Único de Cobro de Ingresos Vehiculares (SUCIVE)*, en la Ley de Presupuesto de 2015 (artículo 680) se fijó una partida anual de U\$ 250 millones, a

valores de enero de 2015, para cubrir los gastos de administración, las comisiones de los agentes de cobranza y aquellos que aseguren los desarrollos necesarios para expedir el Permiso Nacional Único de Conducir (PNUC).

- *Ley de Remates y Semovientes*, fijado en una tasa del 1% sobre el importe a las transacciones por remates de toda clase de bienes muebles, inmuebles y semovientes (ley 16.694 de 1995). La transferencia está reglamentada por la ley 18.973 de 2012, que reconoce un crédito fiscal a favor de titulares de explotaciones agropecuarias por pagos del impuesto en la enajenación de semovientes. Consiste en la devolución a los contribuyentes de los importes abonados por dicho impuesto a través de los GDs.

El Artículo 214 es el monto más importante que reciben los GDs, cuyo remanente representa un promedio anual para el período 2016-2019 de alrededor del 70% del total de dichas transferencias y es de libre disponibilidad.²

En la tabla 3 se muestra el peso del total de transferencias sobre el total de ingresos departamentales. La inspección visual de dicha tabla nos permite observar que las transferencias intergubernamentales representan en promedio un 28% de los ingresos anuales en el período considerado. Sin embargo, para la mayoría de los GDs, las transferencias alcanzan a explicar más del 40% de los ingresos departamentales, llegando en algunos casos a superar el 60%.

² Luego de verificarse la condicionalidad y antes de la distribución por departamento, se descuentan en forma sucesiva las siguientes partidas: el total del literal C y parte del literal B del FIGM; el 12,9 % con destino al Gobierno Departamental de Montevideo; el total de lo ejecutado por el proyecto “Mantenimiento de la red vial departamental” (n.o 999) del Programa Caminería Departamental (n.o 372); el total de partidas ejecutadas por el PDGS; y otras partidas asociadas al Congreso de Intendentes, aportes patronales y personales a la seguridad social, impuesto a la renta de las personas físicas, aporte al Fondo Nacional de Vivienda y pago de obligaciones corrientes a servicios públicos.

Tabla 3: Peso de las transferencias intergubernamentales sobre el total de ingresos departamentales

GD/año	2016	2017	2018	2019
Artigas	60%	55%	59%	58%
Canelones	26%	26%	28%	28%
Cerro Largo	61%	57%	58%	58%
Colonia	30%	29%	30%	30%
Durazno	49%	47%	49%	49%
Flores	45%	40%	44%	43%
Florida	48%	40%	44%	44%
Lavalleja	53%	50%	52%	52%
Maldonado	20%	17%	16%	14%
Montevideo	10%	10%	10%	11%
Paysandú	43%	43%	46%	47%
Río Negro	50%	50%	49%	52%
Rivera	53%	48%	52%	52%
Rocha	40%	38%	39%	40%
Salto	48%	42%	44%	44%
San José	43%	38%	37%	40%
Soriano	46%	44%	46%	44%
Tacuarembó	45%	45%	47%	48%
Treinta y Tres	64%	60%	60%	66%
Total	29%	27%	28%	28%

Fuente: Elaboración propia en base a información del Observatorio Territorio Uruguay-OPP con base en rendiciones de cuentas enviadas al Tribunal de Cuentas por los GDs.

Las transferencias correspondientes al PCR (No 372) representaron entre 2016 y 2019, en promedio, 5% anual sobre el total de las transferencias antes descritas y 2% promedio de los ingresos totales de los GDs.³ Si bien, *a priori*, parece un monto menor, se debe tener en cuenta que es una transferencia destinada exclusivamente a inversión pública y que los GDs presentan una tasa baja de inversión a lo largo del período considerado (del entorno de 15% promedio anual). De hecho, estas transferencias aportan, en promedio, 13% de la inversión total que realizan los GDs. A su vez, si se tiene en cuenta la gran disparidad fiscal territorial, estos recursos representan ingresos importantes para aquellos GDs donde el peso de las transferencias nacionales sobre sus ingresos totales es mayor (Viñales, 2020).

El PCR se crea en junio de 2013 con los fondos recaudados por la Ley No 19.088, la cual determina la aplicación del Impuesto al Patrimonio a los inmuebles rurales (IPAT). Acorde a esta ley, el 90% de lo recaudado se destina a “la rehabilitación y mantenimiento de la caminería departamental fuera de las zonas urbanas”. La recaudación total de 2013 se destinó, en forma extraordinaria, a la compra de maquinaria vial para los GDs. Por su parte, en 2014 y 2015, lo recaudado se destinó a la caminería departamental. Los montos debían ser ejecutados

³ Promedios calculados en base a datos proporcionados por el Observatorio Territorio Uruguay de la OPP.

por los GDs a través de la presentación de proyectos, evaluados técnicamente por la Oficina de Planeamiento y Presupuesto de la Presidencia de la República (OPP) y aprobados por la Comisión Sectorial de Descentralización (CSD).⁴

A partir del 2016, se comenzó a destinar un monto similar a los años 2014 y 2015 con el mismo objetivo y criterios de gestión proveniente de Rentas Generales (Proyecto 994). A esto se sumaron los recursos destinados por el GN al mantenimiento y rehabilitación de la red vial departamental (Programas 370 y 371), que hasta el año 2015 administraba el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), transformándose en los Proyectos 998 y 999. De esta manera, quedó conformado el nuevo PCR (Programa 372 de "Caminería Departamental"). Por tanto, si bien la red de caminos rurales está bajo la jurisdicción de los GDs, que son los responsables de su gestión y mantenimiento, los créditos presupuestales para su construcción y mantenimiento son administrados por la OPP. De todas maneras, se estableció que los proyectos ejecutados en el marco del "Programa 372" o PCR tuvieran una contrapartida de al menos un 30% por parte de los GDs.

El nuevo PCR surgió de un acuerdo alcanzado entre el GN y el Congreso de Intendentes en julio de 2015, que se refleja en el artículo 677 de la Ley de Presupuesto Nacional 2015-2019 (Ley No 19.355 de diciembre de 2015). Dicho artículo dispuso para el PCR (Programa 372) una partida total de U\$ 950 millones a valores 2015, que debe destinarse a tres proyectos:

- No 999: Mantenimiento de la Red Vial Departamental⁵
- No 998: Mantenimiento de la Red Vial Subnacional
- No 994: Complementario de Caminería Departamental y Subnacional

La distribución de recursos por proyecto ha sido la siguiente: U\$ 350 millones (37% del total) corresponden al proyecto 999, U\$ 150 millones (16% del total) al 998 y U\$ 450 millones (47%) al proyecto 994. Luego, dichos montos se ajustan anualmente por IPC.⁶

En el marco de la CSD (sesión del 29/04/2016) se fijan las alícuotas para la distribución de los recursos del PCR. Los porcentajes se presentan en la tabla 4. Estas alícuotas son fijas para

⁴ La CSD es la figura articuladora entre los GDs y el GN, integrada por seis delegados del Congreso de Intendentes y por los Ministerios que integran el Gabinete Productivo (MGAP, MIEM, MVOTMA, MTO, MEF y MINTUR). También es el órgano que determina finalmente la aprobación de los proyectos, luego de la recomendación realizada por el equipo técnico de la OPP.

⁵ El proyecto 999 está financiado por la partida del artículo 214 de la Constitución.

⁶ En el año 2016 se dio una partida especial de U\$360 millones por concepto de emergencia climática, destinada solamente a 12 GDs que resultaron afectados por el evento. También se destinó una partida por U\$ 63 millones correspondientes a una reliquidación del IPAT, el cual se distribuyó entre todos los GDs de acuerdo a las alícuotas del PCR.

todos los años y están determinadas en base a los criterios de distribución de los Programas 370 y 371 que en su momento acordó el MTOP con los GDs.

Tabla 4: Alícuotas para la distribución de fondos del PCR

GD	Alícuota
Artigas	5,55%
Canelones	11,70%
Cerro Largo	6,49%
Colonia	5,39%
Durazno	5,38%
Flores	2,88%
Florida	4,66%
Lavalleja	5,40%
Maldonado	4,03%
Montevideo	3,21%
Paysandú	6,06%
Río Negro	4,00%
Rivera	4,48%
Rocha	4,52%
Salto	6,16%
San José	4,40%
Soriano	4,51%
Tacuarembó	7,13%
Treinta y Tres	4,04%
Total	100,00%

Fuente: Acta sesión CSD del 29/04/2016

En 2017, el GN firma con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) una línea de crédito condicional (CCLIP) dirigida a financiar programas para la mejora de la productividad, a través de la construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de la red de caminos rurales, así como la mejora de la movilidad y los servicios de transporte de carga y personas bajo la jurisdicción de los GDs. La primera operación llevada a cabo bajo este marco normativo es el préstamo No 3791/OC-UR firmado en diciembre de 2017 con un plazo de ejecución de 5 años. En términos prácticos, esto no ha modificado el monto de los recursos destinados al PCR ni la forma de distribución de los recursos previamente establecida. El mayor cambio se establece con respecto al Proyecto 994, dado que los proyectos de los GDs financiados con estas partidas solo podrán ejecutarse bajo la modalidad de contratación según los pliegos del BID.⁷ Previo a este cambio, los GDs podían también emplear la modalidad de ejecución por administración directa, es decir, ejecutar los proyectos con recursos propios.

⁷ En el año 2018 comienza la transición a esta nueva forma de ejecución, por tanto se mantiene un porcentaje del proyecto 994 que los GDs pueden ejecutar bajo los criterios anteriores a la vigencia del préstamo BID, que en 2018 fue del entorno del 50% y en 2019 del 10%.

Uruguay cuenta con una red de, aproximadamente, 40.000 kilómetros de caminos rurales. A través de los fondos del PCR, los GDs en su conjunto alcanzan a intervenir, en promedio, 20% anual de dicha red. En la última década se ha generado una mayor presión sobre la conservación y condiciones de circulación de dicha red como resultado del desarrollo del sector agropecuario y de otras actividades económicas. A ello se suma una mayor frecuencia de fenómenos climáticos extremos (por ejemplo, el incremento en ocurrencia y magnitud de las precipitaciones). Todo esto ha impactado en una mayor exigencia al funcionamiento de las obras hidráulicas y a la conservación de los pavimentos (OPP, 2018).

En el marco de este diagnóstico sobre la vialidad rural, se establecen una serie de acciones entre el GN y los GDs que pretenden mejorar las estrategias de gestión para rehabilitar la infraestructura y garantizar su conservación. Esto ha implicado la elaboración del Plan Nacional de Caminería Departamental (PNCD) y los Programas Viales Departamentales (PVD), que se han realizado con el apoyo del BID, como una herramienta de planificación para la gestión vial departamental a implementarse a partir del año 2018.

El PNCD se elabora bajo una metodología participativa y técnica, mediante la cual se identifican las demandas de intervención y/o ampliación de la red existente. Contempla la priorización de las intervenciones en función de su importancia relativa en el desarrollo departamental y nacional, de acuerdo con el flujo de personas y mercancías que por ella circulen. En el proceso de elaboración del PNCD se identifica, codifica y categoriza toda la red de caminos, en función de diferentes dimensiones (social, espacial y económica). Esta categorización de toda la red vial rural determinó que aproximadamente el 10% fuera priorizado como de importancia “alta”, el 16% como de importancia “media” y el 74% restante “baja” (OPP, 2018).

Dentro de los proyectos que comprende el PCR y se organizan según el PNCD se pueden diferenciar dos tipos de intervención pública: (i) las que comprenden acciones de conservación o mantenimiento (ordinario y extraordinario) y (ii) las que refieren a intervenciones de mayor relevancia (rehabilitación, mejoramiento y obra nueva). Ambas serán incluidas en el presente análisis, por lo tanto, a continuación, se detalla el tipo de acciones que involucran:

- a. *Mantenimiento ordinario*: conjunto de tareas destinadas a la conservación permanente de pavimentos, infraestructuras de drenaje, señalización y faja pública; con el fin de mantener las condiciones óptimas para la transitabilidad de la vía.

- b. *Mantenimiento extraordinario*: actividades de conservación destinadas a recuperar deterioros de la capa de rodadura ocasionados por el tránsito y por fenómenos climáticos. Incluye la construcción de algunas obras menores de drenaje y de protección y faltantes en la vía.
- c. *Rehabilitación*: actividades que tienen por objeto reconstruir o recuperar las condiciones iniciales de la vía, de manera que cumpla las especificaciones técnicas con las que fue diseñada. Incluye reconstrucción de obras de drenaje, recuperación de capas de rodadura, reconstrucción de pavimentos, entre otras.
- d. *Mejoramiento*: consiste en el cambio de especificaciones y dimensiones de la vía o infraestructuras de drenaje, que permitan una adecuación a los niveles de servicio requeridos por el tránsito actual y proyectado. Incluye ampliaciones de calzada, rectificaciones de trazado, construcción de obras de drenaje, construcción de estructuras de pavimento superior, estabilización de pavimentos granulares, tratamientos superficiales, etc.
- e. *Obras nuevas*: construcción de infraestructuras previamente inexistentes, en particular apertura de nuevos caminos y construcción de obras de arte.

Para las intervenciones comprendidas en los literales *c* a *e*, el PNCD define alternativas de tipo de estructuras de pavimento de acuerdo con criterios técnicos e identifica tareas, tipo de conservación y rangos de costos promedio de inversión y mantenimiento anual por kilómetro. Cada GD formula proyectos para estas intervenciones, los cuales se financian a través del Proyecto 994. Por otra parte, las obras de mantenimiento se financian a través de los Proyectos 998 y 999, que pueden realizarse mediante administración directa del GD, al igual que la contrapartida departamental.⁸

Aspectos generales del desarrollo y las finanzas departamentales

Las condiciones de desarrollo económico territorial de los departamentos de Uruguay han sido analizadas en diversos estudios (Rodríguez-Miranda, 2014; Rodríguez-Miranda et al., 2017; Muinelo-Gallo y Miranda, 2019; Rodríguez-Miranda y Menéndez, 2020). En Rodríguez-Miranda et al. (2017) se provee evidencia sobre el tema a partir de la aplicación de

⁸ Durante el periodo 2016-2019 algunos GDs han decidido destinar parte o la totalidad de los fondos provenientes de los proyectos 998 y 999 al tipo de intervenciones descritas en los literales *c* a *e*, complementando de esta manera los fondos del proyecto 994.

un indicador sintético elaborado en base a tres indicadores (PIB per cápita, empresas por habitante, Indicador de Cohesión Territorial).⁹

De acuerdo con los resultados obtenidos, los autores concluyen que los departamentos pueden clasificarse en cuatro niveles de desarrollo: (i) *alto* (Montevideo, Maldonado, Río Negro, Colonia y Flores); (ii) *medio-alto* (Rocha, Florida, Soriano, San José y Lavalleja), (iii) *medio-bajo* (Paysandú, Treinta y Tres, Durazno y Canelones); (iv) *bajo* (Salto, Tacuarembó, Rivera, Artigas y Cerro Largo).

En términos generales, el sur del país muestra mejores resultados (eje este a oeste) y el litoral oeste sobre la frontera con Argentina también muestra buenos desempeños. Asimismo, Montevideo es el departamento con desarrollo económico más alto, seguido de Maldonado, Río Negro, Colonia y Flores. Al contrario, el litoral norte y el noreste del país (frontera con Brasil) son las regiones que presentan departamentos con menores desempeños (desarrollo bajo y medio-bajo), lo que configura esta región como la de mayor atraso relativo del país.

Estas disparidades territoriales han persistido más allá del mayor monto de transferencias intergubernamentales que han recibido los GDs, sobre todo en los territorios más rezagados, debido a sus debilidades institucionales y los entornos locales poco competitivos. Pesan en estas debilidades las escasas capacidades de capital humano y social (relaciones entre los diferentes actores y las redes territoriales), que determinan una débil organización económica y social.

Respecto a las finanzas departamentales, en base a los estudios de Lalanne y Brun (2014) y Viñales (2020), se identifican disparidades territoriales importantes en la composición de los ingresos totales de los GDs (ingresos propios y transferencias), que fueron presentadas anteriormente. Un análisis similar también se puede encontrar en Muínelo-Gallo y Miranda (2019), que estudian la evolución de estas disparidades para tres períodos (1989-1994, 1995-2004 y 2005-2016) y las presentan en relación con el indicador de desarrollo económico territorial detallado anteriormente. Estos autores encuentran una correlación positiva entre el porcentaje que en promedio mantienen los GDs de sus recursos de origen propio en el total de sus ingresos con el nivel de desarrollo económico relativo del departamento.

Por el lado del gasto, el rubro inversiones es el que presenta mayores disparidades regionales. Para el año 2017, por ejemplo, cinco departamentos destinan a inversiones más de la quinta

⁹ Este indicador toma en cuenta las condiciones socioeconómicas del entorno, analizado los aspectos vinculados a la formación y educación, los ingresos de los hogares, el mercado de trabajo y las vulnerabilidades socioeconómicas.

parte de sus erogaciones, en tanto algunos invierten menos del 5% del presupuesto ejecutado (Viñales, 2020).

Por tanto, a partir de los antecedentes relevados sobre el gasto público departamental en Uruguay se puede identificar que existe heterogeneidad a nivel departamental en función de variables fiscales y de desarrollo económico territorial. En este sentido, es posible esperar que el análisis de la eficiencia en la gestión del PCR que se propone estimar en este trabajo también se comporte de forma heterogénea y esté influenciada por el contexto de cada territorio analizado. A continuación, se presenta la metodología y los datos concretos aplicados para discutir esta hipótesis de trabajo.

5. Metodología empírica

Siguiendo el modelo de Simary Wilson (2007), en esta investigación se empleará un análisis empírico en dos etapas: en la primera se estiman las eficiencias relativas de los GDs a través de un método *DEA* estándar. En tanto, en la segunda etapa se analiza la influencia de variables del contexto sobre estas estimaciones.

5.1 Primera etapa: Análisis Envolvente de Datos (DEA)

El *DEA* proporciona un método para estimar fronteras de producción de mejores prácticas y evaluar la eficiencia relativa de las unidades consideradas (*DMUs*). La ventaja de este método es que supera el problema del no conocimiento de la tecnología subyacente, al estimar una tecnología a partir de los datos observados sobre las actividades de producción reales. De este modo permite, por un lado, definir un estándar de desempeño a través de la estimación de una función de producción empírica y por otro, evaluar cada *DMU* frente al estándar establecido.

La metodología se basa en un programa lineal multidimensional que resuelve el problema de la “función de producción de naturaleza múltiple”. En vez de utilizar los precios del mercado para maximizar las ganancias de las *DMU*, los ponderadores surgen de la propia estimación realizada para calcular la ubicación de las unidades ineficientes. Esto evita el problema de la determinación del precio en mercados no competitivos donde opera el gobierno. Asimismo, los *inputs* y *outputs* pueden tener diferentes unidades sin asumir ninguna compensación *a priori* entre ellos.

El concepto de eficiencia o productividad empleado para evaluar el rendimiento de las *DMU* en el *DEA* refiere a la relación entre los productos e insumos totales (*outputs e inputs*). Por tanto, la medida de eficiencia básica se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Eficiencia = \frac{Output}{Input} \quad (1)$$

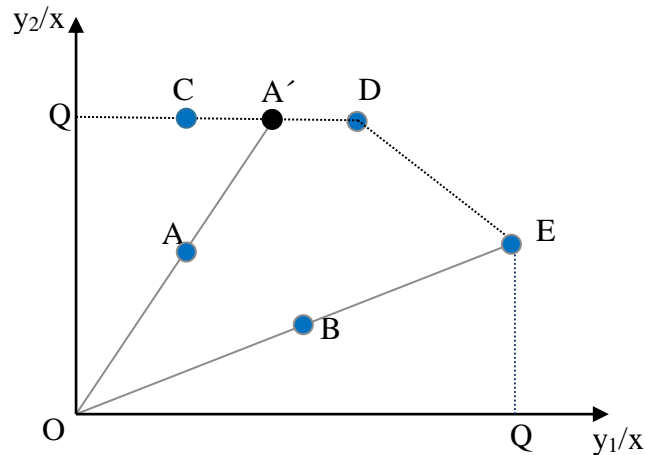
Es importante destacar que se trata de una medida de eficiencia relativa a la muestra de *DMUs* analizadas, en el sentido de que la estimación se realiza en función de la relación de cada *DMU* con la unidad o unidades de mejor rendimiento, denominadas unidades eficientes. El método permite identificar y cuantificar las ineficiencias con relación a los *inputs* y *outputs*, dando pautas para el mejoramiento de las distintas unidades analizadas. A la *DMU* de mejor desempeño se le asigna el valor de la unidad y el rendimiento de las otras varía entre 0 y 1 en relación con este mejor rendimiento.

Según Ramanathan (2003), el cálculo de la eficiencia relativa descansa en el supuesto de que si una *DMU* dada (*A*), es capaz de producir $y(A)$ unidades de producción utilizando $x(A)$ de insumos, entonces otras *DMU* deberían también poder lograr ese nivel de producción si operan de manera eficiente. Esto, a su vez, presupone que las *DMUs* operan en entornos similares por lo que se puede establecer objetivos de rendimiento para las unidades ineficientes en comparación con la unidad (*DMU*) más eficiente.

El modelo *DEA* facilita la construcción de una superficie envolvente, denominada “frontera eficiente” o “función de producción empírica eficiente”, a partir de los datos disponibles del conjunto de entidades objeto de estudio. En este sentido, es fundamental que todas las unidades productivas evaluadas (*DMUs*) sean lo más homogéneas posible, lo cual significa que consuman los mismos tipos de *inputs* y produzcan la misma clase de *outputs* (Fernandez y Flores-López, 2006).

La frontera eficiente o frontera de eficiencia se determina gráficamente por la línea que une las unidades eficientes y las líneas verticales y horizontales que conectan a los ejes. Representa un estándar de desempeño para las unidades que no pertenecen a dicha frontera. Con una orientación al *output* y considerando unidades que producen dos *outputs* (y_1, y_2) con un *input* (x), se puede representar la tecnología empírica a través de una curva unitaria de posibilidades de producción en dos dimensiones, tal cual se muestra en la gráfica 3. La curva *QQ'* representa las posibilidades de producción y el punto *A* se corresponde con la producción de una unidad ineficiente.

Gráfica 3: Frontera eficiente con dos *outputs* y un *input*, orientación *output*



La solución del programa *DEA* proporciona para cada *DMU* evaluada una unidad de referencia específica (objetivo). La mayor parte de las veces, debido a la linealidad “por partes” la referencia es una unidad virtual, o sea, un promedio ponderado de unidades reales llamadas *pares*. En la gráfica 3 se observa que para la unidad A su referencia virtual sería A'. Es importante destacar que para las unidades que se encuentran en la frontera, eficientes, no significa que su desempeño no se pueda mejorar. Simplemente, son las mejores unidades respecto a los datos disponibles. Dado que ninguna otra unidad muestra un mejor desempeño, se asume que su desempeño es el “mejor que se puede lograr” (Ramanathan, 2003).

La forma más intuitiva de introducir el *DEA* es a través un problema de optimización para cada unidad observada (*DMU*). Aquí, la eficiencia se determina para la relación máxima factible entre productos e insumos ponderados, lo que se suele denominar modelo *DEA* fraccional:

$$Eficiencia = \frac{\text{Output Virtual}}{\text{Input Virtual}} = \frac{\sum_{j=1}^J v_j y_j}{\sum_{i=1}^I u_i x_i} \quad (2)$$

En la ecuación (2):

x_i representa los *inputs* utilizados por la unidad evaluada en la producción de los *outputs*.

y_j representa los *outputs* producidos por la unidad evaluada.

i y j representan el número total de *inputs* y *outputs* respectivamente, donde $i, j > 0$.

El *input virtual* es la suma lineal ponderada de todos los *inputs*, donde $u_i > 0$, es el peso asignado al *input* x_i en la agregación. Análogamente, en el numerador se encuentra el *output*

virtual de una *DMU*, que se obtiene como la suma ponderada de todos sus *outputs*, donde $v_j > 0$, es el peso asignado al *output* y_j en la agregación. La evaluación de los pesos en el *DEA* es una cuestión relevante y se aborda asignando un conjunto único de pesos a cada *DMU*. Estos se determinan en la programación matemática, como aquellos pesos que maximizarán su eficiencia sujeto a la condición que las eficiencias de otras *DMUs* (calculadas utilizando el mismo conjunto de pesos) esté restringido a valores entre 0 y 1.

Para comparar N unidades, el modelo *DEA CCR* (con retornos a escala constantes) adopta la siguiente expresión fraccional, donde m es la unidad de referencia para la cual se quiere maximizar su eficiencia:¹⁰

$$\max E_m = \frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} y_{jm}}{\sum_{i=1}^I u_{im} x_{im}} \quad (3)$$

Sujeto a:

$$0 \leq \frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} y_{jn}}{\sum_{i=1}^I u_{im} x_{in}} \leq 1; n = 1, 2, K, N; v_{jm}, u_{im} \geq 0; i = 1, 2, K, I; j = 1, 2, K, J \quad (4)$$

donde,

E_m es la eficiencia de la m -ésima *DMU*

y_{jm} es el j -ésimo *output* de m -ésima *DMU*

v_{jm} es el peso de cada *output*

x_{im} es el i -ésimo *input* de m -ésima *DMU*

u_{im} es el peso de cada *input*

y_{jn} y x_{in} es el j -ésimo *output* e i -ésimo *input*, respectivamente, de las n -ésimas *DMU*, $n=1, 2, \dots, N$

n incluye m .

El modelo planteado consiste en la resolución de “ n ” problemas de maximización, correspondientes a cada una de las n unidades o *DMUs* cuya eficiencia se quiere evaluar. La función objetivo elige los pesos (u_i, v_j) que hacen máxima la eficiencia de cada *DMU*. Existe una restricción por cada unidad existente en el problema, lo que implica que todas las *DMU* deben tener una eficiencia entre 0 y 1. Esta es la limitación que tienen los pesos cuando cada

¹⁰ A estos modelos, posteriormente Charnes et al. (1979) le introdujeron una pequeña modificación. Mientras que en un programa lineal convencional, las variables de decisión pueden ser cero o positivos, estos autores optaron por definir las variables de decisión del *DEA*, es decir los pesos, como estrictamente positivos. Por tanto, reemplazaron las limitaciones de no negatividad $v_{jm}, u_{im} \geq 0$, por restricciones estrictas de positividad $v_{jm}, u_{im} > 0$. Esta modificación en la restricción de los pesos de *inputs* y *outputs* hace que $v_{jm}, u_{im} > \epsilon$. Donde ϵ es un infinitesimal del orden de 10^{-5} o 10^{-6} .

unidad intenta alcanzar el máximo valor posible. Es decir, cada vez que el modelo trata de imponer unos pesos que garanticen una eficiencia alta, debe asegurarse al mismo tiempo que ninguna *DMU* del problema tenga una eficiencia que no se encuentre en el rango indicado. Por construcción del modelo, si la unidad evaluada no consigue ser eficiente, aún eligiendo los mejores pesos posibles para ello, es porque existe otra que con esos pesos sí lo es.

Una vez resueltos los “n” problemas planteados, se obtiene un subconjunto formado por las unidades que han resultado ser eficientes al resolverse el modelo. A ellas les corresponde un valor igual a la unidad. Si la *DMU* analizada no cumple esta condición será considerada ineficiente respecto al subconjunto anterior y tendrá un valor de eficiencia $0 < Em < 1$. El cálculo de la eficiencia permite obtener un *ranking* ordenado de indicadores que expresan cuán cerca/lejos se encuentran las unidades de la eficiencia.

El modelo antes presentado opera con rendimientos constantes a escala, ya que el análisis de una determinada unidad consiste en la comparación con las *DMU* que poseen la mayor eficiencia observada y por tanto todas las *DMU* analizadas consideran a las mismas unidades como eficientes.

Dada la dificultad de cálculo que presenta el modelo *CCR* en su forma fraccional, se hace necesaria su transformación en un modelo de programación lineal equivalente, en el que se busca mantener fija una de las dos partes de la fracción para maximizar o minimizar la otra. O sea, se normaliza el numerador o el denominador de la función objetivo del programa fraccional. Por tanto, se podrían construir dos tipos distintos de modelos *CCR* según su orientación, de minimización de *input* o maximización de *output*.

En el modelo *DEA* con *CCR* de minimización de *inputs* la función objetivo a minimizar es la suma ponderada de *inputs* y la suma ponderada de *outputs* está restringida a ser la unidad. De la misma forma se podría formular análogamente un programa lineal para maximizar la suma ponderada de *outputs*, estableciendo la suma ponderada de *inputs* igual a la unidad, lo que se denomina el programa *DEA* de maximización de *outputs*. Dada la naturaleza de las formulaciones, el valor óptimo de la función objetivo del programa *DEA* de minimización de *inputs* para cada *DMU* será el recíproco del valor óptimo de la función objetivo (es decir, el valor de la eficiencia) de la maximización de los *outputs* del programa *DEA*.

En la práctica, el cálculo de la eficiencia se suele realizar utilizando la forma dual del programa lineal, conocida como la “forma envolvente”, mediante las siguientes expresiones:

<i>DEA CCR de minimización de inputs</i>	<i>DEA CCR de maximización de outputs</i>
$\min \theta_m$ θ, λ Sujeto a, $Y\lambda \geq Y_m$ $X\lambda \leq \theta_m X_m$ $\lambda \geq 0; \theta_m \text{ free}$ Donde, λ es un vector $m \times 1$ con los pesos de todas las DMU. $\theta_m \leq 1$ es la puntuación de eficiencia de la unidad m (indica la contracción máxima posible en <i>inputs</i>). si $\theta = 1$ entonces la empresa es técnicamente eficiente (definición de Farrell)	$\max \theta_m$ θ, λ Sujeto a, $Y\lambda \geq \theta_m Y_m$ $X\lambda \leq X_m$ $\lambda \geq 0; \theta_m \text{ free}$ Donde, λ es un vector $m \times 1$ con los pesos de todas las DMU. $\theta_m \geq 1$ es la inversa de la medida de eficiencia de <i>outputs</i> de Farrell. $\theta_m - 1$ indica la expansión proporcional máxima en todos los <i>outputs</i> para la unidad m para alcanzar la frontera. Si $\theta_m = 1$ la unidad m es eficiente.

Los programas *DEA* bajo rendimientos constantes a escala (*CCR* o *CRS*) orientados a los *inputs* y *outputs* estiman la misma frontera, o sea, que las unidades eficientes son las mismas; por tanto, las medidas de eficiencia de *inputs* y *outputs* son equivalentes. Dichos modelos son útiles para conocer la Eficiencia Técnica Global (ETG) de las *DMU*, esta eficiencia comprende la eficiencia técnica y de escala.

Cuando se consideran rendimientos de escala variables (modelos *BCC* o *VRS*), se obtiene el valor de la Eficiencia Técnica Pura (ETP), que tiene en cuenta la variación de la eficiencia con respecto a la escala de operación. La ineficiencia procede del consumo excesivo de recursos disponibles por parte de la unidad analizada, para el nivel de producción de *outputs* que realiza.

Para realizar el análisis de eficiencia a través del modelo *BCC*, en cualquiera de las dos orientaciones (*input* u *output*), hay que agregar a las anteriores formulaciones presentadas, la siguiente restricción:

$$\sum_{n=1}^N \lambda_{jn} = 1 \quad (5)$$

Bajo rendimientos variables (*VRS*) se forma un casco convexo que envuelve los puntos de datos con más fuerza que el casco cónico *CRS*, por lo que las puntuaciones de eficiencias bajo *VRS* resultan mayores o iguales que las puntuaciones de eficiencias bajo *CRS*.

La restricción de convexidad asegura que una unidad ineficiente solo se “compara” con unidades de tamaño similar. En un *DEA CRS*, una unidad puede ser comparada con empresas que son sustancialmente más grandes (o más pequeñas) que ella, los pesos λ suman un valor menor (mayor) que 1. Por lo tanto, en igualdad de condiciones, la técnica *VRS* proporciona el puntaje de eficiencia más alto, mientras que la técnica *CRS* da el puntaje más bajo.

A su vez, el cálculo de la eficiencia sobre las mismas unidades de decisión considerando rendimientos constantes y variables, facilita la determinación de la Eficiencia de Escala (EE), a través del cociente entre ETG y la ETP:

$$EE = \frac{ETG}{ETP} \quad (6)$$

La ineficiencia de escala se origina cuando una unidad produce por debajo o por encima de su capacidad productiva. La medida EE no identifica si la empresa está operando bajo rendimientos crecientes o decrecientes. Esto se puede determinar ejecutando un modelo de rendimientos a escala no crecientes (*NIRS*) y comparando ese resultado con el modelo *VRS*.

Para ello se sustituye la restricción:

$$\sum_{n=1}^N \lambda_{jn} = 1 \quad (7), \quad \text{por} \quad \sum_{n=1}^N \lambda_{jn} \leq 1 \quad (8), \quad \text{en el modelo } BCC \text{ de modo que,}$$

Si $\theta_{VRS} \neq \theta_{NIRS} \rightarrow$ rendimientos a escala constantes / crecientes

Si $\theta_{VRS} = \theta_{NIRS} \rightarrow$ rendimientos decrecientes a escala

La igualdad se mantiene cuando la eficiencia de la escala es la unidad, o cuando la *DMU* está operando al tamaño de escala más productiva.

En esta investigación se estimarán los modelos *DEA CRS* y *VRS* a modo de poder analizar los distintos tipos de eficiencia anteriormente presentados. Luego, para determinar qué modelo es el más adecuado a las *DMU* analizadas y profundizar en el análisis, se aplicará un *test* de rendimientos a escala de Simar y Wilson (2002, 2011). Este *test* utiliza la razón de medias, la media de las razones o la media de las razones menos la unidad de la puntuación del *DEA* bajo la hipótesis nula y alternativa como estadísticas de prueba.

5.2 Segunda etapa: Regresión truncada

El desempeño de la actuación pública puede verse afectado por las condiciones del contexto. Para tener en cuenta esta posibilidad puede examinarse en qué medida la eficiencia recibe la influencia de variables ambientales no controlables por parte de las *DMUs*, que podrían impactar en el proceso de producción subyacente. Con este fin, una vez estimados los puntajes de eficiencia en la primera etapa de acuerdo con los programas *DEA*, los valores de eficiencia ($\hat{\theta}_i$) se toman como variables dependientes en una regresión que considera como variables explicativas un grupo de factores contextuales (Z), en una segunda etapa. La regresión de segunda etapa quedaría como a continuación (ecuación 9):

$$\hat{\theta}_i = f(Z_i, \beta_i) \quad (9)$$

La mayoría de los estudios que realizan este análisis en dos etapas emplean un modelo censurado (Tobit). Argumentan que las estimaciones de eficiencia en el *DEA* están de alguna manera censuradas, dado que normalmente hay numerosas estimaciones iguales a uno, aunque no se ha ofrecido una descripción coherente de cómo surge la censura. Otros emplean modelos de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) después de transformar las estimaciones de eficiencia del *DEA* en transformaciones logarítmicas, logísticas o logarítmicas normales, entre otras. Sin embargo, Simar y Wilson (2007) critican estos enfoques. Sostienen que los modelos de regresión convencionales aplicados en la segunda etapa resultan sesgados, dado que los índices de eficiencia estimados en la primera etapa están correlacionados entre sí por construcción al ser medidas relativas. Incluso, otra posible fuente de sesgo en las estimaciones podría ser la existencia de correlación entre las variables contextuales Z_i y el término de error en la siguiente ecuación:

$$\hat{\theta}_i = Z_i \hat{\beta}_i + \varepsilon_i \quad (10)$$

donde,

$\hat{\theta}_i$ es la variable latente o dependiente representada por el valor de la eficiencia corregida por *bootstrap* de la *DMU*_{*i*} obtenida en la primera etapa;

Z_i es el vector de las variables explicativas independientes;

β es el vector de parámetros desconocido a estimar en la segunda etapa que determina la relación existente entre las variables independientes y la variable latente;

ε_i es el término de error independiente que sigue una distribución normal truncada.

Con el fin de corregir los sesgos y realizar una estimación más ajustada a la naturaleza de los datos, estos autores proponen dos algoritmos que incorporan el procedimiento de *bootstrap* a un modelo de regresión truncada. Asimismo, argumentan que la regresión debe ser truncada en lugar de censurada (Tobit), porque los índices de eficiencia se truncan (en uno) por construcción y no por censura.

Por tanto, simulan un proceso generador de los datos (PGD) en el cual generan muestras *iid* (independientes e idénticamente distribuidas) mediante *bootstrap* a partir de las cuales construyen los errores estándar e intervalos de confianza. Ambos algoritmos permiten inferencias válidas; el algoritmo 2 a emplear en esta investigación, a diferencia del primero, incorpora un *bootstrap* adicional en la primera etapa, que se realiza con el objetivo de corregir las estimaciones de los índices de eficiencia (ver en anexo 1 descripción de este). Sin embargo, el propósito fundamental de este método es poder realizar inferencias válidas sobre estos estimadores consistentes para los índices de eficiencia, en la segunda etapa.

6. Datos y fuentes de información

En esta investigación, las *DMUs* a analizar serán los 19 GDs del país durante el período 2016-2019.

Dada la metodología a emplear, la principal limitación de datos reside en la cantidad de unidades analizadas (19 GDs). Por esta razón, para el análisis de la eficiencia se tomará todo el período para el que se dispone información sobre el PCR (Programa 372), o sea, cuatro años, como un corte transversal de forma de ampliar el número de observaciones. De esta manera, es posible obtener un total de 76 observaciones-año.

Como se mencionó anteriormente, a partir del 2016 se conforma el nuevo PCR a través del Programa 372 de “Caminería Departamental”, cuyas partidas son administradas por la OPP y están destinadas a financiar dos tipos de intervención pública: (i) las que comprenden acciones de conservación o mantenimiento (ordinario y extraordinario), a través de los proyectos 999 y 998; (ii) las que refieren a intervenciones de mayor relevancia (rehabilitación, mejoramiento y obra nueva), a través del proyecto 994. Asimismo, algunos GDs, durante el período analizado han destinado parte o la totalidad de los fondos provenientes de los proyectos 999 y 998 a financiar intervenciones comprendidas en los criterios del 994, por lo que se puede encontrar casos en los que no haya registros del tipo mantenimiento para algunos años.

La decisión metodológica de tomar los cuatro años como si fueran un único momento del tiempo se sustenta en el hecho de que durante este período tanto los recursos asignados al Programa 372 (U\$ 950 millones a valores de 2015, ajustados anualmente por IPC), como las alícuotas de distribución de dichos recursos entre los GDs, se mantienen fijas.

El trabajo se elabora a partir de una base de datos especialmente construida a partir de registros administrativos relativos a la ejecución del PCR. Para ello fue necesario consultar más de una fuente de información (registros administrativos, *software* de gestión de programas y proyectos, documentación contenida en las carpetas de los expedientes administrativos). De esta forma, se pudieron validar los datos y verificar su consistencia. Asimismo, tanto para el armado de la base como para la toma de decisiones metodológicas relativas a la construcción de las variables de *outputs* (lo que se detalla más abajo), se consultó a informantes calificados, es decir, a técnicos asociados al PCR.

En base a las consultas realizadas, se decidió dejar fuera de la muestra a las inversiones registradas en algunas categorías. A continuación, se explican cuáles y por qué motivos:

- “*seguridad vial*”, debido a son muy pocos registros referidos a tareas muy puntuales y que en su mayoría no cuentan con el dato de los kilómetros asociados. Estas intervenciones, representan un 0,5% del monto total de inversión del período analizado;

- “*otros*”, para aquellos casos que no cuentan con el dato de los kilómetros asociados. Las financiadas con el proyecto 994 refieren a pagos por formulaciones de proyectos y dirección de obras, por tanto no corresponde incluirlas. Las financiadas con los proyectos 999-998 refieren solo al año 2019 y no tienen especificación a qué refieren específicamente. Estas intervenciones, representan un 0,3% del monto total de inversión del período analizado;

- *puentes/alcantarillas mantenidas*, ya que no cuentan con el dato de kilómetros asociados. Las mismas representan sobre el monto total de inversión del período 1,3%.

- *fondos para emergencia vial*, dado que se trata de una partida especial que se realizó en el 2016 por concepto de emergencia climática destinado solamente a doce GDs que resultaron afectados por el evento.

Selección de variables de input y output

Como se relevó en los antecedentes, el insumo más comúnmente usado refiere a los costos (gasto del gobierno local). Por tanto, como variable de *input* se tomará el gasto anual total realizado por cada GD a través de las partidas del PCR. La construcción de esta variable

implica sumar para cada GD-año el gasto total anual en pesos corrientes de todas las intervenciones correspondientes a las categorías (i) y (ii) ya mencionadas. Este monto se deflacta para expresarlo en pesos constantes del año 2010.

Las intervenciones incluidas en la categoría (i) refieren a tramos de caminos (medidos en kilómetros) a los que se les realiza inversiones (en ocasiones más de una vez al año) para mantener un estándar mínimo de servicio de conectividad a la población. Por su parte, las incluidas en la categoría (ii), refieren a tramos de caminos (medidos en kilómetros) a los que se les realiza inversiones para brindar una mejora significativa en el servicio de conectividad. Por tanto, en función de estas dos categorías se definen dos variables de *output*, cuya construcción se detalla a continuación.

Output 1: Kilómetros de caminos mantenidos. Se dispone de registros administrativos para tres tipos de intervenciones de mantenimiento: ordinario, ordinario con aporte y extraordinario.¹¹ Las intervenciones tienen diferente calidad, por la que se paga más cuanto mayor sea la misma. Con el objetivo de agregar todas las intervenciones de forma homogénea, se toma en cuenta la relación existente entre el costo promedio anual pagado por kilómetro por los tipos de mantenimiento ordinario con aporte/extraordinario y el mantenimiento ordinario en cada año. Esta decisión implica perder dos observaciones (Maldonado-2019 y San José-2017) debido a que estos departamentos en esos años no presentan registros de ningún tipo de mantenimiento, por tanto, no es posible imputarle ningún valor. La cantidad de *DMU* a analizar entonces es de 74.

Output 2: Kilómetros de caminos rehabilitados, mejorados y/o con obra nueva. Para las intervenciones de rehabilitación, mejora y obra nueva de los caminos rurales, los GDs presentan proyectos que pueden ejecutarse en plazos que exceden el año. Es decir, para una determinada cantidad de kilómetros a intervenir de un camino, los GDs pueden presentar registros de gasto en dos o más años (los cuales a veces son producto de retrasos de cronograma de obras). Por tanto, asociado a los gastos anuales de ese proyecto, un criterio para registrar la cantidad de kilómetros ejecutados por año es prorratar en función del gasto anual, el monto total de la inversión y los kilómetros totales a intervenir en dicho camino. En la base original del PCR, se constató que los registros administrativos a veces tomaban este criterio, pero en otros casos, se repetía para cada año en que hubo un gasto asociado, los kilómetros totales establecidos en el proyecto, lo que genera una inconsistencia en el registro.

¹¹ El mantenimiento ordinario con aporte refiere a un tipo de intervención intermedia entre el mantenimiento ordinario y el mantenimiento extraordinario.

A los efectos de esta investigación, el criterio del prorrateo es el adecuado, por tanto, se tuvo que chequear todas las fuentes de información disponibles para verificar los registros y reconstruir esta variable.

Por otra parte, muchos de los registros administrativos correspondientes a este tipo de intervenciones se corresponden con obras de puentes/alcantarillas (mejora u obra nueva) que no tienen asociadas kilómetros. Por la importancia de estos registros para los propósitos de la investigación, se estimó una medida de “kilómetros equivalentes” de forma de incorporarlas al análisis. Dicha estimación implicó calcular el costo promedio anual (en pesos constantes) de cada kilómetro intervenido para cada GD asociado a la categoría (ii), y dividir el monto total invertido (en pesos constantes) para cada GD asociado a puentes/alcantarillas (mejora u obra nueva) por dicho promedio. Por tanto, se obtiene una estimación de la cantidad de kilómetros equivalentes para este tipo de intervenciones que se suma a los kilómetros de esta categoría para los cuales se cuenta con la información correspondiente.

Las variables de *input* y *outputs* se resumen en la tabla 5.

Tabla 5: Selección de las variables de *input* y *output*

<i>Variables de INPUT</i>	<i>Variables de OUTPUT</i>
<i>Input:</i> gasto anual total del PCR; expresado en pesos constantes del año 2010.	<i>Output 1:</i> kilómetros de caminos mantenidos cada año. <i>Output 2:</i> kilómetros de caminos rehabilitados, mejorados y/o con obra nueva cada año.

Los GDs son unidades que no presentan conducta económica de maximización de beneficios ya que los bienes que producen no se venden en el mercado. El objetivo de estos es maximizar la cantidad de *outputs*, que en este estudio refieren a la cantidad de kilómetros de caminos rurales que brindan cierto estándar de servicio de conectividad a la población. Los *inputs* están determinados por las transferencias de recursos desde del GN a través del PCR, las cuales se mantienen durante el período analizado tal como se explicó anteriormente, es decir, los GDs tienen poca incidencia sobre esta variable. Por tanto, el modelo adecuado a estimar es un **DEA con orientación al output**. Esto significa hacerse la siguiente pregunta: **¿en qué cantidad pueden los gobiernos departamentales aumentar proporcionalmente los resultados sin alterar las cantidades de *input* utilizados?**

Variables de contexto

Para la segunda etapa, de acuerdo con la literatura internacional relevada y a los antecedentes de estudios locales se consideraron las siguientes variables de contexto:

Población total: se toma la población total de cada departamento. Los datos se obtienen del Observatorio Territorio Uruguay. Según los antecedentes relevados, esta variable presenta un efecto ambiguo, por tanto, se podría esperar tanto un efecto positivo o negativo sobre la eficiencia. Es decir, por un lado, intuitivamente se podría pensar que las economías de escala y las externalidades de aglomeración determinen que los GDs más grandes sean más eficientes; sin embargo, por otro, tener una población más grande también puede tener efectos negativos (ineficiencias de escala).

Gini para cada año: el coeficiente de Gini se utiliza para medir la distribución del ingreso y toma valores en el rango $[0,1]$, donde el valor cero corresponde a la equidad absoluta y el uno a la inequidad absoluta. Los datos se obtienen del Observatorio Territorio Uruguay. La hipótesis, según los antecedentes relevados que emplean la variable *desigualdad de ingresos*, es que a mayor desigualdad territorial (alta concentración del ingreso), es esperable que la gestión resulte menos eficiente.

Partido de Gobierno: se construye una variable *dummy* que toma el valor 1 si el partido de gobierno del GD coincide con el partido del GN y 0 en caso contrario. Los datos se obtienen de la página web de la Corte Electoral. Cabe aclarar que el partido del GN para el período considerado es de izquierda y los años considerados para el análisis están comprendidos dentro del mismo período de gobierno, por tanto el valor correspondiente de esta variable se mantiene para cada GD en los cuatro años considerados. Por un lado, de acuerdo con la literatura de referencia, la hipótesis es que los partidos de izquierda prefieren un sector público más amplio que, en general, se asocia con niveles bajos de eficiencia; aunque la evidencia disponible no es del todo clara. Por otra parte, dado que el valor 1 en esta variable también significa que el GD comparte el partido de gobierno con el GN, ser del mismo partido político podría favorecer las relaciones entre ambos niveles de gobierno y contribuir a procesos de negociación más positivos para los GDs en la gestión del PCR. Por tanto, también sería esperable un efecto positivo sobre la eficiencia.

Resultado fiscal positivo del GD para cada año: se construye una variable *dummy* que toma el valor 1 si el resultado fiscal es positivo y 0 en caso contrario. Los datos se obtienen del Observatorio Territorio Uruguay. Según los antecedentes, la principal hipótesis es que los

GDs que tienen mayores superávits tienen un mejor desempeño financiero y por tanto, es esperable que presenten una mayor calificación de eficiencia. Aunque, también se ha encontrado una correlación negativa y significativa entre superávit y eficiencia, afirmando que los burócratas locales en el presupuesto de cada año tienden a maximizar el tamaño del presupuesto con el fin de crear oportunidades para aprovechar los presupuestos locales libremente según sus intereses.

Frontera Brasil: se construye una variable *dummy* que toma el valor 1 si el GD tiene frontera con Brasil y 0 en caso contrario. Siguiendo a Rodríguez-Miranda et al. (2017), los departamentos del norte y noreste (frontera con Brasil) son las regiones que presentan departamentos con niveles de desarrollo económico bajo y medio bajo, siendo la región de mayor atraso relativo del país. Esta situación persistente, se debe a las debilidades institucionales de los GDs (escasas capacidades de capital humano y social) y los entornos locales pocos competitivos. Por tanto, es de esperar que los departamentos fronterizos con Brasil presenten mayores dificultades de gestión y por tanto el efecto sobre la eficiencia sea negativo.

Porcentaje de profesionales para cada año: se construye una variable a través del cociente entre el personal profesional sobre el personal total de cada GD. Para el numerador se consideró los escalafones A profesional y B técnico profesional. Los datos fueron extraídos de publicaciones de la Oficina Nacional del Servicio Civil (ONSC). Esta variable se toma como un *proxy* de la calidad de la burocracia local. Como se mencionó en el párrafo anterior las debilidades en capital humano constituyen un factor importante que determina el desempeño a nivel departamental. Por tanto, la hipótesis es que a mayor proporción de personal calificado la gestión debiera ser mejor y el efecto sobre la eficiencia debería ser positivo.

Año de ejecución: Dada la consideración de los datos en base a la asociación GD-año, se incluye también un efecto del año. Con esto se intenta capturar posibles cambios que afecten de manera similar a todos los GDs, asociados con eventos comunes a estos que puedan haber influido de forma positiva o negativa sobre la eficiencia. Por ejemplo, mejoras (o empeoramiento) en la capacitación, gestión, etc.

La tabla 6 presenta las estadísticas descriptivas de las variables a emplear. Los datos muestran que los GDs intervienen en la red de caminería rural mayormente con acciones de mantenimiento (*output 1*). Para el output 1 el promedio de kilómetros es 60 veces superior al

promedio correspondiente al *output 2*, asociado a intervenciones de mayor calidad al mejorar significativamente el servicio de conectividad que brindan a la población.

Tabla 6: Estadísticas descriptivas de las variables

Variable	Mín.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.	St.Dev.
Input total (<i>millones \$ constantes 2010</i>)	6,97	18,21	25,56	25,40	30,32	49,92	9,49
Output 1 (<i>kilómetros mantenidos</i>)	116,70	507,00	644,40	666,40	803,70	1.361,30	270,36
Output 2 (<i>kilómetros rehabilitados, mejorados y/o con obra nueva</i>)	0,08	4,48	8,62	11,04	15,55	33,75	8,36
Población total (<i>en miles</i>)	25,05	58,82	84,70	173,96	120,68	1319,11	294,56
GINI	0,28	0,32	0,34	0,34	0,36	0,39	0,03
Porcentaje profesionales	0,003	0,03	0,04	0,07	0,06	0,58	0,09

Cantidad de observaciones: 74

7. Resultados

Esta sección contiene los resultados del análisis de la eficiencia de los GDs en la provisión de servicios de conectividad a la población, a través de la ejecución del PCR. Los hallazgos se presentan en dos apartados correspondientes a cada una de las etapas del estudio empírico realizado.

1ª etapa: DEA estándar

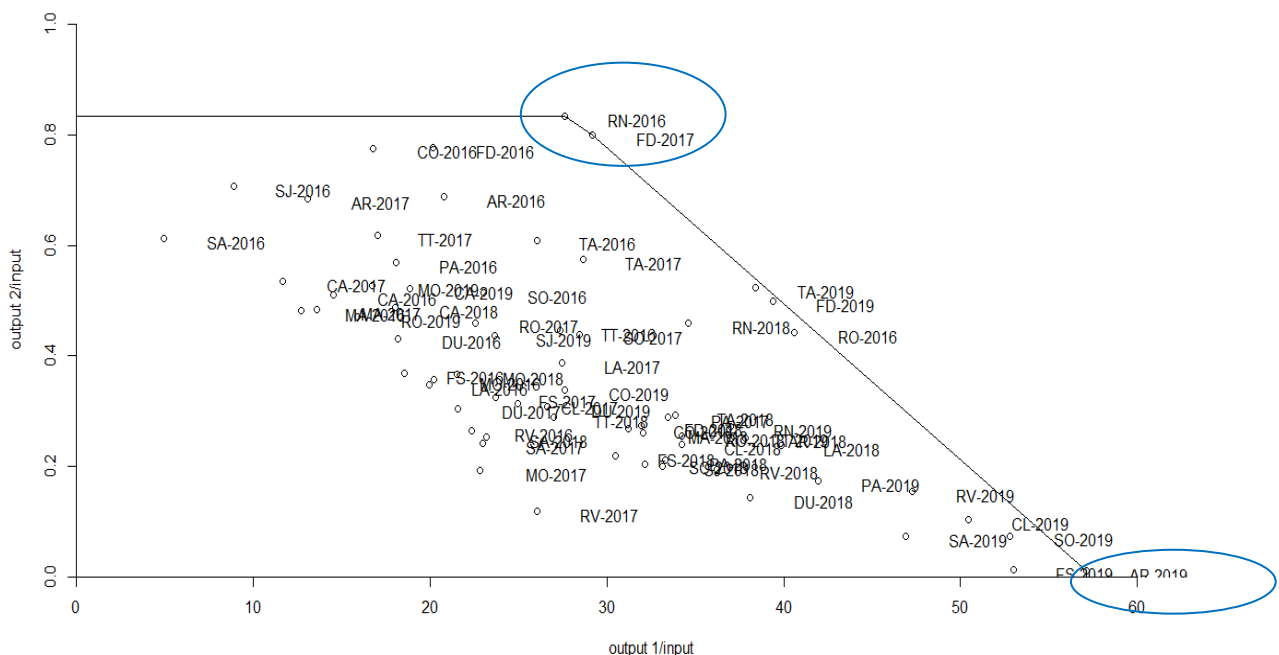
La primera hipótesis refiere a los puntajes de eficiencia y supone que existe heterogeneidad en la eficiencia con que los GDs ejecutan el PCR. Para contrastar dicha hipótesis, siguiendo los detalles señalados en el capítulo de Metodología, los cálculos para el modelo *DEA* se realizaron con orientación al *output* (con un *input* total y dos *outputs*) y se estimaron rendimientos a escala constante (*CRS*) y variable (*VRS*) de modo de poder extraer los siguientes datos: Eficiencia Técnica Global (ETG), dada por el cálculo de *CRS*; Eficiencia Técnica Pura (ETP), obtenida por la estimación con *VRS* y aproximación a los rendimientos no crecientes a escala (*NIRS*), que al compararlos con el modelo *VRS* permiten medir los rendimientos a escala. Del cociente de las puntuaciones de eficiencia bajo los modelos *DEA CRS* y *VRS* se obtiene la Eficiencia de Escala (EE), que permite analizar si la unidad evaluada produce por debajo o por encima de su capacidad productiva. Posteriormente, se realizó un *test* a escala de Simar y Wilson's (2002, 2011) para determinar qué modelo (*CRS* o *VRS*) es el más adecuado para las *DMU* analizadas.

Dado que los modelos *DEA* son sensibles a la presencia de valores atípicos que pueden distorsionar los cálculos de eficiencia, en primer lugar, se realiza una detección de *outliers* para depurar la base siguiendo dos métodos: (i) diagramas de caja (*boxplot*) y (ii) Wilson (1993). En el anexo 2 se encuentra el detalle de este procedimiento, las gráficas y tablas correspondientes. Por otra parte, en el anexo 3 se encuentran las gráficas de densidades y correlaciones, así como *test* de correlaciones para las variables de *input* y *output* del *DEA* una vez eliminado los valores atípicos.

De acuerdo con ambos métodos, se detectaron los siguientes valores atípicos GD-año: Lavalleja-2019, Río Negro-2017, Colonia-2017 y Cerro Largo-2016. Por tanto, la muestra final con que se trabaja alcanza a 70G D-año o DMUs.

En la gráfica 4, se puede observar la frontera envolvente de datos o frontera eficiente para las *DMUs* analizadas en el plano *output 1* (kilómetros mantenidos) y *output 2* (kilómetros rehabilitados, mejorados y/o con obra nueva), normalizados por el *input* total, según *VRS*. Dicha gráfica se construye mediante la función “*dea.plot.transform*” del *software* RStudio, que tiene la limitación de que para múltiples *inputs* y *outputs*, puede resultar “engañosa” dado que no todas las unidades que resultan totalmente eficientes están necesariamente ubicadas en la frontera bidimensional. Para el caso de rendimientos *CRS*, la función arroja la misma frontera y se observa que las *DMUs* eficientes sí se encuentran en la frontera, estas son Artigas-2019; Florida-2017 y Río Negro-2016 (señaladas en el gráfico con un ovalo).

Gráfica 4: Frontera eficiente con dos *outputs* y un *input*



La eficiencia de esos tres departamentos-año indica que comparadas con el resto de las unidades analizadas, los GDs lograron la máxima ejecución posible de kilómetros mantenidos, rehabilitados, mejorados y/o con obra nueva dado los recursos disponibles a través del PCR. Por lo tanto, constituyen las unidades de referencia para medir la eficiencia del resto de unidades GD-año.

En la tabla 7 se muestra el *ranking* de indicadores de eficiencia calculados en base a la metodología *DEA*, bajo los supuestos de rendimientos señalados al comienzo de esta sección.

Tabla 7: resultados DEA (primera etapa)

DMU ID	CRS (ETG)	VRS (ETP)	EE	NIRS	RTS	DMU ID	CRS (ETG)	VRS (ETP)	EE	NIRS	RTS
1 Artigas-2019	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS	36 Río Negro-2019	1,23	1,23	1,00	1,23	DRS
2 Canelones-2019	1,54	1,00	1,54	1,00	DRS	37 Treinta y Tres-2019	1,25	1,24	1,00	1,24	DRS
3 Cerro Largo-2019	1,06	1,00	1,06	1,00	DRS	38 Lavalleja-2017	1,40	1,25	1,11	1,25	DRS
4 Flores-2019	1,08	1,00	1,08	1,08	IRS	39 Durazno-2018	1,33	1,27	1,05	1,27	DRS
5 Florida-2017	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS	40 Soriano-2017	1,31	1,30	1,00	1,30	DRS
6 Florida-2019	1,01	1,00	1,01	1,00	DRS	41 Rocha-2018	1,33	1,30	1,02	1,30	DRS
7 Montevideo-2019	1,58	1,00	1,58	1,58	IRS	42 Treinta y Tres-2016	1,33	1,33	1,00	1,33	DRS
8 Río Negro-2016	1,00	1,00	1,00	1,00	CRS	43 Treinta y Tres-2017	1,35	1,33	1,01	1,35	IRS
9 Tacuarembó-2016	1,21	1,00	1,21	1,00	DRS	44 Florida-2018	1,38	1,35	1,03	1,35	DRS
10 Tacuarembó-2017	1,17	1,00	1,17	1,00	DRS	45 Maldonado-2018	1,39	1,39	1,00	1,39	DRS
11 Tacuarembó-2018	1,30	1,00	1,30	1,00	DRS	46 Colonia-2018	1,41	1,39	1,02	1,39	DRS
12 Tacuarembó-2019	1,01	1,00	1,01	1,00	DRS	47 Soriano-2016	1,40	1,39	1,00	1,39	DRS
13 Colonia-2016	1,07	1,01	1,07	1,01	DRS	48 San José-2018	1,43	1,41	1,01	1,41	DRS
14 Soriano-2019	1,04	1,01	1,02	1,04	IRS	49 Soriano-2018	1,46	1,43	1,02	1,43	DRS
15 Paysandú-2019	1,20	1,01	1,18	1,01	DRS	50 Colonia-2019	1,45	1,44	1,01	1,44	DRS
16 Rocha-2016	1,02	1,01	1,01	1,01	DRS	51 Rivera-2017	1,90	1,46	1,30	1,46	DRS
17 Flores-2016	1,07	1,02	1,05	1,02	DRS	52 San José-2019	1,47	1,46	1,00	1,46	DRS
18 Lavalleja-2018	1,19	1,03	1,15	1,03	DRS	53 Flores-2018	1,51	1,48	1,02	1,51	IRS
19 Canelones-2016	1,64	1,03	1,58	1,03	DRS	54 Rocha-2017	1,48	1,48	1,00	1,48	DRS
20 Canelones-2017	1,56	1,05	1,49	1,05	DRS	55 Durazno-2019	1,53	1,51	1,02	1,51	DRS
21 Rivera-2019	1,09	1,06	1,03	1,06	DRS	56 Treinta y Tres-2018	1,54	1,54	1,00	1,54	DRS
22 Canelones-2018	1,63	1,07	1,52	1,07	DRS	57 Rocha-2019	1,76	1,56	1,13	1,56	DRS
23 Artigas-2017	1,22	1,10	1,11	1,10	DRS	58 Flores-2017	1,63	1,61	1,01	1,63	IRS
24 Salto-2019	1,16	1,12	1,04	1,12	DRS	59 Durazno-2017	1,78	1,62	1,10	1,62	DRS
25 Cerro Largo-2018	1,35	1,13	1,19	1,13	DRS	60 Durazno-2016	1,72	1,65	1,04	1,65	DRS
26 Río Negro-2018	1,13	1,13	1,00	1,13	IRS	61 Montevideo-2018	1,67	1,66	1,01	1,67	IRS
27 Salto-2016	1,36	1,14	1,20	1,14	DRS	62 Lavalleja-2016	1,78	1,66	1,07	1,66	DRS
28 Paysandú-2016	1,46	1,15	1,27	1,15	DRS	63 Montevideo-2016	1,75	1,68	1,04	1,75	IRS
29 Paysandú-2017	1,32	1,16	1,13	1,16	DRS	64 Rivera-2016	1,81	1,69	1,07	1,69	DRS
30 San José-2016	1,18	1,16	1,02	1,16	DRS	65 Maldonado-2016	1,73	1,71	1,02	1,73	IRS
31 Rivera-2018	1,33	1,17	1,14	1,17	DRS	66 Salto-2018	1,79	1,71	1,04	1,79	IRS
32 Artigas-2016	1,21	1,17	1,04	1,17	DRS	67 Maldonado-2017	1,73	1,72	1,00	1,73	IRS
33 Paysandú-2018	1,41	1,17	1,20	1,17	DRS	68 Flores-2016	1,82	1,74	1,04	1,82	IRS
34 Artigas-2018	1,23	1,22	1,01	1,22	DRS	69 Salto-2017	1,83	1,82	1,01	1,83	IRS
35 Cerro Largo-2017	1,59	1,23	1,30	1,23	DRS	70 Montevideo-2017	1,94	1,90	1,02	1,94	IRS

CRS= rendimientos a escala constantes, DRS=rendimientos a escala decrecientes (encima de escala óptima), IRS=rendimientos a escala crecientes (debajo de escala óptima).

Las DMU están ordenadas de más a menos eficientes según el modelo DEA VRS.

De acuerdo a lo detallado en la sección metodológica, en la práctica, el cálculo de la eficiencia se suele realizar utilizando la forma dual del programa lineal, conocida como la

forma envolvente, donde los resultados del modelo *DEA* orientado al *output* para cada *DMU* analizada que se obtienen (θ_m), cumplen que:

$\theta_m \geq 1$ es la inversa de la medida de eficiencia de *outputs* de Farrell (o sea, $1/\theta_m$ varía entre 0 y 1).

$\theta_m - 1$ indica la expansión proporcional máxima en todos los *outputs* para la unidad *m* para alcanzar la frontera.

Si $\theta_m = 1$ la unidad *m* es eficiente.

Por tanto, las *DMU* con puntuaciones de ETG iguales a la unidad son eficientes. Para aquellos con puntuaciones superiores a 1, la ineficiencia técnica pura proviene de la gestión propia de cada GD, por tanto, proporciona una medida de su calidad. Por otra parte, la ineficiencia de escala está determinada porque el GD está operando a una escala que no es la óptima. En todos los casos, los indicadores expresan la posición de cada GD-año con respecto a la eficiencia, ordenados de aquellos más eficientes a los menos.

La información contenida en las columnas de la tabla 7 provee los siguientes datos: por ejemplo, la *DMU* Canelones-2019 presenta un comportamiento eficiente si se mide solamente la eficiencia técnica pura (su puntaje de ETP=1,00). Sin embargo, su eficiencia de escala (EE) es superior a la unidad (EE=1,54), lo que implica que está operando por encima de la escala óptima, con rendimientos a escala decrecientes (*RTS=DRS*). Estos rendimientos se determinan al comparar los puntajes obtenidos bajo el modelo *NIRS* con el modelo *VRS*. Finalmente, el ratio de eficiencia global indica un comportamiento en promedio ineficiente, ya que su ETG=1,54.

En términos generales, para el conjunto de la muestra -tal como se mostrara en el análisis gráfico-, la cantidad de *DMU* eficientes bajo *CRS* es de 3, es decir el 4,3% de las unidades analizadas (Artigas-2019, Florida-2017 y Río Negro-2016). Esto significa que están operando a una escala óptima. El índice medio de la ETG es de 1,40 y significa que los GDs podrían aumentar en promedio un 40% sus *outputs* manteniendo el nivel de *inputs* empleado: es decir que, contando con la dotación de recursos asignada a través del PCR, podrían aumentar el conjunto de kilómetros de red de caminería rural mantenida, rehabilitada, mejorada y creada en 40%. El rango de ineficiencias muestra, asimismo, que en 46% de los GD-año el nivel de ineficiencia técnica global se encuentra por encima de la media.

Cuando se analizan los resultados bajo *VRS* (dónde se tiene en cuenta la variación de la eficiencia con respecto a la escala de operación), las *DMU* eficientes aumentan a 12 (17,1%),

lo que significa que están operando al tamaño de escala más productiva. El índice medio de eficiencia bajo este modelo (ETP) es de 1,29. Esto implica que los GDs podrían aumentar en promedio 29% sus *outputs* (kilómetros de red de caminería intervenidos) manteniendo el nivel de *inputs* empleado (recursos PCR). En este caso, 44% de los GD-año observados presentan un nivel de ineficiencia técnica pura por encima de la media. La ineficiencia procede del consumo excesivo de recursos disponibles por parte de la unidad analizada para el nivel de producción que realiza.

Por otra parte, como fue mencionado anteriormente, el 4,3% de las unidades operan a escala óptima (rendimientos *CRS*); sin embargo el 21,4% opera debajo de la escala óptima con rendimientos a escala crecientes (*IRS*) y el 74,3% opera por encima de la escala óptima con rendimientos a escala decrecientes (*DRS*).

Finalmente, para determinar qué tipo de rendimiento se ajusta más a la estructura de los datos, se aplica un *test* de rendimientos a escala siguiendo a Simar y Wilson's (2002, 2011). De acuerdo a sus resultados, se rechaza la hipótesis nula $RTS=CRS$ al 95% de confianza ($p\text{-value}=0,0035$). Por lo tanto, la evidencia parece indicar que los GDs operan bajo rendimientos variables a escala (ratios de ETP). Como consecuencia, el análisis que sigue se realizará teniendo en cuenta este tipo de rendimientos. La tabla 8 resume los valores globales y su distribución para el conjunto de la muestra.

Tabla 8: Resumen descriptivo de eficiencias bajo VRS

Rendimientos	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd	Qu. Max.
VRS	1.000	1.03	1.23	1.29	1.47	1.90

De acuerdo con los datos, el 50% de los GD-año operan con una ineficiencia de hasta 23% (la mediana de la distribución corresponde al valor 1,23). La ineficiencia máxima para un cuarto de las unidades analizadas llega hasta 90% (es decir, para una parte considerable de la muestra, dados los recursos casi se podrían duplicar los *outputs* obtenidos). Si tomamos como referencia la media de 1,29 y que cuanto más cercano son los puntajes obtenidos a la unidad más eficientes son las unidades evaluadas, los datos por departamento permiten observar que:

- Artigas, Canelones, Cerro Largo, Paysandú, Río Negro y Tacuarembó presentan puntuaciones de eficiencia para todos los años considerados siempre por debajo de la media total. En este sentido, son departamentos relativamente más eficientes que el resto

de los GDs evaluados. A su vez, se destaca el caso de Tacuarembó que es totalmente eficiente todos los años.

- Le siguen en esta clasificación, Florida y Lavalleja que presentan puntajes de eficiencia por debajo de la media en la mayor parte de los años analizados (tres de los cuatro años considerados para Florida y dos de los tres para Lavalleja).
- Durazno, Flores, Montevideo, Rocha, Soriano y Treinta y Tres presentan puntajes de eficiencia por encima de la media (es decir, que denotan mayor ineficiencia) en tres de los cuatro años considerados. A su vez, Colonia y San José presentan el mismo comportamiento para dos de los tres años considerados.
- Maldonado es el único caso que obtiene puntajes de eficiencia por encima de la media en todos los años considerados, por tanto, se podría decir que es el GD más ineficiente en términos relativos.
- Rivera y Salto presentan resultados intermitentes: dos años por encima y otros dos por debajo del valor de la puntuación media de eficiencia.

Considerando el año de la observación, la mayoría de los casos correspondientes al 2019 se ubican por debajo de la media. Por tanto, esto parece sugerir que en 2019 los GDs han sido relativamente más eficientes que el resto de los años. Esto podría estar explicado por la proximidad del año electoral (2020). Por otra parte, si se observa el resto de los años, haciendo el mismo análisis de cantidad de casos por debajo de la media (más eficientes), en 2016 se da el segundo mejor desempeño de los GDs, el cual baja en 2017 para volver a una tendencia de mejora en 2018. Esto permite sugerir que hacia el final del período analizado los GDs logran mejorar la eficiencia en la ejecución del PCR, lo cual puede ser producto de una mejora en su propia gestión interna, de las acciones tomadas desde el GN hacia los GDs para favorecer mejores resultados o de la combinación de ambas.

Realizando un análisis similar, pero poniendo el énfasis ahora en las unidades que presentan puntuaciones en el primer cuartil (las más eficientes) y en el último cuartil (las más ineficientes), se observa que:

- Tacuarembó es el más eficiente ya que todas sus observaciones están en el primer cuartil.
- Florida presenta puntuaciones de eficiencia en el primer cuartil para tres de los cuatro años considerados.

- Canelones presenta puntuaciones de eficiencia en el primer cuartil para dos de los cuatro años considerados y para los otros dos años presenta puntuaciones en el siguiente cuartil, por tanto, también se destaca en términos de eficiencia.
- Durazno, Flores y Montevideo presentan puntuaciones de eficiencia en el último cuartil en tres de los cuatro años considerados; y Maldonado en dos de los tres años considerados para este GD. Por tanto, esto sugiere que estos departamentos han sido relativamente más ineficientes.
- El caso de Flores y Montevideo es de destacar ya que presenta puntuaciones de eficiencia en el último cuartil en tres de los cuatro años considerados (2016-17-18), sin embargo, en el año 2019 presentan puntuaciones en el primer cuartil.

En síntesis, los resultados parecen indicar que Tacuarembó, Florida y Canelones han sido los GDs más eficientes, seguidos por un conjunto de departamentos que también han presentado buen desempeño en términos de eficiencia: Artigas, Cerro Largo, Paysandú, Río Negro y Lavalleja. Por el contrario los menos eficientes han sido Durazno, Flores, Maldonado y Montevideo. El resto (Colonia, Rivera, Rocha, Salto, San José, Soriano y Treinta y Tres) se encuentra en una posición intermedia.

Si se observa la clasificación de departamentos a través del indicador de desarrollo económico de Rodríguez-Miranda et al. (2017), presentados en el apartado de aspectos generales, estos resultados *a priori*, no parecen revelar una correspondencia entre los niveles de eficiencia hallados y dicho indicador. Por ejemplo, dentro de los departamentos que resultaron más eficientes en términos relativos se encuentra Tacuarembó, Artigas y Cerro Largo que son clasificados de desarrollo económico *bajo*; o Paysandú y Canelones que son clasificados de desarrollo *medio-bajo*. Por su parte, entre los departamentos que resultaron menos eficientes se encuentran Maldonado y Montevideo que son los de más *alto* desarrollo económico. En la segunda etapa de este ejercicio empírico se verificará esta relación a través de la incorporación a la regresión de los ratios de eficiencia de una variable que capture el nivel de desarrollo económico.

Por otra parte, a partir de la eficiencia de escala (*EE*) que se obtiene mediante los modelos *DEA CRS* y *VRS*, se observó que el 95,7% de las unidades evaluadas operan por debajo o encima de su capacidad productiva. Esto implica desafíos para la planificación y distribución de recursos que busquen mejorar el desempeño de los GDs en caminería rural.

Asimismo, la media del modelo *VRS* (ETP) indica que los GDs podrían aumentar en promedio 29% los kilómetros de red de caminería intervenidos manteniendo el nivel de gasto del PCR. Sin embargo, el análisis anteriormente expuesto denota la heterogeneidad que existe detrás de este promedio en la eficiencia con que los GDs han ejecutado el PCR durante el período analizado. Esto verifica la hipótesis de partida de esta investigación e implica que, para los GDs que han sido relativamente más ineficientes la meta de mejora varía significativamente con respecto al promedio.

2ª etapa: Regresión truncada

En esta sección se presentan los resultados del análisis de la influencia de variables de contexto sobre los valores de eficiencia obtenidos, de forma de testear la segunda hipótesis de esta investigación. Con este fin, se aplicó una técnica de *bootstrap* a un modelo de regresión con variable dependiente truncada (Simar y Wilson, 2007).

En el modelo *DEA* de la primera etapa, las unidades son eficientes cuando presentan puntajes de eficiencia iguales a la unidad; y cuanto mayor puntaje (>1) esto significa mayores niveles de ineficiencia. Por tanto, un signo positivo del parámetro de regresión estimado indica que, *ceteris paribus*, un aumento en dicha variable contribuye a ampliar la ineficiencia obtenida (o a reducir la eficiencia). En cambio un signo negativo del parámetro estimado indica su contribución a reducir la ineficiencia (o a ampliar el ratio de eficiencia).

En la Tabla 9 se muestran los resultados del modelo en función de las variables de contexto reseñadas en la sección de Datos. En la parte (A) de la tabla los resultados corresponden a 2000 réplicas en el proceso *bootstrap*. En la parte (B) se presentan los resultados estimados para 1000 réplicas como ejercicio de robustez. Los cuatro modelos corresponden a las siguientes especificaciones: en el modelo 1, se testea la relevancia del año; el tamaño del departamento (aproximado a su población); un indicador de desigualdad, para capturar las condiciones socioeconómicas; y finalmente, el porcentaje de profesionales, como aproximación a la calidad de la gestión. En el modelo 2, se agrega a las variables anteriores el resultado fiscal positivo, como indicador de desempeño financiero. En el modelo 3, se adiciona el partido de gobierno, para capturar la posición ideológica y el vínculo con el GN. Finalmente, en el modelo 4 se adiciona la variable frontera Brasil, para capturar el nivel de desarrollo económico.

Tabla 9: Determinantes de la eficiencia del Modelo DEA

Parte A

Variables	(1) Coeficientes robustos	Intervalo de Confianza al 95%		(2) Coeficientes robustos	Intervalo de Confianza al 95%		(3) Coeficientes robustos	Intervalo de Confianza al 95%		(4) Coeficientes robustos	Intervalo de Confianza al 95%	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior		Inferior	Superior		Inferior	Superior
Año	-0,0691 **	-0,1339	-0,0060	-0,0683 **	-0,1359	-0,0037	-0,0701 **	-0,1385	-0,0037	-0,0688 **	-0,1355	-0,0042
Población total	0,2543 **	0,0180	0,4855	0,2487 **	0,0361	0,4883	0,2728 **	0,0180	0,5625	0,2601 **	0,0073	0,5484
Porcentaje profesionales	-0,2978	-1,5299	0,6838	-0,2846	-1,5796	0,7122	-0,3189	-1,8049	0,6963	-0,4295	-1,8690	0,5930
Gini	3,2621 **	0,1515	6,5456	3,2914 **	0,2536	6,5520	3,4008 **	0,3250	6,6481	3,9143 **	0,5618	7,5801
Resultado Fiscal Positivo				-0,0124	-0,1547	0,1342	-0,0121	-0,1515	0,1276	-0,0221	-0,1732	0,1275
Partido de Gobierno							-0,0293	-0,2129	0,1410	-0,0405	-0,2281	0,1395
Frontera Brasil										-0,0726	-0,2549	0,0950

Los intervalos de confianza se obtienen con 2000 réplicas de *bootstrap* en el segundo ciclo del algoritmo de Simar y Wilson (2007).

*El valor cero no cae dentro del intervalo de confianza al 90%, **El valor cero no cae dentro del intervalo de confianza al 95%.

La constante no se incluye en los resultados.

Parte B

Variables	(1) Coeficientes robustos	Intervalo de Confianza al 95%		(2) Coeficientes robustos	Intervalo de Confianza al 95%		(3) Coeficientes robustos	Intervalo de Confianza al 95%		(4) Coeficientes robustos	Intervalo de Confianza al 95%	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior		Inferior	Superior		Inferior	Superior
Año	-0,0701 **	-0,1380	-0,0042	-0,0712 **	-0,1382	-0,0094	-0,0727 **	-0,1411	-0,0112	-0,0673 **	-0,1339	-0,0031
Población total	0,2559 **	0,0290	0,5066	0,2516 **	0,0323	0,4810	0,2796 **	0,0229	0,5892	0,2525 **	0,0007	0,5117
Porcentaje profesionales	-0,3215	-1,7255	0,6701	-0,2838	-1,5922	0,6459	-0,3489	-1,8592	0,6987	-0,3925	-1,6834	0,6073
Gini	3,3134 **	0,1150	6,8400	3,3086 **	0,1944	6,6958	3,4414 **	0,2985	6,7272	3,8854 **	0,4849	7,6102
Resultado Fiscal Positivo				-0,0097	-0,1580	0,1294	-0,0103	-0,1522	0,1435	-0,0219	-0,1790	0,1159
Partido de Gobierno							-0,0288	-0,2199	0,1357	-0,0400	-0,2351	0,1346
Frontera Brasil										-0,0721	-0,2410	0,0981

Los intervalos de confianza se obtienen con 1000 réplicas de *bootstrap* en el segundo ciclo del algoritmo de Simar y Wilson (2007).

*El valor cero no cae dentro del intervalo de confianza al 90%, **El valor cero no cae dentro del intervalo de confianza al 95%.

La constante no se incluye en los resultados.

Los resultados de la estimación para el modelo 1 muestran que el coeficiente asociado al *año* es estadísticamente significativo y negativo, o sea, a mayor año más eficientes resultan las *DMU* analizadas. Esto es consistente con los hallazgos de la primera etapa, donde se indicaba que la mayoría de las observaciones correspondientes al año 2019 se ubican por debajo de la media. El coeficiente sugiere que a medida que pasó el tiempo, los GDs han sido relativamente más eficientes que el resto de los años. Por su parte, el coeficiente asociado a la variable *población total* resulta significativo y positivo, lo que muestra que la eficiencia se reduce en departamentos con mayor población. Parecería, pues, que poblaciones más grandes contribuyen a generar ineficiencias de escala. En este sentido, los resultados apuntan a que no se estarían obteniendo ni economías de escala ni externalidades de aglomeración. Respecto al coeficiente asociado al *Gini*, este es significativo y negativo, indicando que a mayor desigualdad territorial la gestión del PCR ha resultado menos eficiente. Finalmente, la última variable incorporada en este modelo base es el *porcentaje de profesionales*, que si bien tiene el efecto esperado de una mejora de la eficiencia (coeficiente con un signo negativo), no resulta significativa.

En los tres modelos siguientes, se agregan sucesivamente las variables *resultado fiscal positivo*, *partido de gobierno* y *frontera Brasil* como ejercicio de robustez del modelo base. En ninguno de estos modelos dichas variables resultan significativas. Finalmente, en el caso de los resultados de las estimaciones realizadas para 1000 réplicas, se obtienen los mismos resultados detallados anteriormente.

Por tanto, las estimaciones parecen indicar, que la heterogeneidad encontrada en los ratios de eficiencia de la primera etapa, no depende de las variables fiscales y políticas incorporadas (superávit fiscal y partido de gobierno), ni del nivel de desarrollo económico según la clasificación del estudio de Rodríguez-Miranda et al. (2017), dado que la ubicación geográfica no incide. Esto último comprueba la intuición del apartado anterior de no correspondencia entre los resultados de eficiencia hallados con respecto a los indicadores estándar de desarrollo económico disponibles. Por el contrario, la eficiencia de los GDs sí se ve influenciada por variables demográficas y socioeconómicas.

8. Conclusiones

La presente investigación se centró en el análisis de la eficiencia relativa de los GDs de Uruguay en el uso de los recursos recibidos a través del PCR durante el período 2016-2019

para “producir” kilómetros de caminos rurales que brindan cierto estándar de servicio de conectividad a la población. En este sentido, se aporta nueva evidencia empírica sobre la eficiencia de la actuación pública a nivel de los gobiernos subnacionales para producir servicios públicos de carácter regional. Su realización supuso la sistematización de una serie de datos sobre diferentes intervenciones viales en el marco del PCR, posible gracias a la revisión y contrastación de diversas fuentes de información y la consulta con informantes calificados.

El ejercicio empírico implicó emplear un método no paramétrico en dos etapas, a través de un análisis transversal. En una primera etapa, se estimaron los indicadores de eficiencia relativa en base a un modelo *DEA* estándar orientado al *output* (con un *input* y dos *outputs*) y se obtuvo información sobre la ETG, la ETP, la EE y los rendimientos a escala. Esto permitió construir un *ranking* ordenado de las unidades evaluadas de acuerdo con su mayor/menor grado de eficiencia. En la segunda etapa se procedió a analizar la influencia de factores contextuales sobre los niveles de eficiencia relativa obtenidos en la primera etapa del análisis.

En términos generales, esta investigación aporta evidencia que sugiere que los GDs podrían aprovechar mejor los recursos asignados a través del PCR y lograr una mayor intervención en la red de caminería rural medida en kilómetros, estimada en promedio, en un valor del 29%. Sin embargo, detrás de este promedio se encuentra la existencia de heterogeneidad en los niveles de ineficiencia hallados para las unidades analizadas lo implica que, para los GDs que han sido relativamente más ineficientes la meta de mejora varía significativamente con respecto al promedio. El estudio muestra que Tacuarembó, Florida y Canelones han sido los GDs más eficientes durante el período analizado, seguidos por Artigas, Cerro Largo, Paysandú, Río Negro y Lavalleja. En cambio, Durazno, Flores, Maldonado y Montevideo han resultado los menos eficientes. Por otra parte, se encuentran en una situación intermedia: Colonia, Rivera, Rocha, Salto, San José, Soriano y Treinta y Tres. Cuando se consideró el año de la observación, los resultados indicaron que en 2019 los GDs resultaron relativamente más eficientes que el resto de los años.

También se mostró que los ratios de eficiencia parecen no depender de las variables de gestión, fiscales y de otras variables de contexto, como porcentaje de profesionales en cada GD, superávit fiscal, partido de gobierno y frontera con Brasil. A su vez, fue posible determinar que la eficiencia de los GDs aumenta cuando disminuyen las desigualdades socioeconómicas y cuanto menor es el tamaño del departamento en términos de población, lo cual implica que los departamentos más pequeños son más fáciles de gestionar. Finalmente,

en cuanto la variable año, los hallazgos son consistentes con los resultados de la primera etapa, dado que el coeficiente sugiere que a medida que pasó el tiempo, los GDs han mejorado la gestión económica de sus recursos. Ello podría estar explicado por la proximidad del año electoral (2020) o por el efecto de una mejora en su gestión interna, de las acciones tomadas desde el GN hacia los GDs para favorecer mejores resultados o de la combinación de ambas.

Desde el punto de vista de la política pública, los resultados de este estudio hacen foco en el desafío de repensar acciones en términos de mejora de gestión tanto por parte de los GDs, como del GN. Si bien en los últimos años se han desarrollado acciones de fortalecimiento institucional a nivel subnacional, sobre todo a partir del programa PDGS, parecería necesario profundizar los avances logrados a través del trabajo conjunto con los GDs, ya sea en la órbita de la Comisión Sectorial de Descentralización o del Congreso de Intendentes. Esto se hace relevante en el caso del PCR dado el contenido socioeconómico de las intervenciones, que pretenden mejorar la conectividad de la población para fines productivos y sociales. A su vez, el PCR constituye un rubro de inversión relativamente importante para los GDs. Asociado a esto, sería deseable la generación de incentivos para mejorar los sistemas de información relativas al gasto público subnacional que faciliten el desarrollo de nueva evidencia y que permitan extender el estudio de la eficiencia a otros niveles de la acción de los gobiernos subnacionales.

Bibliografía

Afonso, A., Fernandes, S. (2005). *Assessing and Explaining the Relative Efficiency of Local Government: Evidence for Portuguese Municipalities*.

Afonso, A., Aubyn, M. St. (2005). *Cross-country efficiency of secondary education provision. A semi-parametric analysis with nondiscretionary inputs*. Working paper series. No 494. European Central Bank.

Afonso, A., Schuknecht, L., Tanzi, V. (2003). *Public sector efficiency: an international comparison*. Working paper No. 242. European Central Bank.

Banker, R., Charnes, A., Cooper, W. (1984). *Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis*. Management Science. Vol. 30, No. 9, September 1984. Printed in U.S.A.

Balaguer-Coll, M., Tortosa-Ausina, E. (2007). *On the determinants of local government performance: a two-stage no parametric approach*. WP-EC 2004-04. Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, S.A.

Bogetof, P., Otto, L. (2011). *Benchmarking whit DEA, SFA and R*. International Series in Operations Research and Management Science. Volume 157.

Charnes, A., Cooper, W., Rhodes, E. (1978). *Measuring the efficiency of decision making units*. North-Holland Publishing Company. European Journal of Operational Research 2 (1978) 429-444.

Coelli, T., Prasada, D., O'Donnell, C., Battese, G. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Second edition. Springer.

Farrell, M. (1957). *The measurement of productive efficiency*. Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), Vol. 120, No. 3 (1957), pp. 253-290.

Fernandez, S., Flores-López, R. (2006). *Análisis del modelo DEA en la gestión pública. Un análisis de la eficiencia de las capitales de provincias españolas*. Universidad de León.

García, M., Suárez, J. (2019). *La evaluación de la eficiencia en el ámbito local: una revisión*. Universidad de Oviedo /Oviedo Efficiency Group (OEG).

Hauer, D., Kyobe, A. (2010). *Determinants of Government Efficiency*. World Development Vol. 38, No. 11, pp. 1527–1542, 2010.

- Kalb, A. (2009). *What determines local governments' technical efficiency? The case of road maintenance*. ZEW Discussion Papers, No. 09-047, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim.
- Kalb, A., Geys, B., Heinemann, F. (2012). Value for Money? German Local Government Efficiency in a Comparative Perspective. *Applied Economics*, 44(2012) 2: 201-218.
- Kyriacou, A., Muínelo-Gallo, L., Roca-Sagalés, O. (2018). *The efficiency of transport infrastructure investment and the role of institutions: an empirical analysis*. GEN - Governance and Economics research Network GEN Working Paper B 2018–2 webs.uvigo.es/infogen/WP.
- Lalane, A., Brun, M. (2014). Los ingresos y egresos de los gobiernos departamentales entre 1990 y 2013. CEPAL - Serie Estudios y Perspectivas – Montevideo N° 19.
- Lo Storto, C. (2013). *Evaluating Technical Efficiency of Italian Major Municipalities: a Data Envelopment Analysis model*. 1st World Congress of Administrative & Political Sciences (ADPOL-2012). *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 81 (2013) 346 – 350.
- Mandl, U., Dierx, A., Ilzkovitz, F. (2008). *The effectiveness and efficiency of public spending*. European Economy. Economic Papers 301. Directorate-General for Economic and Financial Affairs. Publications B-1049 Brussels. Belgium.
- Muínelo-Gallo, L. (2019). Efectos de las transferencias intergubernamentales en el gasto público local. Serie Descentralización y Desarrollo Territorial. Oficina de Planeamiento y Presupuesto.
- Muínelo-Gallo, L., Urraburu, J., Castro, P. (2019). Disparidades fiscales regionales en el Uruguay: el rol de un nuevo sistema de transferencias intergubernamentales equalizadoras. *Revista de la CEPAL* N° 129. Pág. 217-242.
- Muínelo-Gallo, L., Rodríguez-Miranda, A. (2019). Finanzas subnacionales y capacidades para el desarrollo económico territorial en Uruguay: 1990-2016. Instituto de Economía. Serie Documentos de Trabajo. DT15/2019, FCEA-UdelaR.
- Narbón-Perpiñá, I., De Witte, K. (2018). *Local governments' efficiency: a systematic literature review—part I*. *Intl. Trans. in Op. Res.* 25 (2018) 431–468.
- Narbón-Perpiñá, I., De Witte, K. (2018, b). *Local governments' efficiency: a systematic literature review—part II*. *Intl. Trans. in Op. Res.* 25 (2018) 1107–1136.

OPP (2018). Programa Vial Departamental. Oficina de Planeamiento y Presupuesto de la Presidencia de la República.

Ramanathan, R. (2003). *An introduction to Data Envelopment Analysis. A tool for performance measurement*. Sage Publications – New Delhi – Thousand Oaks – London.

Rius, A. (2018). Transferencias de los Gobiernos Nacionales a los Gobiernos Subnacionales en Pequeños Países Unitarios. CEF.

Rodríguez-Miranda, A., Menéndez, M. (2020). Desigualdades regionales, crecimiento económico y cambio estructural en Uruguay: 1983-2017. Instituto de Economía. Serie Documentos de Trabajo.

Rodríguez-Miranda, A., Galaso, P., Goinheix, S., Martínez, C. (2017). Especializaciones productivas y desarrollo económico regional en Uruguay. Serie Documentos de Trabajo, DT/07/2017. Instituto de Economía, FCEA-UdelaR.

Rodríguez-Miranda, A. (2014). Desarrollo económico y disparidades territoriales en Uruguay, Cuadernos sobre Desarrollo Humano n° 03, PNUD Uruguay.

Salazar Cuellar, A. (2014). *The Efficiency of Education Expenditure in Latin America and Lessons for Colombia*. Documento 408. Dirección de Estudios Económicos.

Simar, L., Wilson, P. (2007). *Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes*. Journal of Econometrics 136 (2007) 31–64.

Simar, L., Wilson, P. (2015). *Statistical approaches for non-parametric frontier models: a guided tour*. International Statistical Review (2015), 83, 1, 77–110.

Thieme, C., Giménez, V., Prior, D. (2011). *A comparative analysis of the efficiency of national education systems*. Asia Pacific Education Review. ISSN 1598-1037. Volume 13. Number 1. Asia Pacific Educ. Rev. (2012) 13:1-15.

Viñales, G. (2020). Transferencias intergubernamentales en Uruguay. Serie: Notas para la discusión de políticas, N° 2. Oficina de Planeamiento y Presupuesto.

Wolszczak-Derlacz, J., Parteka, A. (2011). *Efficiency of European public higher education institutions: a two-stage multicountry approach*. Scientometrics 89:887-917.

Tabla A: Definición de variables y fuentes de información

<i>Variable</i>	<i>Definición</i>	<i>Fuente</i>
Población total	Población total de cada departamento.	Observatorio Territorio Uruguay de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto. https://www.opp.gub.uy/es/observatorio-territorio-uruguay
Gini (para cada año)	Se utiliza para medir la distribución del ingreso y toma valores en el rango [0,1], donde el valor cero corresponde a la equidad absoluta y el uno a la inequidad absoluta.	
Resultado fiscal positivo del GD (para cada año)	Variable <i>dummy</i> que toma el valor 1 si el resultado fiscal es positivo y 0 en caso contrario.	
Porcentaje de profesionales (para cada año)	Cociente entre el personal profesional (escalafones A profesional y B técnico profesional) sobre el personal total de cada GD.	Oficina Nacional del Servicio Civil. Publicaciones: Vínculos laborales con el Estado, para los años 2016 a 2019. https://www.gub.uy/oficina-nacional-servicio-civil/datos-y-estadisticas/datos-abiertos
Partido de Gobierno	Variable <i>dummy</i> que toma el valor 1 si el partido de gobierno del GD coincide con el partido del Gobierno Nacional y 0 en caso contrario.	Corte Electoral de la República Oriental del Uruguay. https://www.corteelectoral.gub.uy

Apéndice 1

A continuación, se describe resumidamente el algoritmo II de Simar y Wilson (2007):

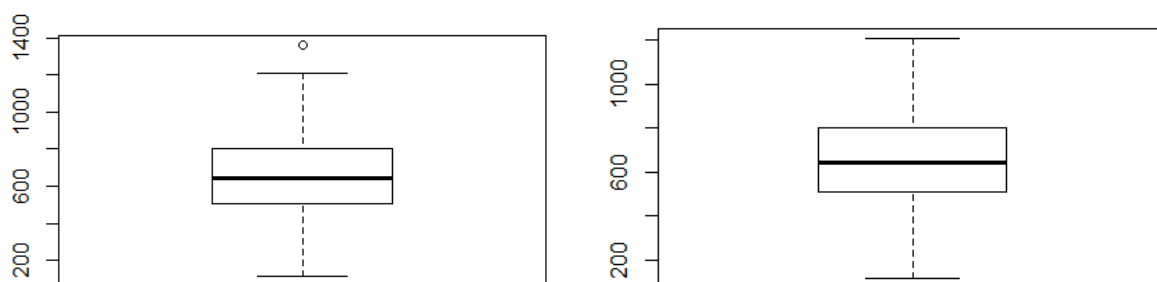
- (1) Calcular los coeficientes de eficiencia de cada DMU, $\hat{\theta}_i$.
- (2) Estimar por máxima verosimilitud (MV) la regresión truncada de $\hat{\theta}_i$ sobre Z_i , para obtener los estimadores $\hat{\beta}$ y $\hat{\sigma}_\varepsilon$.
- (3) Para cada DMU, repetir los siguientes pasos L1 veces para producir n conjuntos de estimadores, $\{\hat{\theta}_{ib}^*\}, b = 1, 2, \dots, L_1$
 - Obtener ε_i de la distribución $N(0, \hat{\sigma}_\varepsilon)$
 - Calcular $\theta_i^* = Z_i \hat{\beta} + \varepsilon_i$
 - Calcular estimadores $\hat{\theta}_i^*$, en el conjunto (x_i^*, y_i^*) donde los pseudo datos se calculan ajustando los valores mediante el uso de θ_i^* y $\hat{\theta}_i$.
- (4) Para cada DMU calcular el estimador insesgado, $\hat{\hat{\theta}}_i$.
- (5) Estimar por MV la regresión truncada de $\hat{\hat{\theta}}_i$ sobre Z_i , para obtener los estimadores $\hat{\hat{\beta}}$ y $\hat{\hat{\sigma}}_\varepsilon$.
- (6) Repetir los siguientes pasos L2 veces para obtener un conjunto de estimadores de bootstrap $(\hat{\beta}^*, \hat{\sigma}_\varepsilon^*)$ con $b=1, 2, \dots, L_2$.
 - Obtener ε_i de la distribución $N(0, \hat{\hat{\sigma}}_\varepsilon)$
 - Calcular $\theta_i^{**} = Z_i \hat{\hat{\beta}} + \varepsilon_i$
 - Estimar por MV la regresión truncada de θ_i^{**} sobre Z_i para obtener los estimadores $\hat{\beta}^*$ y $\hat{\sigma}_\varepsilon^*$.
- (7) Construir intervalos de confianza para cada elemento de β y σ_ε .

Apéndice 2

Detección de outliers a través del análisis de gráficas de caja

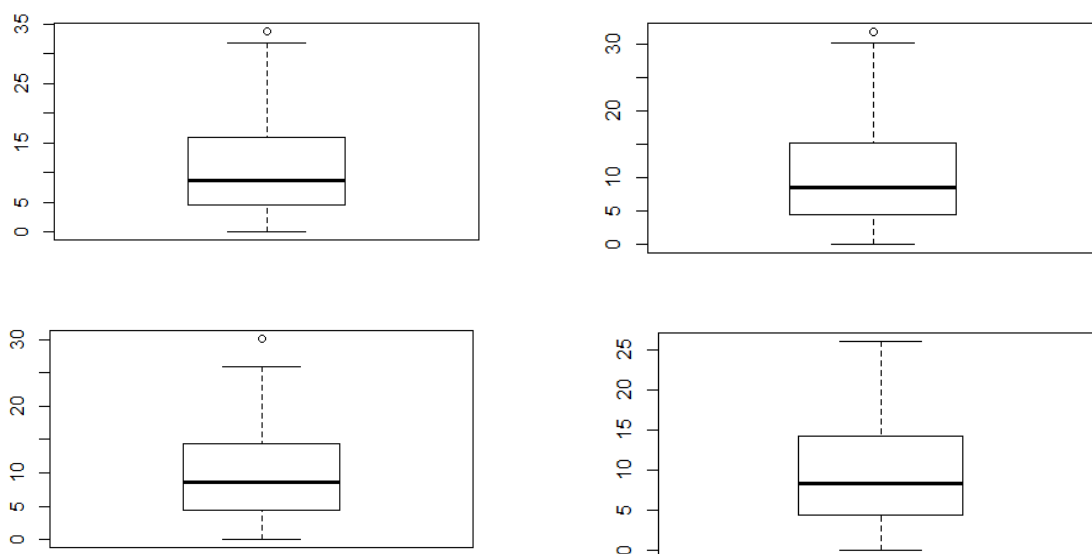
Output 1: kilómetros mantenidos

Para el *output 1*, a través del análisis de la gráfica de caja se detecta como valor atípico: Lavalleja-2019. La segunda gráfica se realiza una vez eliminado este valor.



Output 2: kilómetros rehabilitados, mejorados y/o con obra nueva

La sucesión de gráficas de caja muestra que en primer lugar se detecta como valor atípico: Río Negro-2017. Una vez eliminada esta unidad de la muestra, surge como valor atípico: Colonia-2017 y finalmente Cerro Largo-2016.

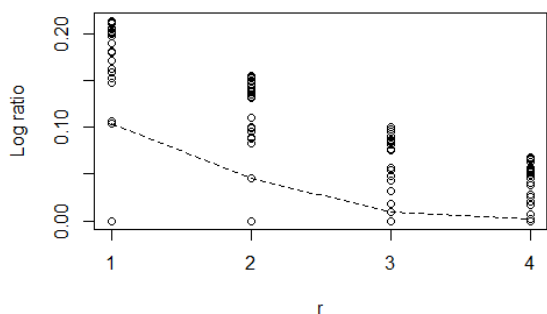


Detección de outliers a través de Wilson (1993)

A modo de contrastar el anterior procedimiento, se aplica el método de Wilson (1993). Esta prueba implica tomar una matriz combinada de *inputs* (x) y *outputs* (y) (de dimensión $m \times n$) de todas las unidades a analizar. Las filas de esta matriz se pueden ver como una nube de puntos en el plano $R_+^m \times R_+^n$, donde cada punto representa una unidad. El volumen de la nube se representa como $D(X, Y)$. Para buscar uno o más valores atípicos, podemos observar cómo el volumen de la nube cambia cuando eliminamos una o más observaciones. Sea $D^{(i)}$ el determinante después de eliminar la unidad i , y considerando la razón del nuevo volumen de la nube de datos sobre el volumen anterior, se tiene el siguiente ratio:

$$R^{(i)} = \frac{D^{(i)}}{D}$$

Si la unidad a eliminar es un valor atípico entonces se obtienen valores de este ratio menor a 1. Este enfoque, no está restringido a eliminar solo una observación, sino que se pueden eliminar varias unidades a la vez. Para valores del ratio cercanos a cero, esto significa que probablemente se hayan eliminado todos los valores atípicos. En términos gráficos esto implica construir y analizar el gráfico del logaritmo de ratios, tal cual se muestra a continuación:



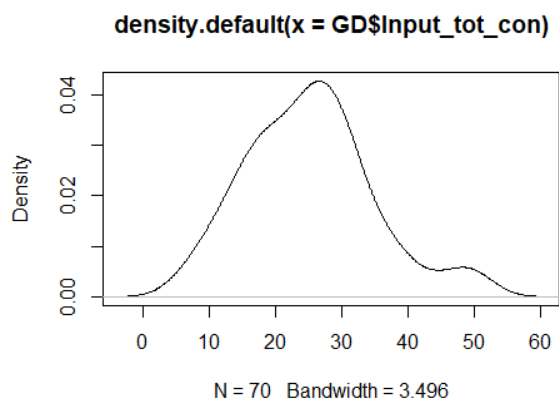
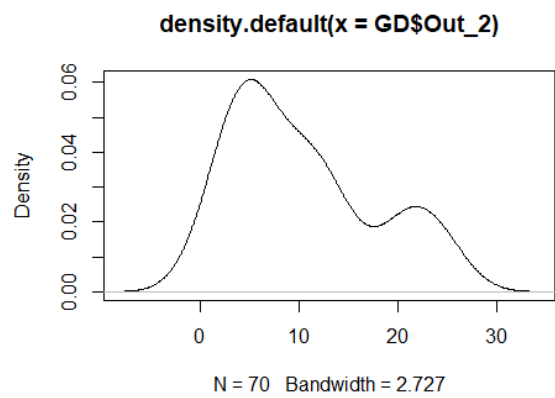
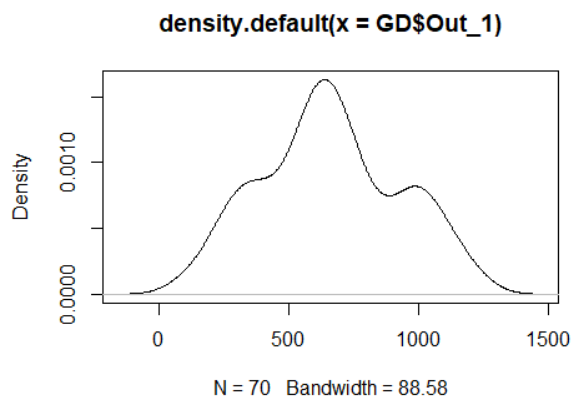
I					$R^{(i)}$
1	45				0,7707562
2	14	45			0,6293661
3	14	32	45		0,5380669
4	9	14	32	45	0,4640177

Dado que en el método por gráficas de caja se detectó cuatro valores atípicos, en este método también se tomó esa cantidad como máximo número de unidades a considerar como un grupo de *outliers*, a modo de verificar los resultados anteriores. Por otra parte, la función del software R “*outlier.ap*”, funciona bien para eliminar entre 1 y 4 unidades; para valores mayores resulta demasiado lento y puede no arrojar resultados. En la tabla anterior, cada fila muestra los números correspondientes a la unidad que detecta este método como candidata a eliminar y se corresponden con las unidades detectadas en el método anterior: 45 (Río Negro-2017), 14 (Colonia-2017), 32 (Lavalleja-2019) y 9 (Cerro Largo-2016). Asimismo, dado que

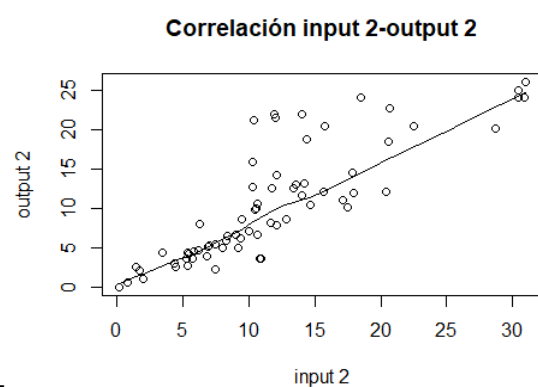
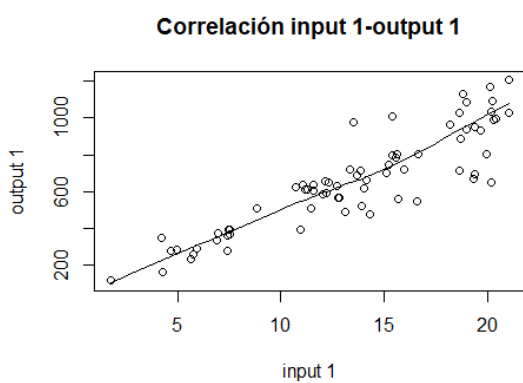
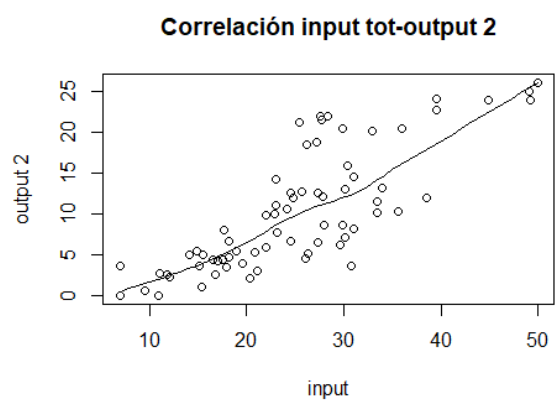
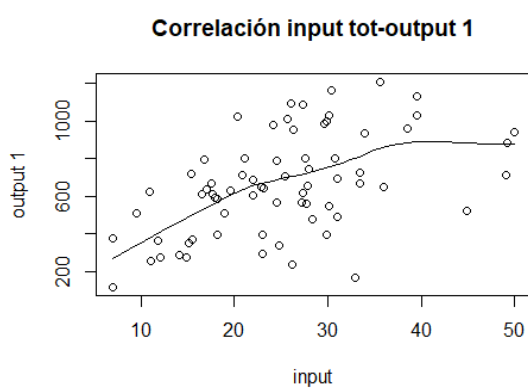
el valor de $R^{(i)}$ en la fila cuatro de la tabla, que supone eliminar las cuatro unidades, no es lo suficientemente pequeño (muy cercano a cero), esto implica que se pueden considerar estas cuatro unidades como valores atípicos.

Apéndice 3

Densidad de las variables de outputs e input del DEA



Gráficas de correlaciones de las variables inputs y outputs del DEA



Test de correlaciones de las variables de inputs y outputs del DEA

Se realizan test de correlaciones de Pearson's para el *input total* con respecto a los dos *outputs*, y de cada *output* con su *input* correspondiente, resultando en todos los casos significativas al 95% de confianza.

Pearson's	Input total - Output 1	Input total - Output 2	Input 1- Output 1	Input 2 – Output 2
<i>p-value</i>	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001
IC al 95%	[0.296, 0.655]	[0.690, 0.868]	[0.829, 0.930]	[0.759, 0.900]
cor	0.496	0.796	0.890	0.844