

CUADERNO DE INVESTIGACIÓN

QUÉ TAN FACTIBLE ES AUMENTAR EL ACERVO DE INFRAESTRUCTURA EN MÉXICO: UNA PROPUESTA DE INVERSIÓN DE LARGO PLAZO

SERIE: CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN EN FINANZAS PÚBLICAS

MAYO 2018



Qué tan factible es aumentar el acervo de infraestructura en México: Una propuesta de inversión de largo plazo

Juan Manuel Andrade Hernández y Max Lugo Delgadillo

Resumen

El presente estudio representa la continuación de las investigaciones que realiza la Dirección General de Finanzas del Instituto Belisario Domínguez del Senado de la República, para medir la factibilidad hacendaria de implementar grandes iniciativas. En particular, el análisis se enfoca en evaluar la viabilidad de crecer el gasto público de inversión en infraestructura en México, de manera que con esto, el país logre aumentar el acervo a un nivel similar al de economías desarrolladas y así favorezca la eficiencia económica para converger al potencial de crecimiento.

La presente investigación tiene como principal marco de referencia el modelo de Buffie, Berg, Pattillo, Portillo, y Zanna (2012) y las técnicas de Andrade, Lugo y De Lira (2017), sobre los que se le realizan ciertas adaptaciones para evaluar la factibilidad de crecer el gasto público en inversión en México. El resultado es un modelo de equilibrio general caracterizado por una economía pequeña y abierta, con dos sectores económicos más el sector público. Donde, además de producir bienes transables y no transables con capital y trabajo, los dos sectores económicos utilizan capital público, *i.e.* infraestructura pública, como un insumo para la producción.

Entre los principales hallazgos del estudio está que, si el gobierno mexicano logra que el gasto en inversión se convierta en infraestructura con una eficiencia de 100%, junto con un mecanismo de financiamiento de largo plazo soportado por el ISR; conduce a que un aumento de 53% en el acervo de infraestructura, únicamente explique alrededor de una tercera parte del ritmo de crecimiento que EE. UU. mostró durante los últimos 36 años.

Por otro lado, cuando la eficiencia del gasto público en inversión es menor a 50%, lo que significa que sólo menos de 50 centavos se transforman en infraestructura física, se producen contracciones en la economía. Lo anterior, debido a que la pérdida de recursos es considerable y excede los beneficios de la política expansiva; hallazgo que es robusto ante las distintas combinaciones del mecanismo de financiamiento de largo plazo vía impuestos.

Por último, aún con presencia de restricciones para mover el ISR y con la necesidad de aumentar los ingresos tributarios en un rango de hasta 3% del PIB, para financiar el proyecto de inversión; el estudio encuentra que la inversión en infraestructura es factible en largo plazo y genera más bienestar para las familias junto con un mayor nivel de crecimiento real del PIB per cápita, al tiempo que estabiliza la deuda pública.

Índice

1.	Introducción	1
2.	Modelo	4
2.1.	Consumidores.....	5
2.1.1.	Consumidor ahorrador.....	5
2.1.2.	Condiciones de primer orden.....	7
2.1.3.	Consumidor no ahorrador	8
2.2.	Firmas	8
2.2.1.	Demanda de factores	8
2.3.	El gobierno.....	9
2.3.1.	Ajuste fiscal y balanza del gobierno.....	10
2.4.	Vaciado de mercado	12
3.	Calibración.....	13
4.	Marco general del gasto público en infraestructura en México	17
5.	Esquema de inversión pública para aumentar la infraestructura en México	19
6.	Evaluación de factibilidad	24
6.1.	Resultados de largo plazo	25
6.2.	Resultados de corto y mediano plazo	29
7.	Conclusiones y consideraciones finales	35
	Referencias	37
	Anexo	39
	Vaciado de mercados	39
	Escenarios alternativos.....	41
E.A.1	Choque al ingreso público de recursos naturales	41
E.A.2	Choque a la tasa de interés real externa.....	42
E.A.3	Choque a la productividad total de los factores	44
E.A.4	Choque a los términos de intercambio	45

1. Introducción

En los últimos años y con el objetivo de contrarrestar los efectos adversos de las recesiones o crisis económicas, diversas economías han recurrido a la emisión de deuda pública para solventar los déficits fiscales que generan los aumentos del gasto público; sin embargo, la evidencia muestra que aún sorteadas las dificultades prevalece la práctica de fondear el gasto público mediante deuda. Este comportamiento, conduce a que el debate se centre en determinar aquellas trayectorias de deuda pública que son sostenibles para evitar el incumplimiento de pagos, lo que significa, establecer un marco de evaluación de factibilidad para la estrategia fiscal implementada.

En este sentido, se han desarrollado metodologías basadas en modelos de equilibrio general para evaluar la factibilidad de implementar proyectos que demandan grandes montos de gasto público, esto para dimensionar los efectos macroeconómicos y fiscales de realizar dichas erogaciones y donde se consideren los diferentes mecanismos de financiamiento en el corto, mediano y largo plazo.

El presente estudio tiene como base las investigaciones de Buffie, Berg, Pattillo, Portillo, y Zanna (2012) y Andrade, Lugo y De Lira (2017) para determinar la viabilidad fiscal de crecer el gasto público en infraestructura física, esto para cuantificar el impacto sobre el nivel de deuda pública y los cambios necesarios en la configuración de los ingresos públicos para solventar dicha estrategia.

La infraestructura juega un papel relevante para el crecimiento económico, ya que impulsa la producción agregada al proporcionar los medios necesarios para que ésta se realice. Ejemplo de ello es la importancia que tienen la electrificación, el drenaje, el agua potable, la urbanización en las ciudades, la red carretera, entre otros bienes, para mejorar el desempeño de las actividades diarias que realizan los agentes económicos. Estos recursos son necesarios para que las firmas puedan producir, por lo que su existencia y mejoramiento de su distribución es relevante para el desarrollo económico.

De igual manera, la infraestructura facilita la comunicación, la transportación y el comercio entre los agentes económicos; por lo que el acervo de infraestructura además de tener un impacto directo sobre la productividad de las firmas, mejora su competitividad en

los mercados locales y en el ámbito internacional. Lo anterior, ya que una expansión de la infraestructura implica menores costos y al crecer la producción con un determinado monto de recursos, esto se traduce en un aumento de la productividad de las empresas. Por último, la infraestructura también genera incentivos para crecer la inversión privada nacional y extranjera, debido a que favorece un entorno para la creación de nuevas firmas y para el crecimiento de las ya existentes.

En este contexto, diversos autores han destacado la importancia de la infraestructura pública. Entre estos autores encontramos a Aschauer y Holtz-Eakin (1993) quienes indican que la desaceleración de la productividad en la década de 1970 en Estados Unidos se debió a un detrimento en la infraestructura pública. Bom y Ligthart (2009) en un análisis en el que utilizan meta-regresiones de 67 estudios encuentran que la elasticidad entre la infraestructura y el PIB es positiva y significativa. Calderón, Moral-Benito y Servén (2011) en un análisis con datos tipo panel de 88 países encuentran que la elasticidad del PIB con respecto a la infraestructura oscila entre 0.07 y 0.1.

Loayza y Odawara (2010) señalan que una expansión de 5% a 6% del PIB en el gasto en infraestructura de Egipto, durante la primera década del periodo de análisis, implica un aumento de 0.5% en la tasa de crecimiento real del PIB per cápita, que llegaría hasta el 1% en la tercera década. Straub, Vellutini y Warlters (2008) señalan que para economías del este asiático la infraestructura es relevante para crecer su productividad, donde el efecto es positivo para países en desarrollo y nulo para países ricos. Los autores mencionan que el efecto nulo puede deberse a que un nivel alto de infraestructura existente, tiene rendimientos marginales.

Debido a estos resultados, diversos autores han realizado estudios para resaltar la necesidad de crecer el gasto en infraestructura pública. Fay y Morrison (2007) señalan que se necesita un gasto anual de entre 3% y 6% del PIB, en un horizonte de 20 años, para lograr que la infraestructura de Latinoamérica sea comparable con la de países como China y Corea del Sur.

En este sentido, el presente documento, a partir de un modelo de equilibrio general, analiza los efectos de incrementar el gasto público en capital para disminuir las diferencias en infraestructura pública entre México y Estados Unidos. Este marco de evaluación, permite

analizar y dimensionar los impactos sobre la política fiscal, además de evaluar la factibilidad de soportar el tren de inversión mediante diferentes mecanismos de financiamiento en el corto, mediano y largo plazo; lo anterior, con el fin de evitar que el gobierno caiga en incumplimiento de pagos.

Con base en modelos de equilibrio parcial, donde se asumen que las tasas de interés y de crecimiento real de la economía son exógenas, junto con la construcción de ciertos indicadores de sostenibilidad fiscal; es que diversos estudios han evaluado la viabilidad de implementar determinadas trayectorias de gasto público en México.

Entre los autores de dichas investigaciones se encuentran Sales y Videgaray (1999), Santaella (2001), CEFP (2006) y Andrade, Lugo y Ortega (2017), donde gracias a sus hallazgos es posible determinar el nivel de ingresos, gasto público o superávit primario que es sostenible y asegura el cumplimiento de pagos por parte del gobierno. Sin embargo, el enfoque de estos estudios asume que las tasas de crecimiento real del producto interno bruto (PIB) ya incorporan los efectos del gasto público en la economía.

Sin embargo, al realizar este supuesto los resultados del análisis resultan debatibles. Por un lado, la teoría keynesiana argumenta que el impacto del gasto público tiene un efecto nulo sobre el PIB. Lo anterior, debido a que la tasa de interés sube y ello implica un aumento del flujo de capitales, que termina por deprimir las exportaciones por los movimientos del tipo de cambio que se presentan; lo que en última instancia deja sin impacto al desempeño del PIB. Por otro lado, en un marco neoclásico, Ramey (2011) señala que el grado del efecto depende de los instrumentos con los que se financia el gasto, si esto se realiza mediante impuestos distorsionantes incluso podría haber un impacto negativo sobre el PIB.

Para atender estas consideraciones, el presente estudio modela estos efectos en un contexto de equilibrio general que se basa principalmente en los trabajos de Buffie et al. (2012) y Andrade, Lugo y De Lira (2017). Este acercamiento, permite incorporar una visión más amplia de los impactos que el gasto público genera sobre el crecimiento económico, así como precisar los niveles sostenibles de ingresos, gasto y deuda pública. Por construcción, en el modelo el gobierno cumple con la balanza presupuestal y esto hace que los resultados de los distintos indicadores fiscales sean sostenibles; esto a pesar de que en el corto plazo se

presenten incrementos en la deuda pública, ya que en el largo plazo ésta se estabilizará en su nivel inicial.¹

Asimismo, el modelo propuesto en este análisis incorpora una diferenciación entre el gasto en capital que se convierte en infraestructura y el gasto corriente que está ligado a actos de consumo. Esto permite evaluar la sostenibilidad de la dinámica de gasto público con un mayor nivel de detalle, ya que permite incorporar los efectos diferenciados de ambos tipos de gasto.

Mientras que en el modelo se considera que el gasto público en capital es productivo, el gasto corriente está dirigido hacia actividades del sector de la economía no transable. Por otro lado, el modelo permite dimensionar los impactos que un determinado tipo de financiamiento tiene sobre el PIB, por lo que, a diferencia de los ejercicios de equilibrio parcial, se excluye cualquier supuesto sobre el crecimiento económico.

Para conducir la presente investigación, la sección 2 del estudio aborda el modelo de equilibrio general, la sección 3 describe la calibración que utiliza el modelo, en tanto, la sección 4 muestra el marco general del gasto público en infraestructura en México. Por su parte, la sección 5 explica el esquema de inversión que es evaluado por el modelo de equilibrio general, la sección 6 presenta la evaluación de factibilidad del proyecto de inversión, mientras que la sección 7 expone las conclusiones y consideraciones finales. Por último, el Anexo aborda los resultados de cuatro escenarios alternativos que robustecen los hallazgos del análisis de factibilidad hacendaria.

2. Modelo

La presente investigación tiene como marco de referencia el modelo de Buffie *et al.* (2012) y las técnicas empleadas por Andrade, Lugo y De Lira (2017), a partir de los que se le realizan ciertas adaptaciones para evaluar la factibilidad hacendaria de aumentar el gasto público en infraestructura en México. El modelo resultante es un equilibrio general caracterizado por

¹ Las metodologías de Krejdl (2006), Santaella (2001) y Andrade, Lugo y Ortega (2017) incorporan esta idea *ex ante* a la realización del gasto público, mediante el cálculo de niveles sostenibles de gasto o superávits primarios. Estos valores constituyen una trayectoria sostenible fiscalmente en el largo plazo, lo que implica que la deuda pública se estabilice y no se llegue a la suspensión de pagos por parte del gobierno.

una economía pequeña y abierta, con dos sectores económicos más el sector público. Donde, además de producir bienes transables y no transables con capital y trabajo, los dos sectores económicos utilizan capital público, *i.e.* infraestructura pública, como un insumo para la producción. El precio del bien compuesto extranjero P_t actúa como numerario y es igual a uno por simplicidad. Todas las variables están sin tendencia con $(1 + g)^t$, donde g es la tasa exógena de crecimiento económico.

2.1. Consumidores

El modelo considera dos tipos de consumidores: ahorradores S y no ahorradores NS . Esta caracterización permite dimensionar los efectos económicos de cada clase de consumidor.

2.1.1. Consumidor ahorrador

La cantidad total de mano de obra para ambos tipos de consumidores es constante, con $N^{NS} = aN^S$ donde $a > 0$. A continuación se presentan las variables y los parámetros relevantes para cada tipo de consumidor. En primera instancia se analiza al consumidor ahorrador que resuelve el siguiente problema:

$$\max_{c_t^S, L_t^S, b_t^S, b_t^{S*}, i_{x,t}^S, i_{n,t}^S, k_{x,t}^S, k_{n,t}^S} \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \frac{(c_t^S)^{1-\frac{1}{\tau}}}{1-\frac{1}{\tau}} \right\} \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\begin{aligned} P_t b_t^S - b_t^{S*} &= (1 - H_{y,t})(r_{x,t} k_{x,t-1}^S + r_{n,t} k_{n,t-1}^S + w_t L_t^S) + \frac{R}{1+a} - \frac{1 + r_{t-1}^*}{1+g} b_{t-1}^{S*} \\ &+ \frac{1 + r_{t-1}}{1+g} P_t b_{t-1}^S - P_{k,t}(i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) - P_t c_t^S (1 + H_t \omega) \\ &- P_t^S \end{aligned} \quad (2)$$

Donde H es el tiempo disponible, $HN^S = L_t^S$ es la dotación de trabajo efectivo del consumidor ahorrador. La canasta de consumo está dada por:

$$c_t^j = \left[\rho_x^{\frac{1}{\epsilon}} (c_{x,t}^j)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} + \rho_m^{\frac{1}{\epsilon}} (c_{m,t}^j)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} + \rho_n^{\frac{1}{\epsilon}} (c_{n,t}^j)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} \right]^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \quad (3)$$

Donde c_t^j para $j \in \{S, NS\}$ es una canasta agregada de $c_{x,t}^j$ que representa el consumo del bien exportable, $c_{m,t}^j$ el consumo del bien importable, y $c_{n,t}^j$ el consumo del bien no transable.

El termino $AC_{i,t}^S = \frac{v}{2} \left(\frac{i_{i,t}^S}{k_{i,t-1}^S} - \delta - g \right)^2 k_{i,t-1}^S$ (con $v > 0$) corresponde al costo de ajuste para cambiar el capital acumulado de los bienes transable y no transable, con $i \in \{x, n\}$. Existe un costo de ajuste en el portafolio de deuda extranjera $P_t^S = \frac{n}{2} (b_t^{S*} - \bar{b}^{S*})^2$, donde \bar{b}^{S*} es el valor inicial de los pasivos externos privados en el estado estacionario; en tanto, b_t^{S*} representa los bonos del gobierno en poder de las familias. Adicionalmente, β corresponde al factor de descuento y g es la tasa exógena de crecimiento del PIB. Por otro lado, R son remesas, P_t el precio relativo del bien doméstico utilizado para producir bienes no transables, H_t el impuesto al valor agregado (IVA), $H_{y,t}$ el impuesto sobre la renta del ingreso (ISR).²

Las leyes del movimiento de capital físico en los sectores transable y no transable están dadas por:

$$(1 + g)k_{x,t}^S = i_{x,t}^S + (1 - \delta)k_{x,t-1}^S \quad (4)$$

$$(1 + g)k_{n,t}^S = i_{n,t}^S + (1 - \delta)k_{n,t-1}^S \quad (5)$$

² Las remesas y transferencias son proporcionales a la participación que tiene cada tipo de consumidor en el empleo agregado.

2.1.2. Condiciones de primer orden

En este apartado se muestran las soluciones de primer orden del problema del consumidor ahorrador. La ecuación seis representa la ecuación de Euler, mientras que la ecuación siete representa la decisión óptima entre ocio y consumo. En tanto, las ecuaciones ocho y nueve son las condiciones de arbitraje para la inversión en capital del sector transable y no transable, así como el rendimiento de los bonos del extranjero.

$$\frac{1}{\beta} \left(\frac{c_t^S}{c_{t+1}^S} \right)^{-\frac{1}{\tau}} = \frac{(1 + H_t \omega) (1 + r_t)}{(1 + H_{t+1} \omega) (1 + g)} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} & \frac{r_{x,t+1}(1 - H_{y,t+1})}{P_{k,t+1}} - \frac{\vartheta}{2} (Y_{x,t+1}^S)^2 + \vartheta Y_{x,t+1}^S \left(\frac{i_{x,t+1}^S}{k_{x,t}^S} + (1 - \delta) \right) + (1 - \delta) \\ & = (1 + r_t) \frac{P_{t+1}}{P_t} \frac{P_{k,t}}{P_{k,t+1}} (1 + \vartheta Y_{x,t}^S) \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} & \frac{r_{n,t+1}(1 - H_{y,t+1})}{P_{k,t+1}} - \frac{\vartheta}{2} (Y_{n,t+1}^S)^2 + \vartheta Y_{n,t+1}^S \left(\frac{i_{n,t+1}^S}{k_{n,t}^S} + (1 - \delta) \right) + (1 - \delta) \\ & = (1 + r_t) \frac{P_{t+1}}{P_t} \frac{P_{k,t}}{P_{k,t+1}} (1 + \vartheta Y_{n,t}^S) \end{aligned} \quad (8)$$

$$(1 + r_t) \frac{P_t}{P_{t+1}} = \frac{1 + r_t^*}{1 - \eta (b_t^{S*} - \bar{b}_t^{S*})} \quad (9)$$

Donde

$$Y_{i,t+1}^S = \left(\frac{i_{i,t+1}^S}{k_{i,t}^S} - \delta - g \right). \quad (10)$$

2.1.3. Consumidor no ahorrador

El consumidor no ahorrador no se enfrenta a ningún problema, por lo que su restricción está dada por:

$$P_t c_t^s (1 + H_t \omega) = (1 - H_{y,t}) w_t L_t^{ns} + \frac{aR}{1 + a} \quad (11)$$

2.2. Firmas

La producción de bienes transables y no transables se realiza con el uso de tres factores: capital privado $k_{i,t}$, infraestructura pública $z_{a,t}$ y trabajo efectivo $L_{i,t}$ para $i \in \{x, n\}$. En cada sector, la firma representativa utiliza una función de producción Cobb-Douglas,

$$q_{x,t} = a_{x,t} (z_{a,t})^{\varphi_x} (k_{x,t-1})^{\alpha_x} (L_{x,t})^{1-\alpha_x} \quad (12)$$

$$q_{n,t} = a_{n,t} (z_{a,t})^{\varphi_n} (k_{n,t-1})^{\alpha_n} (L_{n,t})^{1-\alpha_n} \quad (13)$$

Donde $a_{i,t}$ para $i \in \{x, n\}$ representan la productividad total de los factores de cada industria.

2.2.1. Demanda de factores

La demanda de factores de producción en los dos sectores, se obtiene a partir de la solución del siguiente problema de maximización de beneficios:

$$\max_{L_{i,t} k_{i,t-1}} \{P_{i,t} q_{i,t} - w_t L_{i,t} - r_{i,t} k_{i,t-1}\}, \text{ para } i \in \{x, n\} \quad (14)$$

Lo que implica que las demandas de los factores de producción sean,

$$P_{x,t} \alpha_x \frac{q_{x,t}}{k_{x,t-1}} = r_{x,t} \quad (15)$$

$$P_{n,t} \alpha_n \frac{q_{n,t}}{k_{n,t-1}} = r_{n,t} \quad (16)$$

$$P_{x,t} (1 - \alpha_x) \frac{q_{x,t}}{L_{x,t}} = w_t \quad (17)$$

$$P_{n,t} (1 - \alpha_n) \frac{q_{n,t}}{L_{n,t}} = w_t \quad (18)$$

En esta economía tanto las firmas privadas como la infraestructura pública, necesitan construir capital a través de una maquina importada, junto con a_j unidades del bien no transable con $j \in \{k, z_a\}$. Por lo que los precios relativos para la inversión están dados por:

$$P_{k,t} = P_{mm,t} + a_k P_{n,t} \quad (19)$$

$$P_{z_a,t} = P_{mm,t} + a_{z_a} P_{n,t} \quad (20)$$

Donde P_{mm} es el precio relativo de las maquinas importadas y P_n es el precio relativo de los bienes no transables.

2.3. El gobierno

La inversión del gobierno en infraestructura pública ($g_{k,t}$) sigue la ley de movimiento,

$$(1 + g)z_{a,t+1}^{Fl} = (1 - \partial_g)z_{a,t}^{Fl} + g_{k,t}$$

(21)

Donde $z_{a,t+1}^{Fl}$ es el nivel de infraestructura pública libre de fricciones y ∂_g es la depreciación del sector público.

Al igual que Buffie et al. (2012), uno de los aspectos clave del modelo es introducir fricciones sa para representar las ineficiencias que tiene la inversión pública, *i.e.* una unidad de inversión por parte del gobierno en infraestructura, no se traduce efectivamente en una unidad de capital productivo. Por lo tanto, el capital efectivo evoluciona conforme a,

$$z_{a,t} = \overline{sa}\overline{z\bar{a}} + \overline{sa}(z_{a,t}^{Fl} - \overline{z\bar{a}})$$
(22)

Al combinarse con las ecuaciones anteriores, se obtiene que la ley de movimiento de capital físico público en infraestructura está determinada por:

$$(1 + g)z_{a,t+1} = (1 - \partial_g)z_{a,t} + sa(g_{k,t} - \overline{g_k}) + \overline{sa}\overline{g_k}$$
(23)

Donde

$$\overline{g_k} = (g + \delta)\overline{z\bar{a}}$$
(24)

2.3.1. Ajuste fiscal y balanza del gobierno

Las fuentes de ingreso del gobierno se componen del impuesto al valor agregado H_t (IVA), impuestos sobre la renta $H_{y,t}$ (ISR), ingresos por recursos naturales N_t , otros ingresos presupuestarios $I_{o,t}$, en adición al financiamiento proveniente del endeudamiento interno Δb_t y externo $\Delta d_{c,t}$. En tanto, ω representa el nivel de recaudación del IVA. El gasto del gobierno se emplea para cubrir el gasto corriente $g_{c,t}$, el gasto en capital $g_{k,t}$ y repagar las deudas interna b_{t-1} y externa $d_{c,t-1}$. En consecuencia, la balanza del gobierno está dada por:

$$\begin{aligned}
P_t \Delta b_t + \Delta d_{c,t} &= \frac{r_{t-1} - g}{1 + g} P_t b_{t-1} + \frac{r_{c,t-1} - g}{1 + g} P_t d_{c,t-1} + P_{za,t} g_{k,t} + P_{n,t} g_{c,t} - P_t c_t H_t \omega \\
&\quad - H_{y,t} (r_{x,t} k_{x,t-1}^S + r_{n,t} k_{n,t-1}^S + w_t L_t) - N_t - I_{o,t}
\end{aligned}
\tag{25}$$

En cada periodo el gobierno identifica una brecha fiscal, que al igual que Buffie et al. (2012), se denomina como GAP_t para identificar los mecanismos de financiamiento que dispone el sector público,

$$GAP_t = P_t \Delta b_t + \Delta d_{c,t} + (H_t - H_0) \omega P_t c_t + (H_{y,t} - H_{y,0}) (r_{x,t} k_{x,t-1}^S + r_{n,t} k_{n,t-1}^S + w_t L_t)
\tag{26}$$

Esta brecha incorpora la idea de un mecanismo de corto plazo vía emisión de deuda pública, mientras que en el largo plazo es necesario ajustar los impuestos, *i.e.* en un horizonte lejano se tiene que $P_t \Delta b_t = \Delta d_{c,t} = 0$. Además, en el largo plazo se fija un nivel objetivo para la deuda pública que deberá cumplirse. En este sentido, dicho nivel supone la estabilización de la deuda en un horizonte lejano y por definición la política fiscal será sostenible.³

En el largo plazo, las siguientes dos funciones de reacción aseguran una trayectoria sostenible de las finanzas públicas mediante ajustes a los ingresos tributarios:

$$H_t = H_{t-1} + \lambda_1 \left(H_0 + \lambda_H \frac{GAP_t}{P_t c_t} - H_{t-1} \right) + \lambda_2 \left(\frac{D_{t-1} - D_0}{y_t} \right)
\tag{27}$$

³ En el caso de Santaella (2001) y Andrade y Lugo (2017), el nivel de superávit primario sostenible se encuentra dado por la siguiente ecuación:

$$sp^* = d_0 \frac{r - g}{1 + g}$$

Donde d_0 representa el nivel inicial de deuda pública, en tanto, r y g representan la tasas reales de interés y de crecimiento de la economía en el largo plazo. Esta ecuación asegura la sostenibilidad en presencia de un flujo superavitario constante, el cual representa una cota mínima. Una consecuencia de implementar esta estrategia de pagos es la estabilidad de la deuda pública en un horizonte lejano. Ahora bien, en un entorno de equilibrio general es posible que el corto plazo se tengan periodos deficitarios, siempre que en el largo plazo, el balance público sea superavitario. En este sentido, el modelo de la presente investigación constituye un marco metodológico más flexible, a pesar de que en ambos casos, se cumpla el objetivo de estabilizar la deuda pública en un horizonte de largo plazo.

$$\begin{aligned}
H_{y,t} = H_{y,t-1} + \lambda_1 \left(H_{y,0} + (1 - \lambda_H) \frac{GAP_t}{(r_{x,t}k_{x,t-1}^S + r_{n,t}k_{n,t-1}^S + w_t L_t)} - H_{y,t-1} \right) \\
+ \lambda_2 \left(\frac{D_{t-1} - D_0}{y_t} \right)
\end{aligned}
\tag{28}$$

Donde $D_t \in \{b_t, d_{c,t}\}$ representa los recursos provenientes de fuentes de financiamiento público internas y externas y $D_0 \in \{b_0, d_{c,0}\}$ son los niveles iniciales considerados como el objetivo de largo plazo. Por su parte, λ_H representa la proporción de la brecha que se financia mediante el IVA, *i.e.* H_t . En tanto, H_0 y $H_{y,0}$ representan niveles exógenos de los ingresos tributarios. Por último, λ_1 y λ_2 representan las velocidades de ajuste fiscal por conceptos de brecha y nivel objetivo de deuda pública, respectivamente.

Por lo que, en el agregado, estas dos ecuaciones modelan el concepto de sostenibilidad fiscal y el mecanismo de financiamiento que asegura su cumplimiento, esto mediante la brecha GAP_t y la imposición de un nivel objetivo de deuda pública.

2.4. Vaciado de mercado

En equilibrio, la oferta y la demanda del mercado laboral son iguales,

$$L_t = L_t^S + L_t^{NS} = L_{x,t} + L_{n,t} \tag{29}$$

Mientras que, para el mercado de bonos,

$$b_t^S = b_t \tag{30}$$

Respecto al mercado de capitales con $i \in \{n, x\}$,

$$k_{i,t}^S = k_{i,t} \tag{31}$$

Por su parte, el mercado de bienes no transables se vacía de la siguiente manera:

$$q_{n,t} = p_n \left(\frac{P_{n,t}}{P_t} \right)^\epsilon c_t + a_k (i_{x,t} + i_{n,t} + AC_{x,t} + AC_{n,t}) + a_{z\alpha} g_{k,t} + g_{c,t} \quad (32)$$

Después de agregar ambos tipos de consumidores, emplear la restricción presupuestal del gobierno y los precios de equilibrio, se obtiene la siguiente condición de factibilidad de la economía que cumple con la ley de Walras,

$$\begin{aligned} \Delta b_t^* + \Delta d_{c,t} = & \frac{r_{t-1}^* - g}{1 + g} b_{t-1}^* + \frac{r_{c,t-1} - g}{1 + g} d_{c,t-1} + P_{z\alpha,t} g_{k,t} + P_{n,t} g_{c,t} \\ & + P_{k,t} (i_{x,t} + i_{n,t} + AC_{x,t} + AC_{n,t}) - P_{x,t} q_{x,t} - P_{n,t} q_{n,t} + P_t c_t + P_t^S - R_t \\ & - I_{o,t} - N_t \end{aligned} \quad (33)$$

3. Calibración

La calibración del modelo sigue el marco de referencia de Buffie *et al.* (2012) y Andrade, Lugo y De Lira (2017), donde en estado estacionario el equilibrio se caracteriza por $P_x = P_n = P_m = P_{mm} = w = P = 1$.⁴ Mientras que, para calibrar el resto de parámetros del caso mexicano, se emplea una base de 20 años o se toman los datos de los años más recientes de acuerdo a la disponibilidad de la información. El Cuadro 1 muestra los valores de los parámetros calibrados, además de ciertos valores del estado estacionario inicial de la economía mexicana.

Cuadro 1: Calibración

Variable	Descripción	Valor
N	Ingresos petroleros (% PIB)	7.91%
H_y	ISR	11.65%
H	IVA	16.00%
ω	Recaudación del IVA	39.62%
I_o	Otros ingresos del presupuestarios (% PIB)	0.00%
g_k	Gasto en capital (% PIB)	4.46%
g_c	Gasto corriente (% PIB)	17.77%

⁴ Esta calibración implica que el tipo de cambio real sea igual a uno en el equilibrio inicial.

δ_g	Depreciación de la infraestructura pública	2.70%
b^{S^*}	Deuda privada externa no respaldada (% PIB)	5.32%
R	Remesas (% PIB)	2.26%
b	Deuda pública interna (% PIB)	26.39%
d_c	Deuda pública externa (% PIB)	10.17%
r_{dc}	Tasa de interés real externa inicial (%)	8.78%
r^*	Tasa de interés real interna inicial (%)	3.23%
r_f	Tasa de interés real inicial libre de riesgo de la deuda pública externa	4.00%
β	Factor de descuento	0.98
ρ_x	Participación de bienes transables en la canasta de consumo (%)	0.12
ρ_n	Participación de bienes no transables en la canasta de consumo (%)	0.68
ρ_m	Participación de bienes importados en la canasta de consumo (%)	0.2
τ	Elasticidad intertemporal de sustitución	0.5
ϵ	Elasticidad de sustitución intratemporal entre bienes	1.50
φ_x	Participación del capital público en la producción del bien transable	0.17
φ_n	Participación del capital público en la producción del bien no transable	0.17
α_x	Participación del capital en el valor agregado del sector transable	0.52
α_n	Participación del capital en el valor agregado del sector no transable	0.65
δ	Tasa de depreciación (%)	5.00%
g	Tasa de crecimiento exógeno (%)	1.70%
a	Relación entre la población no ahorradora y ahorradora	0.47
η	Costo de ajuste del portafolio de deuda privada con el extranjero	0.0079
a_k	Participación de los costos de insumos no transables en la producción de capital privado	0.46
a_{za}	Participación de los costos de insumos no transables en la producción de capital de gobierno	0.46
sa	Tarifa para usuarios de servicios de capital público	0.71
sa_{ss}	Eficiencia de la inversión pública en equilibrio	0.71

A continuación, se detalla la construcción de los parámetros, así como distintas fuentes que se emplearon para calibrar los datos e implementar el modelo.

- N son los ingresos petroleros como porcentaje del PIB, cifra reportada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y corresponde al promedio de 2005 a 2015.
- H representa el impuesto al valor agregado (IVA) y H_y el impuesto sobre la renta (ISR), donde el IVA se calibró para tener un valor de 16% y el ISR de 11.65%, con los cuales, el nivel de recaudación del estado estacionario inicial corresponde a los del gobierno promedio (sin contar ingresos petroleros) que reporta la SHCP de 2005 a 2015. En tanto ω se calibró en 39.62%, para que, con dicho valor, el nivel de recaudación del IVA como porcentaje del PIB fuese 3.65%, cifra promedio de 2005 a 2015 reportada por la SHCP.

- I_o son los ingresos restantes del sector público, distintos a los provenientes del IVA, del ISR y de recursos naturales. Este parámetro en estado inicial es cero.
- El gasto público en capital g_k , resulta de la diferencia del gasto público neto programable en capital de 4.46% del PIB, dato promedio entre 2005 y 2015; menos la media en el mismo periodo del gasto de capital de Petróleos Mexicanos (Pemex) de 1.9% del PIB. La tasa de depreciación de la infraestructura pública tiene un valor de 2.7%, la cual está dentro del rango de valores reportados por el Fondo Monetario Internacional (FMI).⁵
- El gasto público corriente g_c resulta de la diferencia entre el promedio de 2005 a 2015 del gasto público neto como porcentaje del PIB y el gasto público en capital g_k del punto anterior, monto que asciende a 17.77% del PIB.
- La deuda externa privada no respaldada b^{S*} , es el promedio de 2005 a 2014 del dato que reporta el Banco Mundial como porcentaje del PIB.
- R es la entrada de remesas como el porcentaje del PIB y resulta de promediar las cifras entre 2005 y 2015 del Banco Mundial.
- Las deudas públicas interna b y la deuda externa d_c son el promedio de 2005 a 2015 del Saldo Histórico de los Requerimientos Financieros del Sector Público (SHRFSP) como porcentaje del PIB, datos que reporta la SHCP.
- Las tasas de interés reales implícitas de las deudas interna b_t y externa $d_{c,t}$, se estimaron a partir de un modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO):

$$b_t + d_{c,t} - dp_t = \alpha_b b_{t-1} + \alpha_{d_c} d_{c,t-1} + \varepsilon_t \quad (34)$$

- La serie de tiempo del modelo es en términos del PIB y va de 2000 a 2015, donde dp_t es el déficit primario y ε_t el error de estimación. El coeficiente α_b corresponde a la razón $1 + r_t / 1 + g$, donde r_t es la tasa de interés real de la deuda interna y g la tasa de crecimiento real exógena de la economía. Bajo esta especificación, una $g = 1.7\%$ implica una $r_t = 2.8\%$. Análogamente, el parámetro α_{d_c} es el estimador de la razón $(1 + r_{d_c,t})(1 + depre_t) / (1 + g)$,

⁵ Tomado de (FMI s.f.) disponible en <https://www.imf.org/external/np/fad/publicinvestment/data/info.pdf>

donde $r_{dc,t}$ es la tasa de interés real de la deuda externa y $depre_t$ es la depreciación del tipo de cambio promedio entre 2005 y 2015 de 3.68%; cifra que junto a la tasa de crecimiento económico $g = 1.7\%$, significan una $r_{dc,t} = 8.3\%$.

- Con las tasas de interés real para la deuda interna y externa, en conjunto con la tasa de interés libre de riesgo $r_f = 4.0\%$, cifra tomada de Buffie *et al.* (2012); se obtiene que $vg = 0.0478$ y $\beta = 0.98$.
- Al considerar la balanza comercial, en equilibrio la participación del sector del bien no transable sobre el PIB es igual 69.64%, mientras que la del sector del bien importado es 31.45%. La primera cifra permite calibrar el parámetro ρ_n y se obtiene de Sectores Económicos de la Cuenta Pública (2011) con el promedio de 2003 a 2011, mientras que la participación del bien importado es el promedio de 2005 a 2015 con datos del Banco Mundial, y con ella se calibra ρ_m . La suma de ambos parámetros, sirve para determinar la participación del sector del bien transable ρ_x a partir de la ecuación $\rho_x = 1 - \rho_n - \rho_m$.
- La elasticidad de sustitución intratemporal entre bienes $\epsilon = 1.5$ y la elasticidad intertemporal $\tau = .5$ se toman de Urrutia y Meza (2010).
- En equilibrio, la participación del capital público en la producción φ_x fue calculada con la siguiente formula:

$$\varphi_x \left(\frac{y}{za} \right) sa = 0.43 \tag{35}$$

Donde 0.43 es el efecto multiplicador sobre el PIB, de cada peso de gasto público en capital, monto calculado en Andrade y Lugo (2016). La ecuación captura el efecto del aumento de un peso en capital sobre el PIB.

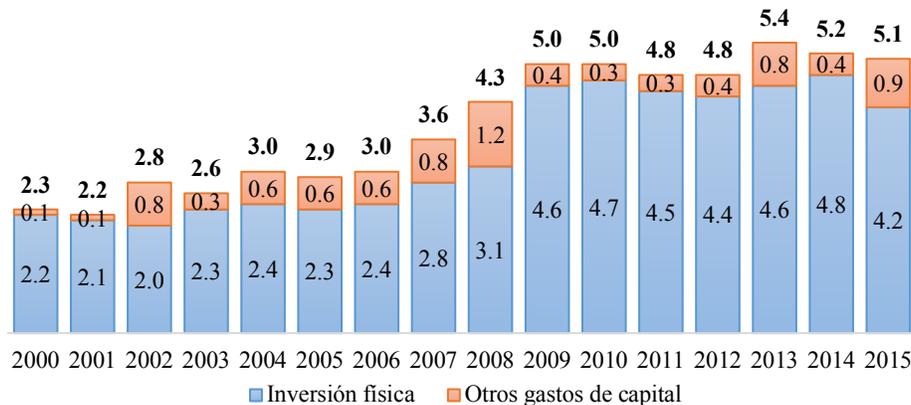
- Las participaciones del capital en el valor agregado del sector transable α_x y del sector no transable α_n se toman de Urrutia y Meza (2010).
- De acuerdo a la literatura, la tasa de depreciación δ tiene un valor de 5%. Mientras que la tasa de crecimiento real exógena de la economía g es igual a 1.7% lo que corresponde al crecimiento exógeno propuesto en Buffie et al. 2012.

- La relación entre la población no ahorradora y ahorradora $a = 0.47$, se calcula a partir de la razón entre quienes no tienen acceso al sistema financiero y quienes sí. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (Enif) 2015, el 68% de los adultos en México posee al menos un servicio financiero formal.
- El costo de ajuste del portafolio de deuda privada con el extranjero η se toma de Buffie *et al.* (2012).
- Las participaciones de los costos de los insumos no transables en la producción de capital privado a_k y público a_{za} se calculan con el promedio de la ratio entre maquinaria importada y la inversión total entre 2000 y 2012, con datos de Banxico.
- Por último, la eficiencia del gasto se calcula con la razón de inversión de largo plazo de Estados Unidos y México. Para ello, se utiliza el gasto en capital como porcentaje del PIB y el índice de infraestructura, donde los datos provienen de la SHCP y el *Bureau of Economic Analysis* (BEA) y el Foro Económico Mundial (FEM). El valor que resulta $sa = 0.71$ es el mismo que el de equilibrio sa_{ss} .

4. Marco general del gasto público en infraestructura en México

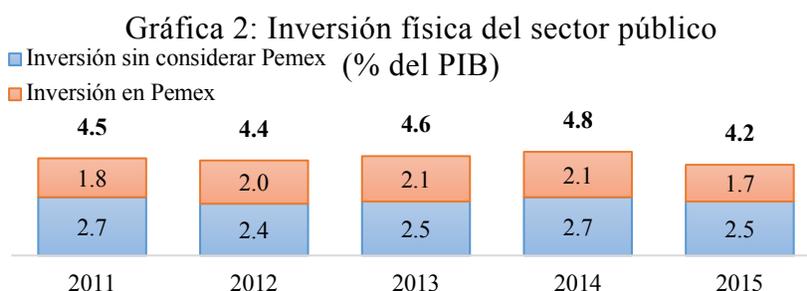
Esta sección describe de manera general la evolución y los principales componentes del gasto público en capital en México. La Gráfica 1 muestra que, el gasto en capital tuvo un aumento de 2.8 puntos porcentuales del PIB entre 2000 y 2015; donde el rubro de inversión física ocupó en promedio el 86% de dicha erogación.

Gráfica 1: Gasto público en capital (%PIB)

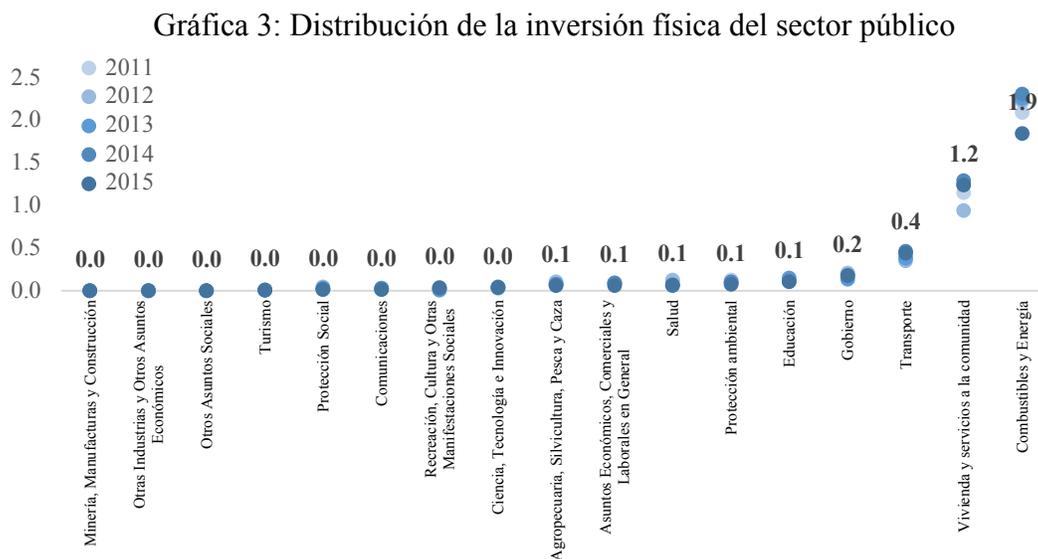


Fuente: elaboración propia con datos de la SHCP.

Si bien, recientemente el monto de gasto público en capital en México ha logrado superar el 5% del PIB, la mayoría de la inversión física se destina a Pemex. En este sentido, la Gráfica 2 refleja que entre 2011 y 2015 la empresa productiva del estado promedio un gasto en inversión física de 1.9% del PIB, que representó 40% de los recursos de inversión pública totales. En tanto, la Gráfica 3 señala que después de los combustibles y energía, los principales rubros a los que se destina la inversión del sector público son transporte, vivienda y servicios a la comunidad.



Fuente: elaboración propia con datos de la SHCP.



Fuente: elaboración propia con datos de la SHCP.

De comparar el monto de inversión física del sector público en México, sin tomar en cuenta el de Pemex, contra el que ejerció EE. UU. entre 2011 y 2015; éste último resulta en promedio menor en 1.3% del PIB. En este contexto, se debe considerar que una economía desarrollada como la de Estados Unidos posee un acervo de infraestructura mayor, lo cual implica que su gasto en inversión se centre en dar mantenimiento al acervo existente.

Más aún, si los países emergentes quieren cerrar la brecha y converger hacia el acervo de infraestructura con el que cuentan las economías desarrolladas, deben redoblar esfuerzos para aumentar su gasto público en inversión. En este sentido, Fay y Morrison (2007) señalan que para que los países latinoamericanos logren aproximarse al nivel de infraestructura que tiene Corea del Sur, se necesita que aumenten anualmente su gasto en inversión entre 3% y 6% del PIB en un horizonte de 20 años para lograr tal cometido.

En particular, lo anterior implica que en México durante los próximos años se triplique el gasto público anual que actualmente se ejerce en infraestructura. Estos autores también resaltan la importancia de la eficacia del gasto público, donde apuntan a que éste debe focalizarse de manera correcta para que ciertamente se transforme en infraestructura productiva.

Este aspecto sobre la relevancia de la eficacia del gasto se retoma más adelante en la investigación, ya que las ineficiencias en su uso; conllevan a contracciones en el crecimiento económico y efectos adversos no deseables.

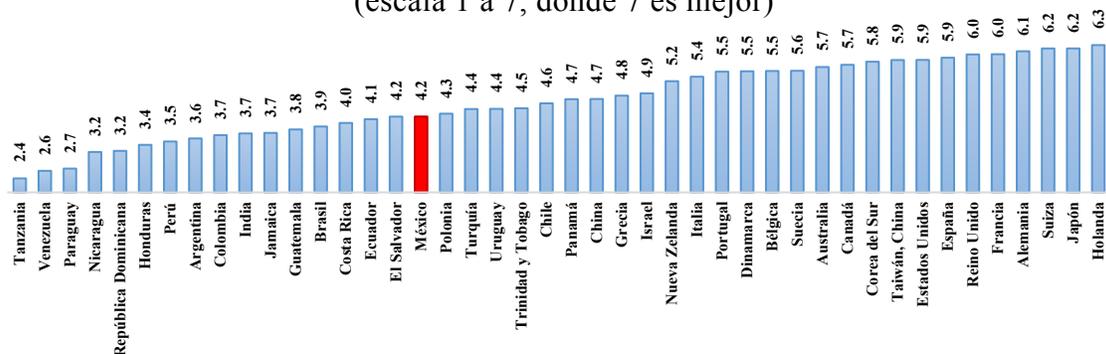
5. Esquema de inversión pública para aumentar la infraestructura en México

Mientras que el anterior apartado otorga un análisis general de la situación del gasto público en infraestructura en la economía mexicana, esta sección elabora un marco para comparar el acervo de infraestructura entre países y determinar el esquema de inversión pública que necesita México para cerrar la brecha con el acervo de las economías desarrolladas.

Con base en datos del Foro Económico Mundial (FEM), la Gráfica 4 señala que el índice de infraestructura total de México se encuentra por debajo del de economías desarrolladas como Japón, Alemania y EE. UU.; incluso, países emergentes como China, Chile y Turquía cuentan con un indicador mayor. Por su parte, la Gráfica 5 indica que para transporte México también está por debajo de las economías desarrolladas y de países emergentes como China, Turquía e India. En tanto para telefonía y electricidad, la Gráfica 6 apunta a que el índice de

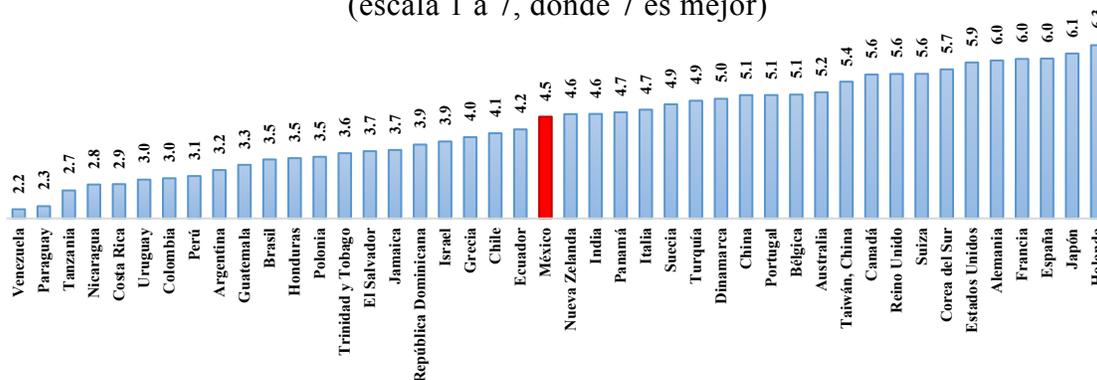
México se ve superado por el de las economías desarrolladas y de países latinoamericanos como Chile, Brasil y Argentina, entre otros.⁶

Gráfica 4: Índice de infraestructura total* 2015
(escala 1 a 7, donde 7 es mejor)



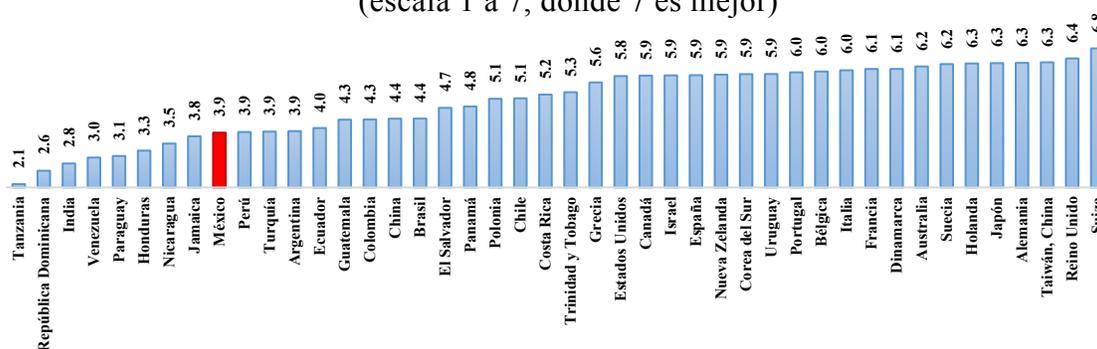
* Incluye los rubros de transporte, telefonía y electricidad.
Fuente: elaboración propia con datos del Foro Económico Mundial.

Gráfica 5: Índice de infraestructura en transporte 2015
(escala 1 a 7, donde 7 es mejor)



Fuente: elaboración propia con datos del Foro Económico Mundial.

Gráfica 6: Índice de infraestructura en telefonía y electricidad 2015
(escala 1 a 7, donde 7 es mejor)



Fuente: elaboración propia con datos del Foro Económico Mundial.

⁶ Datos tomados de The Global Competitiveness Report 2015-2016 del Foro Económico Mundial disponibles en: <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2015-2016/>

Más aún, la Gráfica 7 vincula el índice de infraestructura del FEM con el logaritmo natural del PIB per cápita, donde se obtiene una correlación de 0.9. En el caso de México, con una muestra de 41 economías, se aprecia que el país está justo sobre la línea de tendencia; hallazgo que además de señalar que el índice de infraestructura y el PIB per cápita son correspondientes, resalta el hecho de que en México existen áreas de oportunidad para aumentar el acervo de infraestructura y con ello elevar el desarrollo económico a su nivel potencial.⁷

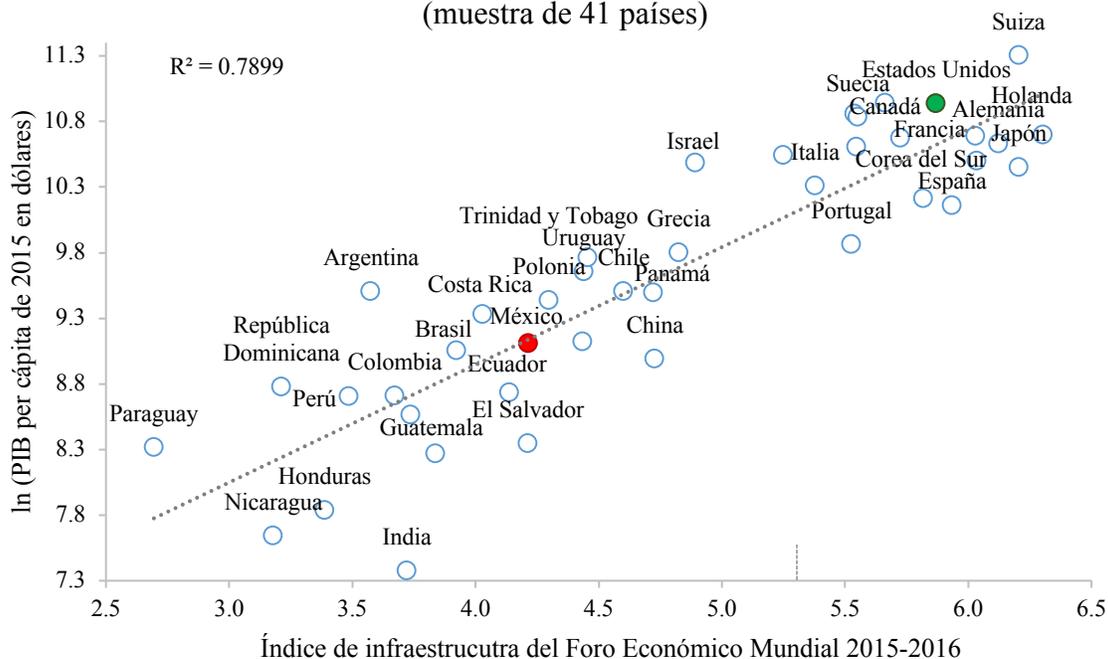
En este sentido, autores como Aschauer y Holtz-Eakin (1993), Bom y Ligthart (2009), Calderón, Moral-Benito y Servén (2011) y Loayza y Odawara (2010) señalan que un mayor acervo de infraestructura provee los medios necesarios para desempeñar plenamente las diferentes actividades económicas de una región, además de que su presencia; aumenta la competitividad, la productividad y en consecuencia el producto interno bruto de un país.

Por lo anterior y con base en los resultados de la Gráfica 7, donde se perciben las diferencias reales entre los niveles del índice de infraestructura y del PIB per cápita de las economías emergentes y desarrolladas; es que el presente estudio plantea una política de inversión que converja el acervo de infraestructura en México hacia el nivel de las naciones desarrolladas y con ello favorecer el desarrollo económico del país.

Particularmente, esta política de inversión buscaría que la economía mexicana pasara del segundo al tercer estrato, tanto en su índice de infraestructura como en su PIB per cápita, y con ello alcanzar los niveles de países como Corea del Sur, Alemania o Estados Unidos, por mencionar algunos ejemplos. Sin embargo, una estrategia de tal envergadura debe contemplar los efectos macroeconómicos y fiscales que implican su implementación; por ello, para evaluar su factibilidad hacendaria el análisis debe conducirse en un marco de equilibrio general.

⁷ Si bien la correlación encontrada no implica causalidad, ya que se podría argumentar que más PIB per cápita conduce a más gasto en infraestructura debido al mayor acervo de ésta; existe literatura que señala que la infraestructura tiene un efecto positivo sobre la productividad. Con ello, además de establecer una implicación directa entre el acervo de infraestructura y sus impactos positivos para el PIB, se brindan argumentos a favor de la línea de causalidad.

Gráfica 7: Infraestructura y PIB per cápita 2015
(muestra de 41 países)



Estratificación* de la muestra de 41 países

Indicadores / Estratos	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	
Índice de Infraestructura	Países	13	13	15
	Límites	[2.7, 4.1]	(4.1, 5.5]	(5.5, 6.3]
ln (PIB per cápita)	Países	13	13	15
	Límites	[7.4, 9.1]	(9.1, 10.3]	(10.3, 11.3]

* La metodología se basa en Dalenius y Hogdes (1959) para tener estratos con observaciones lo más homogéneas posibles.

Fuente: elaboración propia con datos del Foro Económico Mundial y del Banco Mundial.

Además del resto de parámetros que se exponen en las secciones dos y tres, se necesitan considerar otros dos factores. El primero, es la eficiencia de la inversión del gobierno mexicano respecto al gobierno de la economía desarrollada que cuenta con un mayor acervo de infraestructura; esto, para que el modelo determine los niveles de gasto público que se necesitan para incrementar las erogaciones de inversión.

La ecuación 35 muestra cómo se calcula implícitamente la eficiencia de la inversión pública del gobierno mexicano en estado estacionario, donde el país de referencia al que se pretende alcanzar en materia de infraestructura es Estados Unidos. Lo cual resulta en un nivel de eficiencia implícito igual a 0.7.⁸

⁸ Para el país j el nivel de capital de infraestructura en estado estacionario es igual a,

$$za^j = \frac{g_k^j sa^j}{g + \delta_g}$$

$$sa^{mx} = \left(\frac{g_k^{us}}{g_k^{mx}} \right) / \left(\frac{za^{us}}{za^{mx}} \right) \quad (36)$$

El segundo factor, involucra precisar de cuánto es el esfuerzo que se requiere para que el nivel de infraestructura de México se asemeje al acervo de Estados Unidos. En este sentido, el Cuadro 2 apunta a que para cerrar la brecha, la economía mexicana necesita un esquema de inversión que aumente el índice de infraestructura total del FME en 53%.

En el caso del modelo, esto significa que se debe plantear un esquema de inversión en infraestructura pública que eleve el acervo mexicano en 1.53 veces en 10 años; lo anterior, al tomar como marco referencia el lapso de implementación que señalan Buffie *et al.* (2012).

Cuadro 2: Esfuerzo para aumentar el acervo de infraestructura en México

	Inversión física Promedio 2011-2015 (% PIB)	Índice de infraestructura 2015 - 2016
EE. UU.	2.5	5.9
México	2.6	4.2
EE. UU. / México	1.0	1.5

Fuente: elaboración propia con datos del BEA, SHCP y Foro Económico Mundial.

Para lograr que los acervos de infraestructuras de México y EE. UU. converjan en una década, el esquema de inversión requerido implica fuertes incrementos del gasto público. En particular, con el fin de crecer en 53% el acervo de infraestructura en México en 10 años, el gasto público en inversión en términos del PIB debe pasar de 2.5% en el año cero a 3.9% en el año 10; con un máximo de 8.9% en el cuarto periodo. Asimismo, para mantener el acervo de infraestructura en largo plazo se necesita que el gasto en inversión permanezca en 3.9% del PIB después del décimo año. La Gráfica 8 ilustra la evolución del acervo de

Bajo el supuesto de que la depreciación y las tasas de crecimiento exógenas son constantes entre países, la razón de capital de infraestructura para los países j e i está dada por:

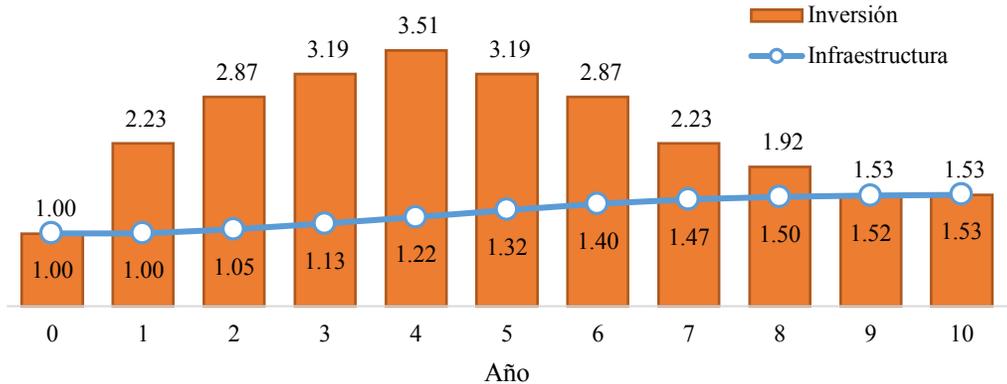
$$\frac{za^j}{za^i} = \frac{g_k^j sa^j}{g_k^i sa^i}$$

Así, para la presente investigación $j = \text{EE.UU.}$ e $i = \text{México}$; donde $sa^j = 1$ permite caracterizar implícitamente el valor de sa^i .

infraestructura y el esquema de inversión propuesto, donde el año cero está normalizado a uno.

Fay y Morrison (2007) señalan que para que los países latinoamericanos cierren su brecha de infraestructura respecto a las economías desarrolladas, necesitan trayectorias que aumenten la inversión pública entre 3% y 6% del PIB. Más aún, si el esquema de inversión que plantea la presente investigación tuviera una aproximación de 20 años en vez de una década, en México el gasto en inversión pública alcanzaría un máximo de 5% del PIB entre los años 6 y 12, para después ubicarse en un nivel constante de 3.9% del PIB; cifras que están en el rango estimado por Fay y Morrison (2007).

Gráfica 8: Esquema de inversión y acervo de infraestructura* (% del PIB y nivel)



* En el año cero, el nivel del acervo de infraestructura está normalizado a uno. Por lo que, después de diez años el acervo es mayor en 53%.
Fuente: con datos del BEA, SHCP y Foro Económico Mundial.

6. Evaluación de factibilidad

Con base en las consideraciones del apartado anterior, en cuanto a la eficiencia de la inversión del gobierno mexicano y el esfuerzo requerido para converger al nivel de infraestructura que existe en EE. UU.; esta sección evalúa numéricamente los impactos macroeconómicos y fiscales que se originan por la política de aumentar el gasto público en infraestructura en México. Donde en primer lugar se presentan los resultados del equilibrio general en largo plazo y posteriormente se abordan los efectos del esquema de inversión en el corto y mediano plazo.

6.1. Resultados de largo plazo

Este apartado muestra la evolución de largo plazo de las diferentes variables macroeconómicas y fiscales de México, en presencia de un escenario donde se modela una trayectoria para expandir el gasto público en inversión física en 53% y ubicarlo en 3.9% del PIB en el horizonte lejano (ver Gráfica 8). El mecanismo de financiamiento de corto término es la deuda pública, mientras que los impuestos al consumo o al ingreso se constituyen como la fuente de recursos de largo plazo.

En un primer ejercicio la deuda interna es el instrumento de financiamiento inmediato y la construcción del modelo hace que en el largo plazo, ésta se establezca en el nivel inicial exógenamente predeterminado como porcentaje del PIB; en tanto, la deuda externa se mantiene constante en términos reales, sin que ello signifique igualar el nivel inicial como proporción del PIB.⁹ Por lo que, el mecanismo de financiamiento de corto término tiene un efecto marginal en el equilibrio de largo plazo y son los impuestos los que capturan los movimientos del gasto público.

Asimismo, para destacar la importancia de la eficiencia del gasto público en México, además del valor de calibración inicial de 0.7, se consideraron otros dos escenarios alternativos con eficiencias de 50% y 100%. Así, mientras el primer escenario captura que por cada peso gastado 50 centavos no logran convertirse en infraestructura, el segundo escenario modela una transformación total del gasto destinado a inversión física.

El Cuadro 3 señala que, respecto al estado estacionario inicial, una eficiencia del gasto de 71% produce un crecimiento real del PIB per cápita de 13.5%. En tanto un choque negativo que disminuya la eficiencia a 50%, generara un aumento real del PIB per cápita de 9.9 % y un choque positivo que crezca la eficiencia a 100%, origina un incremento real en el PIB per cápita de 18%. El principal motor de crecimiento proviene de la industria del bien transable, ya que de lograr una eficiencia de 100% en la transformación de la inversión física; en el largo plazo se lograría una expansión real de 27.5%, 6.5 puntos porcentuales más que en el escenario con una eficiencia al 71%.

⁹ Más adelante en este apartado se expone que el cambio de dicho indicador no es sustancial.

De igual manera, los resultados indican que entre mayor sea el crecimiento real de la inversión privada, el aumento real del consumo privado será superior; lo que se potencializa en el escenario con eficiencia del gasto público de 100%, ya que este factor implica un menor efecto de desplazamiento para la inversión privada.

Asimismo, mejorar la eficiencia del gasto se traduce en una menor tasa impositiva para hacer sostenible el tren de inversión pública en un horizonte lejano. En este sentido, una política que aumente el gasto público en inversión y traslade eficazmente el capital para la formación de infraestructura, no demanda fuentes de financiamiento extraordinarias en el largo plazo. Por el contrario, esta estrategia genera más recursos para la economía e incluso para el gobierno, situación que podría aprovecharse para cubrir otros rubros del gasto o disminuir el nivel de deuda pública en el largo plazo.¹⁰

Con el objetivo de explorar la sensibilidad del modelo y dimensionar las consecuencias económicas y fiscales que surgen de modificar el mecanismo de financiamiento de corto y largo plazo, el Cuadro 4 muestra los resultados de las distintas combinaciones de los dos tipos de deuda pública y las dos clases de impuestos; donde en todos los escenarios se mantiene el parámetro original para la eficiencia del gasto público de 71%.

En este marco, las tasas de crecimiento reales de los indicadores tienen un mejor desempeño en los escenarios donde el ISR es la fuente de financiamiento de largo plazo. Lo anterior, ya que en el nuevo estado estacionario la economía alcanza un mayor nivel de eficiencia que logra más producción del bien transable y menores tasas impositivas, dinámica que se refleja en un mejor ritmo de crecimiento para la inversión privada y el PIB.

¹⁰ Por construcción el modelo determina un nivel objetivo para la deuda pública interna, lo que aunado al factor de eficiencia del gasto público; provoca que los impuestos se muevan a la alza o a la baja para cumplir con la balanza fiscal del gobierno.

Cuadro 3: Crecimientos reales* en el equilibrio de largo plazo

	Eficiencia del gasto (<i>sa</i>)		
	0.5	0.7	1.0
PIB per cápita real	9.9%	13.5%	18.0%
Producción del bien transable	15.9%	21.0%	27.5%
Producción del bien no transables	7.2%	10.1%	13.7%
Inversión privada	10.9%	14.8%	19.7%
Consumo privado	9.3%	13.4%	18.8%
Infraestructura	37.1%	52.7%	74.3%
Impuesto al consumo*	16.0%	14.1%	11.7%
Impuesto al ingreso*	11.7%	11.7%	11.7%
Salario real	9.6%	13.0%	17.4%
Precio bien no transable	1.3%	1.7%	2.2%

* Con excepción de los impuestos al consumo y al ingreso donde se muestra la tasa impositiva, el resto de valores corresponde al cambio porcentual real respecto al estado estacionario inicial.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4: Análisis de sensibilidad de los instrumentos de financiamiento
Crecimientos reales* en el equilibrio de largo plazo

	Eficiencia del gasto = 0.7			
	IVA		ISR	
	Interna	Externa	Interna	Externa
PIB per cápita real	13.5%	13.5%	13.9%	13.9%
Producción del bien transable	21.0%	21.3%	21.9%	22.1%
Producción del bien no transables	10.1%	10.0%	10.3%	10.2%
Inversión privada	14.8%	14.8%	16.0%	15.9%
Consumo privado	13.4%	13.3%	13.6%	13.4%
Infraestructura	52.7%	52.7%	52.7%	52.7%
Impuesto al consumo	14.1%	14.3%	16.0%	16.0%
Impuesto al ingreso	11.7%	11.7%	11.2%	11.2%
Salario real	13.0%	13.0%	13.5%	13.4%
Precio bien no transable	1.7%	1.7%	1.8%	1.8%

* Con excepción de los impuestos al consumo y al ingreso donde se muestra la tasa impositiva, el resto de valores corresponde al cambio porcentual real respecto al estado estacionario inicial.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, para completar el análisis de sensibilidad y capturar los movimientos de la tasa de crecimiento real del PIB per cápita, ante distintos valores del factor de eficiencia del gasto público en inversión; la Gráfica 9 incorpora diferentes especificaciones de dicho factor en conjunto con cambios en el parámetro λ_H , el cual representa la proporción de inversión pública que es financiada en el largo plazo mediante IVA.

En términos del modelo, esto significa que las eficiencias del gasto en el corto y largo plazo toman el mismo valor, *i.e.* $sa = sa_{ss}$, donde $sa \in [0.1, 1]$ representa el nivel de inversión real que se transforma en infraestructura. Asimismo, $\lambda_H \in [0, 1]$ captura el intercambio que podría darse entre IVA e ISR como instrumento de financiamiento de largo plazo.

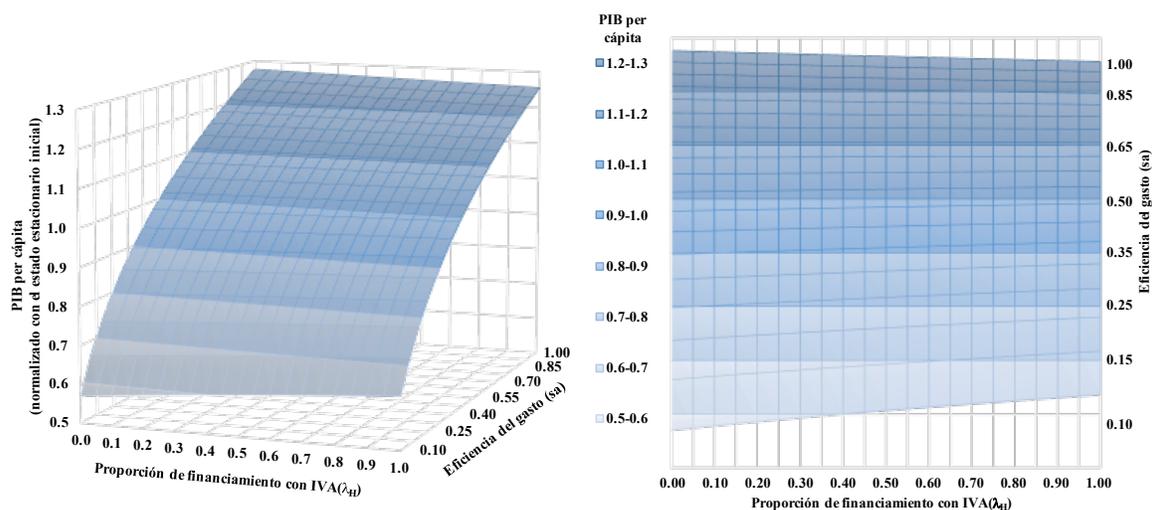
Los resultados de la Gráfica 9 indican que niveles de eficiencia menores a 50% conducen a contracciones en la economía, lo que implica que un incremento del gasto público en inversión, lejos de ser productivo genera efectos adversos para el desempeño económico. Lo anterior, debido a que la pérdida de recursos es considerable y sobrepasa los beneficios de la política expansiva, hallazgo que es robusto ante las distintas combinaciones del mecanismo de financiamiento de largo plazo λ_H .

Finalmente, la tasa de crecimiento del PIB per cápita alcanza un máximo de 27.6%, cuando en el largo plazo el aumento del gasto en capital es financiado mediante ISR con $\lambda_H = 0$ y una eficiencia del 100% en el gasto de inversión. De considerar como largo plazo una temporalidad de 50 años, el incremento absoluto del PIB per cápita de 27.6% implica una tasa de crecimiento real anual promedio de 0.5%; que aunado a la tasa de crecimiento real exógena g de 1.7%, permitiría tener un incremento real anual de 2.2% para la economía mexicana.

Cifras del FMI señalan que entre 1980 y 2016, el PIB per cápita de EE. UU. tuvo un incremento real anual promedio de 1.7%. Por lo que, si México alcanzara una eficiencia del gasto público en inversión de 100%, junto con un mecanismo de financiamiento soportado por el ISR; el efecto de aumentar su acervo de infraestructura sólo alcanzaría a explicar alrededor de una tercera parte del ritmo de crecimiento estadounidense.¹¹

¹¹ Para el cálculo se debe considerar únicamente el monto de la tasa de crecimiento real del PIB per cápita del modelo, ya que la tasa de crecimiento real de la economía g es un parámetro exógeno. Más aún, de comparar los montos de PIB per cápita con poder de paridad de compra de México y EE. UU., entre 1980 y 2016 el mexicano representó en promedio 34.8% del estadounidense.

Gráfica 9: Análisis de sensibilidad del PIB per cápita ante cambios en el mecanismo de financiamiento de largo plazo y en la eficiencia del gasto público en México



Nota: El PIB per cápita está normalizado a uno en el estado estacionario inicial. En este sentido dicho indicador se comporta como un índice, que al tomar un valor decimal se interpreta como una contracción real en el equilibrio de largo plazo; de magnitud igual al valor absoluto de la diferencia respecto a uno. Análogamente, un monto superior a la unidad significa un crecimiento real, de magnitud igual al valor absoluto de la diferencia respecto a uno.
Fuente: elaboración propia.

6.2. Resultados de corto y mediano plazo

Los hallazgos del anterior apartado muestran que, al utilizar crédito para financiar el gasto público en inversión en el largo plazo, éste tiene un efecto marginal sobre los diferentes indicadores macroeconómicos y fiscales. Lo anterior, ya que en el nuevo estado estacionario la construcción del modelo considera que la deuda pública tiene por objetivo regresar a su nivel inicial como porcentaje del PIB o mantener el monto original en términos reales.

Pese a ello, en el corto plazo la emisión de deuda pública sí provoca impactos de desplazamiento sobre la inversión y el consumo privado, resultados que tienen una consecuencia negativa para el crecimiento del PIB y se abordan en la presente sección.¹² En este sentido, las Gráficas 10 y 11 muestran la evolución de los diferentes indicadores macroeconómicos y fiscales donde el financiamiento de la inversión pública en el largo plazo es mediante IVA e ISR, respectivamente. En ambos ejercicios, también se contrasta el

¹² Los distintos escenarios de este apartado retoman la calibración original del parámetro de eficiencia del gasto en inversión, por lo que $s_a = 0.71$.

desempeño de los indicadores al intercambiar las deudas interna y externa para financiar el gasto en inversión en el corto plazo.

En primer lugar, el bienestar de las familias, capturado a través de la utilidad descontada del consumo, es mayor cuando la deuda interna es el mecanismo que financia el aumento de la inversión pública en el corto término, esto con independencia de qué tipo de impuesto se emplea para fondar la política expansiva en el largo plazo; aunque el financiamiento vía IVA presenta ligeramente una mayor utilidad en comparación con el ISR. Este hallazgo, captura la disciplina que ha mostrado el gobierno mexicano de favorecer la emisión de crédito público en el mercado interno y con ello mitigar el efecto adverso que provocan los posibles choques negativos al tipo de cambio.

Datos de la SHCP indican que entre 2010 y 2016, en promedio el 71.4% del SHRFSP estaba colocado en el mercado interno, mientras que el 28.6% en mercados internacionales. En tanto, cifras del Banco de México apuntan que al iniciar 2010 el tipo de cambio se ubicaba en 12.92 pesos por dólar de EE. UU. y al cierre de 2016 este indicador cambiario estaba en 20.62 pesos por dólar, lo que representó una depreciación de 59.6% de la moneda mexicana y en consecuencia, el aumento del costo de la deuda pública emitida en moneda extranjera.

En este contexto, la preferencia de crédito público interno como instrumento de financiamiento de corto plazo provoca un mayor desplazamiento de la inversión privada, hecho que se exacerba cuando el ISR es el mecanismo para fondar la política en el largo plazo. Mientras que al utilizar el IVA el desplazamiento se produce durante los primeros cinco años, cuando se emplea el ISR el impacto se alarga hasta el octavo periodo y alcanza mayor magnitud; por lo que este impuesto impacta negativamente en mayor medida la eficiencia económica.

Consecuentemente, los efectos distorsionantes que introduce el ISR provocan que la economía esté por debajo de su potencial de crecimiento, lo cual, se refleja en menores tasas de incremento real para el PIB per cápita y la producción de los bienes transable y no transable.

Por otro lado, el precio relativo del bien no transable presenta mayor volatilidad en el corto plazo, lo cual es motivado por el aumento de la deuda pública para financiar el incremento

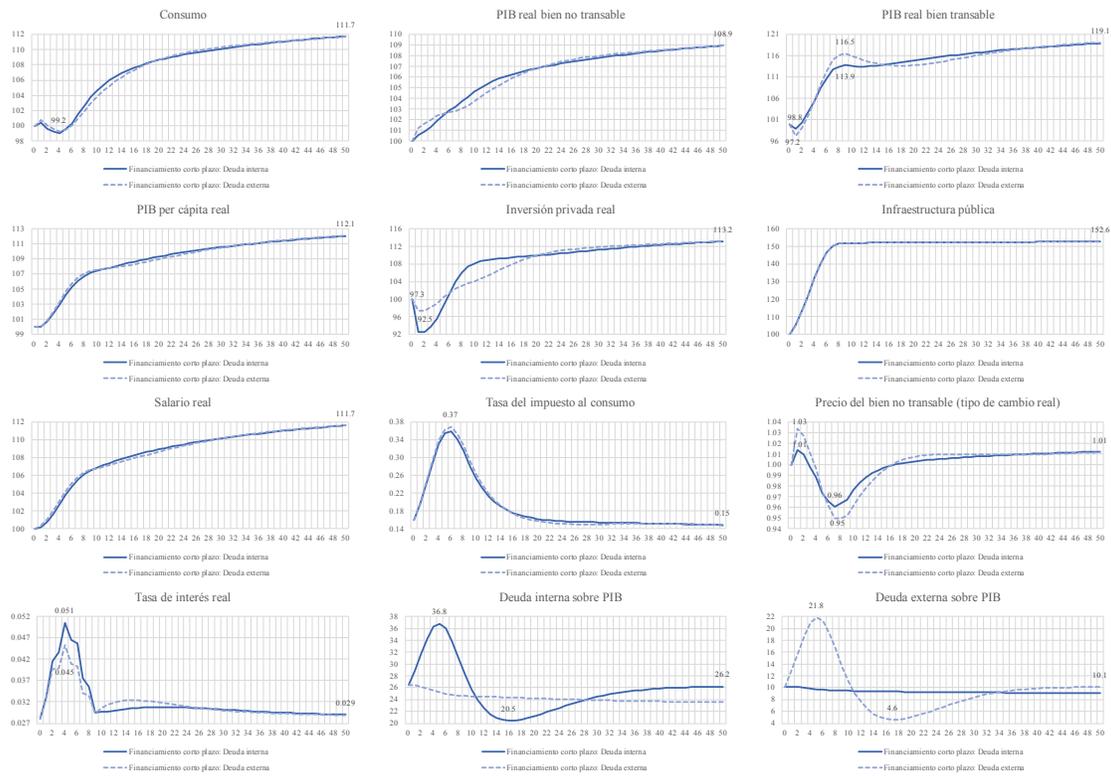
del gasto público en inversión en el corto término; factor que se intensifica cuando el mecanismo de financiamiento es la deuda externa, debido a que el precio del bien no transable representa el tipo de cambio real en el modelo y captura la evolución del mercado local e internacional.

Asimismo, la tasa de interés real presenta más volatilidad en los primeros años, cuando el gobierno demanda recursos a través de la emisión de crédito público para fondar el crecimiento del gasto en inversión en el corto plazo. Sin embargo, una vez que el mecanismo de financiamiento de largo plazo repaga la deuda contratada, la tasa de interés real desciende para estabilizarse en su nivel inicial.

En cualquiera de los escenarios planteados, el financiamiento de largo plazo vía impuestos demanda incrementar la tasa impositiva; de manera que esto permita repagar la deuda contraída y hacer sostenible la expansión del gasto público en inversión. Al utilizar el impuesto al consumo, la tasa impositiva asciende a un máximo de 37%; más del doble de la medida con la que actualmente se tributa. En tanto, financiar el aumento mediante el impuesto al ingreso, involucra que su tasa impositiva crezca más de la mitad hasta alcanzar un máximo de 17%.

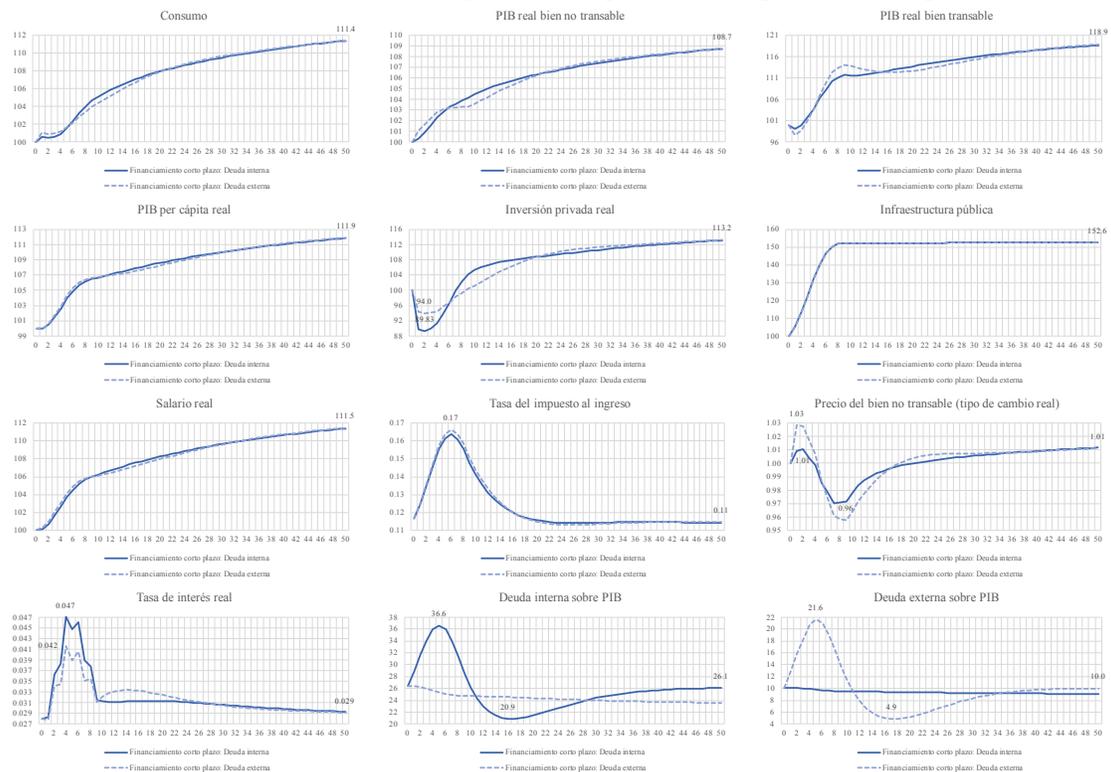
En el caso particular del ISR, la construcción del modelo junto con la solución de las condiciones de primer orden; permiten que la evolución de la tasa impositiva *ceteris paribus*, capture la dinámica que deben seguir los ingresos tributarios como proporción del PIB para financiar la expansión del gasto público en inversión. En este contexto, la Gráfica 11 señala que para que el aumento de infraestructura en México sea factible, se necesita en el periodo seis un rango mínimo de crecimiento de 6% del PIB en los ingresos tributarios.

Gráfica 10: Resultados de corto y mediano plazo vía impuestos al consumo (IVA)



Fuente: elaboración propia.

Gráfica 11: Resultados de corto y mediano plazo vía impuestos al ingreso (ISR)



Fuente: elaboración propia.

Más aún, de implementar la estrategia de expansión del gasto público en inversión a través modificaciones a las tasas impositivas, se debe considerar la necesidad de reformar el marco hacendario, lo que se traduce en importantes retos para los ámbitos político y fiscal.

En este sentido al igual que Buffie *et al.* (2012), la presente investigación realiza el supuesto de que el costo político es menor cuando sólo se cambia la media impositiva del impuesto sobre la renta, que aunado a establecer un límite superior para la tasa de tributación y el hecho de que por construcción, la evolución de la tasa captura el monto necesario de ajuste en los ingresos tributarios como porcentaje del PIB; se pueden modelar los efectos de macroeconómicos y fiscales en un escenario con restricciones, al tiempo que se evalúa la factibilidad del proyecto de inversión pública.

Además del tope a la tasa impositiva del ISR, se impone la condición de utilizar deuda externa como instrumento de financiamiento de corto plazo; esto para minimizar el efecto de desplazamiento de la inversión privada y favorecer el desempeño agregado de la economía. Concretamente, en el modelo planteado se reemplazan las ecuaciones referentes a la evolución de los impuestos por las siguientes:

$$H_t = H_0 \tag{37}$$

$$H_{y,t} = \min \left\{ H_y^u, H_{y,t-1} + \lambda_1 \left(H_{y,0} + (1 - \lambda_H) \frac{GAP_t}{(r_{x,t}k_{x,t-1}^S + r_{n,t}k_{n,t-1}^S + w_t L_t)} - H_{y,t-1} \right) + \lambda_2 \left(\frac{D_{t-1} - D_0}{y_t} \right) \right\} \tag{38}$$

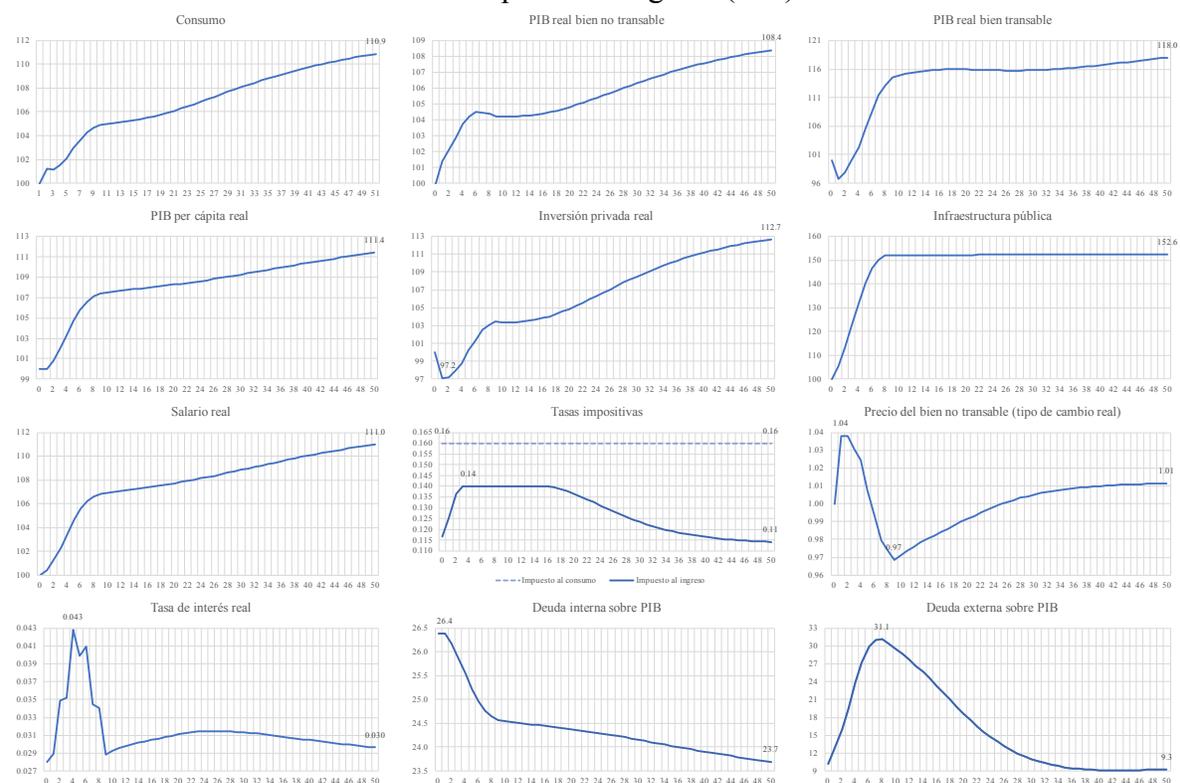
Donde $H_0 = 0.16$ y $H_y^u = 0.14$, son las tasas impositivas al consumo y al ingreso por rentas, respectivamente. Mientras que el IVA permanece constante en una tasa igual a 16%, el ISR está restringido a 14%; equivalente a un aumento en los ingresos tributarios de hasta 3% del PIB para fondar en el largo plazo el crecimiento de la inversión pública.

La Gráfica 12 muestra que los resultados de los indicadores de este ejercicio son similares a los encontrados en la Gráfica 11, tanto en evolución como en magnitud, y donde el crédito

externo se emplea como mecanismo de financiamiento de corto plazo. La gran diferencia está en que, al restringir la medida impositiva del ISR, provoca su permanencia en una tasa de 14% durante 15 años; equivalente a sostener un aumento en los ingresos tributarios de 3% del PIB entre los periodos tres y dieciocho. En tanto al no existir la restricción del ISR, se alcanza una tasa de 17% con una convergencia más rápida hacia el nivel inicial.

Por otro lado, el límite sobre la tasa del ISR conduce a una mayor emisión de deuda externa para fondar el gasto en inversión en el corto plazo; con un nivel máximo de 31.1% del PIB. A diferencia que, sin restricción, la necesidad más grande se ubica en 21.8% del PIB. Sin embargo, en ambos casos el modelo tiene por objetivo regresar al monto original de deuda externa como proporción del PIB. A pesar de las restricciones impositivas del ISR, el principal hallazgo de este ejercicio es que una estrategia para crecer la inversión pública y con ello el acervo de infraestructura en México; es factible en el corto, mediano y largo plazo, e incluso genera beneficios inmediatos.

Gráfica 12: Resultados de corto y mediano plazo con restricciones en el impuesto al ingreso (ISR)



Fuente: elaboración propia.

7. Conclusiones y consideraciones finales

Con base en la fuerte correlación que ocurre entre el índice de infraestructura del FEM y el PIB per cápita de 41 economías, se aprecia que, en México, existe una oportunidad para aumentar el acervo de infraestructura y con ello elevar la competitividad, la productividad y en consecuencia el PIB del país, como establece el marco teórico. Sin embargo, una estrategia de tal magnitud debe considerar los impactos macroeconómicos y fiscales que implica su implementación; lo que conduce a que el análisis de factibilidad hacendaria se desarrolle en un marco de equilibrio general.

Asimismo, trasladar eficazmente la inversión pública para la formación de infraestructura, es un factor clave que favorece la sostenibilidad de una política de ampliación del gasto público en inversión y que tiene por objetivo impulsar el crecimiento económico. Lo anterior, ya que dicha estrategia además de generar sus propios recursos, fortalece la postura fiscal del gobierno; situación que puede aprovecharse para cubrir otros rubros del gasto e incluso disminuir el nivel de deuda pública en un horizonte lejano.

En este contexto, las tasas de crecimiento reales de los diferentes indicadores macroeconómicos y fiscales, tienen un mejor desempeño en los escenarios donde el ISR es la fuente de financiamiento de largo plazo. Lo anterior, ya que en el nuevo estado estacionario la economía es más eficiente y alcanza un mayor nivel producción del bien transable con menores tasas impositivas, dinámica que se refleja en un mayor monto de inversión privada y de PIB.

Por otro lado, con el esquema de inversión propuesto, si la eficiencia del gobierno mexicano para convertir el gasto de inversión en infraestructura es menor a 50%, se producen contracciones en la economía; debido a que la pérdida de recursos es considerable y excede los beneficios de la política expansiva.

En tanto, de acuerdo con la transición del modelo entre el corto y largo plazo, si México alcanza una eficiencia de 100% y emplea un mecanismo de financiamiento soportado por el ISR. El efecto de aumentar el acervo de infraestructura para converger al nivel presente Estados Unidos, además de generar un crecimiento real del PIB per cápita mexicano de hasta 27.6%; serviría para explicar alrededor de una tercera parte de las diferencias que se

presentaron, entre los ritmos de crecimiento de México y EE. UU. durante los últimos 36 años.

Si bien en el largo plazo los resultados del modelo apuntan a que el ISR es el mecanismo de financiamiento que obtiene mejores resultados, este hallazgo no se cumple en el corto y mediano plazo; debido a que este impuesto introduce distorsiones que merman la eficiencia de la economía y provocan que esté por debajo de su potencial de desarrollo; consecuentemente, el IVA es el mecanismo que logra tasas de crecimiento reales que son ligeramente superiores tanto para el PIB per cápita, como para la producción de los bienes transable y no transable.

Asimismo, en el corto y mediano plazo el bienestar de las familias es mayor cuando la deuda interna es el mecanismo que fondea el aumento de la inversión pública, esto con independencia de qué impuesto se emplea para financiar la política expansiva en el largo plazo; aunque el IVA presenta una utilidad descontada del consumo levemente superior a la del ISR. Sin embargo, la preferencia de crédito público interno como instrumento de financiamiento de corto plazo provoca un mayor desplazamiento de la inversión privada, hecho que se exagera cuando el ISR es el instrumento de fondeo de largo plazo.

Para que el aumento del gasto público en inversión sea sostenible, se necesita incrementar la tasa impositiva en cualquiera de los escenarios planteados; de manera que esto permita repagar la deuda que se contrata en el corto término para fondar el proyecto. Sin embargo, lo anterior involucra reformas al marco hacendario, que se traducen en importantes retos en los ámbitos político y fiscal. Con base en el marco teórico, la presente investigación asume que cambiar la tasa impositiva del ISR representa un costo político menor, en comparación con cualquier modificación al IVA.

En este contexto y al aprovechar la característica del modelo, referente a que la tasa del ISR captura los movimientos de los ingresos tributarios como porcentaje del PIB, se imponen restricciones sobre la medida impositiva de este impuesto y la condición de utilizar deuda externa como instrumento de financiamiento de corto plazo; esto para evaluar la factibilidad de expandir el gasto público destinado a infraestructura, al tiempo que se minimiza el desplazamiento de la inversión privada y se favorece el desempeño agregado de la economía.

El principal hallazgo de este ejercicio es que, a pesar de las restricciones fiscales, una estrategia para crecer la inversión pública y con ello el acervo de infraestructura en México; es factible en el corto, mediano y largo plazo, e incluso genera beneficios inmediatos.

Referencias

- Andrade, Juan Manuel, Max Lugo, y Irving De Lira. *Modelo de Factibilidad Hacendaria: Caso práctico para evaluar la sostenibilidad de la inversión en Educación Media Superior en México*. Instituto Belisario Domínguez, Senado de la República., 2017.
- Andrade, Juan Manuel, Max Lugo, y Víctor Ortega. «Qué tan sostenible es la política fiscal en México: Un marco de evaluación para los próximos 25 años.» *Instituto Belisario Domínguez, Senado de la República*, 2017.
- Aschauer, David Alan, y Douglas Holtz-Eakin. «Public Infrastructure Investment: A Bridge to Productivity Growth? Public Capital and Economic Growth, ; New Federal Spending for Infrastructure: Should We Let This Genie Out of the Bottle?» *Economics Public Policy Brief Archive 4, Levy Economics Institute.*, 1993.
- Bom, Pedro R.D., y Jenny E. Ligthart. «How productive is public capital? A meta-regression analysis.» *Andrew Young School Internatioanl Studies Program*, 2009.
- Buffie, Edward E., Andrew Berg, Catherine Pattillo, Rafael Portillo, y Luis-Felipe Zanna. *Public Investment, Growth, and Debt Sustainability: Putting Together the Pieces*. 2012.
- Calderón, César, Enrique Moral-Benito, y Luis Servén. «IS INFRASTRUCTURE CAPITAL PRODUCTIVE? A DYNAMIC HETEROGENEOUS APPROACH.» *Banco de España, Documento de trabajo 1103*, 2011.
- CEFP. «Análisis de la sustentabilidad de las finanzas públicas, 2007-2012.» *Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, Cámara de Diputados de Congreso de la unión*, 2006.
- Checherita-Westphal, C, y P Rother. «The impact of high government debt on economic growth and its channels: An empirical investigation for the euro area.» *European economic review*, 2012.
- Dalenius, T., y J. Hogdes. *Minimum Variance Stratification*. Journal of the American Statistical Association, Vol.54, No.258 p. 88-101., 1959.
- Fay, Marianne, y Mary Morrison. *Infraestructura en América Latina y el Caribe: acontecimientos recientes y desafíos principales*. Washington, DC.: Banco Mundial, 2007.
- FMI. *Estimating Public, Private, and PPP Capital Acervos*. Fondo Monetario Internacional, s.f.

- Kehoe, Timothy J., y Felipe Meza. «Catch-up Growth Followed by Stagnation: Mexico, 1950–2010.» *Federal Reserve Bank of Minneapolis*, 2012.
- Krejdl, Ales. *Fiscal Sustainability - Definition, Indicators and Assessment of Czech Public Finance Sustainability, Working Papers 2006/3*. Czech National Bank, Research Department, 2006.
- Loayza, Norman V., y Rei Odawara. «Infrastructure and Economic Growth in Egypt.» *Policy Research Working Paper 5177, World Bank, Washington DC.*, 2010.
- Lugo, Max, y Juan Manuel Andrade. «Mitos y realidades del multiplicador del gasto público en México: Una revisión de la economía mexicana de 1993 a 2015.» *Instituto Belisario Domínguez, Senado de la República*, 2016.
- Ramey, V. A. «Can Government Purchases Stimulate the Economy?» *Journal of Economic Literature*, 2011: 673-685.
- Sales, Carlos, y Luis Videgaray. «The long-run sustainability of fiscal policy in Mexico: A generational account approach.» *Economía mexicana, Nueva época, Vol 8, No. 2*, 1999: 367-403.
- Santaella, Julio. «La viabilidad de la política fiscal: 2000 a 2025.» En *Gaceta de economía*, 37 a 65. Ciudad de México: Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), 2001.
- Straub, Stéphane, Charles Vellutini, y Michael Warlters. «Infrastructure and Economic Growth in East Asia.» *Policy Research Working Paper 4589, The World Bank, Washington, DC.*, 2008.
- Urrutia, Carlos, y Felipe Meza. «Financial Liberalization, Structural Change, and Real Exchange Rate Appreciations.» *IMF Working Papers*, 2010.
- Werner, Martin. «La solvencia del sector público: el caso de México en 1988.» *El trimestre económico*, 1992: 751-772.

Anexo

Vaciado de mercados

Al agregar las restricciones presupuestarias de los consumidores se tiene que:

$$\begin{aligned} P_t b_t^S - b_t^{S*} + P_t C_t (1 + H_t \omega) \\ = (1 - H_{y,t}) (r_{x,t} k_{x,t-1}^S + r_{n,t} k_{n,t-1}^S + w_t L_t) + R - \frac{1 + r_{t-1}^*}{1 + g} b_{t-1}^{S*} \\ + \frac{1 + r_{t-1}}{1 + g} b_{t-1}^S - P_{k,t} (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) - \mu_a z_{a,t} - P_t^S \end{aligned} \quad (39)$$

Después de manipular este resultado se consigue,

$$\begin{aligned} H_{y,t} (r_{x,t} k_{x,t-1}^S + r_{n,t} k_{n,t-1}^S + w_t L_t) + P_t C_t H_t \omega \\ = b_t^{S*} - P_t b_t^S + (r_{x,t} k_{x,t-1}^S + r_{n,t} k_{n,t-1}^S + w_t L_t) - P_t C_t + R \\ - \frac{1 + r_{t-1}^*}{1 + g} b_{t-1}^{S*} + \frac{1 + r_{t-1}}{1 + g} b_{t-1}^S - P_{k,t} (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) - \mu_a z_{a,t} \\ - P_t^S \end{aligned} \quad (40)$$

De la balanza del gobierno se logra tener,

$$\begin{aligned} P_t C_t H_t \omega + H_{y,t} (r_{x,t} k_{x,t-1}^S + r_{n,t} k_{n,t-1}^S + w_t L_t) \\ = \frac{r_{t-1} - g}{1 + g} P_t b_{t-1} + \frac{r_{c,t-1} - g}{1 + g} P_t d_{c,t-1} + P_{z_a,t} g_{k,t} + P_{n,t} g_{c,t} - N_t - I_{o,t} \\ - \mu_a z_{a,t} - P_t \Delta b_t - \Delta d_{c,t} \end{aligned} \quad (41)$$

Al combinar las dos ecuaciones anteriores se obtiene la siguiente ecuación,

$$\begin{aligned} \frac{r_{c,t-1} - g}{1 + g} P_t d_{c,t-1} + \frac{r_{t-1}^* - g}{1 + g} b_{t-1}^{S*} + P_{k,t} (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) + P_{z_a,t} g_{k,t} \\ + P_{n,t} g_{c,t} - P_{x,t} q_{x,t} - P_{n,t} q_{n,t} + P_t C_t + P_t^S - R - N_t - I_{o,t} = \Delta d_{c,t} + \Delta b_t^{S*} \end{aligned} \quad (42)$$

Donde al substituir los precios,

$$P_{za,t}g_{k,t} = P_{mm,t}g_{k,t} + a_{za}P_{n,t}g_{k,t} \quad (42)$$

Junto con la cantidad,

$$\begin{aligned} P_{k,t}(i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) \\ = P_{mm,t}(i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) + a_{za}P_{n,t}(i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) \end{aligned} \quad (43)$$

Permite precisar la siguiente ecuación,

$$\begin{aligned} \frac{r_{c,t-1} - g}{1 + g} P_t d_{c,t-1} + \frac{r_{t-1}^* - g}{1 + g} b_{t-1}^{S*} + P_{mm,t}(i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) \\ + a_{za}P_{n,t}(i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) + P_{mm,t}II_{g_{k,t}} + a_{za}P_{n,t}II_{g_{k,t}} \\ + P_{n,t}g_{c,t} - P_{x,t}q_{x,t} - P_{n,t}q_{n,t} + P_t C_t + P_t^S - R - N_t - I_{o,t} = \Delta d_{c,t} + \Delta b_t^{S*} \end{aligned} \quad (44)$$

Finalmente, debido a que las cuentas de capital y corriente suman cero se tiene que la siguiente ecuación de factibilidad de la economía:

$$P_{n,t}q_{n,t} = a_k P_{n,t}(i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) + a_{za}P_{n,t}g_{k,t} + P_{n,t}g_{c,t} + P_{n,t}(c_{n,t}^S + c_{n,t}^{NS}) \quad (45)$$

Escenarios alternativos

Este apartado presenta los resultados de corto y mediano plazo de cuatro escenarios con choques a determinadas variables exógenas, donde se supone una eficiencia del gasto público en infraestructura igual a 71% y que la deuda externa y el IVA son los mecanismos de financiamiento en el corto y largo plazo, respectivamente y dada la senda de inversión en infraestructura propuesta. La anterior consideración, debido a que la deuda externa genera un efecto de desplazamiento menor sobre la inversión privada y el IVA introduce menos distorsiones a la economía en el corto y mediano término.

Específicamente, los choques se producen sobre el ingreso público de recursos naturales, la tasa de interés real externa, la productividad total de los factores y los términos de intercambio. Con ello, además de modelar situaciones adversas que pudiera enfrentar la economía mexicana; se logran robustecer los hallazgos de la sección 6 de la presente investigación.

En este contexto y bajo ciertos principios, los resultados de estos ejercicios indican que aún con la presencia choques negativos permanentes, que disminuyan el ingreso público de recursos naturales en 50%, aumenten la tasa de interés real externa al crédito público en 100 puntos base o reduzcan la productividad total de los factores en 5%; se logra que el PIB per cápita exhiba una dinámica de crecimiento real que es sostenible. Mientras que una caída de 25% en los términos de intercambio, provoca una disminución real de 5% en el PIB per cápita.

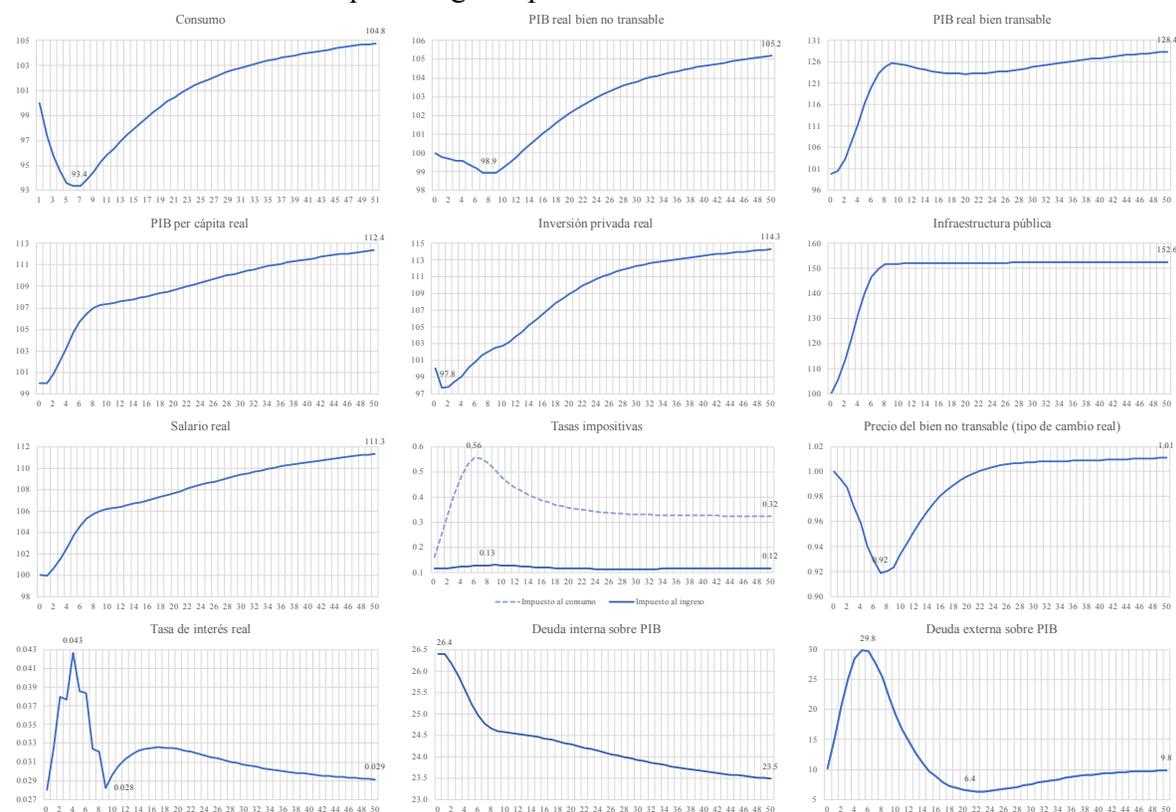
E.A.1 Choque al ingreso público de recursos naturales

Este escenario plantea llevar a cabo el aumento del gasto público en inversión, con el impacto de un choque que en el año uno, disminuya el ingreso proveniente de recursos naturales en 50%; lo que implica una caída en los ingresos públicos de 4% del PIB. La Gráfica 13 muestra que si bien en comparación con el estado estacionario inicial, el consumo alcanza una caída

real de hasta 7.5% en el séptimo año, éste termina por recuperarse para conseguir un incremento real en la trayectoria de 50 años de 4.8%.

Por su parte, el PIB per cápita logra una tasa de crecimiento real anual promedio de 23 puntos base, esto soportado por aumentos en la medida impositiva del IVA, que alcanza una tasa de hasta 56%; junto con la expansión de la deuda externa que consigue un máximo de 29.8% del PIB. Pese a estos incrementos, ambos indicadores regresan sus niveles iniciales y dan evidencia de la factibilidad del proyecto de inversión, siempre que se logre mantener la disciplina fiscal.

Gráfica 13: Resultados de corto y mediano plazo con choque al ingreso público de recursos naturales



Fuente: elaboración propia.

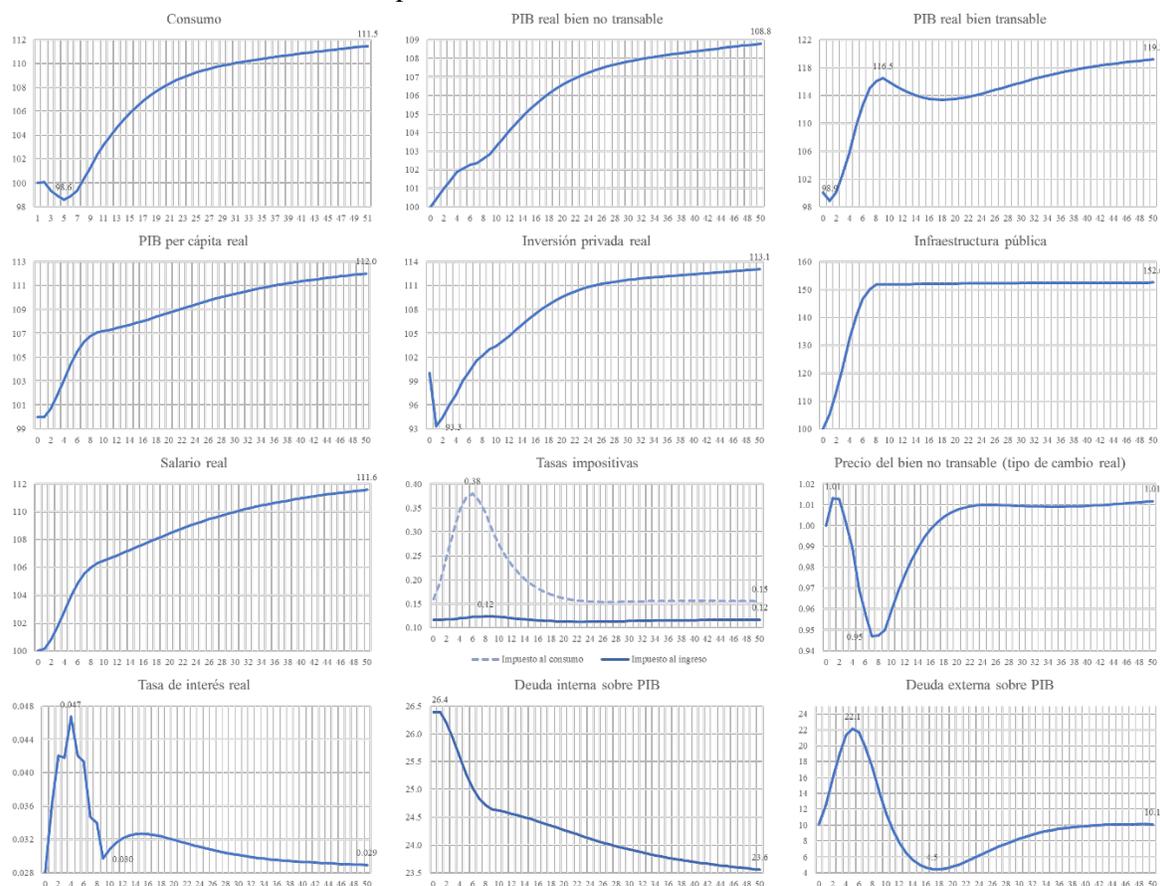
E.A.2 Choque a la tasa de interés real externa

Un aumento inesperado de 100 puntos base sobre la tasa de interés real extranjera de la deuda pública (r_{dct}), esto durante el primer periodo y manteniéndose hacia adelante; eleva el costo

financiero del crédito público.¹³ La Gráfica 14 muestra que el escenario puede ser sostenido mediante incrementos de la tasa impositiva del IVA, que coloquen la medida de tributaria en hasta 38%. En comparación con el escenario de choque al ingreso público de recursos naturales, las trayectorias del consumo y el PIB per cápita muestran un mejor comportamiento; aunque la magnitud del incremento real difiere en el caso del consumo y es similar para el PIB per cápita (ver Gráficas 13 y 14).

Después de 50 años, mientras que el consumo logra un aumento real de 11.5%, el PIB per cápita tiene un crecimiento real anual promedio de 23 puntos base. Asimismo, el nivel máximo de deuda externa que se necesita en el corto plazo para fondear el proyecto de inversión es 22.1% del PIB, ocho puntos porcentuales menos que en presencia del choque que disminuye el ingreso público de recursos naturales.

Gráfica 14: Resultados de corto y mediano plazo con choque a la tasa de interés real externa



¹³ En el modelo, ya sea en el largo plazo o en el corto y mediano término sin que existan rigideces de mercado, las tasas de interés reales interna y externa son iguales, *i.e.* $r = r^*$.

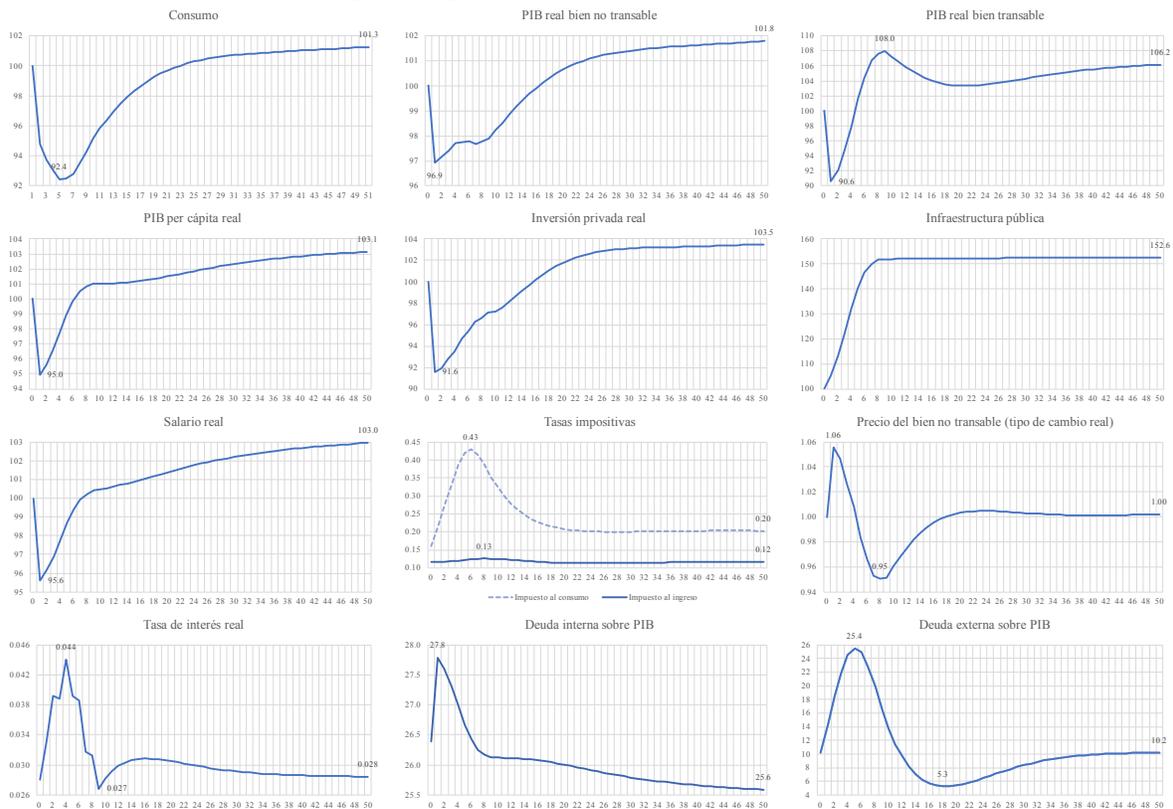
Fuente: elaboración propia.

E.A.3 Choque a la productividad total de los factores

A diferencia de los dos escenarios anteriores, este ejercicio supone una caída permanente de 5% en la productividad total de los factores (PTF), lo que en términos del modelo afecta negativamente a $a_{x,t}$ y $a_{n,t}$. La Gráfica 15 indica que pese a que la disminución de la PTF, implica caídas inmediatas en las producciones de los bienes transable y no transable; el aumento del acervo de infraestructura ayuda a contrarrestar los efectos negativos y favorece la recuperación de los niveles de producción.

En este sentido, después de 50 años el consumo y el PIB per cápita logran incrementos reales de 1.3% y 3.1%, respectivamente; con una necesidad de crecer la deuda externa hasta un máximo de 25.4% del PIB.

Gráfica 15: Resultados de corto y mediano plazo con choque a la productividad total de los factores



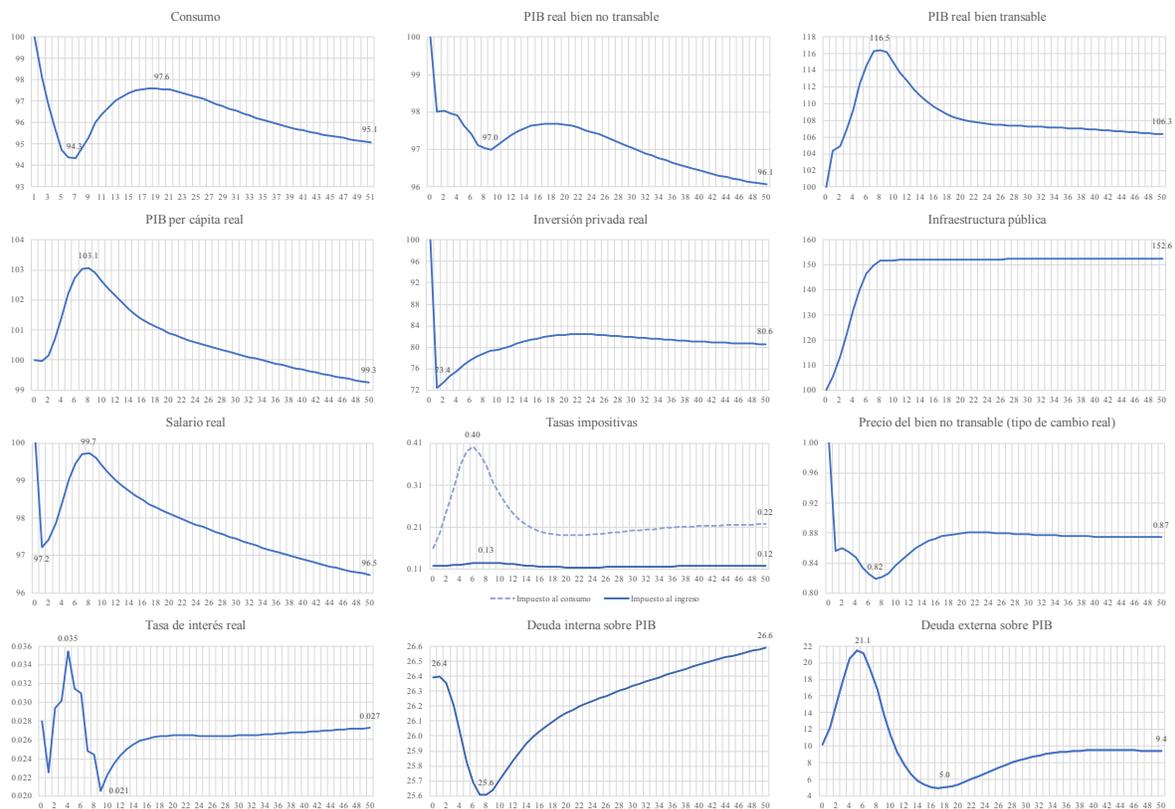
Fuente: elaboración propia.

E.A.4 Choque a los términos de intercambio

El desplome de 25% en los términos de intercambio del presente escenario, es consecuencia de aumentar en 20% el precio relativo de las maquinas importadas P_{mm} y disminuir en 10% el precio relativo del bien transable P_x . En este marco, la Gráfica 16 señala que debido a la caída de P_x se presenta una mayor producción del bien transable; mientras que el sector del bien no transable manifiesta una contracción abrupta en términos reales.

De considerar que la participación de bienes no transables en la canasta de consumo ρ_n es igual a 68%, la baja de actividad de este sector explica la disminución real que se presenta en el consumo. Lo que termina por trasladarse en una contracción real del PIB per cápita. Esta situación no logra ser contrarrestada por la expansión del gasto público en infraestructura, aún cuando los aumentos de la deuda interna y en la tasa impositiva del IVA permiten fondear la estrategia. Lo anterior, a pesar de que la reducción en el tipo de cambio real provoca que la emisión de deuda externa sea más barata.

Gráfica 16: Resultados de corto y mediano plazo con choque a los términos de intercambio



Fuente: elaboración propia.

SENADO DE LA REPÚBLICA
INSTITUTO BELISARIO DOMÍNGUEZ

Comité Directivo

Sen. Manuel Bartlett Díaz
PRESIDENTE

Sen. Daniel Gabriel Ávila Ruiz
SECRETARIO

Sen. Marlon Berlanga Sánchez
SECRETARIO

Sen. Rubén Antonio Zuarth Esquinca
SECRETARIO

Mtro. Juan Pablo Arroyo
COORDINADOR EJECUTIVO DE INVESTIGACIÓN

*Qué tan factible es aumentar el acervo de infraestructura en México:
Una propuesta de inversión de largo plazo*
Primera edición mayo de 2018

D. R. © INSTITUTO BELISARIO DOMÍNGUEZ, SENADO DE LA REPÚBLICA

Donceles 14, Colonia Centro,
Delegación Cuauhtémoc, 06020, Ciudad de México.

Dirección General de Finanzas

Mtro. Noel Pérez Benítez

Autores:

Mtro. Juan Manuel Andrade Hernández
Mtro. Max Lugo Delgadillo

Este análisis se encuentra disponible en la página de internet del Instituto Belisario Domínguez:
<http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/handle/123456789/1875>

Información para consultar en la biblioteca digital:

Título: *Qué tan factible es aumentar el acervo de infraestructura en México: Una propuesta de inversión de largo plazo*

Serie: Cuadernos de investigación en finanzas públicas

Número: 8

Fecha de publicación: Mayo 2018

DISTRIBUCIÓN GRATUITA.

Impreso en México.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y no reflejan, necesariamente, los puntos de vista del Instituto Belisario Domínguez o del Senado de la República.

El Instituto Belisario Domínguez es un órgano especializado encargado de realizar investigaciones estratégicas sobre el desarrollo nacional, estudios derivados de la agenda legislativa y análisis de la coyuntura en campos correspondientes a los ámbitos de competencia del Senado con el fin de contribuir a la deliberación y la toma de decisiones legislativas, así como de apoyar el ejercicio de sus facultades de supervisión y control, de definición del proyecto nacional y de promoción de la cultura cívica y ciudadana.

El desarrollo de las funciones y actividades del Instituto se sujeta a los principios rectores de relevancia, objetividad, imparcialidad, oportunidad y eficiencia.