

COSTOS DE
TRANSICIÓN
ASOCIADOS AL
CAMBIO
CLIMÁTICO



MINISTERIO
DE HACIENDA

GOBIERNO
DE COSTA RICA

Prólogo

El cambio climático es un desafío ineludible, no solo en términos ambientales sino también económicos y fiscales. Los costos de transición asociados al cambio climático, entendidos como el costo que deberá incurrir el país al migrar hacia una matriz energética más limpia, es un análisis de cómo la transición hacia una economía baja en carbono puede reconfigurar las finanzas públicas costarricenses y, por ende, el equilibrio fiscal.

La transición hacia prácticas más sostenibles y amigables con el medio ambiente no es una opción, sino una necesidad. Sin embargo, esta transformación conlleva costos significativos e importantes desafíos estructurales. La estimación precisa de estos costos es vital para la planificación y sostenibilidad fiscal de mediano y largo plazo.

El cambio climático trasciende los límites tradicionales de la política ambiental, incidiendo directamente en otros sectores clave. La variabilidad climática y eventos extremos, cada vez más frecuentes, tienen un impacto directo en la infraestructura pública, la productividad de la economía, la salud pública y la calidad de la educación. Estos efectos multiplicadores requieren de un análisis profundo y de estrategias integrales que consideren las interconexiones entre los diferentes sectores afectados.

Es crítico contar con un enfoque holístico, que no solo considere los costos inmediatos, sino también los beneficios a largo plazo de la acción climática. La inversión en medidas de adaptación y mitigación, aunque costosa en el corto plazo, puede resultar en ahorros significativos y en una mayor resiliencia económica y social a largo plazo.

El producto principal de esta investigación busca hacer un llamado a repensar las finanzas públicas en el contexto del cambio climático. A su vez, se busca generar insumos valiosos para los formuladores de políticas, académicos y cualquier otro actor interesado en comprender y enfrentar uno de los desafíos más apremiantes de nuestra era.

Finalmente, reconocemos y agradecemos el incondicional apoyo técnico brindado por el Fondo Monetario Internacional al Ministerio de Hacienda de Costa Rica. Su colaboración fue fundamental para el desarrollo del modelo de estimación de los costos de transición, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones informadas y estratégicas en el ámbito de las finanzas públicas y la gestión ambiental. El esfuerzo conjunto de ambas instituciones no solo beneficiará a Costa Rica y sus tomadores de decisiones, sino que también ofrece un modelo valioso para otros países que buscan abordar sus retos fiscales desde una perspectiva de cambio climático.

Resumen ejecutivo

El cambio climático es un desafío crítico no solo ambiental, sino también económico y fiscal.

Para países como Costa Rica, donde su biodiversidad y compromiso con la sostenibilidad ambiental, evidenciado en su Plan Nacional de Descarbonización y las políticas asociadas a la consecución de los objetivos allí plasmados, estos temas toman una mayor relevancia. Así, los costos de transición que deberá asumir Costa Rica al migrar hacia una matriz energética más limpia deben considerar el impacto en las finanzas públicas y su equilibrio fiscal, tanto en el corto como en el mediano plazo. Los costos asociados a esta transición incluyen inversiones en tecnologías limpias, reconfiguración de infraestructuras, capacitación laboral, y compensaciones fiscales por la pérdida potencial de ingresos derivados de impuestos a combustibles fósiles.

Una planificación eficiente y sostenible para gestionar estos costos, es fundamental sobre todo considerando su impacto en las finanzas públicas del país.

Esto implica una reestructuración significativa en sectores clave como energía, transporte, agricultura e industria. Así, la transición hacia una economía baja en carbono no solo es una necesidad ambiental, sino también una oportunidad para el desarrollo sostenible de Costa Rica.

El reporte centra su análisis en el impacto del sector transporte.

A nivel mundial, este sector genera cerca del 20% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero. Para el caso de Costa Rica, el sector de transporte es el principal generador de emisiones de gases de efecto invernadero, representando 38% de estos en 2019. Además de enfrentar importantes retos en infraestructura, financiamiento, reducción de emisiones y congestión.

Se estima que el impacto fiscal de la descarbonización del transporte representaría 2,6% del PIB a valor presente.

De este costo, la pérdida en recaudación representa el 39% del ajuste total, mientras que el restante 61% corresponde a los subsidios que debería dedicar el Gobierno para la atención del servicio de transporte de pasajeros por medio de trenes. El análisis de sensibilidad también muestra que, dependiendo de la variación en los supuestos, el costo de transición puede variar entre 2,6% y 3,9% del PIB a Valor Presente Neto (VPN).

La estimación de los costos de transición es crucial para guiar la toma de decisiones políticas y públicas.

Comprender la magnitud estimada de los costos fiscales de una transición asociada al cambio climático y las vías por las cuales estos se generan permite una planificación más efectiva y equitativa, asegurando la estabilidad y salud de las finanzas públicas. Dado el impacto de mediano plazo que revisten algunas las estimaciones, sus resultados serán incorporados en el Marco Fiscal de Mediano Plazo, cuando así sea pertinente.

Estos resultados deben instar a una reevaluación profunda de las finanzas públicas en el contexto del cambio climático.

Debe existir un enfoque holístico que contemple los costos inmediatos como los beneficios a largo plazo de la acción climática. Este análisis puede servir de referencia para otros países con objetivos similares en términos de sostenibilidad y lucha contra el cambio climático.

Introducción

El cambio climático es uno de los retos más significativos y complejos de los tiempos modernos. Este afecta no solo el equilibrio ecológico del planeta, sino también las estructuras económicas y sociales a nivel mundial. Para países como Costa Rica, conocidos por su rica biodiversidad y compromiso con la sostenibilidad ambiental, las implicaciones del cambio climático son particularmente críticas. De ahí la necesidad de contar con estimaciones que permitan determinar el costo de transición asociado a la adopción de políticas de adaptación y mitigación al cambio climático, fundamental para la planificación y ejecución de políticas públicas eficientes y sostenibles.

Costa Rica, y su ambicioso objetivo de lograr carbono-neutralidad y su reconocida política ambiental, deben equilibrarse con su realidades económica y fiscal. La transición a una economía baja en carbono implica una reestructuración significativa en sectores clave como energía, transporte, agricultura e industria, lo que conlleva costos financieros significativos. Estos costos de transición incluyen, pero no se limitan a la inversión en tecnologías limpias, la reconfiguración de infraestructuras, la capacitación laboral para nuevas industrias y la compensación fiscal por la potencial pérdida de ingresos fiscales asociados a un menor consumo de combustibles fósiles.

Este reporte busca ser una primera aproximación al costo de transición asociado al cambio climático para Costa Rica. Se evaluará cómo estos costos de transición impactan las finanzas públicas del país, producto de inversiones públicas y privadas para el sector transporte y la potencial pérdida en recaudación de impuestos como consecuencia de la migración a una matriz energética mucho más amigable con el medio ambiente.

La estimación de los costos de transición asociados al cambio climático busca generar insumos para la toma y guía de las decisiones de políticas públicas en esta materia. Al comprender mejor estos costos, los formuladores de políticas podrán generar una planificación más efectiva y equitativa para alcanzar los objetivos de sostenibilidad del país, al tiempo que se asegura la estabilidad y salud de sus finanzas públicas mediante su incorporación en el Marco Fiscal de Mediano Plazo. Los hallazgos de esta investigación pueden servir como referencia para otros países con ambiciones similares en términos de sostenibilidad y lucha contra el cambio climático.

Este informe cuenta con la siguiente estructura: la primera sección resume el contexto del “Plan Nacional de Descarbonización 2018–2050”. La segunda parte presenta una revisión bibliográfica sobre lo que es el cambio climático. La tercera lo hace respecto a los costos de transición asociados al cambio climático. La cuarta sección enumera los principales elementos que justifican focalizar el análisis de este reporte en el sector de transporte costarricense. La quinta sección describe del modelo y los datos utilizados. La sexta sección describe los principales resultados del estudio. La sección siete, y final, brinda las conclusiones del informe.

1. Plan Nacional de Descarbonización 2018–2050 del Gobierno de Costa Rica

El Plan Nacional de Descarbonización 2018–2050 es una estrategia para la transformación ambiental de la economía y sociedad costarricense. El fin último de este Plan es migrar hacia un modelo de desarrollo económico sostenible y bajo en emisiones de carbono (DCC, 2019). Lanzado en 2018, el Plan Nacional de Descarbonización establece metas y directrices para lograr la neutralidad de carbono al 2050. Incluye medidas en sectores clave como transporte, energía, gestión de residuos, uso de tierra, construcción y economía, a fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Para Costa Rica, la implementación de este plan puede medirse desde distintas métricas. Este no solo busca proteger el medio ambiente y combatir el cambio climático, sino también impulsar el desarrollo sostenible, la innovación tecnológica y el bienestar socioeconómico de sus ciudadanos. El país también busca posicionar y reforzar su liderazgo internacional en conservación y sostenibilidad ambiental, al tiempo que se busca preservar la biodiversidad y los recursos naturales, esenciales para la salud ambiental y para el fortalecimiento de sectores económicos para el país, como lo es el turístico. En paralelo, otros objetivos de este Plan buscan ser una forma para fomentar la salud y calidad de vida de la población (mediante la reducción de las emisiones de carbono), la diversificación de la matriz energética y promoción de energías renovables, la promoción de nuevas tecnologías y el cumplimiento de compromisos internacionales, como, por ejemplo, los establecidos en el Acuerdo de París.

El Plan de Descarbonización está articulado de manera integral con distintas áreas. Se identifican ocho componentes clave a resaltar: (i) Transporte y Movilidad Sostenible, (ii) Energía Renovable y Eficiencia Energética, (iii) Gestión de Residuos Sólidos, (iv) Gestión Sostenible de la Tierra y la Naturaleza, (v) Edificaciones y Construcciones Sostenibles, (vi) Economía Verde, (vii) Educación y Cultura de Sostenibilidad y (viii) Gobernanza y Financiamiento.

1.1. Transporte y Movilidad Sostenible

Este eje hace referencia al desarrollo de mecanismos que permitan hacer una transición hacia una movilización más amigable y sostenible con el medio ambiente. Se hace énfasis en la promoción del transporte público y no motorizado, la modernización del parque vehicular hacia opciones más limpias, y la mejora en la planificación urbana para reducir la necesidad de desplazamientos. Entre los aspectos más relevantes de este componente destacan:

- A. Implementación de un sistema de transporte público eficiente, limpio y accesible.
- B. Uso de vehículos eléctricos, incluyendo incentivos para su adquisición, además de la construcción de la infraestructura de carga.
- C. Desarrollo de infraestructura para bicicletas y peatones, junto al mejoramiento de la planificación urbana para reducir distancias de viaje.
- D. Políticas para la renovación y modernización del parque vehicular existente, para así reducir las emisiones de GEI.

1.2. Energía Renovable y Eficiencia Energética

El país busca maximizar el uso de sus recursos renovables para la generación de energía. Al tiempo que mejora la eficiencia en el consumo de energía en sectores como la industria, la construcción y el hogar. Para alcanzar este objetivo, el Plan de Descarbonización impulsará:

- A. Maximizar el uso de energías renovables para la generación eléctrica.
- B. Implementar medidas de eficiencia energética en sectores industriales, comerciales y residenciales.
- C. Promocionar el uso de sistemas de calefacción y refrigeración más eficientes.
- D. Apoyar en la investigación y desarrollo de tecnologías de energía renovable y almacenamiento de energía.

1.3. Gestión de Residuos Sólidos

Este elemento se enfoca en mejorar los sistemas de gestión de residuos. Lo anterior, a través de la promoción de la economía circular por medio del reciclaje, la reutilización y la reducción del desperdicio, y el tratamiento adecuado de residuos para minimizar su impacto ambiental. Entre las principales acciones emprendidas a esta meta, destacan las siguientes:

- A. Fortalecer los sistemas de recolección y tratamiento de residuos.
- B. Implementar programas de separación, reciclaje y compostaje a nivel local.
- C. Desarrollar políticas para reducir la generación de residuos y promover productos con menor impacto ambiental.
- D. Fomentar la economía circular, al incentivar la reutilización y el reciclaje en la industria y el comercio.

1.4. Gestión Sostenible de la Tierra y la Naturaleza

A través de este se busca proteger y expandir áreas de conservación, promover prácticas agrícolas sostenibles, la biodiversidad, reforestación y gestión forestal sostenible. Este componente se perseguirá por medio de:

- A. Expandir y fortalecer áreas protegidas y la conservación de la biodiversidad.
- B. Promover prácticas agrícolas y forestales sostenibles para a la captura de carbono.
- C. Implementar proyectos de reforestación y restauración ecológica.
- D. Desarrollar estrategias de adaptación al cambio climático en sectores vulnerables.

1.5. Edificaciones y Construcciones Sostenibles

Con este aspecto se promocionarán normativas y prácticas que aseguren la eficiencia energética y uso sostenible de recursos en la construcción y mantenimiento de edificios. Entre las principales acciones a realizar para este componente, destacan:

- A. Establecer normativas para la eficiencia energética en nuevas construcciones.
- B. Fomentar el uso de materiales sostenibles y técnicas de construcción que disminuyan la huella de carbono.
- C. Implementar un sistema de gestión de agua y energía en edificios para optimizar uso.
- D. Desarrollar proyectos de construcción verdes y de ciudades sostenibles.

1.6. Economía Verde

Con este se busca fomentar una economía que integre aspectos ambientales en todos los sectores, promoviendo la innovación, empleo verde y desarrollo de tecnologías limpias. Entre los detalles más relevantes de este componente destacan:

- A. Incentivos para empresas que adopten prácticas sostenibles y de tecnologías limpias.
- B. Fomentar desarrollo de sectores económicos bajos de carbono, como el turismo sostenible y la agricultura orgánica.
- C. Desarrollar políticas que integren consideraciones ambientales en la toma de decisiones económicas.
- D. Promover el empleo verde y la formación de habilidades relacionadas con la sostenibilidad ambiental.

1.7. Educación y Cultura de la Sostenibilidad

Elemento transversal que busca fomentar una cultura de sostenibilidad y conciencia ambiental en todos los niveles educativos y en la sociedad en general. Para impulsar este objetivo se llevarán a cabo actividades como las siguientes:

- A. Integrar temas de sostenibilidad y cambio climático en los currículos educativos.
- B. Generar campañas de concientización y educación pública sobre prácticas sostenibles y mitigación del cambio climático.
- C. Fomentar la investigación y desarrollo en áreas relacionadas con la sostenibilidad.
- D. Colaborar con organizaciones comunitarias y Organizaciones No Gubernamentales para promover la educación ambiental.

1.8. Gobernanza y Financiamiento

El éxito del Plan exige una gobernanza que involucre a toda la sociedad, para así asegurar mecanismos de financiamiento para la implementación de las propuestas. Lo anterior, requiere del establecimiento de marcos regulatorios y políticos que apoyen la descarbonización. En paralelo, se deberá impulsar el financiamiento local e internacional para los proyectos de sostenibilidad y del desarrollo de mecanismos de seguimiento y evaluación que permitan garantizar el cumplimiento de las metas establecidas en el Plan.

El costo de la transición hacia este plan es fundamental, el cual requiere inversiones significativas en tecnología, infraestructura, capacitación, pero, sobre todo, fiscales. Estos costos deben verse como una inversión hacia un futuro sostenible, con beneficios económicos, sociales y ambientales a largo plazo. La transición hacia una economía baja en carbono no debe ser vista solo como una necesidad frente al cambio climático, sino también como una oportunidad para el desarrollo sostenible de Costa Rica.

2. ¿Qué es el cambio climático?

El cambio climático es la definición utilizada para hacer referencia a los cambios significativos y duraderos en los patrones del clima. Tales alteraciones se atribuyen a procesos naturales de alta intensidad, variaciones en la radiación solar y al efecto de actividades humanas que modifican la composición de la atmósfera global (Pachauri et al., 2014).

Los orígenes del cambio climático moderno datan de la actividad industrial del ser humano. Desde finales del siglo XVIII, con la intensificación del uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) aumentó la concentración de GEI en la atmósfera (Steffen et al., 2015). Según señala Ripple et al. (2019) la acumulación de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxidos de nitrógeno (NO_x) es capaz de atrapar el calor en la atmósfera, dado que, ciertas propiedades químicas de los GEI, provocan que el calor no escape del planeta, resultando en un calentamiento del sistema climático global (Lacis et al., 2010).

Así, los efectos del cambio climático tienen una serie de efectos directos sobre distintas dinámicas naturales, sociales y económicas. Por ejemplo, para Hansen et al. (2011) la mayor concentración de los GEI se ha traducido en un incremento de la temperatura promedio global, provocando un aumento en la frecuencia y severidad de las olas de calor. Otro efecto directo se relaciona con los cambios en los patrones de precipitación y fenómenos climatológicos extremos, lo que puede derivar en una mayor frecuencia y severidad de sequías e inundaciones (Trenberth et al., 2014). Adicionalmente, el calentamiento global propicia el derretimiento de los cascos polares y, consecuentemente, la elevación del nivel del mar, lo que representa una amenaza sobre comunidades costeras (Church et al., 2013). El cambio climático también tiene efectos negativos sobre ecosistemas terrestres y marinos, viéndose afectados la distribución y movimientos migratorios de especies (Parmesan y Yohe, 2003).

El cambio climático también puede tener serias repercusiones sobre los ciclos educativos. Según reporta UNICEF (2015), los desastres naturales pueden destruir infraestructura educativa y provocar el desplazamiento de poblaciones estudiantiles. Adicional a lo anterior, la destrucción de medios de subsistencia (agricultura, por ejemplo) de poblaciones vulnerables, fuerza a muchos niños a abandonar el ciclo escolar para trabajar y dar apoyo financiero a sus familias (Hartmann y Boyce, 1983).

El cambio climático también tiene incidencia sobre la calidad de la salud de la población. Por ejemplo, en Watts et al. (2015) se señala que, mientras el impacto directo del cambio climático incluye las lesiones y muertes relacionadas con eventos extremos, indirectamente con cambios en los patrones de enfermedades infecciosas, problemas respiratorios y estrés. En paralelo, el aumento en las temperaturas también puede exacerbar enfermedades crónicas y aumentar la prevalencia de enfermedades transmitidas por vectores (Costello et al., 2009).

En cuanto a la infraestructura, el no contar con una resiliente al cambio climático, podría tener serias repercusiones a nivel social, económico y comercial. Los sistemas de distribución de agua y energía con poca o nula resiliencia podrían representar un importante costo en cuanto a su mantenimiento y reconstrucción (Wilbanks, et al., 2007).

3. ¿Qué son los costos de transición asociados al cambio climático?

Estos son aquellos gastos resultados de migrar de una economía basada en el consumo de combustibles fósiles hacia modelos más amigables y sostenibles con el ambiente. Según explican Goulder y Williams (2012) estos costos tendrían una relación directa con las políticas de mitigación y adaptación, siendo las dos anteriores, complementarias y esenciales para una efectiva estrategia para mitigar los efectos perniciosos del cambio climático. Estos costos pueden categorizarse en cuatro grandes grupos: (i) de mitigación, (ii) de adaptación, (iii) sociales y económicos y (iv) para la biodiversidad y ecosistemas.

Los costos de mitigación buscan reducir las emisiones de GEI y limitar el impacto del cambio climático. Entre estos se incluyen la inversión en tecnologías limpias y renovables, la reestructuración de sectores industriales, más el desarrollo de infraestructuras sostenibles. Por ejemplo, cambiar la generación de energía de fuentes fósiles a energías renovables como solar o eólica, requiere costos significativos en investigación, desarrollo y despliegue.

Por otro lado, los costos de adaptación se enfocan en ajustar sistemas naturales o humanos como respuesta a efectos actuales o esperados del cambio climático. Aquí, los costos de cambio climático podrían incluir la construcción de barreras a inundaciones, el desarrollo de cultivos con resistencia a sequías o la reubicación de comunidades afectadas por el aumento en el nivel del mar. Estos costos son críticos para disminuir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático (Agrawala et al., 2011).

Los costos económicos de la transición por el cambio climático devienen de la reestructuración de mercados laborales e industrias. Migrar hacia energías más limpias implica una reestructuración que podría llevar a una pérdida de empleos en sectores tradicionales. De acuerdo con Acemoglu et al. (2012), una transición de esta naturaleza, aunque con grandes beneficios a largo plazo, puede ocasionar desempleo temporal y demandar políticas de reeducación y reubicación laboral.

Los costos de transición de biodiversidad y ecosistemas corresponden a la conservación, restauración de hábitats y gestión de especies bajo amenaza. Según Seddon et al. (2020), aunque los esfuerzos de conservación y restauración de hábitats afectados por el cambio climático son necesarios, son muy costosos. De igual manera, el cuidado y conservación de especies amenazadas exige de recursos para la investigación, monitoreo y conservación, lo cual también puede significar la movilización considerable de recursos (Pimm et al., 2014).

La estimación de los costos de transición asociados al cambio climático es un insumo crítico para planificar y ejecutar políticas de mitigación y adaptación. Estos costos son un punto de referencia cuantitativo para los tomadores de decisiones sobre la magnitud de las inversiones necesarias y de los posibles beneficios de las distintas acciones emprendidas. Para Stern (2007) la evaluación de los costos de transición es vital para equilibrar los gastos a corto plazo con los beneficios de largo plazo, a fin de evitar mayores costos y daños irreparables resultado de la materialización de un daño por efectos del cambio climático no mitigado. En esta misma línea, Dietz y Stern (2015) aseguran que este tipo de estimaciones ayudan a los gobiernos a tomar decisiones informadas y a realizar una asignación de recursos más eficiente, favoreciendo a aquellas intervenciones que representen el mayor impacto positivo en términos de disminución de emisiones y adaptación al cambio climático.

El entendimiento de los costos de transición es vital para abordar temas de justicia y equidad social. Realizar la transición hacia una economía baja en carbono implica, necesariamente, una transformación productiva y social profunda, la cual puede tener efectos dispares entre grupos, particularmente sobre aquellos en situación de vulnerabilidad. Al incluir estimaciones de estos costos en la planificación y desarrollo de políticas públicas, se ayuda a identificar y mitigar eventuales impactos negativos sobre grupos vulnerables (Klinsky et al., 2017). Este tipo de estimaciones también facilita la movilización de financiamiento climático, la inversión en tecnologías más eficientes y en prácticas de mitigación de cambio climático y desarrollo sostenible (McCollum et al., 2018).

4. ¿Por qué enfocarse en el sector de transporte costarricense?

A nivel mundial, el sector transporte, es uno de los principales contribuyentes en la acumulación de GEI. De acuerdo con Morichi y Acharya (2015), el sector transporte contribuye con 20% de las emisiones globales de gases efecto invernadero, valor que podría tender al alza dado el aumento en la demanda por viajes y patrones de estos. Estas emisiones provienen principalmente de la combustión de combustibles fósiles para vehículos de carreteras, aviación, transporte marítimo y ferroviario.

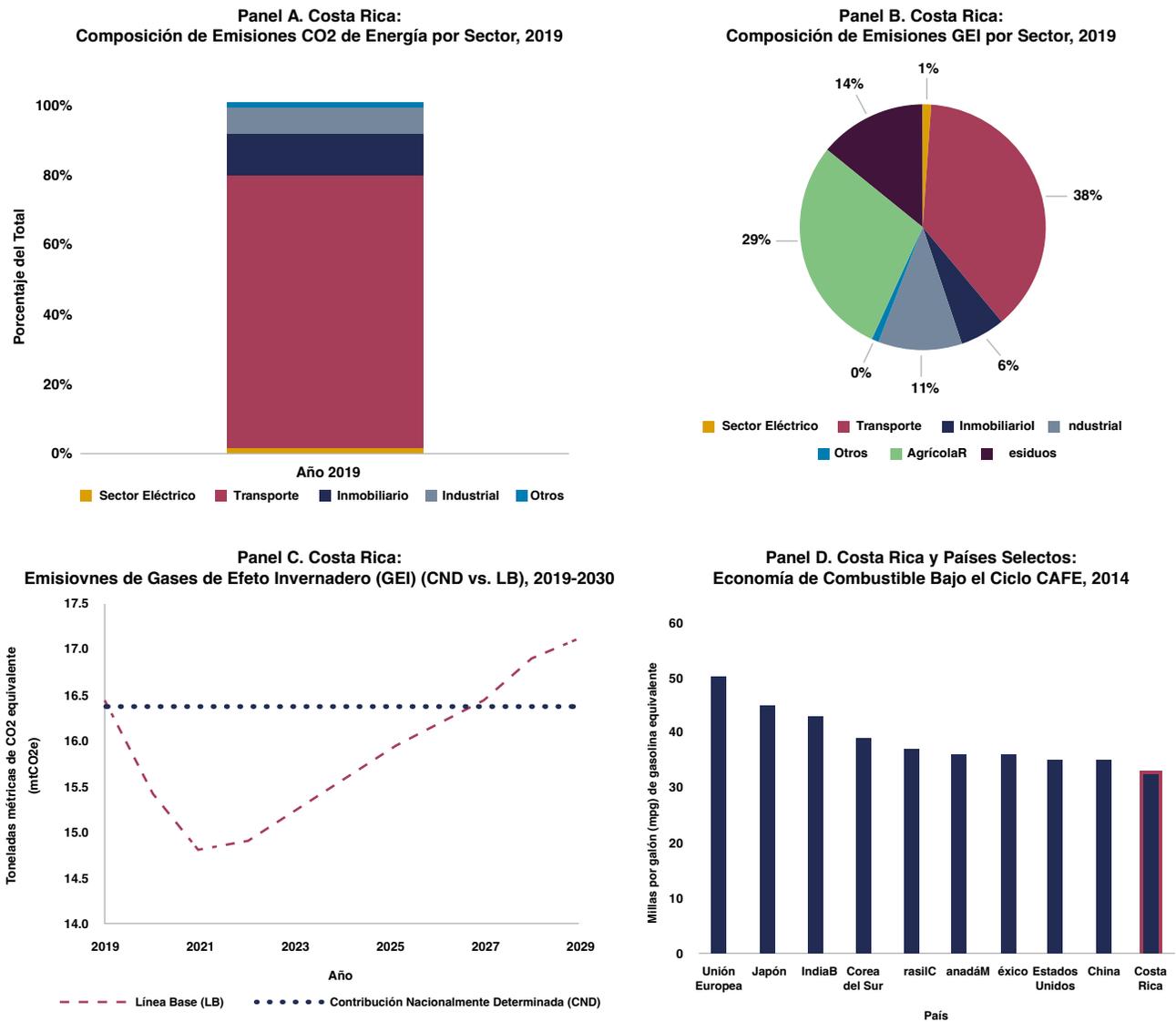
Lo anterior, es respuesta a la alta dependencia de este sector a los hidrocarburos. Más del 95% de la energía utilizada por este sector proviene de productos derivados del petróleo, lo que ha conducido a un incremento significativo en las emisiones de CO₂, lo cual está asociado a una mayor flota vehicular y la expansión de la red de transporte (Davis et al., 2010).

A lo anterior, se le suma el vertiginoso aumento en la demanda de transporte. Se ha observado que existe una estrecha relación entre el crecimiento económico y el aumento en la demanda por este tipo de servicios, con la consecuente emisión de gases GEI, siendo particularmente notable en países en desarrollo, donde la rápida urbanización y crecimiento económico, promueven una mayor posesión y uso de vehículos (Schipper y Marie-Lilliu, 1999).

El sector de transporte costarricense posee características particulares que lo hacen el candidato ideal para el análisis de los costos de transición. Los desafíos en infraestructura y su financiamiento, la longevidad de la flota vehicular y sus emisiones GEI y los rendimientos de la descarbonización del sector, son solo algunos de los elementos que hacen de este sector de particular atención para el análisis a realizar. Timilsina y Shrestha (2009) señalan que, el crecimiento económico, junto a los cambios en la intensidad energética del transporte son factores clave para explicar el aumento en las emisiones de CO₂ en Latinoamérica y Caribe.

El sector de transporte generó 80% de las emisiones de CO2 relacionadas con energía. Cerca del 40% de las emisiones GEI en Costa Rica en 2019 provenían de este sector (Gráfico 1, Paneles A y B). Estimaciones del “Climate Policy Assessment Tool” (CPAT)¹, proyectan que las emisiones netas de Costa Rica tendrían que bajar del 4–5% en 2030² (con respecto a una línea base sin reformas ambientales) para cumplir con la Contribución Nacional Determinada en los Acuerdos de París 2015, y revisada en 2020, (Gráfico 1, Panel C)³. La eficiencia vehicular (distancia recorrida por unidad de combustible) está en la parte baja de la distribución mundial, según los últimos datos disponibles del 2014 (ver GFEI (2015) y Gráfico 1, Panel C). El “efecto rebote” de la electrificación vehicular sobre las emisiones (aumento en emisiones por circulación de un número más elevado de vehículos eléctricos) sería mínimo, puesto que 99% de la producción de electricidad en el país se basa en fuentes renovables (Gráfico 1, Panel B).

Gráfico 1. Huella de Carbono Costarricense: Indicadores Seleccionados



Fuente: Benítez, Coelho y Mylonas (2022).

1 CPAT es un Modelo de Evaluación Integrada (MEI) desarrollado por el personal del Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Mundial. El modelo evolucionó a partir de una herramienta anterior del FMI utilizada, por ejemplo, en FMI (2019a y b). Para una descripción detallada del modelo y su parametrización, ver FMI (2019⁴), Apéndice III y Parry, Mylonas y Vernon (2021).

2 Excluyendo el uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS).

3 Y, entre estas emisiones, casi todas provienen del transporte por carretera.



Ante tal situación, el país ha adoptado políticas en el sector transporte para alcanzar sus objetivos ambientales. La electrificación del transporte es una parte integral de la estrategia para que el país alcance sus metas ambientales. Para ello, desde 2018 se establecieron una serie de rebajas tributarias en los impuestos al valor agregado, impuestos selectivos al consumo y a la propiedad para incentivar la compra de vehículos eléctricos. La vigencia de los incentivos fue postergada en la ley 9518 en junio de 2022. El país aspira electrificar 85% de la flota vehicular pública y 95% de la flota vehicular privada al 2050 (Rodríguez-Zúñiga et al. 2022), lo que tendría repercusiones en la demanda de combustibles fósiles.

El sector de transporte costarricense tiene importantes retos a nivel de infraestructura y de su financiamiento. Según explican Pisu y Villabolos (2016) el transporte costarricense se caracteriza por un bajo nivel de inversión y mantenimiento, lo que deriva en una red vial congestionada y de mala calidad. Esta situación, es uno de los determinantes que propician la acumulación de emisiones de carbono y GEI (Robles, 2016 y Arauz Schulze-Boyse, 2019).

5. Descripción del modelo

El modelo tiene el objetivo de cuantificar el impacto fiscal de la descarbonización en el sector transporte de Costa Rica. El modelo considera las siguientes variables: (i) los costos del gobierno, medidos mediante potenciales ingresos que dejaría de percibir o gastos que a realizar por la implementación de proyectos de capital de transporte verde y (ii) ajustes en la recaudación del impuesto único a los combustibles resultado de los cambios tecnológicos de los medios de transporte, al migrar de combustibles fósiles a vehículos eléctricos.

5.1. Tren Rápido de Pasajeros y Tren Eléctrico Limonense de Carga

El financiamiento de infraestructura puede considerársele un riesgo fiscal por sí mismo. Usualmente, las dos fuentes tradicionales de financiamiento para infraestructura provienen de los cargos hechos a los usuarios (los cuales se realizan a un operador público o privado) y los impuestos provenientes del Gobierno Central o municipalidades. Si bien no siempre se requiere financiamiento para cubrir los costos de inversión inicial, sí es cierto que es necesario pagar las operaciones, el mantenimiento y el reembolso del financiamiento.

Para la estimación de los costos de transición asociados al cambio climático, se eligieron dos proyectos de transporte. A saber, el Tren Rápido de Pasajeros (TRP) para el Gran Área Metropolitana (GAM) y Tren Eléctrico Limonense de Carga (TELCA). A continuación, se hace una descripción de las variables necesarias, asociadas a estos proyectos, para realizar la estimación de los costos de transición asociados al cambio climático:

i. Contraparte pública. El “actor” público que contrae la obligación contractual con un privado para que este último ofrezca el servicio de construcción y operación del servicio. En los dos casos estudiados, el Instituto Costarricense de Ferrocarriles (INCOFER), sería esta contraparte.

ii. Tipo de contrato. Determina el nivel de involucramiento del privado en el desarrollo del proyecto de infraestructura. Este puede incluir: financiamiento, diseño, construcción, operación y/o mantenimiento. Para ambos casos, se asumió la existencia de una Asociación Público-Privada (APP).

iii. Costo estimado de construcción. TRP tiene un costo estimado de US\$1.401 millones, mientras que el TELCA de US\$423 millones, según datos del INCOFER.

iv. Periodo de construcción. Se espera que la construcción del TRP se desarrolle entre 2024 y 2026, se asumen desembolsos anuales por US\$467 millones. En el caso del TELCA, su construcción se llevaría a cabo entre 2024 y 2025, asumiendo desembolsos anuales por US\$211,5 millones.

v. Vida útil de los activos fijos. Estimada en 50 años para ambos proyectos.

vi. Extensión del contrato. Estimada en 25 años para ambos proyectos.

vii. Demanda anual esperada. En el caso del TRP se estimada una demanda anual de 2.000.000 de pasajeros, con un aumento en la demanda anual del 3%. Por el lado del TELCA se estimada una demanda anual de 400.000 contenedores con un aumento en la demanda anual del 3%.

viii. Gasto anual esperado de operación, mantenimiento y repago de la deuda.

ix. Estructura de financiamiento. Para el TRP se estimó un préstamo de US\$550 millones, mientras que el resto del monto tendría que ser cubierto por medio de una contrapartida. En el caso del TELCA, se estableció que el financiamiento sería aportado, en su totalidad, por un actor privado.

Adicionalmente, se deben hacer supuestos sobre algunas variables relacionadas con macro precios, costo de pasajes y rentabilidad para el proyecto del TRP y TELCA. En el cuadro 1 hace un resumen de estos supuestos:

Cuadro 1. Supuestos adicionales asociados a proyectos TRP y TELCA		
Variable	TRP	TELCA
Crecimiento anual de pasajeros/carga	2%	3%
Inflación	3%	3%
Tipo de cambio (colones por US\$)	600	600
Tasa de depreciación	2%	2%
Valor máximo por pasajero/contenedor	600	2.100
Costo ponderado del capital	8%	8%
Demanda de contenedores		90.000
Tasa Interna de Retorno	5%	5%

Con esta información, más los supuestos del cuadro 1, se puede generar:

- i. Construcción del activo.
- ii. Depreciación del activo.
- iii. Valor del activo.
- iv. Costos totales anuales del operador.
- v. Ingresos totales anuales del operador (tarifas y subsidios).
- vi. Flujo de caja del operador.
- vii. Estructura de financiamiento.

Sobre estos supuestos y estimaciones es necesario realizar un par de aclaraciones respecto a la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la estructura de financiamiento. La TIR es particularmente útil para ayudar a determinar los aportes del Estado (a través de subsidios, principalmente), especialmente en un contexto donde se imponen tarifas máximas a los usuarios. Respecto a la estructura de financiamiento, esta puede darse de tres posibles maneras: (i) proyectos financiados por el gobierno, donde este no paga al socio privado por los activos o servicios proporcionados, (ii) proyectos por concesiones, siendo los usuarios la principal fuente de ingresos, sin embargo, el gobierno podría dar apoyo financiero a través de subsidios o garantías a fin de reducir la carga sobre los usuarios. Adicionalmente, (iii) se podrían desarrollar proyectos de financiamiento combinado, en los que el coste de proporcionar el activo y el servicio sea pagado en parte por el usuario y en parte por el gobierno.

El periodo de análisis para todas las variables abarcará un periodo de 30 años. No obstante, toda la información presente a lo largo de este informe se presentará solo para el periodo comprendido entre 2024 y 2028. Adicionalmente, los resultados finales, también serán presentados como Valor Presente Neto (VPN).

Se asume que, tanto para el TRP como el TELCA, el gobierno firma un contrato a largo plazo con un socio privado. Este último sería el responsable de proporcionar la construcción del activo y de los servicios de mantenimiento y operación según las especificaciones del contrato. Siguiendo las buenas prácticas internacionales, la financiación esperada por el gobierno, en forma de subsidios, debería competir por fondos con otros proyectos de inversión. Por lo tanto, no debería haber diferencia en cómo se registran los proyectos tradicionales y estos proyectos. El cuadro 2 muestra un resumen de la proyección del estado de resultados del Instituto Costarricense de Ferrocarriles (INCOFER).

Variable	2024	2025	2026	2027	2028
Ingresos	183	183	183	55	57
Ventas	0	0	0	0	0
Subsidios	183	183	183	55	57
Gastos	0	0	0	107	105
Intereses	0	0	0	112	110
Depreciación	0	0	0	28	28
Costos operativos/1	0	0	0	-33	-33
Balance Operativo Neto	183	183	183	-52	-48
Activos No Financieros	467	467	467	-28	-28
Patrimonio Neto Financiero	467	467	467	79	77

Nota: /1 Menos el servicio de la deuda.

Los gastos están relacionados con intereses, depreciación y costos de transporte. La diferencia entre ingresos y gastos da como resultado el balance operativo neto. Finalmente, se calcula la adquisición neta de activos no financieros y cambio en el patrimonio financiero neto. Respecto al balance general, la evolución de los activos está en función del valor de activo (diferencia entre el valor de construcción y depreciación). Así, durante tiempo de construcción no se asume ningún tipo de depreciación del activo, situación que se presenta hasta el cuarto periodo (año 2027), momento a partir del cual inicia la depreciación del activo de manera lineal por un periodo de 50 años. El pasivo se calcula como el proyecto menos su amortización, considerando

la duración del contrato. El servicio de la deuda se calcula con base en el costo promedio ponderado del capital asumido, y la duración del contrato, mientras que el pago de intereses está relacionado con el pasivo y el costo promedio ponderado del capital.

Indicador	2024	2025	2026	2027	2028
Activos	467	934	1.401	1.373	1.345
Infraestructura del proyecto	467	934	1.401	1.373	1.345
Pasivos	467	934	1.401	1.373	1.309
Patrimonio neto	0	0	0	0	36
Servicio de la deuda				137	137
Pago de intereses				112	110
Amortizaciones				64	64

El estado de caja refleja el impacto del proyecto en base de caja, considerando los ingresos relacionados con la porción de deuda asumida por el Estado y los subsidios.

Las cuentas fiscales del Gobierno Central se calculan en dólares estadounidenses, colones y porcentaje del PIB. Los gastos del Gobierno serían los subsidios, denominados “Compromisos Directos Debido al Proyecto”. Posteriormente se calcula el nivel de la deuda, tanto en términos nominales y descontados por la TIR.

Indicador	2024	2025	2026	2027	2028
US\$, millones	183	183	183	55	57
Colones, millones	112.200	114.444	116.733	35.720	37.528
% del PIB	0,24%	0,23%	0,22%	0,06%	0,06%

5.2. Ajuste en la recaudación de impuestos por el cambio tecnológico de la flota vehicular

Migrar hacia una tecnológica de transporte ambientalmente más amigable tendrá un impacto directo sobre la recaudación de impuestos. Bajo el régimen tributario vigente, descarbonizar el transporte afectaría los ingresos vía: (i) derechos arancelarios de importación, (ii) impuestos a la propiedad de vehículos, (iii) impuesto selectivo de consumo, (iv) impuesto al valor agregado e (v) impuesto único a los combustibles.

La estimación de los impuestos asociados a la importación de vehículos toma en consideración varios aspectos. El punto de referencia es el valor CIF del vehículo, al cual se le aplican las tasas del 1% del Valor Aduanero y del selectivo de consumo. Para determinar el impuesto al valor agregado (IVA), el valor CIF, los derechos de importación y el ISC, al cual se le aplica un margen de ganancia estimado del 25%.

En el caso del impuesto a la propiedad de vehículos, la ley establece un gravamen diferenciado basado en el valor fiscal de los vehículos. Este impuesto se aplica en función de una tabla de rangos crecientes según el valor fiscal. En octubre del 2023, este impuesto fue sujeto

de una modificación por parte de la Asamblea Legislativa de Costa Rica. Sin embargo, las estimaciones realizadas para esta primera iteración se basarán en el modelo vigente poco antes de la finalización de este reporte.

Para estimar el Impuesto a la propiedad, el primer paso fue estimar una tasa por tipo de vehículo. Lo anterior, se realizó, considerando: la recaudación del impuesto a la propiedad, el número total de vehículos y el valor medio de cada tipo de vehículo.

Con la tasa media del impuesto a la propiedad, se procede a proyectar el número y valor de vehículos por tipo de vehículo. A partir de lo anterior, se asumió una tasa de crecimiento anual de la flota vehicular del 2%, a partir de la cual se asume, para cada año, un porcentaje de vehículos eléctricos sobre vehículos totales. La base imponible del impuesto a la propiedad se estimó tomando en cuenta el valor medio actual de cada tipo de vehículo a partir de la información de la flota vehicular a octubre del 2022, ajustado por la inflación y considerando una diferencia decreciente en el valor de vehículos eléctricos respecto a los de combustible.

Cuadro 5. Proyección de la flota vehicular

Indicador	2024	2025	2026	2027	2028
Total vehículos eléctricos extra / Total vehículos extra	30%	40%	50%	60%	70%
Total motos eléctricas extra / Total motos extra	50%	65%	65%	80%	80%
Total motos buses extra / Total buses extra	5%	10%	20%	50%	70%
Total motos camiones extra / Total camiones extra	5%	10%	20%	50%	70%

Total de vehículos	1 446 110	1 474 065	1 502 560	1 531 606	1 561 213
Total de motos	861 571	919 577	981 489	1 047 568	1 118 097
Total de buses	33 534	34 326	35 138	35 968	36 818
Total de camiones	389 328	398 682	408 262	418 072	428 117

Total de vehículos desechados	10 145	10 341	10 541	10 745	10 952
Total de motos desechados	13 645	14 564	15 545	16 591	17 708
Total de buses desechados	464	475	487	498	510
Total de camiones desechados	781	800	819	839	859

Cuadro 5. Proyección de la flota vehicular

Indicador	2024	2025	2026	2027	2028
Total de vehículos extra	27 424	27 955	28 495	29 046	29 607
Total de motos extra	54 347	58 006	61 911	66 080	70 528
Total de buses extra	774	793	811	830	850
Total de camiones extra	9 135	9 355	9 579	9 810	10 045

Base imp. impuesto propiedad vehículos, millones	6 101 123	6 467 322	6 841 649	7 232 379	7 669 286
Base imp. impuesto propiedad motos, millones	461 567	489 412	513 486	538 789	575 063
Base imp. impuesto propiedad buses, millones	418 554	426 000	433 380	441 461	451 894
Base imp. impuesto propiedad camiones, millones	3 460 448	3 544 228	3 628 379	3 712 034	3 801 227

Impuesto a la propiedad vehículos, millones	210 901	223 560	236 499	250 006	265 109
Impuesto a la propiedad motos, millones	13 159	13 952	14 639	15 360	16 394
Impuesto a la propiedad buses, millones	3 004	3 057	3 110	3 168	3 243
Impuesto a la propiedad camiones, millones	64 409	65 968	67 534	69 092	70 752

Respecto al impuesto único a los combustibles, este es impuesto a la producción de hidrocarburos. La Ley 8.114 establece un impuesto fijo en colones por litro de combustible, siendo el único contribuidor de este la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE), siendo este impuesto es ajustado trimestralmente a la inflación.

El DAI para automóviles y motocicletas es cero, según lo establecido en el Decreto Ejecutivo 32458-H artículo 2. El DAI sólo se cobra a vehículos de carga, microbuses de más de diez pasajeros y buses pequeños, todos con tarifa estimada del 14%.

Cuadro 6. Proyección de Base imponible del DAI, millones de colones

Indicador	2024	2025	2026	2027	2028
Buses eléctricos	5.630	10.707	20.067	48.565	72.403
Camiones eléctricos	66.436	126.383	236.958	573.705	855.632
Buses de combustión	76.413	77.089	72.970	48.565	31.030
Camiones de combustión	901.635	909.955	861.664	573.705	366.699

Vehículos eléctricos	72.067	137.089	257.024	622.270	928.034
Vehículos de combustión	978.049	987.044	934.634	622.270	397.729
DAI Estimado	141.971	152.581	157.836	152.456	185.607

Se utilizó una estimación para el ISC, el cual incluye automóviles y motocicletas. El artículo 9 de la Ley 9.518, modificado mediante la Ley 10.209, dispuso una exención decreciente del ISC en los próximos cinco años para los vehículos eléctricos, lo que se toma en cuenta para realizar las estimaciones. Los cálculos de la tasa media del ISC consideraron los ingresos del gobierno del ISC y la estimación de la base imponible del ISC, considerando los vehículos basados en combustible y electricidad.

Cuadro 7. Estimaciones del Impuesto Selectivo de Consumo, millones de colones					
Indicador	2024	2025	2026	2027	2028
Base imponible de carros eléctricos	34 752	49 135	65 129	82 876	102 529
Base imponible de motocicletas eléctricas	14 201	19 704	21 031	27 627	29 486
Base imponible de buses eléctricos	489	996	2 027	5 168	7 406
Base imponible de camiones eléctricos	4 064	8 323	17 045	43 637	62 560
Base imponible de carros de combustión	81 087	73 702	65 129	55 250	43 941
Base imponible de motocicletas de combustión	15 066	11 594	12 745	8 007	8 802
Base imponible de buses de combustión	9 466	9 441	8 835	5 816	3 679
Base imponible de camiones de combustión	81 913	81 850	76 739	50 588	32 014
Base imponible de vehículos eléctricos - Excepciones	26 753	58 618	78 924	119 480	201 981
Base imponible de vehículos de combustión	187 532	176 587	163 448	119 661	88 437
Base imponible total	214 285	235 205	242 372	239 141	290 418
ISC Estimado	99 883	109 635	112 976	111 470	135 371

Finalmente, para el valor aduanero, se considera una tasa del 1% sobre el valor CIF. El modelo utilizó el total estimado de vehículos agregados por año y su valor fiscal proyectado.

Cuadro 8. Estimaciones del Impuesto Valor Aduanero, millones de colones					
Indicador	2024	2025	2026	2027	2028
Base imponible de carros	712 306	755 336	800 966	849 352	900 662
Base imponible de motocicletas	141 158	156 733	174 027	193 228	214 549
Base imponible de buses	80 435	85 654	91 212	97 130	103 433
Base imponible de camiones	949 090	1 011 062	1 077 080	1 147 409	1 222 331
Impuesto Valor Aduanero Estimado	18 830	20 088	21 433	22 871	24 410

Para calcular la base imponible del IVA se utilizó la información vehículos agregados por año, por tipo de vehículo y tecnología. A partir de la información puesta a disponible en el Ministerio de Hacienda, se determinó el porcentaje de vehículos eléctricos dentro de la flota vehicular y el valor promedio de los mismos. En cuanto a la tasa del impuesto, los vehículos de combustión mantienen la tasa del 13%, mientras que, en el caso de los eléctricos, se utilizó

una tasa creciente del 1% anual, a partir del 3% en 2021, según establece el artículo 9 de la Ley 9.518 (posteriormente modificada por la Ley 10.209).

Cuadro 9. Estimaciones del Impuesto al Valor Agregado, millones de colones					
Indicador	2024	2025	2026	2027	2028
Base imponible de carros eléctricos	60 815	76 773	89 552	103 594	128 161
Base imponible de motocicletas eléctricas	26 895	34 662	33 868	42 075	46 718
Base imponible de buses eléctricos	1 666	3 168	5 936	14 366	21 416
Base imponible de camiones eléctricos	16 998	32 335	60 625	146 780	218 909
Base imponible de carros de combustión	139 157	126 483	111 770	94 818	75 409
Base imponible de motocicletas de combustión	26 234	20 336	22 521	14 252	15 783
Base imponible de buses de combustión	27 016	27 204	25 703	17 078	10 895
Base imponible de camiones de combustión	268 861	270 961	256 223	170 361	108 742
Base imponible de vehículos eléctricos	106 375	146 938	189 981	306 815	415 205
Base imponible de vehículos de combustión	461 268	444 984	416 217	296 508	210 830
Base imponible total	567 643	591 922	606 198	603 324	626 035
IVA Estimado	84 937	88 646	89 645	89 428	80 493

Las estimaciones para el impuesto único a los combustibles (IUC) requieren de un análisis detallado. El modelo utiliza el IUC y la cantidad de energía (Terajoules – TJ) consumida por vehículo basado en combustible. Siendo esta información proveniente de la matriz energética publicada por la Secretaría de Planificación del Subsector Energía del Ministerio de Ambiente y Energía. Los TJ consumidos son un proxy para estimar la cantidad total de litros de combustible consumidos, así, asumiendo una cantidad ilimitada de kilómetros por litro consumido por tipo de vehículo, se obtiene el total de kilómetros por tipo de vehículo.

Cuadro 10. Estimaciones del Impuesto Único a los Combustibles, millones de colones					
Indicador	2024	2025	2026	2027	2028
Kms recorridos por carros de combustión, millones	12 464	12 362	12 232	12 074	11 885
Kms recorridos por motocicletas de combustión, millones	3 472	3 276	3 067	2 792	2 499
Kms recorridos por buses de combustión, millones	436	435	433	427	419
Kms recorridos por camiones de combustión, millones	2 990	2 983	2 967	2 928	2 871
Ingreso del IUC por carros	265 189	263 026	260 269	256 897	252 887
Ingreso del IUC por motocicletas	25 701	24 251	22 702	20 669	18 498

Cuadro 10. Estimaciones del Impuesto Único a los Combustibles, millones de colones					
Indicador	2024	2025	2026	2027	2028
Ingreso del IUC por buses	23 082	23 025	22 907	22 607	22 177
Ingreso del IUC por camiones	210 992	210 459	209 367	206 572	202 565

IUC Estimado	524 964	520 760	515 246	506 745	496 127
--------------	---------	---------	---------	---------	---------

El modelo calcula el promedio de kilómetros recorridos por automóvil, motocicleta, autobús y camión, obtenido a partir del total de kilómetros utilizados por tipo de vehículo que utiliza combustible y del total de vehículos que utilizan combustible. Suponiendo la misma cantidad de kilómetros recorridos por tipo en el caso de los coches eléctricos y un total de KWh por Km, se estima un KWh total en el periodo analizado, dada la estimación anterior sobre el aumento de los vehículos eléctricos.

Cuadro 11. Estimaciones del IVA por ventas de electricidad, millones de colones					
Indicador	2024	2025	2026	2027	2028
Kms recorridos por carros eléctricos, millones	192,2	293,9	423,5	582,0	770,4
Kms recorridos por motocicletas eléctricos, millones	458,5	654,4	863,5	1 138,3	1 431,5
Kms recorridos por buses eléctricos, millones	1,1	2,2	4,4	10,1	18,2
Kms recorridos por camiones eléctricos, millones	8,2	15,8	31,3	70,9	127,7

KWh consumidos por carros eléctricos, millones	29,6	45,2	65,2	89,5	118,5
KWh consumidos por motocicletas eléctricos, millones	45,8	65,4	86,4	113,8	143,2
KWh consumidos por buses eléctricos, millones	0,6	1,1	2,2	5,0	9,1
KWh consumidos por camiones eléctricos, millones	4,1	7,9	15,6	35,4	63,8

Base imponible IVA con relación al KWh de vehículos	5 403	8 262	11 903	16 358	21 655
Base imponible IVA con relación al KWh de motocicletas	8 376	11 956	15 777	20 796	26 154
Base imponible IVA con relación al KWh de buses	102	201	403	922	1 664
Base imponible IVA con relación al KWh de camiones	752	1 442	2 856	6 474	11 662

IVA del KWh por carros	702	1 074	1 547	2 127	2 815
IVA del KWh por motocicletas	1 089	1 554	2 051	2 704	3 400
IVA del KWh por buses	13	26	52	120	216
IVA del KWh por camiones	98	188	371	842	1 516

IVA Total por Consumo Eléctrico	1 902	2 842	4 022	5 792	7 948
---------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

A partir de las estimaciones anteriores, se puede proyectar una pérdida en recaudación anual, producto del Plan Nacional de Descarbonización. Aunque a nivel agregado se aprecia una tendencia al alza en la recaudación de impuestos, a nivel desagregado no necesariamente ocurre lo mismo. Particularmente, en el caso del IUC se proyecta una disminución en la recaudación de dicho tributo dada la migración de vehículos basados en hidrocarburos hacia vehículos más amigables con el ambiente. Respecto a las estimaciones del DAI, Valor Aduanero e Impuesto Selectivo de Consumo, el año 2027 presenta una particularidad, dados los supuestos para la composición vehicular entre eléctricos y de combustión, junto a que este periodo es el último donde existe alguna exoneración para la importación de vehículos eléctricos, es que se observa un “brinco” en la recaudación durante el siguiente periodo.

Cuadro 12. Comportamiento neto de la recaudación

Indicador	2024	2025	2026	2027	2028
Recaudación total por vehículos	1 160 603	1 192 244	1 209 988	1 200 381	1 260 596
IUC	524 964	520 760	515 246	506 745	496 127
Impuesto a la propiedad	285 064	297 633	310 228	322 323	334 169
DAI	141 971	152 581	157 836	152 456	185 607
Valor Aduanero	18 830	20 088	21 433	22 871	24 410
Impuesto selectivo de consumo	99 883	109 635	112 976	111 470	135 371
IVA por venta de vehículos	88 646	89 645	89 428	80 493	79 120
IVA por consumo eléctrico	1 244	1 902	2 842	4 022	5 792
Recaudación como % del PIB	2,33%	2,25%	2,14%	2,00%	1,98%
Pérdida anual	-0,09%	-0,08%	-0,10%	-0,14%	-0,03%

6. Resultados

El impacto fiscal total de descarbonizar el transporte, dado el escenario base, es 2,6% del PIB en Valor Actual Neto. Este costo proviene del ajuste neto en los ingresos producto de la migración de tecnologías dependientes del consumo de hidrocarburos hacia tecnologías más amigables con el ambiente y las transferencias que debería hacer el Gobierno a fin de subsidiar el funcionamiento de los medios colectivos de pasajeros y transporte de carga.

A nivel de ingresos, la migración vehicular del país hacia tecnologías más amigables con el ambiente significará una disminución en la recaudación de impuestos. Dentro de la estructura tributaria costarricense, el impuesto único a los combustibles, a nivel individual, es el tercer impuesto en importancia (representando 8% del total de impuestos). La recaudación de este impuesto, en la actualidad es equivalente a 1,2% del PIB, sin embargo, se espera que esta muestra una tendencia decreciente a futuro. Las estimaciones de este estudio sugieren una pérdida de en recaudación de casi 50% al 2030, cuando este impuesto genera una recaudación del 0,8% del PIB. Aunque se esperaría también una mejora en el comportamiento de otros tributos relacionados con una flota vehicular más eficiente en el uso de energías, estos no serían suficientes para compensar la reducción del IUC. Así, este comportamiento debe ser tomado en cuenta por las autoridades fiscales, a fin de identificar medidas alternativas que permitan compensar la menor disponibilidad de recursos, para así no atentar contra el proceso de consolidación fiscal que se impulsa para el mediano y largo plazo.

En el caso del gasto⁴, su estimación responde a las transferencias que debería hacer el Gobierno al concesionario del servicio, a fin de mantener una rentabilidad mínima. Esta estimación tiene una alta sensibilidad a la demanda del servicio, condiciones exigidas por el concesionario (tasa interna de retorno, por ejemplo) y de variables macroeconómicas (por ejemplo, el tipo de cambio). Así, durante el periodo de análisis, se estimaron transferencias equivalentes a 0,1% del PIB anuales. Al momento realizar este ejercicio, el INCOFER realiza una actualización de las condiciones financieras, de demanda y oferta del servicio de los pasajeros y de carga, por lo que las presentadas en el cuadro 13, podrían estar sujetas a una revisión. Estos elementos deben ser tomados en cuenta por las autoridades fiscales, dado el efecto que las mismas tendrán sobre la dinámica de agregados fiscales como lo son el gasto, el balance primario y financiero, y la deuda del Gobierno Central.

Cuadro 13. Costo de descarbonización

Indicador	2024	2025	2026	2027	2028
Impacto de descarbonización en ingresos	-0,09%	-0,08%	-0,10%	-0,14%	-0,03%
Valor presente	-0,09%	-0,07%	-0,09%	-0,12%	-0,02%
Impacto de descarbonización en gastos	0,24%	0,23%	0,24%	0,08%	0,08%
Valor presente	0,23%	0,21%	0,21%	0,07%	0,07%
Impacto total	0,33%	0,31%	0,35%	0,23%	0,11%
Valor presente	0,32%	0,28%	0,30%	0,19%	0,08%

6.1. Escenarios de sensibilización

Sin embargo, se puede realizar un análisis de riesgo considerando la variabilidad potencial de varios supuestos. Por ejemplo, suponer escenarios de sobrecostos para los costos directos relacionados con proyectos de infraestructura, o una disminución en la tarifa máxima que podría cobrarse, podría ser menor de lo esperado. Por el lado de los ingresos, se podría suponer un aumento más lento de los vehículos importados en el contexto de políticas para promover el transporte público. A medida que se incluyen supuestos menos optimistas, el costo total de descarbonizar el tránsito, en el valor actual neto del PIB, también cambia. El modelo se puede utilizar para modificar suposiciones a medida que se definen los detalles de los contratos y se implementan políticas sobre el uso de vehículos eléctricos. Debe revisarse periódicamente para incluir la información más actualizada disponible.

⁴ Existen efectos de segundo orden que no han sido considerados, como el impacto en una mejora de la salud de la población por la disminución de partículas nocivas emitidas por motores de combustión basados en hidrocarburos y que pueden reducir el gasto en salud.

Cuadro 14. Análisis de sensibilidad

Indicador	%PIB a Valor Presente		
	Costo total de descarbonización	Ingresos	Gastos
Escenario base	2,56%	1,00%	1,56%
Escenario base + 10% aumento en costo TRP/TELCA	2,84%	1,00%	1,84%
Escenario base + 20% aumento en costo TRP/TELCA	3,10%	1,00%	2,10%
Escenario base + 30% aumento en costo TRP/TELCA	3,38%	1,00%	2,38%
Escenario base - 10% Tarifa	2,72%	1,00%	1,72%
Escenario base - 20% Tarifa	2,88%	1,00%	1,89%
Escenario base - 30% Tarifa	3,04%	1,00%	2,04%
Escenario base + 30% TRP - 30% Tarifa	3,86%	1,00%	2,86%

7. Conclusiones

Este reporte busca ser una primera aproximación a la estimación de los costos asociados al cambio climático. El cambio hacia una economía baja en carbono implica una reestructuración profunda en varios sectores, lo que conlleva costos significativos. Este cambio afectará las finanzas públicas, especialmente en términos de recaudación de impuestos y gastos en infraestructuras sostenibles.

La gestión eficiente de los costos de transición es fundamental para alcanzar los objetivos de sostenibilidad del país sin comprometer la salud fiscal. Esto requiere una planificación cuidadosa y una evaluación continua de las políticas y estrategias adoptadas. A pesar de los costos iniciales, la inversión en adaptación y mitigación del cambio climático puede resultar en ahorros significativos y en una mayor resiliencia económica y social a largo plazo.

El modelo provee una primera estimación útil de los posibles costos fiscales de descarbonizar el transporte en Costa Rica, equivalentes a 2,6% del PIB. De este costo, la pérdida en recaudación representa el 39% del ajuste total, mientras que el restante 61% corresponde a los subsidios que debería dedicar el Gobierno para la atención del servicio. El análisis de sensibilidad también muestra que, dependiendo de la variación en los supuestos, el costo de transición puede variar entre 2,6% y 3,9% del PIB a VPN.

A nivel de políticas públicas, las intervenciones a realizar deben velar por generar un balance entre sostenibilidad ambiental y finanzas públicas. Ante la previsible disminución de los ingresos por impuestos a los hidrocarburos debido a la transición energética y los efectos del cambio climático, es crucial diversificar la base impositiva. Esto puede incluir el desarrollo de impuestos relacionados a la economía verde y sostenibilidad. Por ejemplo, impuestos a emisiones de carbono, que además de generar ingresos, incentivan la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (González Animat, 2014).

Bibliografía

- Acemoglu, D., Aghion, P., Bursztyn, L., & Hemous, D. (2012). The environment and directed technical change. *American economic review*, 102(1), 131–166.
- Agrawala, S., Bosello, F., Carraro, C., De Cian, E., & Lanzi, E. (2011). Adapting to climate change: costs, benefits, and modelling approaches. *International Review of Environmental and Resource Economics*, 5(3), 245–284.
- Arauz Schulze–Boysen, V. (2019). Who leads de way towards a better urban mobility in Costa Rica? Lessons learnt from 20 years of stagnation. *UNED Research Journal*, 11, 53–54.
- Benítez, J.C., I. Coelho, y V. Mylonas (2022). Costa Rica. Mejorando la Equidad y Eficiencia del Sistema Tributario: Impuesto sobre la renta, feebates ambientales e incentivos eficientes para una mayor equidad de género. Informe de Asistencia Técnica del FMI.
- Church, J. A., Clark, P. U., Cazenave, A., Gregory, J. M., Jevrejeva, S., Levermann, A., & Unnikrishnan, A. S. (2013). *Sea level change*. PM Cambridge University Press.
- Costello, A., Abbas, M., Allen, A., Ball, S., Bell, S., Bellamy, R., & Patterson, C. (2009). Managing the health effects of climate change: lancet and University College London Institute for Global Health Commission. *The lancet*, 373(9676), 1693–1733.
- Davis, S. J., Caldeira, K., & Matthews, H. D. (2010). Future CO2 emissions and climate change from existing energy infrastructure. *Science*, 329(5997), 1330–1333.
- Dietz, S., & Stern, N. (2015). Endogenous growth, convexity of damage and climate risk: how Nordhaus' framework supports deep cuts in carbon emissions. *The Economic Journal*, 125(583), 574–620.
- Global Fuel Economy Initiative (GFEI) (2015). CO2 emissions and fuel economy baseline for imported new vehicles in Costa Rica during the period 2008–2014. Informe Técnico | Junio 2015. Global Fuel Economy Initiative. Disponible en: https://www.globalfueleconomy.org/media/461057/sa-and_caribbean_baseline-report-costa-rica.pdf
- Goulder, L. H., & WILLIAMS III, R. C. (2012). The choice of discount rate for climate change policy evaluation. *Climate Change Economics*, 3(04), 1250024.
- Hansen, J., Sato, M., & Ruedy, R. (2011). *Climate variability and climate change: The new climate dice*. NASA Goddard Institute for Space Studies, New York, 2.
- Hartmann, B., & Boyce, J. K. (1983). *A quiet violence: View from a Bangladesh village*. Zed Books.

- Klinsky, S., Roberts, T., Huq, S., Okereke, C., Newell, P., Dauvergne, P., & Bauer, S. (2017). Why equity is fundamental in climate change policy research. *Global Environmental Change*, 44, 170–173.
- Lacis, A. A., Schmidt, G. A., Rind, D., & Ruedy, R. A. (2010). Atmospheric CO₂: Principal control knob governing Earth's temperature. *Science*, 330(6002), 356–359.
- McCollum, D. L., Zhou, W., Bertram, C., De Boer, H. S., Bosetti, V., Busch, S., ... & Riahi, K. (2018). Energy investment needs for fulfilling the Paris Agreement and achieving the Sustainable Development Goals. *Nat Energy* 3 (7): 589–599.
- Morichi, S., & Acharya, S. R. (2014). Policy Proposal for Intercity Passenger Transport. In *Intercity Transport and Climate Change: Strategies for Reducing the Carbon Footprint* (pp. 249–266). Cham: Springer International Publishing.
- Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R. & van Ypersele, J. P. (2014). Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (p. 151). Ipcc.
- Parmesan, C., & Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *nature*, 421(6918), 37–42.
- Parry, I., Mylonas, V., & Vernon, N. (2021). Mitigation Policies for the Paris Agreement: An Assessment for G20 Countries. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 8(4), 797–823.
- Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T. M., Gittleman, J. L., Joppa, L. N., & Sexton, J. O. (2014). The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *science*, 344(6187), 1246752.
- Pisu, M. and F. Villalobos (2016), “A bird-eye view of Costa Rica’s transport infrastructure”, OECD Economics Department Working Papers, No. 1323, OECD Publishing, Paris.
- Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T. M., Barnard, P., Moomaw, W. R., & Grandcolas, P. (2019). World scientists’ warning of a climate emergency. *BioScience*.
- Robles, N. (2016). Sustainability of supply chains in Costa Rica focusing on freight transportation emissions. *International Journal of Managing Value & Supply Chains*, 7(1), 13–26.
- Rodríguez-Zúñiga, M., Víctor-Gallardo, L., Quirós-Tortós, J., Jaramillo, M., & Vogt-Schilb, A. (2022). Impacto fiscal de la descarbonización del transporte en Costa Rica y opciones de política para manejarlo. Banco Interamericano de Desarrollo
- Schipper, L., & Marie-Lilliu, C. (1999). Carbon dioxide emissions from transport in IEA countries: Recent lessons and long-term challenges. *Transport Policy*, 6(1), 11–28.

- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855.

- Stern, N. H. (2007). *The economics of climate change: the Stern review*. Cambridge University Press.

- Timilsina, G. R., & Shrestha, A. (2009). Factors affecting transport sector CO2 emissions growth in Latin American and Caribbean countries: an LMDI decomposition analysis. *International Journal of Energy Research*, 33(4), 396–414.

- Trenberth, K. E., Dai, A., Van Der Schrier, G., Jones, P. D., Barichivich, J., Briffa, K. R., & Sheffield, J. (2014). Global warming and changes in drought. *Nature Climate Change*, 4(1), 17–22.

- Unicef. (2015). *The challenges of climate change: children on the front line*. eSocialSciences.

- Watts, N., Adger, W. N., Agnolucci, P., Blackstock, J., Byass, P., Cai, W., & Costello, A. (2015). Health and climate change: policy responses to protect public health. *The Lancet*, 386(10006), 1861–1914.

- Wilbanks, T. J., Lankao, P. R., Bao, M., Berkhout, F., Cairncross, S., Ceron, J. P., & Zapata-Marti, R. (2007). Industry, settlement and society. *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 357–390.

- González Animat, R. (2014). *Implicancias Jurídicas De Las Aplicaciones De La Tecnología Espacial Para El Cambio Climático Mundial (Judicial Implications of Space Technology Applications for Global Climate Change)*.