



---

Informe Estado de la Nación 2021

---

## Investigación de base

---

Impacto de la covid-19 en el uso de la flota vial en Costa Rica y sus implicaciones en términos de emisiones de CO<sub>2</sub> al ambiente

Investigador:  
Diego Fernández Montero

San José | 2021



363.738  
F636i

Fernández Montero, Diego.

Impacto de la covid-19 en el uso de la flota vial en Costa Rica y sus implicaciones en términos de emisiones de CO<sub>2</sub> al ambiente / Diego Fernández Montero. -- Datos electrónicos (1 archivo : 1.400 kb). -- San José, C.R. : CONARE - PEN, 2021.

ISBN 978-9930-607-77-0

Formato PDF, 24 páginas.

Investigación de Base para el Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2021 (no. 27)

1. EMISIONES DE GASES. 2. VEHICULOS DE MOTOR. 3. ASPECTOS AMBIENTALES. 4. CONTAMINACION DEL AIRE. 5. CONTROL AMBIENTAL. 6. CONTAMINACION AMBIENTAL 7. COVID-19. 8. COSTA RICA. I. Título.



## **Índice**

Presentación .....	4
Introducción.....	4
Antecedentes .....	5
Metodología y fuentes de información .....	6
Limitaciones y retos para el análisis de la información .....	9
Principales resultados .....	10
En el primer año con COVID-19 se generó una disminución generalizada en el uso de la flota vehicular pero la magnitud del impacto varió por tipo de vehículo.....	10
Los vehículos tipo automóvil y transporte pesado explican tres cuartas partes de la reducción en emisiones de carbono por los cambios en el uso de la flota vehicular en la pandemia.....	19
Conclusiones preliminares y aportes para la política pública .....	22

## **Presentación**

Esta Investigación se realizó para el Informe Estado de la Nación 2021. El contenido de la ponencia es responsabilidad exclusiva de su autor, y las cifras pueden no coincidir con las consignadas en el Informe Estado de la Nación 2021 en el capítulo respectivo, debido a revisiones posteriores. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

## **Introducción**

Esta investigación se enmarca en la preparación del Informe Estado de la Nación 2021, específicamente para su capítulo Armonía con la Naturaleza, que valora el desempeño en materia ambiental de Costa Rica.

Los hallazgos acá presentados dan seguimiento a un tema que se analizó el año anterior, sobre el impacto de la pandemia en la movilidad, pero explorando una nueva fuente que permite precisar con mayor detalle cómo se ha comportado el uso de las personas a los vehículos que componen la flota vehicular terrestre del país. Para comprender qué impacto ha tenido, incluso a nivel de los distintos tipos de vehículos, el primer año de pandemia por COVID-19 en el país.

Un abordaje que permita medir el cambio en el uso de los vehículos adquiere particular relevancia porque además permite conectar con otra línea de investigación que ha seguido este Informe. Línea que incluye una serie de abordajes entrelazados a temas como la huella ecológica, la huella de carbono, la carbono neutralidad y más recientemente el tema de las emisiones de gases contaminantes para el ambiente o las personas producto del sector transporte. Una línea de investigación de larga data desde el capítulo de Armonía con la Naturaleza que busca seguir aportando evidencia a un tema tan urgente del desarrollo humano sostenible como lo es el cambio climático.

Esta investigación da seguimiento y conecta las investigaciones de movilidad y emisiones de gases de la flota vehicular que se publicaron en el Informe Estado de la Nación 2021. Acá se aportan nuevos datos, pero ahora desde el análisis donde interactúan ambos temas, las emisiones generadas por la movilidad.

Con dicha fuente, la idea central es analizar el impacto que generó la COVID-19 y las restricciones sanitarias implementadas para su atención en el uso de la flota vehicular del país durante el primer año de la pandemia. Analizando a profundidad los impactos diferenciados que puede haber generado en los distintos tipos de vehículos que componen la flota vehicular. Una vez que se cuenta con los datos del cambio en el uso de la flota vehicular se mide con estos el impacto en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente al ambiente.

El Programa Estado de la Nación se planteó como principal objetivo de esta investigación el generar un análisis detallado sobre el impacto de la pandemia por COVID-19 y las restricciones para su atención en el uso de la flota vehicular del país y sus implicaciones en términos de emisiones de carbono al ambiente.

Esta investigación se guía por dos preguntas centrales y consecutivas: ¿Cuál fue el cambio en el uso de los vehículos durante el primer año de la pandemia por COVID-19? producto de las

restricciones y demás medidas para su atención, y ¿cuál fue el impacto en las emisiones generadas a partir de los cambios en el uso de los distintos vehículos que componen la flota del país?

Por el fenómeno analizado y especialmente por la coyuntura que analiza, este se trata, inevitablemente, de un estudio inédito.

Esta investigación muestra que el impacto de la pandemia por COVID-19 y las restricciones sanitarias implementadas en Costa Rica generó una, como era de esperarse, una disminución generalizada en el uso de la flota vial en el país. Pero, el impacto fue distinto para los distintos tipos de vehículos. Evidencia la magnitud de la disminución en el uso de la flota vehicular y estima el impacto de esta disminución en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes al ambiente. Nos da cuenta de en cuáles vehículos una disminución de su uso genera un mayor impacto en las disminuciones globales de las emisiones del sector. Lo anterior porque examina a profundidad el impacto diferenciado de la pandemia y las medidas adoptadas para su atención en los distintos tipos de vehículos que componen la flota de transporte terrestre del país.

Este cambio en el uso de la flota vial no fue una política. Tampoco fue producto de acciones dirigidas a disminuir el uso de los vehículos y con ello las emisiones de carbono. Sin embargo, este particular contexto de pandemia y las implicaciones en el uso del transporte nos dejan una serie de lecciones aprendidas para el estudio de este tema. El primer año de la pandemia fue una clase de experimento obligado en muchos campos sociales. Esta investigación muestra que también lo fue en materia ambiental. Nos deja datos valiosos para escenarios futuros y estimaciones de impactos en distintos ámbitos más allá de las emisiones de carbono. Pero lo quizás más importante que nos deja son algunos aportes a tomar en consideración para tomar decisiones de política pública que sí vayan enfocadas a disminuir las emisiones de gases que el país genera con el uso de la flota vehicular.

## Antecedentes

El capítulo Armonía con la Naturaleza valora el desempeño ambiental de Costa Rica, desde la perspectiva del uso y la conservación de los recursos naturales, su sostenibilidad y el papel de los actores sociales e institucionales relacionados con esa gestión. Para ello, por un lado, sintetiza buena parte de los esfuerzos de investigación realizados por universidades públicas, entidades estatales, organizaciones no gubernamentales, sectores productivos y la sociedad civil, y por otro, desarrolla estudios propios con el objetivo de generar nueva información que permita profundizar el análisis sobre importantes desafíos en materia ambiental.

Esta investigación se enmarca, en específico, en los esfuerzos que el capítulo ha venido realizando para analizar el impacto derivado de los patrones de transporte y movilidad en el país. Gracias a un convenio de cooperación se cuenta con una nueva fuente de información, que se obtiene de los resultados de las revisiones técnicas vehiculares que realiza en el país la empresa Riteve SyC.

En sus anteriores entregas, las investigaciones del capítulo de Armonía con la Naturaleza del Informe Estado de la Nación han documentado múltiples hallazgos en el tema de movilidad urbana y emisiones de gases contaminantes. En ese sentido, este aporte se circunscribe en un relato de más largo alcance en cuanto a la discusión sobre los retos del país hacia el

desarrollo sostenible. Particularmente, y como parte de esa discusión, se han señalado importantes retos en el modelo energético producto de los patrones de consumo y movilidad humana.

Respecto al tema de movilidad, en la anterior entrega del Informe Estado de la Nación se incluyó un capítulo sobre los patrones de la movilidad en tiempos de pandemia. En este capítulo, a partir de un análisis de los datos que se generan con el uso de la plataforma Waze se logró evidenciar el impacto en los primeros meses de la pandemia en el congestionamiento vial con un enfoque territorial. Entre sus hallazgos se destaca que las restricciones a la movilidad impuestas por el Poder Ejecutivo para el control de la pandemia redujeron la intensidad de la congestión. También, mostró que en esos primeros meses existió una relación territorial entre los altos niveles de congestión y la mayor incidencia de contagios.

En un capítulo distinto de la anterior entrega del Informe Estado de la Nación se incluyó un estudio que abordaba el tema de las emisiones de gases contaminantes de la flota vehicular. Al igual que para la presente investigación, la fuente de información principal eran los datos de la empresa Riteve SyC que se generan al momento en que los vehículos asisten a la revisión técnica vehicular (RTV). Esa investigación, evidenció que las emisiones de gases generan una doble y simultánea afectación. Los gases como el monóxido de carbono que generan vehículos con motores antiguos o eficientes causan un impacto negativo en la salud de las personas. Mientras que la alternativa son motores más eficientes que generan mayores emisiones de dióxido de carbono que causan un impacto negativo para el ambiente pues aceleran el calentamiento global.

Como se mostró en una investigación anterior, los usos de los distintos tipos de vehículos de la flota vehicular generan un impacto diferenciado en el ambiente producto de sus emisiones de gases. Es esta una de las razones por las cuales en la presente investigación se analiza el impacto a la flota vehicular incluyendo el detalle de los distintos tipos de vehículos que la componen, pues los resultados generales muchas veces esconden una mayor complejidad a lo interno.

Estos son solo algunos de los muchos hallazgos que deben ser considerados como antecedentes de la presente investigación. El tema del impacto ambiental de la flota vehicular, las emisiones de carbono y demás problemáticas relacionadas con los patrones insostenibles de consumo y movilidad en el país han sido tratadas con especial atención durante los últimos años en el capítulo e informe en que se enmarca esta investigación.

## **Metodología y fuentes de información**

Para analizar el impacto de la pandemia por COVID-19 y las medidas adoptadas para la atención en el uso de la flota vehicular, se realizó un estudio de tipo cuantitativo que pretende cuantificar y caracterizar la magnitud de este impacto. Para esto, la principal fuente de información fueron las tablas de datos proporcionadas por Riteve SyC, empresa encargada de la revisión técnica vehicular de la totalidad de la flota de vehículos en Costa Rica. Esto fue posible gracias a un acuerdo marco de cooperación entre la empresa y el Programa Estado de la Nación/CONARE con el fin de alcanzar los objetivos de la presente investigación. La información proporcionada por Riteve SyC fue la que se identificó como potencialmente útil para los alcances de esta investigación, entre las variables que se consideraron están:

- Variables del vehículo: tipo de vehículo, año del modelo, tipo de combustible, criterio de uso.
- Variable de uso: odómetro en cada asistencia a RTV, fecha de asistencia a RTV.

Respecto al formato de los archivos proporcionados por Riteve SyC. Estos se encontraban en formato Excel, en múltiples tablas en varios archivos para cada año y tipo de revisión. Para el análisis se integraron todas las tablas en un único archivo con los resultados de todos los vehículos que asistieron a la revisión técnica vehicular durante los años 2015 y hasta el mes de abril de 2021.

El convenio elaborado por Riteve SyC y el PEN establece como unos de sus principios centrales el cuidado respecto a la seguridad y privacidad de los datos. Por esto, antes de entregar la información al investigador se realizó un proceso de anonimización de los datos de identificación de los vehículos. Para ello, el equipo técnico de Riteve SyC crearon un identificador único para cada vehículo (lo que se conoce como hash) que posteriormente se utilizó para sustituir el número de placa o serie única del vehículo. El investigador que realizó el análisis de la información no participó durante este proceso de anonimización ni tuvo acceso a la metodología y código que se utilizó. De esta forma es posible realizar un análisis de los datos al máximo nivel de detalle sin comprometer la privacidad de la información. Además, existe un acuerdo que protege el uso de esa información exclusivamente para fines de esta investigación.

Es importante señalar que para un adecuado análisis de la información proporcionada por Riteve SyC es necesario el apoyo de conocimientos técnicos en el área de revisión técnica vehicular. Por tal razón, durante la ejecución de la presente investigación se desarrollaron reuniones de consulta al equipo técnico de la empresa para realizar un análisis de los datos disponibles considerando las particularidades técnicas de la información. Esto permitió además revisar con criterio de experto algunos de los primeros resultados que surgieron en la exploración inicial de los datos.

Como parte de la metodología de análisis de los datos proporcionados por Riteve SyC se aplicó una serie de técnicas estadísticas. Primero, fue necesario someter los datos a pruebas para identificar necesidades de limpieza por errores propios de la forma en que se captura la información. La variable que se sometió a mayor cantidad de controles de calidad fue la del recorrido de cada vehículo según el odómetro, pues tiene un impacto directo en los resultados sobre el uso de la flota. Entre las inconsistencias encontradas en esta variable está el hecho de que los vehículos registraban un cambio negativo en el odómetro entre dos revisiones simultáneas producto, posiblemente, de alteraciones en el odómetro. Estos casos fueron descartados del análisis para que no afecte la calidad de los resultados.

A partir de la información original, se identificó una cohorte de vehículos en los que era posible conocer el impacto de un año de pandemia en su promedio de recorrido diario. Para ello se identificó el subconjunto de vehículos que asistieron a RTV en marzo de 2020 y nuevamente en marzo de 2021. En total, 38.859 vehículos cumplieron los requisitos de asistir a la RTV exactamente el primer año de la pandemia. La elección de la cohorte de vehículos fue intencional, pues eran en los que efectivamente se podía medir el impacto del primer año de la pandemia en su recorrido. Sin embargo, la pertenencia o no a este grupo de vehículos se define por criterios aleatorios, como lo es el último dígito de la placa que

determina el mes en que los vehículos deben asistir a la revisión técnica vehicular. En ese sentido, la elección podría entenderse como una muestra aleatoria de vehículos respecto a la totalidad de la flota.

Fue este grupo el que se seleccionó para medir el recorrido promedio diario de estos entre marzo de 2020 y marzo de 2021 para comparar luego esos recorridos con los que registraban esos mismos tipos de vehículos en el periodo pre COVID-19. Para estimar el recorrido promedio de los vehículos en el periodo pre COVID-19 se obtuvo el promedio del recorrido diario de la totalidad de vehículos durante los años 2015 al 2019. Fue a través de esa comparación que se logró medir el impacto de la pandemia en el uso de los distintos tipos de vehículos.

En este estudio se analiza el uso de los vehículos en dos periodos. El periodo pre COVID-19 debe entenderse como el promedio de los cinco años previos a la pandemia, es decir del año 2015 al 2019. Este periodo permite tener resultados con promedios robustos respecto al uso de los vehículos. El periodo COVID-19 debe entenderse como el que va desde marzo de 2020 hasta marzo de 2021, que permite medir de forma exacta el impacto durante el primer año de la pandemia.

Como parte de la metodología se diseñaron y crearon una serie de indicadores útiles para el análisis, como lo son: kilómetros recorridos entre revisión técnica, días transcurridos entre revisión técnica, kilómetros recorridos por día, kilómetros recorridos por tipo de vehículo al año.

Finalmente, como parte del análisis fue necesario complementar la información con datos que provienen de otras fuentes. Otra de las principales fuentes de información fueron las tablas agregadas de vehículos en circulación por tipo y modelo. Esta información fue proporcionada por el Instituto Nacional de Seguros (INS), específicamente por la Dirección de Seguros Voluntarios. Esta información proviene de registros administrativos que se generan a partir del quehacer propio de la institución, como los que se generan con el pago de las obligaciones del derecho de circulación por parte de los dueños de los vehículos. Esta fuente de información fue utilizada durante todo el análisis para cuantificar la cantidad de la flota vehicular que se encuentra en circulación.

En el estudio del capítulo de Armonía con la Naturaleza del Informe Estado de la Nación del año anterior, sobre el tema de las emisiones de gases contaminantes de la flota vehicular, se realizó una estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente que se generan por tipo de combustible y vehículo. Para ello, utilizó la información del consumo de combustible en el sector transporte con datos de SEPSE-MINAE y los factores de emisión del Instituto Meteorológico Nacional. Al relacionar estos datos con la cantidad de kilómetros recorridos por esos mismos tipos de vehículos, medida con los datos de Riteve SyC, se logró estimar la cantidad de gramos de CO<sub>2</sub> equivalente que generan los distintos tipos de vehículos por cada kilómetro recorrido. Con este indicador y con los datos del cambio en los kilómetros recorridos en el primer año de pandemia se calculó el impacto del cambio en el uso de la flota vehicular en las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente. Para ello, se estimaron las emisiones que generan los vehículos con el recorrido promedio del periodo pre COVID-19 y se contrastaron con las emisiones que se generarían considerando los recorridos del periodo COVID-19.

Se debe hacer notar que para estas estimaciones se mantiene constante el factor de los gramos de CO<sub>2</sub> equivalente por kilómetro recorrido. Sin embargo, este factor podría disminuir producto de que en el periodo con pandemia el menor congestionamiento vial permite a los vehículos transitar a una mayor velocidad y posiblemente con un mejor rendimiento en el consumo de combustible por kilómetro recorrido. Es decir, el impacto de la reducción en las emisiones que acá se presenta se explica solamente por el factor de un menor uso de la flota. Para incluir el factor de rendimiento en el consumo de combustible se debe contar con una actualización de los datos de consumo de combustible en el sector transporte que al momento de preparar este informe aún no estaban disponibles.

Con esta metodología es posible estimar el cambio en el uso de la flota vehicular y el impacto en las emisiones de carbono asociadas a este uso. Además, permite obtener el resultado agregado para la totalidad de la flota vehicular y estimaciones según los distintos tipos de vehículos que componen la flota para comprender los impactos diferenciados que en estos se pudo generar.

La metodología de análisis fue predominantemente descriptiva y se utilizaron distintas herramientas o programas estadísticos. Para el procesamiento, integración y limpieza de información se trabajó con Excel, Tableau Prep y RStudio. Para preparar las distintas imágenes estadísticas se utilizó Tableau Desktop y Excel. Durante el proceso de investigación se utilizaron distintas técnicas estadísticas para generar los datos y los resultados gráficos que se incluyen en este documento.

## Limitaciones y retos para el análisis de la información

Durante el proceso se presentaron distintos retos que limitaron las posibilidades de análisis, la mayoría vinculados propiamente a las características y el alcance de las fuentes de información.

Entre los retos se presentaron problemas propios de la calidad de la información que requirieron un importante tiempo de revisiones y limpieza cuando fue necesario. Por ejemplo, se identificó vehículos que tenían una medición de odómetro menor en una fecha de RTV posterior a otra revisión donde el odómetro daba un valor mayor. Es decir, vehículos con crecimiento de kilometraje negativo en el tiempo. Con este tipo de errores se fueron excluyendo vehículos del conjunto de análisis final.

Para esta investigación el dato de la cantidad total de vehículos en circulación según tipo y modelo se obtiene de los registros administrativos del INS, no de la información proporcionada por Riteve SyC. Esto se debe a que no todos los vehículos que circulan en el país deben asistir todos los años a la prueba de revisión técnica vehicular. Por ejemplo, los modelos más nuevos no necesariamente deben asistir en los primeros años. La periodicidad con la que los vehículos se presentan RTV se debe a la convocatoria oficial establecida en el decreto MOPT-30184 que está en función de la antigüedad del vehículo y de prestación de un servicio público. La segunda razón es porque existe el ausentismo, es decir vehículos que a pesar que debían asistir a la revisión técnica vehicular no asistieron. Por estas razones, se considera más conveniente estimar la cantidad de vehículos en circulación con los datos de aquellos que cumplieron sus obligaciones mínimas con el INS para circular.

Finalmente, una de las limitaciones importantes para estimar las emisiones de carbono de la flota vehicular durante el primer año de pandemia y el impacto por el cambio de uso, fue que al momento de preparar este informe no se contaba con los datos actualizados del consumo de combustible en el sector transporte que para otras investigaciones se ha obtenido de los datos que maneja SEPSE-MINAE.

A pesar de estas limitaciones, se debe resaltar el hecho de que la información suministrada por la empresa Riteve SyC es de sumo valor para el desarrollo de investigaciones en temas de la flota vehicular, su uso y las emisiones de gases u otras implicaciones que se generan a partir de su uso.

## **Principales resultados**

En esta sección se presentan y analizan los resultados estadísticos de la presente investigación. Se trata de un análisis mayoritariamente descriptivo, apegado a la evidencia que es posible concluir a partir de los datos. Se incluyen algunas consideraciones en términos de las implicaciones de política pública que se derivan de los resultados acá mostrados. Sin embargo, este aporte es un esfuerzo por crear evidencia científica que permita comprender la magnitud del impacto de la COVID-19 en el uso de la flota vehicular en el país y que sirva de base para una discusión de sus implicaciones, tanto para el ambiente como para otras dimensiones de desarrollo del país.

### **En el primer año con COVID-19 se generó una disminución generalizada en el uso de la flota vehicular pero la magnitud del impacto varió por tipo de vehículo**

En esta sección se cuantifica el cambio en el uso de la flota vehicular durante el primer año de la pandemia por COVID-19. Se muestra que en el país se dio una disminución generalizada en el uso de los vehículos, pues en todos los tipos de vehículos se disminuyó su uso. La magnitud del cambio en el uso de los vehículos durante la pandemia varió entre los distintos tipos de vehículos. El mayor impacto se dio en autobuses, particularmente los que se dedican al transporte de turismo y estudiantes. Sin embargo, la disminución total en el uso de la flota vehicular se explica en mayor medida por un menor uso de los automóviles, ya que son el tipo de vehículo más frecuente de los que componen la flota.

Frente a los riesgos sanitarios de la pandemia por COVID-19 una de las principales acciones para disminuir su impacto han sido las restricciones a la movilidad de las personas. Es de esperar, que producto de la pandemia se haya reducido la movilidad de las personas en los distintos medios de transporte.

En la anterior entrega del Informe Estado de la Nación se incluyó una investigación que abordaba el tema de los patrones de movilidad en tiempos de pandemia, medido con la base de datos de la empresa Waze. Esta investigación constató que las reducciones a la movilidad impuestas por el Poder Ejecutivo para el control de la pandemia redujeron la intensidad de la congestión vial. Además, se encontró que, al menos en los primeros meses de pandemia, existió una relación directa entre la congestión vial y los niveles de contagio.

Otra de las formas en que es posible medir la magnitud de la disminución en la movilidad de las personas es analizando los cambios en la permanencia o salida de sus lugares de residencia. Para ello, la empresa Google desarrolló una metodología que permite asignar

geográficamente un lugar de residencia de las personas, según donde se mantienen la mayor parte del tiempo en horas nocturnas. A partir de ello, permite analizar los cambios en la movilidad según la proporción de personas que se aleja en un kilómetro o más del lugar que se le ha asignado de residencia. Los resultados permiten comparar la magnitud de los cambios en movilidad de las personas a partir de que inicia el periodo impactado por la COVID-19.

Al analizar los cambios en los patrones de movilidad de las personas en Costa Rica producto de la pandemia es posible generar una serie de conclusiones. Primero, desde inicios de la pandemia el 6 de marzo del 2020 y durante el resto de ese año en promedio se dio una disminución de 15% en las salidas de las personas de sus lugares de residencia (Gráfico 1). El comportamiento fue una disminución rápida y drástica de la movilidad seguida de una lenta recuperación, pero sin llegar a alcanzar los niveles del periodo previo a la pandemia. El momento de menor movilidad fue la primera semana de abril, que coincide con fuertes medidas de cierre a la vez que con los días de la Semana Santa. Un segundo momento de menor movilidad se dio a mediados del mes de julio de 2020, producto de que el Gobierno impuso medidas de restricción a la movilidad para mitigar el acelerado crecimiento en la tasa de contagios.

### Gráfico 1

Costa Rica. Cambio en la movilidad semanal de las personas fuera de su lugar de residencia con respecto al periodo pre covid-19. Febrero a diciembre de 2020



Fuente: Fernández, 2021, con datos de Google Mobility.

Como parte del tema de la movilidad durante la pandemia, es importante precisar cómo se comportó el uso de la flota vehicular terrestre durante este periodo, ya que es una parte central de los mecanismos de movilidad en el país. Es a partir del análisis de los cambios en el uso de la flota que será posible derivar en las implicaciones en términos de emisiones.

Para realizar el análisis del impacto de la pandemia en el uso de la flota vehicular en Costa Rica se considera el primer año de la pandemia, entre los meses de marzo de 2020 y marzo de 2021. Este periodo se compara con el periodo acá definido como pre-pandemia, que se trata de un promedio del recorrido de los vehículos entre los años 2015 y 2019. Con base en estos, se analiza el cambio promedio durante el primer año sin precisar en las variaciones en la magnitud de los cambios en las distintas semanas de ese primer año.

El presente es un análisis inédito en el país. A diferencia de otros estudios que han abordado el análisis de los cambios en la movilidad producto de la pandemia, esta es la primera investigación que aborda el tema de cómo se comportó el uso de la flota vehicular. Además, porque permite abordar con profundidad el impacto de la pandemia en el uso de los distintos tipos de vehículos que componen la flota vehicular. Esto a partir de un análisis de los kilómetros recorridos por una muestra de los vehículos en el primer año de pandemia en comparación con el periodo anterior, utilizando para ello los datos de los vehículos que asisten a realizar la revisión técnica vehicular.

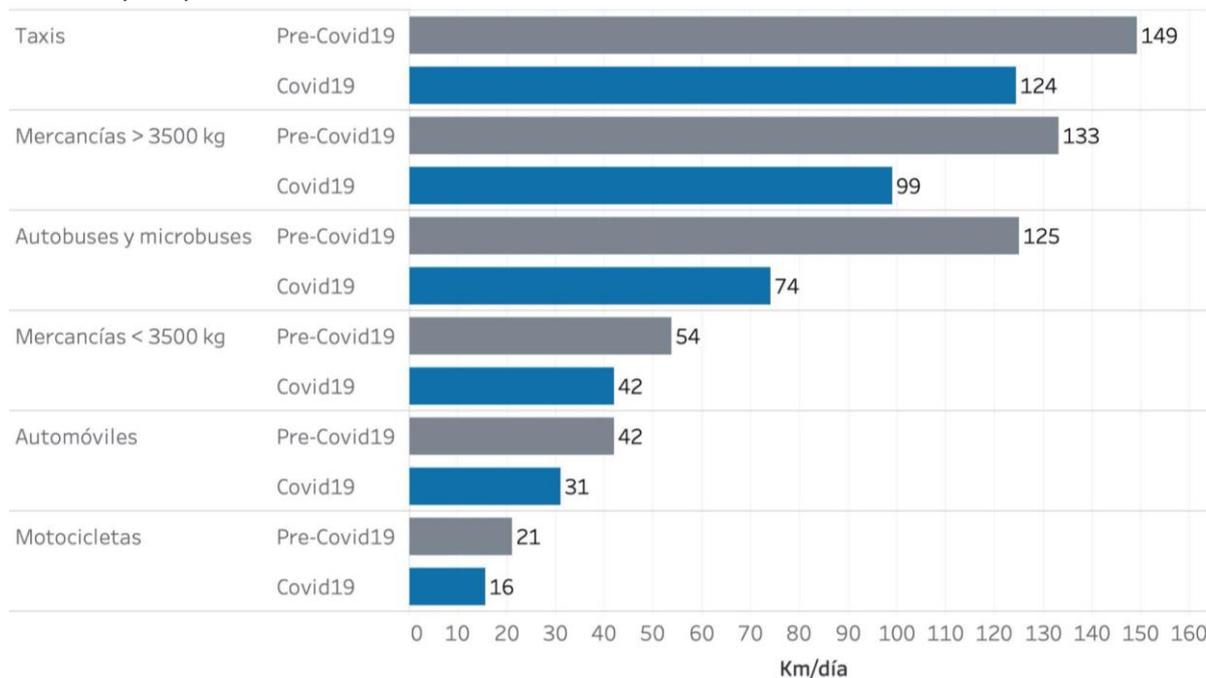
Un primer resultado esperable de este estudio es que durante el periodo de impacto de la COVID-19 se dio una disminución generalizada en el uso de la flota vehicular. En promedio, los vehículos pasaron de un recorrido promedio de 46 kilómetros al día en el periodo pre pandemia a un recorrido promedio de 35 kilómetros al día (Gráfico 2). Es decir, se dio una disminución promedio de 11 kilómetros al día en el uso de la flota vehicular en Costa Rica.

Todos los tipos de vehículos analizados reportaron que en promedio recorrieron un menor kilometraje diario en el primer año de la pandemia si se compara con el recorrido promedio de este mismo tipo de vehículos en el periodo justo anterior a la pandemia.

Al analizar el cambio en el uso de la flota por tipo de vehículo se encontró que el impacto fue diferenciado. En el caso de los taxis pasaron de recorrer en promedio 149 kilómetros al día en el periodo pre-covid a 124 kilómetros en el primer año con COVID-19. Los vehículos de transporte pesado pasaron de recorrer en promedio 133 kilómetros al día a 99 en el periodo de la pandemia. Los autobuses y microbuses disminuyeron su recorrido promedio de 125 kilómetros diarios a 74 kilómetros. Los vehículos de transporte de mercancías livianas disminuyeron su kilometraje promedio de 54 a 42 kilómetros al día por impacto de la Covid 19. Los automóviles bajaron su promedio de recorrido diario de 42 a 31 kilómetros en promedio con el cambio de periodo. Finalmente, en las motocicletas se encontró una disminución promedio de 21 a 16 kilómetros al día entre el periodo pre COVID-19 y el primer año con COVID-19 (Gráfico 2).

Gráfico 2

Costa Rica. Promedio de recorrido diario durante el periodo pre COVID-19 y durante el primer año con covid-19 por tipo de vehículo



Periodo  
 ■ Pre-Covid19  
 ■ Covid19

Fuente: Fernández, 2021, con datos de Riteve SyC.

Para analizar la magnitud del impacto diferenciado en el uso de los distintos tipos de vehículos **flota** del país se analizó el porcentaje de cambio en los kilómetros diarios recorridos entre el periodo pre COVID-19 y el periodo con COVID-19.

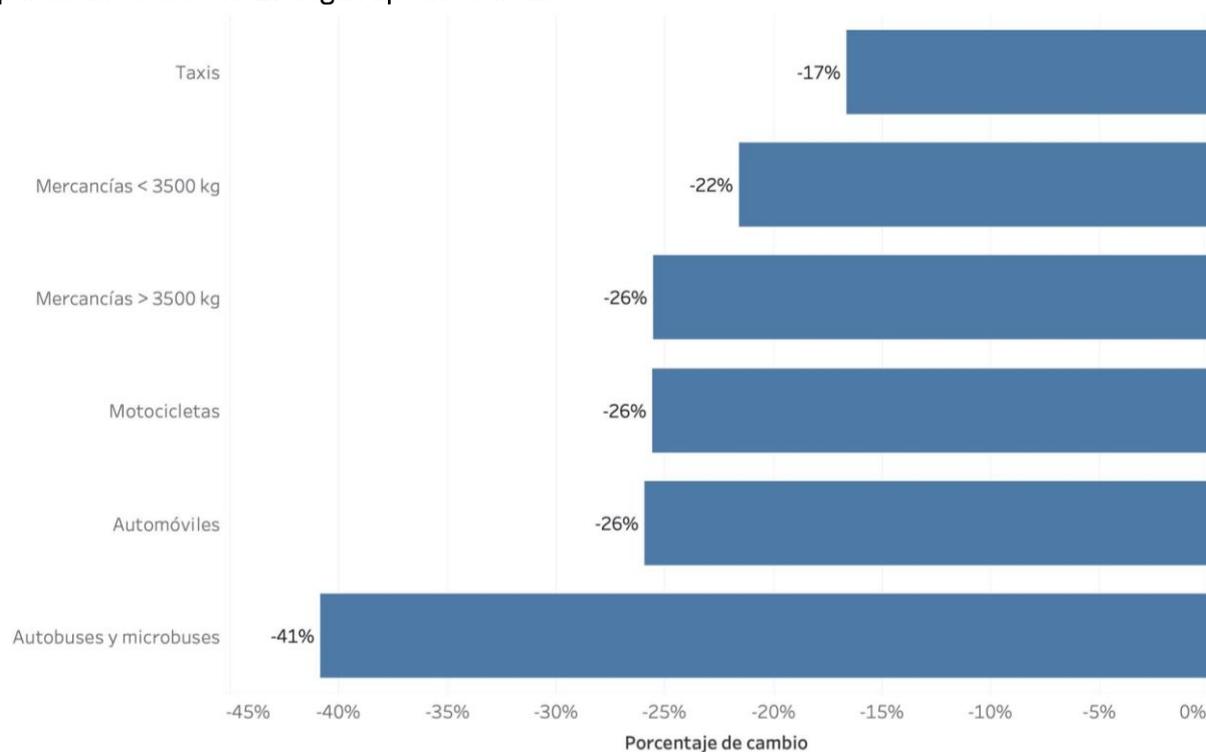
Los resultados muestran que en promedio la disminución en el uso de la flota vehicular fue de **24%**. Es decir, en promedio los vehículos recorrieron cerca de una cuarta parte menos en el primer año en que la COVID-19 impactó el país. Sin embargo, esta disminución relativa varía entre los distintos tipos de vehículos. Los taxis fueron los vehículos en los cuales se registró una menor disminución promedio de su uso, con una caída de 17% en el primer año con COVID-19. Este resultado se puede explicar en parte porque una de las medidas de restricción vehicular que implementó el Gobierno limitaba el uso de vehículos que no eran transporte público en horario nocturno. Un primer resultado de esta acción es que las personas pudieron aumentar el uso de transporte remunerado, dado que no podían hacer uso de sus vehículos. Además, la restricción también limitaba en gran medida la permanencia de vehículos que se dedican al transporte remunerado de personas a través de plataformas digitales en horario nocturno. De esta forma, la medida pudo ocasionar que los taxis volvieran a tener, al menos durante las noches, el dominio del transporte remunerado de personas que mantenían previo al ingreso de este tipo de plataformas, lo que pudo incidir en la disminución en su uso fuera menor que el resto de los tipos de vehículos. El segundo tipo de vehículos que tuvo una menor disminución en su uso fueron los de transporte de carga liviana con 22% de disminución en periodo COVID-19.

El grupo de vehículos conformado por los automóviles, las motocicletas y el transporte de carga pesada disminuyeron en un 26% los kilómetros diarios recorridos en el primer año de la pandemia con respecto a su promedio de recorrido en el periodo previo.

Los vehículos tipo autobuses o microbuses fueron los que recibieron un mayor impacto en cuanto a la disminución de su uso en el periodo de pandemia. En este tipo de vehículos se registró una disminución de 41% en la cantidad promedio de kilómetros diarios recorridos en el primer año con COVID-19 respecto al periodo previo a que se reportara el primer caso del virus en el país (Gráfico 3).

### Gráfico 3

Costa Rica. Cambio porcentual en el promedio de recorrido diario entre el periodo pre covid-19 y el primer año con covid-19 según tipo de vehículo



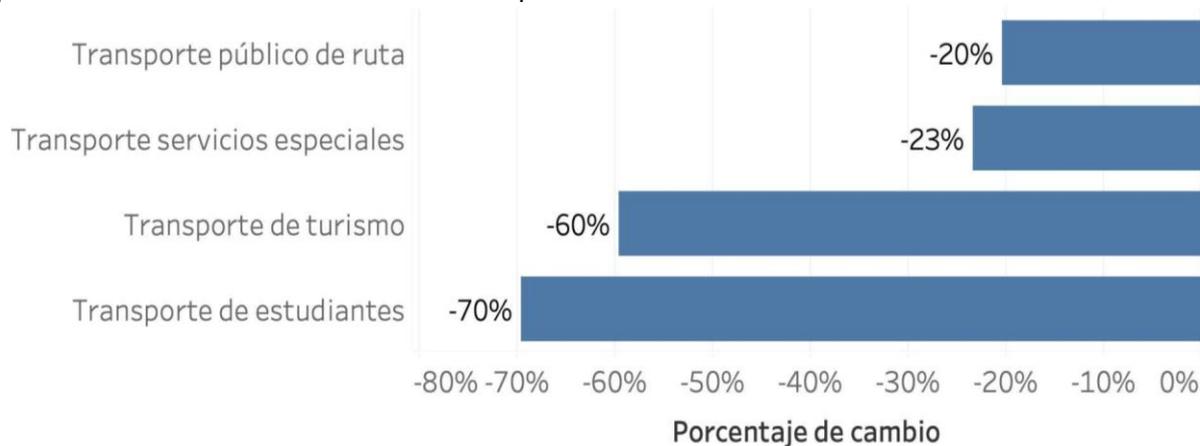
Fuente: Fernández, 2021, con datos de Riteve SyC.

Debido al mayor impacto en la disminución del uso de vehículos tipo autobuses o microbuses se analizó este tema en profundidad para comprender si se dio de forma diferenciada entre sus distintos tipos de uso. Al respecto, se encontró que en efecto existen impactos diferenciados según el uso que se le dan a este tipo de vehículos. Entre los buses de transporte público de ruta la disminución promedio en su uso producto de la COVID-19 fue de 20% y entre los que se dedican al transporte de servicios especiales la disminución fue de 23%. El mayor impacto en cuanto a una disminución en su uso producto de la pandemia se dio en los vehículos dedicados al transporte de turismo y sobre todo al transporte de estudiantes, en los que se reportó una disminución de 60% y 70% respectivamente en el promedio kilómetros diarios recorridos entre el periodo pre COVID-19 y el primer año con pandemia (Gráfico 4). Estos resultados se explican en gran medida por la disminución en la cantidad de turismo producto de la situación global y las medidas de protección implementadas, así como por el cierre de escuelas o el cambio hacia la modalidad de lecciones virtuales. En el caso del transporte público de ruta, dado que estos tienen una ruta con distancia fija, el 20% de

disminución en su recorrido posiblemente lo que indica es que cada unidad hizo menos viajes durante ese periodo.

**Gráfico 4**

**Costa Rica. Cambio porcentual en el promedio de recorrido diario entre el periodo pre COVID-19 y el primer año con COVID-19 de los vehículos tipo autobuses o busetas**

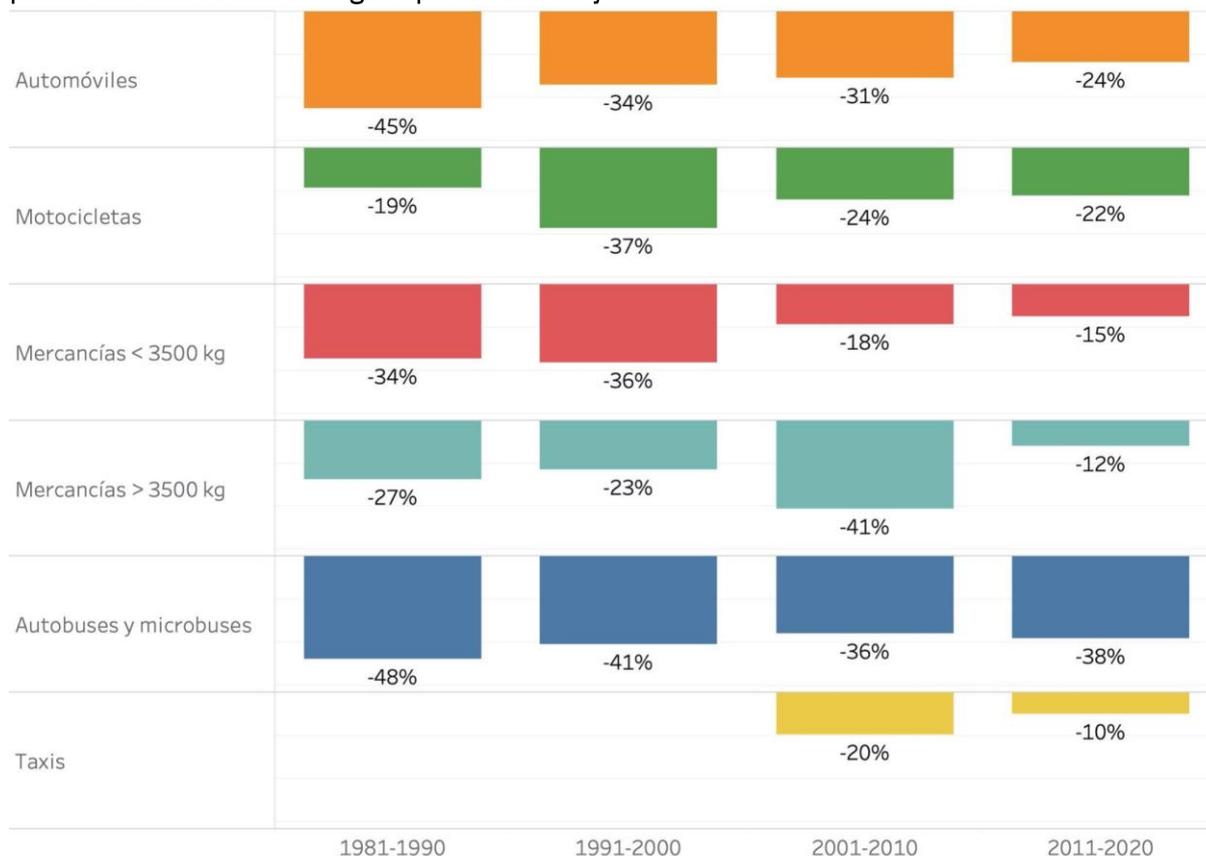


Fuente: Fernández, 2021, con datos de Riteve SyC.

Se realizó un análisis para determinar si existieron variaciones en el impacto de uso de transporte en el contexto enmarcado por la COVID-19 según el año del modelo de los vehículos. Para ello, se agruparon los vehículos en cuatro rangos de año de modelos, desde los vehículos de la última década (2011 a 2020), luego los vehículos de la década anterior a esa (2001 a 2010), la década de los noventa (1991-2000) y hasta la década de los ochentas (1981-1990). Los resultados varían según el tipo de vehículo. En los vehículos tipo automóvil, de transporte liviano y en los autobuses y microbuses se encontró una mayor disminución en el uso entre los modelos de mayor antigüedad, con modelos de años previos a 2000. En los restantes tipos de vehículos no se encontraron tendencias de mayor o menor cambio en su uso según el año del modelo (Gráfico 5).

Gráfico 5

Costa Rica. Cambio porcentual en el promedio de recorrido diario entre el periodo pre COVID-19 y el primer año con COVID-19 según tipo de vehículo y modelo



**Tipo de vehículo**

- Automóviles
- Motocicletas
- Mercancías < 3500 kg
- Mercancías > 3500 kg
- Autobuses y microbuses
- Taxis

Fuente: Fernández, 2021, con datos de Riteve SyC.

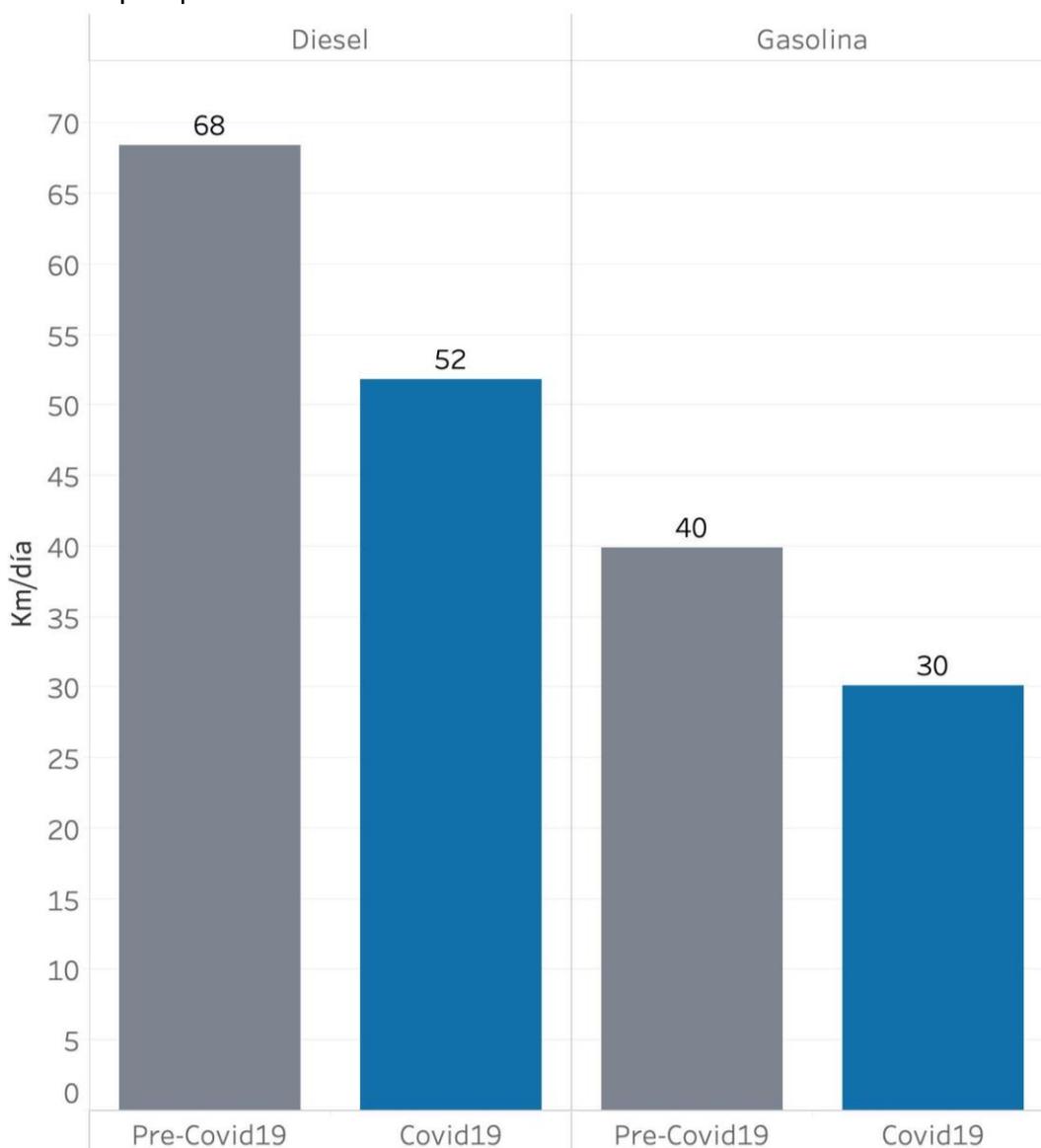
En este estudio resultó de interés analizar el impacto en el uso de los vehículos durante el primer año con pandemia en el país, pero diferenciando el tipo de combustible de los vehículos. Para ello, se consideraron solamente los vehículos que utilizan como combustible gasolina o diésel y se excluyeron los otros tipos de combustibles, pues en conjunto representan apenas el 1% del total de la flota vehicular del país. El interés se centró en analizar si existió el impacto en la disminución del uso de los vehículos fue indiferente al tipo de combustible o si por el contrario varió en los vehículos diésel en comparación a la gasolina. Este resultado es relevante para un posterior análisis de las implicaciones en términos de emisiones, dado que estas se asocian a cada tipo de combustible.

Los resultados muestran una disminución similar en el uso de los vehículos durante el primer año de la pandemia para los dos tipos de combustibles considerados. Los vehículos diésel son los que en promedio tienen un mayor recorrido. En este grupo de vehículos el recorrido promedio pasó de 68 kilómetros al día a 52 kilómetros, lo que representa una disminución relativa de un 23,5%. Entre los vehículos gasolina el recorrido diario promedio en el periodo previo al impacto de la COVID-19 era de 40 kilómetros y en el primer año con COVID-19 pasó

a ser de 30 kilómetros al día, lo que representa una disminución relativa de 25% (Gráfico 6). Para explorar estos cambios en mayor detalle más adelante se analiza la magnitud del cambio en el uso de los vehículos según el combustible y el tipo de vehículos, pues estos tienen efectos diferenciados en el ambiente.

### Gráfico 6

Costa Rica. Promedio de recorrido diario durante el periodo pre COVID-19 y durante el primer año con COVID-19 por tipo de combustible



Fuente: Fernández, 2021, con datos de Riteve SyC.

Para alcanzar una mejor comprensión de la magnitud del cambio en el uso de la flota vehicular en el primer año de la pandemia, se debe considerar la composición de la flota del país, el recorrido que habitualmente hacía la flota en un año y la disminución registrada en el periodo con COVID-19.

Para el 2020 la flota vehicular en circulación estaba compuesta mayoritariamente por automóviles (64%), motocicletas (19%) y vehículos de transporte liviano (13%). En conjunto estos tres tipos concentran más del 95% del total de vehículos que componen la flota vehicular

en circulación. Para estimar la flota vehicular en circulación se utiliza la información de la cantidad de vehículos que cumplieron con el pago de sus obligaciones anuales con el Instituto Nacional de Seguros (INS). Vehículos como los autobuses y microbuses o los de transporte pesado de mercancías tienen una proporción menor en el total.

Considerando la flota total de vehículos en circulación y el recorrido diario de cada tipo de vehículo en el periodo pre COVID-19 es posible estimar que la flota vehicular recorría en un año un total de 24.539 millones de kilómetros. Sin embargo, por la disminución en el recorrido diario de cada tipo de vehículo es posible estimar que en el primer año de pandemia la flota vehicular recorrió 7.296 millones de kilómetros menos de lo que en un año típico habría recorrido. Es decir, producto del impacto de la COVID-19 y las restricciones para el control de los contagios que impactan la movilidad durante el primer año de la pandemia la flota vehicular recorrió un 30% menos de los kilómetros que habría recorrido sin haber tenido ese impacto (Cuadro 1). Esta disminución varía según el tipo de vehículo, el recorrido diario típico y el impacto diferenciado que recibieron los distintos tipos de vehículos en su uso producto de la pandemia.

### Cuadro 1

Costa Rica. Indicadores del cambio en el uso de la flota vehicular durante el periodo pre COVID-19 y durante el primer año con COVID-19 por tipo de combustible y vehículo<sup>a/</sup>

Tipo de combustible	Grupo de vehículo	Vehículos en circulación 2020	Kms/Día en periodo Pre-Covid19	Recorrido anual en periodo pre-Covid19 (millones de km)	Kms/Día en periodo Covid19	Disminución en km/día	Disminución en recorrido anual (millones de Kms)	Disminución en recorrido anual
Gasolina	Automóviles	873.280	42	13.419	29	-13	-4.207	-31%
	Mercancías < 3500 kg	62.097	51	1.147	36	-15	-333	-29%
	Taxis	6.496	149	353	120	-29	-69	-20%
	Motocicletas	285.722	21	2.200	16	-6	-574	-26%
Diesel	Automóviles	107.658	42	1.635	28	-14	-530	-32%
	Mercancías < 3500 kg	137.057	55	2.756	42	-13	-660	-24%
	Taxis	3.437	150	188	127	-24	-29	-16%
	Autobuses y microbuses	17.993	125	822	80	-46	-299	-36%
	Mercancías > 3500 kg	41.548	133	2.018	94	-39	-593	-29%
Total gasolina		1.227.595	40	17.119	30	-10	-5.184	-30%
Total diésel		307.693	68	7.420	52	-17	-2.113	-28%
Total flota vehicular		1.535.288	46	24.539	35	-11	-7.296	-30%

a/ Considera como vehículos en circulación aquellos que cumplieron con las obligaciones de pago con el INS. Se excluyen vehículos especiales.

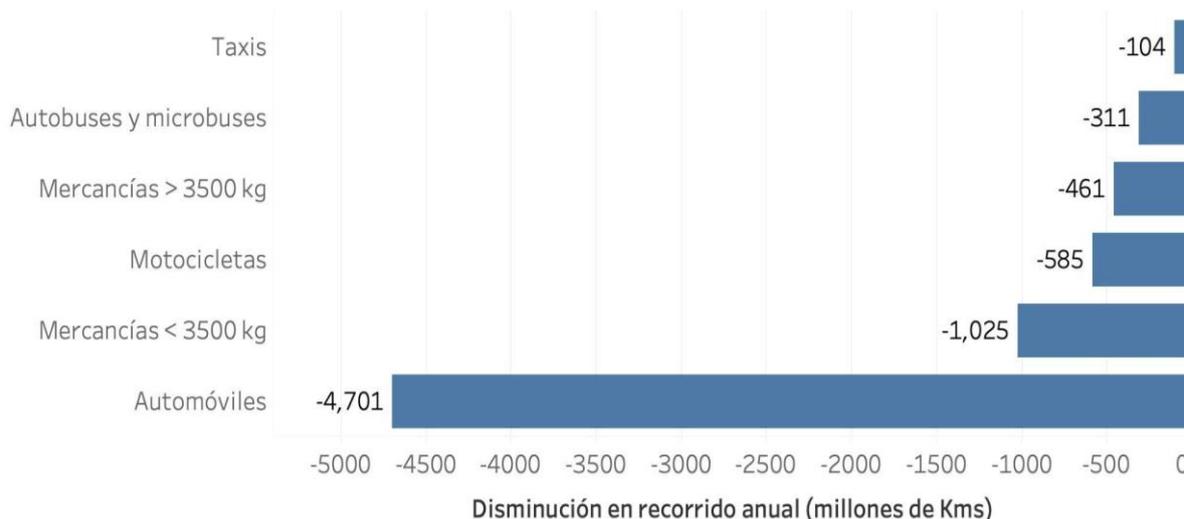
Fuente: Fernández, 2021, con datos del INS y de Riteve SyC.

Una consideración que resulta importante es señalar que la disminución en la movilidad en su conjunto no se debe únicamente a las restricciones para el uso de los vehículos. La disminución en la movilidad es el resultado del efecto conjunto de las restricciones al uso de los vehículos, el cierre de escuelas, negocios, espacios públicos, el mayor uso de teletrabajo y la autocontención de las personas, entre otros.

Dado que los automóviles representan la mayor proporción de vehículos de la flota vehicular fue en ellos donde se registró la mayor cantidad de la disminución en el uso en el primer año de la pandemia. En total los automóviles recorrieron 4.700 millones de kilómetros menos de lo que se esperaba en el primer año de la pandemia, producto de la disminución en su uso diario (Gráfico 7).

### Gráfico 7

Costa Rica. Disminución en el recorrido total anual durante el primer año con COVID-19 según tipo de vehículo



Fuente: Fernández, 2021, con datos del INS y de Riteve SyC.

### Los vehículos tipo automóvil y transporte pesado explican tres cuartas partes de la reducción en emisiones de carbono por los cambios en el uso de la flota vehicular en la pandemia

Una de las implicaciones directas al ambiente que se generan por el uso de la flota vehicular son las emisiones de carbono. Debido a que durante el primer año de impacto de la pandemia por COVID-19 se registró en el país una reducción en el uso de la flota, es de esperar que esto tenga implicaciones directas en la reducción de las emisiones de carbono al ambiente.

El Programa Estado de la Nación ya ha aportado información que sugiere una reducción en las emisiones de gases contaminantes producto del impacto de la pandemia. En el Informe Estado de la Nación 2020 se señaló como el Laboratorio de Análisis Ambiental de la UNA registró reducciones en la concentración de contaminantes durante los primeros meses de la pandemia en el país.

El año anterior, el Informe Estado de la Nación 2020 estimó las emisiones de CO<sub>2</sub> que se generan por tipo de combustible y vehículo. Para ello, utilizó la información del consumo de energía en el sector transporte con datos de SEPSE-MINAE y los factores de emisión del Instituto Meteorológico Nacional. Al relacionar estos datos con la cantidad de kilómetros recorridos por esos mismos tipos de vehículos, medida con los datos de Riteve, se logró estimar la cantidad de gramos de CO<sub>2</sub> equivalente que generan los distintos tipos de vehículos por cada kilómetro recorrido, como se detalló en la sección metodológica. Estos datos se utilizan en esta investigación para estimar la reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente que se generaron producto de un menor uso de la flota vehicular durante el primer año de la pandemia por COVID-19.

Los resultados permiten estimar la magnitud de la reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente de la flota vehicular por el impacto de la COVID-19 y las restricciones para el control de los contagios que impactaron la movilidad durante el primer año de la pandemia. Considerando la flota vehicular en circulación para el año 2020 y el recorrido promedio de cada

tipo de vehículo en el periodo pre COVID-19, se estima que en un año la cantidad de emisiones por uso de la flota vehicular es de 7,9 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Sin embargo, si se realiza la misma estimación para la misma flota vehicular, pero considerando los recorridos registrados durante el primer año en que la COVID-19 impactó al país la cantidad de emisiones totales de CO<sub>2</sub> equivalente se estima en 5,8 millones de toneladas. Esto representa una reducción de 2,1 millones de toneladas emitidas por el menor uso de la flota durante el primer año de la pandemia. Una reducción de 27% con respecto al total de emisiones que se esperaban (Cuadro 2).

**Cuadro 2**

**Costa Rica. Indicadores del cambio en las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente durante el periodo pre COVID-19 y durante el primer año con COVID-19 por tipo de combustible y vehículo<sup>a/ b/</sup>**

Tipo de combustible	Grupo de vehículo	Recorrido anual (millones de km) pre-Covid19	Recorrido anual (millones de km) Covid19	Gramos de CO <sub>2</sub> por km recorrido	Toneladas de CO <sub>2</sub> al año en periodo pre-Covid19	Toneladas de CO <sub>2</sub> al año en periodo Covid19	Disminución en toneladas de CO <sub>2</sub>	Porcentaje de cambio anual en las emisiones de CO <sub>2</sub> por cambio en recorrido
Gasolina	Automóviles	13.419	9.212	153	2.053.146	1.413.413	-639.733	-31%
	Mercancías < 3500 kg	1.147	814	291	333.739	235.923	-97.816	-29%
	Taxis	353	283	235	82.911	65.911	-16.999	-21%
	Motocicletas	2.200	1.627	72	158.435	116.290	-42.145	-27%
Diesel	Automóviles	1.635	1.104	286	467.518	318.767	-148.751	-32%
	Mercancías < 3500 kg	2.756	2.096	250	689.105	516.837	-172.269	-25%
	Taxis	188	159	199	37.497	31.128	-6.369	-17%
	Autobuses y microbuses	822	522	734	603.045	375.094	-227.951	-38%
	Mercancías > 3500 kg	2.018	1.426	1.657	3.344.595	2.579.988	-764.607	-23%
Total gasolina		17.119	11.936	148	2.628.231	1.831.537	-796.694	-30%
Total diésel		7.420	5.307	501	5.141.761	3.821.815	-1.319.946	-26%
Total flota vehicular		24.539	17.243	235	7.769.992	5.653.352	-2.116.640	-27%

a/ Considera como vehículos en circulación aquellos que cumplieron con las obligaciones de pago con el INS. Se excluyen vehículos especiales.

b/ El factor de gramos de CO<sub>2</sub> equivalente por Km recorrido se obtuvo de una investigación anterior del Programa Estado de la Nación a partir del consumo de combustible por tipo de vehículo con datos de SEPSE-MINAE y el recorrido anual de esos vehículos con datos de Riteve SyC.

Fuente: Fernández, 2021, estimaciones propias con datos de SEPSE-MINAE, del INS y de Riteve SyC.

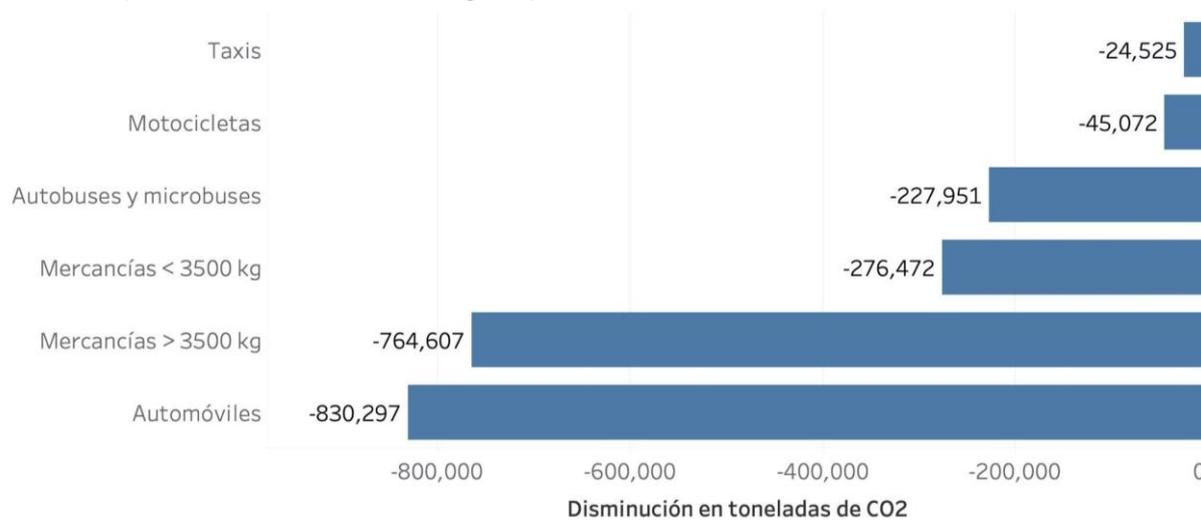
Es importante recordar acá el señalamiento que se hace en el apartado metodológico, respecto a que para estas estimaciones se mantiene constante el factor de los gramos de CO<sub>2</sub> equivalente por kilómetro recorrido. Es decir, la estimación del impacto en las emisiones solamente considera la variación en el uso de la flota y no los posibles cambios en el factor de rendimiento en el consumo de combustible que se podría generar producto de un menor congestionamiento.

Al analizar las estimaciones en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente en el primer año de la pandemia por COVID-19 según el tipo de vehículo se concluye que están concentradas en dos de los tipos de vehículos. Al respecto, los vehículos se pueden organizar en tres grupos, a saber: los taxis y las motocicletas en el grupo de menor impacto en la reducción de las emisiones, producto de que en el caso de los taxis son una pequeña proporción de la flota y las motocicletas son las que por su sistema de motor generan las menores emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente por kilómetro recorrido. En un segundo grupo están los vehículos con un impacto medio en la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, como lo son con el transporte de carga liviana y los vehículos tipo autobuses y microbuses. Finalmente, el grupo conformado por los vehículos tipo automóvil y de transporte pesado, ya que son los que concentran la

mayor disminución en la cantidad de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente que se dejaron de emitir por un menor uso de la flota vehicular en el primer año de la pandemia (Gráfico 8).

### Gráfico 8

Costa Rica. Disminución en las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente por disminución de recorrido diario durante el primer año con COVID-19 según tipo de vehículo



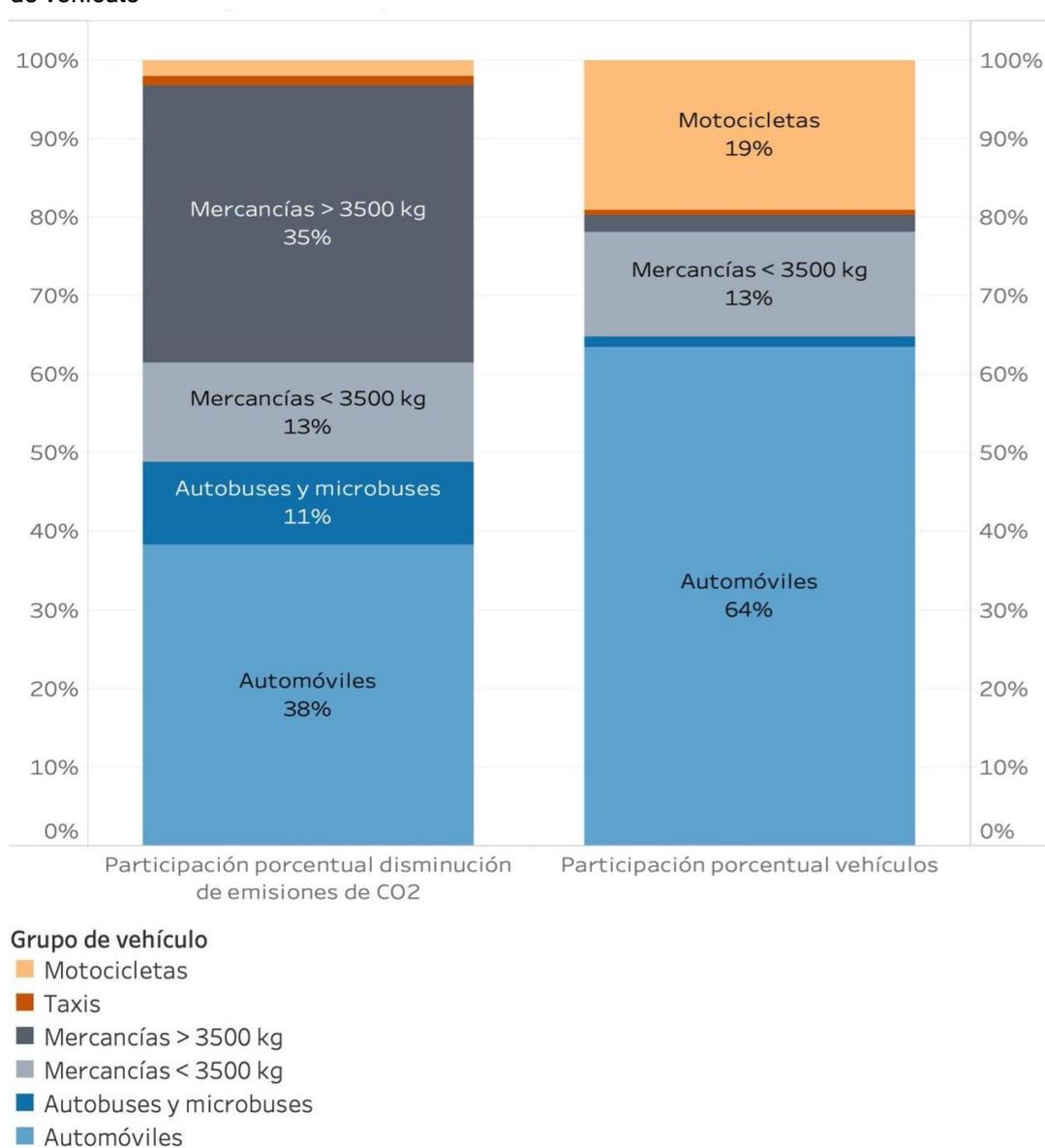
Fuente: Fernández, 2021, estimaciones propias con datos de SEPSE-MINAE, del INS y de Riteve SyC.

El presente estudio permite comprender las implicaciones en términos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente asociadas a un menor uso de los distintos tipos de vehículos que componen la flota vehicular del país. Con estos resultados es posible determinar el impacto diferenciado en la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente producto de un menor uso de los distintos tipos de vehículos. El aporte, en ese sentido, es que los datos nos permiten determinar los grupos de vehículos en los cuales se deben enfocar las políticas de reducción de emisiones para que estas tengan un mayor impacto.

Es claro que la reducción en el uso de los vehículos tipo automóvil, ocasionado por políticas restrictivas diversas, tuvo las mayores implicaciones en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente. Lo anterior se explica ya que la flota vehicular del país está compuesta mayoritariamente por este tipo de vehículos. Un segundo tipo de vehículos en los que una reducción en su uso tiene fuertes efectos en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente son el transporte de carga pesada. Al respecto, nótese que a pesar de que este tipo de vehículos concentra el 2% del total de vehículos de la flota explica el 35% del total de las reducciones en las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente que se generaron en el primer año con COVID-19 en el país. Es decir, este es el tipo de vehículos en el cual políticas o acciones enfocadas a disminuir su uso tendrán mayores implicaciones en las reducciones de CO<sub>2</sub> equivalente. En el caso de los vehículos tipo autobús o microbús también se encontró que a pesar de que concentran el 1% del total de vehículos de la flota en circulación en 2020 explican el 11% de la reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente por un menor uso de la flota durante la pandemia. En contraste, las motocicletas concentran prácticamente el 20% de los vehículos de la flota en circulación, pero la reducción en su uso explica solamente el 2% de la disminución en las emisiones totales durante ese primer año (Gráfico 9).

Gráfico 9

Costa Rica. Comparación entre la composición de la flota vehicular y la estimación de la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> por disminución de uso de transporte durante el primer año con COVID-19 según tipo de vehículo



Fuente: Fernández, 2021, estimaciones propias con datos de SEPSE-MINAE, del INS y de Riteve SyC.

Estos resultados permiten identificar el tipo de vehículos en los que se requiere enfocar las políticas que, a través de un cambio en la forma de movilidad, aspiran a la reducción de las emisiones. Son insumos para quienes desde la política pública promueven un sistema de transporte de personas con menores emisiones perjudiciales para el ambiente y las personas.

## Conclusiones preliminares y aportes para la política pública

Este estudio encontró que durante el primer año de la pandemia por COVID-19 en Costa Rica el uso de la flota vehicular disminuyó de forma generalizada pero diferenciada. Es decir, disminuyó en todos los tipos de vehículos, pero el impacto fue diferenciado. Los vehículos que en promedio más disminuyeron su uso, con respecto al periodo previo a la pandemia, fueron

los autobuses, particularmente los que se dedican al transporte de turismo y estudiantes. En contraste, donde se dio una menor disminución relativa en su uso fue en los taxis.

Se estimó, que la disminución en el uso de la flota vehicular generó una reducción de aproximadamente el 27% de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente en el primer año de pandemia, en comparación a lo que se habría emitido con la misma flota vehicular en un año con un uso típico del periodo previo al impacto de la COVID-19. Más del 70% de esa reducción en las emisiones se explica por un menor uso de los automóviles y del transporte de carga pesada.

A partir de estos resultados, es posible derivar una serie de conclusiones y señalamientos para aportar a la discusión de políticas públicas que promuevan la disminución en las emisiones de gases por uso de la flota vehicular del país, como parte de la búsqueda de avanzar hacia un sistema de transporte más amigable con el ambiente.

Este estudio demuestra que incluso medidas generalizadas que limiten el uso de transporte pueden derivar en impactos diferenciados para los distintos tipos de vehículos que componen la flota vehicular. En ese sentido, en el futuro acciones de política enfocadas a generar un impacto en el uso de la flota vehicular deben considerar su distinta composición y las repercusiones diferenciadas que estas medidas podrían generar en los distintos tipos de vehículos. En los casos en que sea necesario, precisar las medidas para aquellos tipos de vehículos en los cuales se generará el mayor beneficio esperado, a la vez que se disminuyen las posibles repercusiones negativas de no considerar la complejidad de la composición de la flota vehicular.

Los resultados acá aportados pueden servir de guía para priorizar cambios en ciertas áreas específicas del complejo sistema de transporte. Nos vuelve a señalar que, si el objetivo es disminuir las emisiones de carbono, resulta inevitable priorizar un cambio en el sistema de transporte que permita un menor uso de los vehículos tipo automóvil para el transporte de personas. Si parte de la solución a esto es la apuesta por un mayor uso del transporte público masivo, los resultados de esta investigación alertan sobre la urgencia de avanzar hacia un mayor uso de autobuses más eficientes e idealmente con motores que funcionen con combustibles limpios. Son vehículos que como vimos aportan una proporción de los gases mucho mayor de lo que pesan en la totalidad de la flota vehicular.

Los resultados acá presentados son contundentes en demostrar que la disminución en el uso de los vehículos para el transporte pesado de mercancías tiene un importante impacto en la reducción de las emisiones de carbono. Este resultado coincide con el señalamiento que hizo el año anterior el Informe Estado de la Nación 2021 en la investigación sobre las emisiones de gases del sector transporte, al señalar el transporte de mercancías pesadas como un sector altamente contaminante por su alto consumo diésel y que además los resultados sugieren que es donde las normas de control de emisiones son menos estrictas. Esta investigación vuelve a señalar el reto de política pública de avanzar en el diseño de un sistema de transporte de mercancías que sea más limpio.

Esta investigación aporta datos que sirven para priorizar dónde enfocar los esfuerzos de una política que busque disminuir las emisiones de carbono del sector transporte. Se aportan datos que sirven de insumo para estimar el impacto que potencialmente tendría las acciones que limiten el uso de los distintos tipos de vehículos de la flota vehicular en las emisiones de carbono al ambiente. Partiendo del hecho de que este tipo de medidas tendría un impacto

mayor si se da en ciertos tipos de vehículos como los automóviles, por su cantidad, o el transporte de carga pesada e incluso en los autobuses, por ser vehículos con altos recorridos diarios y con un alto consumo de combustibles y por ende generación de emisiones.

Finalmente, el primer año de la pandemia ha dejado muchas y muy profundas implicaciones en distintos ejes del desarrollo humano sostenible. Sin embargo, la discusión pública se ha centrado en el balance entre la economía y las implicaciones de salud pública. Si bien son dos de las dimensiones más importantes del impacto de la pandemia, no deberían ser las únicas dimensiones por considerar al hacer un balance de este atípico año y sus consecuencias. Los resultados de esta investigación permiten cuantificar y considerar otro tipo de dimensiones tales como las implicaciones para el ambiente. Por ejemplo, que se haya registrado una reducción estimada de 27% en las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente en el primer año de pandemia, por la reducción del uso de la flota vehicular, no es un dato menor. Este y otros de los resultados acá presentados aportan evidencia para comprender mejor el alcance multidimensional de esta pandemia, nos deja lecciones aprendidas y una serie de consideraciones para ser objeto de políticas públicas que promuevan la sostenibilidad ambiental del país.