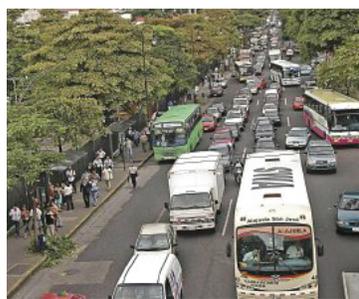


# Rumbo a la carbono neutralidad en el transporte público de Costa Rica



## Modalidad: Taxis y Autobuses

## Equipo responsable del estudio

### **Coordinador**

Dr. Leiner Vargas Alfaro

### **Investigadores**

Msc. Rafael Sánchez Meza

Msc. Marco Otoya

### **Asistentes de Investigación**

Bach. Tattiana Ramírez,

Bach. Cynthia González

Bach. Jessica Espinoza

### **Supervisión y Coordinación Técnica**

William Alpizar Zúñiga, Director de cambio climático, MINAET

Cynthia Córdoba Serrano, Economista de la Dirección de cambio climático, MINAET

Damiano Borgogno, Asesor para el cambio climático y el crecimiento económico verde, PNUD CR

Carlos Salgado, Especialista en financiamiento climático, centro regional PNUD LAC

Francisco Avendaño Ugaz, Economista para la mitigación del cambio climático, PNUD NY

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Costa Rica, PNUD  
Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, MINAET

Este estudio ha recibido apoyo técnico y financiero del programa regional del PNUD para Estrategias Climáticas (LECRDS, por sus siglas en Inglés) con recursos del Gobierno de España. Adicionalmente se ha recibido también apoyo del equipo del programa global Fomento de Capacidades para un Desarrollo Bajo en Emisiones (LECB, por sus siglas en Inglés), con recursos de la Unión Europea, el Gobierno de Alemania y el Gobierno de Australia. Estas conclusiones y recomendaciones serán tomadas en cuentas y profundizadas en la implementación del proyecto Fomento de Capacidades para un Desarrollo Bajo en Emisiones en Costa Rica, a ser implementado por el PNUD y el MINAET. La versión completa de dicho estudio se encuentra disponible en la página Web del PNUD: [www.pnud.or.cr](http://www.pnud.or.cr)

Los conceptos y comentarios aquí contenidos reflejan los puntos de vista de sus autores, y no necesariamente los del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo ni del resto de agencias que conforman el Sistema de Naciones Unidas.

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada o transmitida en manera alguna ni por ningún medio, ya sea eléctrico, químico, mecánico, óptico, de grabación o fotocopia, sin permiso previo del editor.

Octubre, 2012

## Resumen Ejecutivo

El cambio climático se ha convertido en uno de los principales desafíos que enfrentan nuestras sociedades en el siglo XXI. Al detectar el problema del cambio climático mundial, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) crearon el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en 1988. Se trata de un grupo abierto a todos los Miembros de las Naciones Unidas y de la OMM.

La función del IPCC consiste en analizar, de forma exhaustiva, objetiva, abierta y transparente, la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los elementos científicos del riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación y atenuación del mismo. Una de las principales actividades del IPCC es hacer una evaluación periódica de los conocimientos sobre el cambio climático.

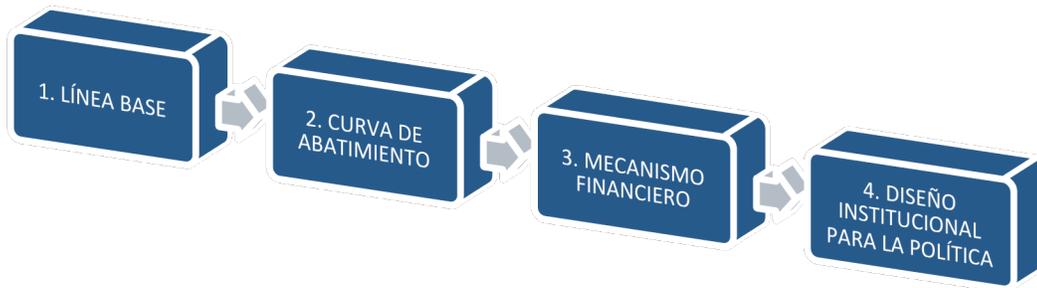
Costa Rica no se encuentra exenta de los efectos del cambio climático, los mismos se manifiestan de diversas formas directa o indirectamente todos los años, con costos tanto económico, sociales y ambientales. Los efectos son acumulativos de tal forma que los ajustes que se puedan hacer se verán en algunos años, pero como se trata de un problema global, las iniciativas país deben sumarse para juntos proteger el entorno de nuestro ecosistema global. Dentro del marco de la Estrategia Nacional sobre

Cambio Climático, Costa Rica también ha introducido el compromiso de ser Carbono neutral (C-Carbono) para el año 2021. La neutralidad se refiere a un compromiso para balancear los equivalentes de emisiones de gases efecto invernadero medidos en sus equivalentes en dióxido de carbono (dióxido de carbono, óxido nitroso, metano, fluoruros de carbono).

El principal emisor de gases efecto invernadero en Costa Rica lo constituye el sector transporte, esto debido a la estrecha relación existente entre el consumo de combustibles fósiles y las emisiones de gases efecto invernadero, siendo dicho sector donde se consume el 78% de los derivados del petróleo, demostrando una clara dependencia energética de una única fuente, en este caso no renovable.

Es en este contexto que el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), a través de la Dirección de Cambio Climático (DCC), con el apoyo del Centro Internacional en Política Económica de la Universidad Nacional (CINPE), han decidido preparar el siguiente análisis : ***“Desarrollar un sistema de incentivos voluntarios en relación con sectores prioritarios (taxis, autobuses y gasolineras) para favorecer el cambio tecnológico (vehículo o combustible) tendiente a una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector transporte público (taxis y autobuses)”***.

Figura 1. Diagrama de flujo de requerimientos del proyecto



En particular, este informe integra los resultados del trabajo en el transporte público en la modalidad de taxis con los resultados del trabajo en el campo de autobuses de transporte público y algunos resultados preliminares en temas conexos como las estaciones de servicio y la chatarrización de la flota vehicular antigua. En cada uno de los sub-sectores se presenta una primera parte los cálculos de línea base de emisiones, seguido de la estimación de los resultados del análisis de costo beneficio y con ello, la respectiva curva de abatimiento o costo alterativo de evitar emisiones en cada opción o paquete tecnológico.

Se ha encontrado en el estudio que se hace necesario un cambio en el paradigma tecnológico del sector transporte público si queremos avanzar en la reducción de la huella de carbono que pesa sobre este sector. Es evidente también que el sistema de transporte público influye en el contexto de la decisión privada sobre uso o no de distintos modos de transporte, incluyendo el modo privado de uso de automóviles o vehículos. Si bien es cierto el transporte público es una alternativa de mucho mejor y mayor eficiencia en

materia de huella de carbono respecto del auto propio cada vez que requerimos trasladarnos de un sitio a otro, el país en las últimas dos décadas se ha llenado de autos en su mayoría de varios años e inclusive décadas en edad. Ante esto es urgente encontrar alternativas de transporte público que disminuyan el impacto en nuestra huella de carbono.

En este estudio se ha realizado la tarea de identificar la línea base de emisiones del sector de transporte público en la modalidad de taxis y autobuses, según las distintas regiones y características de los mismos. Eso se ha hecho a partir de la información existente y complementado con dos encuestas a actores de ambos gremios, generando así una información sustantiva y necesaria para la elaboración de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA) y de alternativas de política pública que puedan contribuir a disminuir la huella de carbono en el futuro cercano.

La gran virtud de haber iniciado con estos dos gremios es que ambos se encuentran al amparo de la regulación ambiental dictada por el MINAET y son regulados mediante la actuación del Consejo de Transporte Público (CTP) en relación a

sus concesiones y por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) en cuando a precios o tarifas y calidad de los servicios prestados.

Se trata entonces de sectores donde las posibles políticas o medidas NAMAS tendrían un efecto de corto y mediano plazo mayor que en otras áreas donde la voluntad del individuo y su función individual de preferencia es la que cuenta para su elección tecnológica. Es claro que los cambios en este sector también podrían servir de vitrina para el resto de la sociedad.

De la experiencia realizada existe un espacio significativo para establecer procesos sustantivos de cambio en cuando a combustible o inclusive tecnologías vehiculares en materia de transporte público de taxis y autobuses. Si bien existen aún asimetrías de información y se requiere de procesos participativos y de auto-convencimiento para muchos de los actores, la definición de que auto comprar o que motor poner al nuevo autobús es posible de cambiar con algunos incentivos. De estas decisiones se tendrán experiencias que podrían dar lugar a grandes cambios en la flotilla de taxis y de autobuses y experimentar un efecto cascada en otros ámbitos del transporte, tales como las

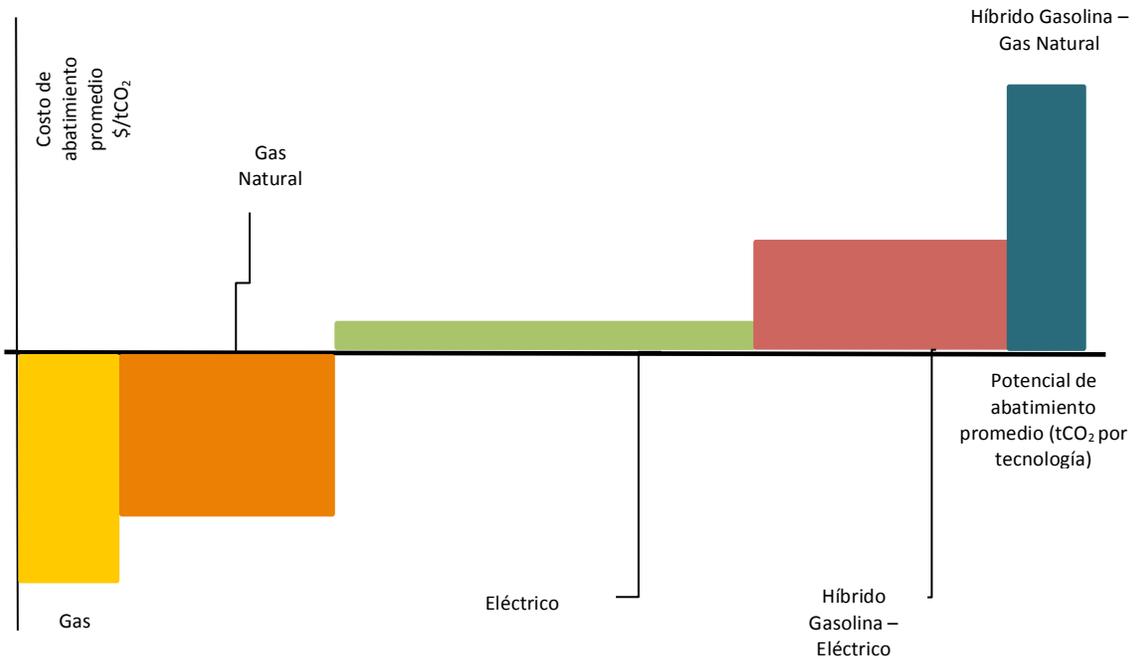
flotillas institucionales del sector público, las flotillas de carga de varias empresas grandes e inclusive, algunos cambios en materia de transporte privado individual.

A partir de los resultados obtenidos en el estudio se puede concluir que las tecnologías que mejor se adaptan a los cambios del entorno son aquellas que cuentan con mayor eficiencia en cuanto a los motores, por lo que es de esperar que se den inclusive en un escenario pasivo y de pocos incentivos económicos por parte del Estado.

Estas tecnologías son representadas en curvas de costos de abatimiento, que de hecho son curvas de costos de oportunidad. En estas curvas, algunos costos de oportunidad son negativos (para los taxi por ejemplo el LPG y el gas natural), lo que significa que al implementar dicha tecnología se generan rendimientos netos- o costos marginales negativos- en comparación con la línea base propuesta.

Esas opciones se encuentran a la izquierda del grafico y debajo del eje horizontal, mientras que el ancho de las barras está directamente proporcional a la cantidad de potencial de abatimiento de emisiones de gases de efecto invernadero.

**Gráfico 1. Costa Rica. Curva de costos de abatimiento promedio por taxi en dólares, para la región de San José GAM. Periodo 2012-2017**



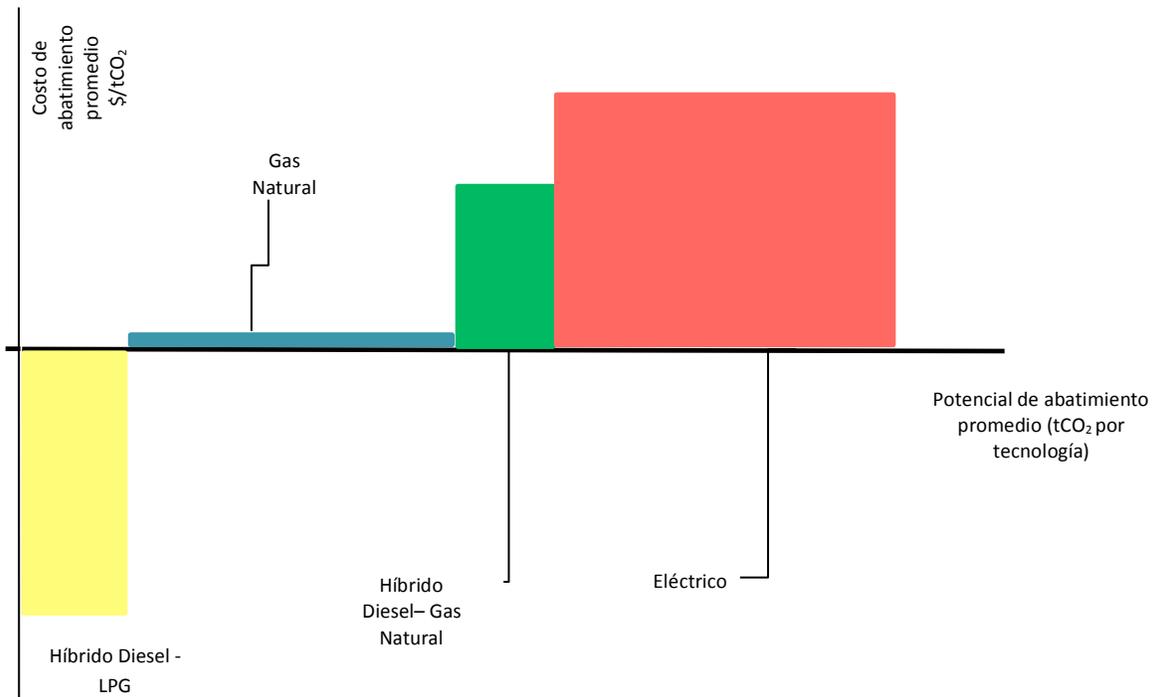
	<b>Emisiones Evitadas (tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>Costo Abatimiento (\$/tCO<sub>2</sub>)</b>
Gas LPG	4.68	(381.85)
Gas Natural	7.36	(266.25)
Eléctrico	17.77	32.65
Híbrido Gasolina-Eléctrico	8.88	144.36
Híbrido Gasolina-Gas Natural	3.68	458.32

*Fuente: IMN 2012, Environment Canada, National Inventory Report, 1990-2009: Greenhouse Gas Sources and Sinks in Canada (2011) Annex 8: Emission Factors, Table A8-11 (2009 data), Manuales de los vehículos representativos de cada tecnología, Encuesta aplicada a concesionarios de taxi, CINPE-2012*

En el caso de buses (grafico 2 y 3), las opciones más interesantes en términos de eficiencia son los híbridos diesel-LPG para las rutas urbanas así como para las rutas interurbanas medias. En término de reducciones de emisiones, al revés, la opción más interesante es constituida

por el autobús eléctrico que, a pesar de tener costos todavía elevados, tiene el potencial de reducir más de 60 toneladas de CO2 equivalente por año por cada bus en circulación comparado a las opciones de la línea base propuesta por el estudio.

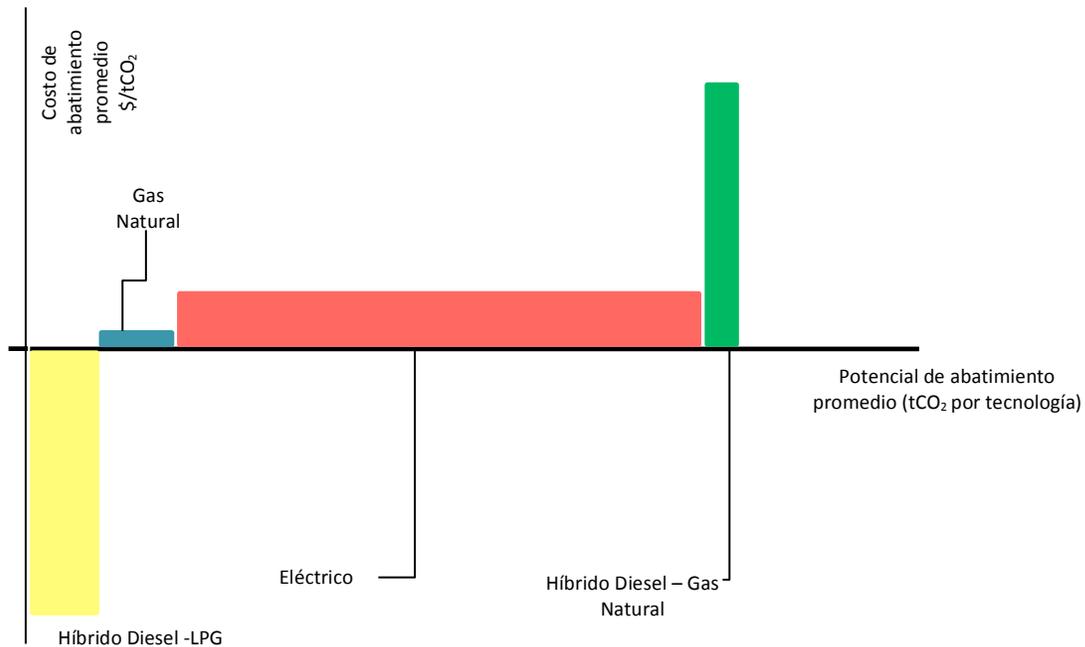
**Gráfico 2. Costa Rica. Curva de costos de abatimiento promedio por autobús en dólares, para la ruta urbana GAM. Periodo 2012-2017.**



	<b>Emisiones Evitadas (tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>Costo Abatimiento (\$/tCO<sub>2</sub>)</b>
Híbrido Diesel - LPG	28.38	(744.78)
Gas Natural	54.95	13.73
Híbrido Diesel – Gas Natural	27.48	408.44
Eléctrico	65.49	668.42

*Fuente: IMN 2012, Environment Canada, National Inventory Report, 1990-2009: Greenhouse Gas Sources and Sinks in Canada (2011) Annex 8: Emission Factors, Table A8-11 (2009 data), Manuales de los vehículos representativos de cada tecnología, CINPE con Modelo ARESEP, 2012*

**Gráfico 3. Costa Rica. Curva de Costos de abatimiento promedio por autobús en dólares, para la ruta interurbana media. Periodo 2012.2017.**



	<b>Emisiones Evitadas (tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>Costo Abatimiento (\$/tCO<sub>2</sub>)</b>
Híbrido Diesel -LPG	11.49	(1,715.05)
Gas Natural	10.81	202.33
Eléctrico	81.76	552.87
Híbrido Diesel – Gas Natural	5.40	2,342.20

*Fuente: IMN 2012, Environment Canada, National Inventory Report, 1990-2009: Greenhouse Gas Sources and Sinks in Canada (2011) Annex 8: Emission Factors, Table A8-11 (2009 data), Manuales de los vehículos representativos de cada tecnología, CINPE con Modelo ARESEP, 2012*

De las curvas de costos de abatimiento se resalta como gas LPG y gas natural sean combustibles que podrían seguir teniendo una huella de carbono, pero considerablemente menor a la que se tiene en los actuales vehículos a gasolina y a diesel. En el caso particular de Costa Rica, el segundo ni siquiera se puede comprar en el mercado el día de hoy, mientras que en el primero, existe ya

bastante experiencia y mucho interés en trasladar al menos parte de la flotilla a dicho combustible.

De generalizarse estas tecnologías a más flota, los principales retos serían por lo tanto de carácter logístico dado que la Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE) tendría que valorar un crecimiento en sus plantas y en su

capacidad de almacenamiento y distribución. Igual destino tendría si se tratase de incorporar el gas natural a la matriz energética nacional, requiriéndose de importantes inversiones y sobre todo un cambio en la estrategia energética país.

Las tecnologías híbridas y eléctricas son algo más caras desde la perspectiva del proceso de movimiento de corto plazo, sin embargo representan los mejores escenarios en tanto pueden llevar a una reducción sustantiva de la huella de carbono, sin alterar la calidad del servicio a los clientes. Estos son elementos de gran importancia sobre todo si se logra enlazar la solución del tema eléctrico con la solución en materia de transporte. La eficiencia de los motores eléctricos es cada día mayor y la duración y carga de las baterías está cada vez más cerca de competir con igualdad de condiciones con otras opciones tecnológicas.

La apuesta país a estas tecnologías podría significar un salto cualitativo y cuantitativo en el desarrollo de un sector transporte bajo en emisiones y al mismo tiempo, continuar en la frontera país de favorecer tecnologías verdes. A la altura del proceso, dichas tecnologías requieren de aportes en materia tarifaria y sobre todo, de medidas NAMAS que garanticen una adecuada infraestructura de apoyo, talleres, sitios de servicio y estaciones de carga que permitan un viaje sin inconvenientes. Además se requieren estímulos para el desecho de los autos viejos con mecanismos de recompra que sirvan para motivar el uso de tecnologías verdes en el transporte.

Con respecto al primer punto, se recomienda que se realicen los esfuerzos necesarios para disponer de la mayor cantidad de alternativas posibles de combustibles en las estaciones de servicio como gasolina, diesel, gas LPG, gas natural y por supuesto, cargas de electricidad en sus distintas opciones. Esto también involucra necesariamente medidas de normalización y calidad que garanticen la seguridad en el transporte y almacenamiento de los combustibles, así como los elementos tarifarios y de calidad en cuanto al tipo de vehículo y motor.

La necesidad de chatarrización de la flota que termina un ciclo es urgente. El país no cuenta en este momento con una empresa pública o privada que brinde este servicio y que garantice al país de manera fehaciente que el producto se recicla en su totalidad y que las partes no reciclables terminan en un lugar correcto. Es posible que sea necesario fomentar un proyecto público privado como existe en otros países y garantizar a quién envié su auto o autobús a este sistema pueda recibir un mínimo.

Los impuestos o subsidios son instrumentos que podrían utilizarse para compensar las alternativas más amigables con el ambiente con beneficios a favor o desfavorecer aquellas no amigables con el ambiente. Siempre y cuando no se discrimine entre marcas específicas, la ley y las normas de comercio permiten este tipo de medidas ambientales a favor de un ambiente más sano, sobre todo, si la actividad es de carácter e interés público, tal como el caso del transporte en su modalidad de taxis y autobuses. Se puede también utilizar el modelo de

cuasi-rentas locales, tales como permitir el acceso al centro de la ciudad solamente a taxis o autobuses tecnológicas baja en emisiones. Se podría solicitar parqueos públicos gratuitos o también, paradas de taxis exclusivas en lugares clave de la ciudad, donde la cuasi-renta del taxi es mayor, para vehículos con menos emisiones o cero emisiones si fuera del caso.

Un complemento importante es garantizar una concesión más larga a aquellos que deban invertir sustantivamente como pioneros en la disminución de su huella de carbono, lo mismo que el uso de vías exclusivas para autobuses o taxis verdes, garantizando así una cuasi-renta mayor debido al incremento de su demanda.

El fomento a talleres y la necesidad de contar con importadores de repuestos de estas nuevas marcas y opciones tecnológicas es algo que también podría requerir un fomento especial. En este campo además se podría desarrollar una NAMA informativa a usuarios, facilitando enlace de conocedores de tecnologías, facilidades de importadores y por supuesto, talleres y ventas de repuestos. Todo lo anterior con un interés esencialmente público.

Se hace necesario el pensar en la alternativa del Gas Natural como combustible alternativo y de transición hacia una economía más baja en carbono. La versatilidad de dicho combustible y las mejoras tecnológicas existentes podrían favorecer una salida intermedia en tanto se consolidan otras opciones de tecnología, tales como la energía solar, los motores alternativos de hidrógeno o inclusive de plasma. Estas medidas requieren de factibilidad, valoración de importar y probar dicho combustible.

Finalmente, es claro que la principal barrera a romper en el sector es el esquema mental y de pensamiento de los actores, tanto públicos como privados. Este proceso requiere campañas de educación en todos sus componentes, desde la divulgación a la presa, la creación de casos piloto, el desarrollo de información técnica por internet con soporte público y el acercamiento de la oferta a la demanda a través de mecanismos tales como ferias. La divulgación será clave en un proceso de auto-convencimiento de los actores tanto del sector de taxis como de autobuseros.

A continuación para cada componente, detallamos los principales hallazgos y recomendaciones.

## Para el caso del subsector transporte público autobuses y taxis:

1. Considerando que las NAMAS son actividades, medidas y acciones que permitan corregir la trayectoria tecnológica hacia un patrón de intensidad de carbono menor, favoreciendo la creación de incentivos, técnicos, institucionales y económicos que faciliten la transición hacia una economía baja en carbono.
2. Queda claro que existe un costo incremental positivo para poder convertir un vehículo de servicio público de las tecnologías carbono-intensivas a las tecnologías carbono neutro o de menor intensidad de uso de su huella de carbono. Para evitar confusiones es bueno recordar que los costos incrementales positivos son aquellos costos probables en que una empresa (el taxista por ejemplo) incurrirá como resultado de una decisión empresarial (tener un taxi menos contaminante).
3. Hemos encontrado que las barreras para la implementación de nuevas tecnologías en el campo del transporte público abarcan una gama de factores y no solamente el factor económico de la compra, mantenimiento y reparación y el proceso de salida del vehículo de circulación.
4. Para el caso de Costa Rica, existen condiciones previas favorables para la implementación de medidas de mitigación del cambio climático, sobre todo en términos de actitud de poder cambiar de tecnología y disponibilidad a escuchar opciones.
5. Hemos encontrado que todas las opciones tecnológicas muestran en términos del análisis costo-beneficio muestran factibilidad económica per sé, por lo que el programa tiene una altísima viabilidad en conversión de tecnología sin sustantivos subsidios públicos.
6. Si bien es cierto y bajo la racionalidad de cualquier agente económico, la definición de la alternativa de inversión es por aquella que le da mayor beneficio económico, en este caso, **para los taxis existentes el vehículo Hyundai es la versión más deseable económicamente en estas circunstancias.**
7. Considerado lo estudiado y las opciones país, las medidas NAMAS pueden detectarse en distintos ámbitos a saber para este subsector:
  - Medidas tendientes a modificar la disponibilidad de cambio de tecnología. Son esencialmente aquellas que garantizan un espacio tecnológico, ya sea en el ámbito técnico, económico o social, para la introducción de alternativas tecnológicas nuevas.
  - Medidas tendientes a transformar la flota existente en chatarra. Es fundamental que cualquier cambio en positivo en la selección tecnológica hacia la renovación de una placa de taxi, no implique re-introducir el taxi viejo en circulación y crear un problema de segunda mano. Se debe tener una clara regla de reciclaje de autos y su conversión a chatarra.

- Medidas tendientes a modificar temporalmente la rentabilidad de las opciones tecnológicas de baja intensidad de la huella de carbono. Estas medidas deben de privilegiar el transporte limpio y pueden ser en ámbito de territorios, tal como lo sería aprovechar el tema de las cuasi-rentas, como lo sería el crear incentivos crediticos o tributarios para mejorar la competitividad de mercado de los nuevos vehículos y tecnologías.
  - Medidas que permitan complementar las tecnologías en materia de talleres y repuestos. Es fundamental crear credibilidad a los futuros concesionarios sobre la capacidad técnica de atender sus demandas de nuevos bienes y servicios asociados a las nuevas tecnologías.
  - Medidas que favorezcan el espacio a nuevos combustibles alternativos más eficientes. Es vital crear las opciones en el mercado de gasolineras y de espacios disponibles para la comercialización de las opciones de combustible alternativo.
8. Es necesario estudiar las alternativas institucionales y las condiciones para la implementación de estas u otras medidas NAMAS en el país, lo que requiere de un análisis concreto de los actores y de las formas de participación en cada una de estas posibles medidas y/o actividades.

Para ultteriores informaciones ponerse en contacto con:

**William Alpizar**, Director de Cambio Climático en el MINAET  
[cambioclimatico@minaet.go.cr](mailto:cambioclimatico@minaet.go.cr)

**Damiano Borgogno**, Asesor para el cambio climático y crecimiento económico verde  
[damiano.borgogno@undp.org](mailto:damiano.borgogno@undp.org)