

# MOVILIDAD SUSTENTABLE: DESAFÍOS PARA LA ARGENTINA

NOVIEMBRE 2019



## Sobre este documento:

Este informe es el resultado del trabajo del Centro de Tecnologías Ambientales y Energía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN) para la Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN), en su rol como socio de Climate Transparency.

La información y opiniones reflejadas en este documento por los autores son de su exclusiva responsabilidad.



# CONTENIDO

<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>P. 3</b>
<b>Introducción</b>	<b>P. 5</b>
<b>1. Movilidad urbana: ¿cuál es el problema?</b>	<b>P. 6</b>
<b>2. Elementos para una movilidad sustentable</b>	<b>P. 13</b>
<b>3. La movilidad en Argentina</b>	<b>P. 16</b>
<b>4. Escenarios de penetración de vehículos eléctricos en Argentina</b>	<b>P. 23</b>
<b>5. Estrategias y barreras para la implementación</b>	<b>P. 37</b>
<b>Consideraciones finales</b>	<b>P. 40</b>
<b>Referencias</b>	<b>P. 41</b>

## RESUMEN EJECUTIVO

El rápido proceso de urbanización iniciado en la segunda mitad del siglo XX a nivel mundial, trajo como resultado un incremento en el número de ciudades y de sus habitantes sin precedentes, y también múltiples retos, entre ellos el de la movilidad urbana. En la Argentina el proceso de urbanización alcanza valores especialmente altos, con el 92% de su población en zonas urbanas.

En las ciudades modernas las vías de circulación fomentan el transporte privado, en donde el automóvil particular es el instrumento central del sistema de movilidad. Esta evolución de la urbanización y de la movilidad urbana ha traído graves consecuencias ambientales y sociales: problemas de salud por la mala calidad de aire y ruidos, el uso del espacio público, problemas de accesibilidad, consumo de energía y, por supuesto, las emisiones de gases que contribuyen a la crisis climática.

Repensar la movilidad urbana para luego actuar en consecuencia requiere abordar estas problemáticas. Para lograrlo hay que redefinir el concepto de movilidad. La movilidad trata del movimiento armonioso de personas y mercancías, sin la participación necesaria del vehículo a motor. Emergen así con mucha fuerza las necesidades de mujeres, niños, adultos mayores, de personas con discapacidad, migrantes de culturas diversas, de pasajeros de automóviles, de usuarios de transportes públicos, y de los ciclistas. Se revelan así las necesidades diferenciales de una multitud de sujetos que participan y necesitan de la movilidad para trasladarse dentro de la ciudad y entre ciudades.

Cuando se habla de movilidad se hace referencia también a un conjunto de derechos vinculados a la circulación de las personas, entendida como un aspecto de la libertad humana. En consecuencia aparece la responsabilidad social del Estado como protagonista para garantizar a todos una circulación digna y adecuada a las necesidades de cada sector y más allá de diferencias y desigualdades sociales. En la movilidad se pone en juego un conjunto de derechos económicos y sociales que requieren, para ser satisfechos, la aplicación de políticas públicas activas.

Más allá del rol del Estado, los ciudadanos tenemos mucho que reflexionar y muchos cambios individuales y colectivos que iniciar. Reflexiones que tienen que ver, por un lado, con las conductas y el apego a las normas y, por el otro, con la participación ciudadana.

Alcanzar un sistema de movilidad urbana que pueda considerarse sostenible requiere alcanzar simultáneamente un amplio abanico de objetivos diversos:

- Proteger tanto la naturaleza como la salud humana
- Ser parte integral de una economía sostenible
- Ser asequible para todas las personas
- Crear espacios urbanos más atractivos y saludables
- Promover mayor equidad social

- Generar empleos sostenibles y saludables
- Facilitar acceso y oportunidades para todos
- Facilitar la economía circular

En la Argentina, la movilidad urbana debe enfrentarse con una alta concentración de población en varias áreas urbanas, donde el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) se destaca notablemente, concentrando más de un tercio de la población del país.

Las políticas encaminadas a la gestión del transporte se encuentran hoy enmarcadas en el Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático que representa el conjunto de iniciativas que la Argentina tiene previstas para contribuir a reducir las emisiones de GEI. Para ello, este plan determina la estrategia a seguir, las medidas a implementar y los lineamientos concretos para alcanzar los objetivos.

Pero no sólo es cuestión de mirar lo que ocurre con las emisiones de GEI. El sector transporte en Argentina es el mayor consumidor final de energía del país con casi el 31% del total de energía primaria consumida en el año 2017. Esta energía está basada en el consumo de derivados del petróleo (gasoil, naftas y aerokerosene), gas natural comprimido y biocombustibles (biodiesel y bioetanol). El consumo de estos combustibles tiene su correlato en las emisiones de gases de efecto invernadero del sector, las que representan casi el 14% del total de GEI del país. El transporte carretero, fundamentalmente camiones y automóviles particulares, representa más del 90% de esas emisiones.

Además de la energía y las emisiones, uno de los impactos más terribles de un sistema de transporte deficiente es la cantidad de accidentes y otros daños que genera en la salud humana. La Argentina tiene un record en accidentes fatales que debería generar preocupación entre las autoridades.

Considerando que la movilidad eléctrica es parte de las medidas previstas en el Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático (PANTyCC), en el marco de este trabajo se han elaborado distintos escenarios que incluyen, por un lado, el cambio modal de automóvil a autobús y, por otro, diferentes niveles de penetración de la movilidad eléctrica en el parque automotor de la Argentina, con el fin de evaluar sus impactos en materia de consumo de energía y de emisiones de GEI.

Los resultados muestran impactos significativos en términos de reducción del consumo de energía y de las emisiones sólo cuando se combina el cambio modal, con altos niveles de penetración de vehículos eléctricos, acompañados por una matriz eléctrica con alta penetración de energías renovables.

Estos resultados abren a su vez otras preguntas sobre el rol de las tecnologías y la explotación de los recursos naturales. Como se sabe, las baterías de los vehículos eléctricos, según la tecnología actual, requieren de litio para su fabricación. Un mineral que se encuentra presente en las salinas de la puna argentina, chilena y boliviana. En la actualidad, con sólo dos proyectos en operación, Argentina es el tercer productor de litio del mundo, detrás de Australia y Chile, y hay varios proyectos en etapas de operación y producción, construcción, factibilidad y exploración inicial.

Esto genera la necesidad de discutir el aprovechamiento del litio desde la perspectiva del desarrollo sostenible, analizando las implicancias económicas, ambientales y sociales en un pie de igualdad. Si bien sus cualidades hacen al litio un recurso muy valioso, es imprescindible no cometer el error de concentrar todos los esfuerzos al desarrollo de un recurso o de una tecnología, creando fuertes dependencias a un recurso natural o un desarrollo tecnológico específico. La transición energética es necesaria e ineludible, pero no se trata solamente de una cuestión tecnológica. Los patrones de consumo de la humanidad deben ponerse en discusión.

La transición hacia un sistema de movilidad sostenible en 2050 no ocurrirá por sí sola; requiere una amplia gama de políticas públicas. Hay más de un enfoque posible para lograr esto, pero todos deberían incluir al menos una combinación de medidas centradas en el comportamiento del usuario, por un lado, y en el cambio tecnológico y la innovación, por el otro. El rol del Estado, en sus diferentes niveles, es fundamental para diseñar una estrategia para alcanzar una movilidad urbana sustentable. Una estrategia de este tipo debe contener una serie de elementos, entre otros:

- Lograr que la movilidad sostenible sea la opción más atractiva, asequible y obvia
- Salir de la falsa "neutralidad tecnológica" y empujar aquellas tecnologías que contribuyan a lograr el objetivo
- Evaluar la rentabilidad en un contexto más amplio, integrando las dimensiones social y ambiental
- Asegurar una mayor participación ciudadana
- Usar regulaciones para garantizar y acelerar los cambios

La implementación de una estrategia en el sector tendrá barreras difíciles de vencer. Existen aún resistencias en muchas ciudades para lograr un equilibrio en el uso del espacio público; herencia cultural que refleja un modelo de vida, de producción, de consumo y de transporte, todavía no superados, y que alienta un crecimiento económico y material sin límites. Por otro lado, desde la política se evita asumir los conflictos que esto genera. Afortunadamente, aparecen movimientos y grupos de personas que comienzan a demandar un entorno más saludable, tranquilo y amable para las ciudades.

Por esto es que las herramientas de participación son clave para el avance en la consecución de estrategias de forma colaborativa, y deben dotarse financieramente con un presupuesto que permita desarrollar los trabajos técnicos necesarios para su implementación y seguimiento.

La vida en las ciudades requiere políticas apropiadas para el uso del espacio público y el diseño de la infraestructura y los servicios, entre ellos y el que nos ocupa, la movilidad. Conocer la relación entre la ciudad y su entorno, evaluarla con un enfoque integrado y analizarla a partir de la relación con los recursos naturales es clave para anticiparse a problemáticas socio-ambientales locales y regionales, y para generar sistemas de movilidad urbanos que favorezcan la convivencia y el bienestar común.

## INTRODUCCIÓN

Este documento resume una serie de elementos que son necesarios de abordar para hacer frente a los desafíos que se presentan para transformación del actual sistema de transporte urbano e interurbana en la Argentina en un sistema de movilidad que responda y contribuya al desarrollo sustentable de nuestro país.

Con este objetivo, el documento comienza con la descripción de los problemas que genera la movilidad actual en el mundo, tanto en materia ambiental como social y económica. Luego se describen algunos de los elementos necesarios para alcanzar un sistema de movilidad sustentable y los beneficios que esta movilidad tendría para la sociedad.

Se describen a continuación las características básicas de la movilidad en Argentina que ayudan a entender la problemática del sector. Se presentan también los principales componentes del plan sectorial de transporte a nivel nacional y del plan de movilidad sustentable de la CABA. Se presentan escenarios de penetración de vehículos eléctricos a 2050 en Argentina con el fin de evaluar su potencial impacto sobre la energía y las emisiones de GEI. El documento dedica una sección a una problemática que surge a partir de estos escenarios: la explotación del litio.

Finalmente, el documento brinda una descripción de los elementos centrales para el desarrollo de una estrategia que lleve a una movilidad sustentable y describiendo algunas de las barreras que estas estrategias suelen enfrentar para su implementación.

## 1. MOVILIDAD URBANA: ¿CUÁL ES EL PROBLEMA?

El rápido proceso de urbanización iniciado en la segunda mitad del siglo XX a nivel mundial, trajo como resultado un incremento

en el número de ciudades y de sus habitantes sin precedentes en la historia reciente. Este fenómeno hace que el mundo enfrente hoy múltiples retos, entre ellos el de la movilidad urbana (SPTyCOP, 2018).

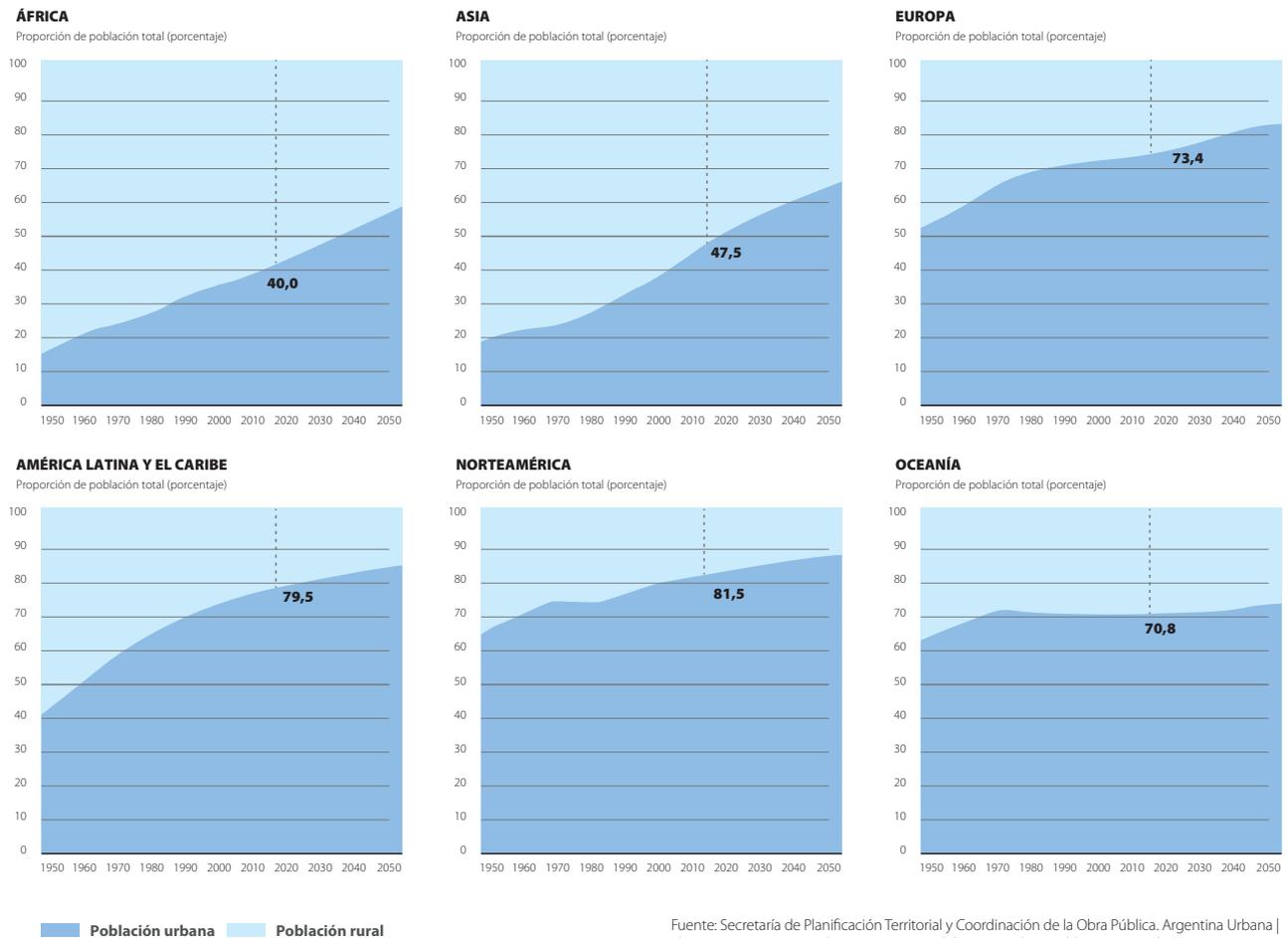
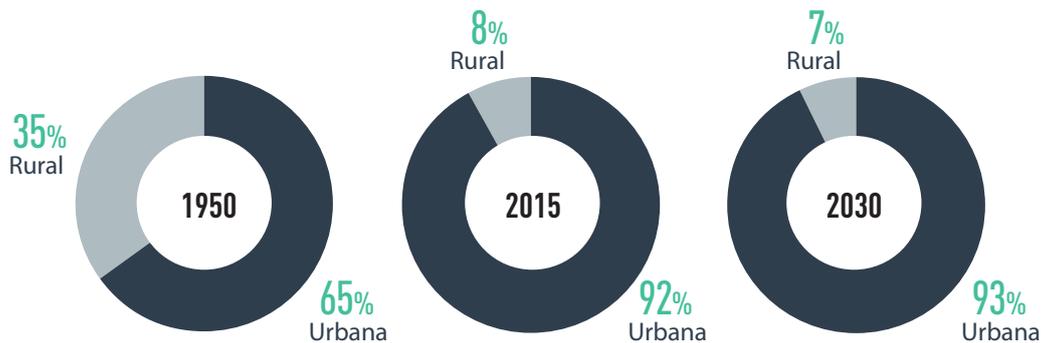


Figura 1.1: **Tendencias y proyección de la población urbana y rural como porcentaje de la población total para distintas regiones, desde 1950 a 2050.**



Fuente: elaboración propia a partir de Secretaría de Planificación Territorial y Coordinación de la Obra Pública. Argentina Urbana | Plan Estratégico Territorial. 2018. Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda.

Figura 1.2: **Distribución de la población en Argentina.**

En la Argentina el proceso de urbanización alcanza los mayores valores, como muestra la Figura 1.2. Los motivos de este fenómeno son múltiples, muchos de ellos bien conocidos, pero escapan al alcance de este documento.

En la ciudad moderna, segregada espacialmente de ciertos usos y grupos sociales en unidades, los ejes viarios fomentan la circulación del transporte privado, en donde el automóvil es el instrumento central del sistema de movilidad. Esta es la manera que produce el sistema urbano para que los ciudadanos puedan desplazarse y llegar a su destino (CABA, 2014). Esta situación, generada en parte por la transferencia del modelo norteamericano hacia las ciudades europeas y latinoamericanas, origina que las ciudades actuales sean calificadas como fragmentadas, crecientes y desiguales.

En este contexto, el fenómeno de la motorización de la movilidad ha crecido a un ritmo acelerado, incrementando los niveles de inseguridad vial y la contaminación del aire, principalmente en los países latinoamericanos. Esta situación ha generado que, las principales ciudades tomen decisiones importantes individuales y colectivas, tratando de abarcar simultáneamente dos fenómenos concurrentes.

- La ampliación de la capacidad para la movilidad de automóviles particulares, a través de la contribución de autopistas urbanas y expansión de la geometría de calles o avenidas para albergar una cantidad creciente de vehículos.
- La extensión, ampliación o mejoras de los sistemas de transporte masivo, como metro y buses urbanos, incluyendo la implantación de novedosos sistemas integrados de transporte urbano.

Esta evolución de la urbanización y de la movilidad urbana ha traído consecuencias ambientales y sociales (CABA, 2014).

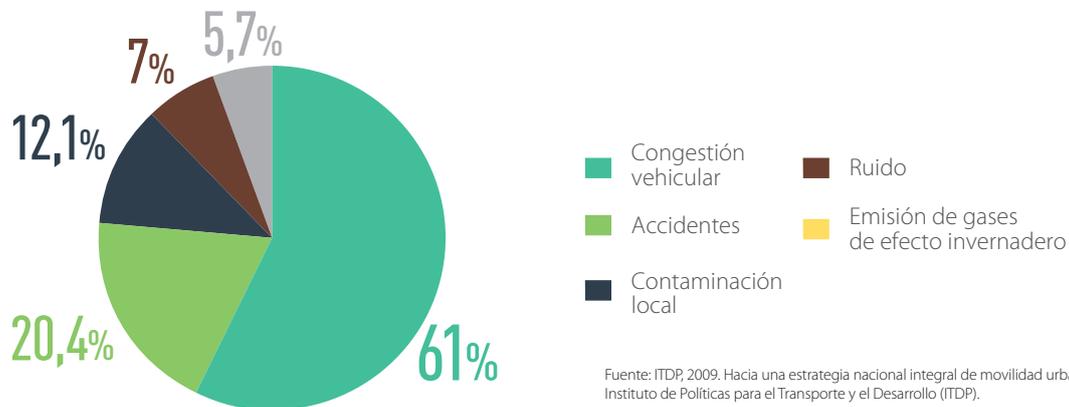
#### **Consecuencias ambientales:**

- I. La ocupación del espacio. Todos los modos de transporte utilizan cierta cantidad de espacio para trasladarse y estacionar.
- II. La congestión. Las congestiones de tránsito tienen importantes consecuencias sociales y sobre la salud.
- III. La emisión de gases contaminantes. La combustión generada por el transporte motorizado es una de las principales fuentes de gases contaminantes.
- IV. El consumo de energía. Todos los modos de transporte utilizan energía para desplazarse, pero no todos lo hacen de manera igualmente eficiente.

#### **Consecuencias sociales:**

- I. El deterioro de la calidad de vida causada por el tiempo que insumen los desplazamientos desde los hogares a los lugares de trabajo, y que impacta también en la vida familiar y social.
- II. Los problemas de salud en la población derivados de problemas ambientales, del crecimiento urbano desordenado y de la contaminación acústica.
- III. Los problemas en las estructuras edilicias derivados de las vibraciones producidas por el ruido tales como agrietamientos y desprendimientos que ponen en riesgo a la población.
- IV. Los problemas de accesibilidad para las personas con necesidades especiales, derivados de barreras urbanísticas sociales, económicas y/o arquitectónicas que dificultan su integración, autonomía o pleno ejercicio de sus derechos.

A modo de ejemplo, la Figura 1.3 muestra una evaluación de la importancia relativa de las externalidades asociadas al uso del automóvil en las zonas metropolitanas de México que reflejan las consecuencias del sistema actual de movilidad urbana.



Fuente: ITDP, 2009. Hacia una estrategia nacional integral de movilidad urbana en México. Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP).

Figura 1.3: **Estimación de las externalidades asociadas al uso del automóvil en zonas metropolitanas de México.**

### 1.1. Cambio climático: mantener el calentamiento global muy por debajo de 2°C

Uno de los desafíos ambientales más importante para el sistema de transporte actual es la necesidad de mitigar el calentamiento global y el cambio climático, que es causado por la emisión y acumulación de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. El GEI más significativo emitido por el sector del transporte es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), generado por la combustión de diesel, gasolina y otros combustibles fósiles utilizados por automóviles, camiones, trenes diesel y barcasas fluviales, así como por la producción de electricidad utilizada por trenes eléctricos, tranvías y otros vehículos eléctricos (van Essen, Huib et al, 2018).

Si bien la tasa de crecimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector eléctrico a nivel global ha comenzado a disminuir en los últimos años gracias al avance de las energías renovables para la generación de electricidad, las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte por carretera han aumentado en cada uno de los años de la última década. Así, el transporte es ahora el sector más problemático en términos de mitigación del cambio climático.

El Acuerdo de París de 2015 estableció que el aumento de las temperaturas globales se limite a 2°C por encima de los niveles preindustriales y que se realicen esfuerzos para limitar el calentamiento a 1,5°C. Esto requeriría la descarbonización virtual de la economía para 2050, es decir, que en ese momento no debería haber emisiones de GEI. Mantener el aumento de la temperatura dentro de los límites propuestos de manera efectiva significa establecer un límite superior que restrinja la cantidad de CO<sub>2</sub> que puede emitir el sector del transporte.

### 1.2. Contaminación del aire: aire limpio y seguro para respirar

La otra preocupación ambiental apremiante a la que contribuye actualmente el sector transporte es la contaminación del aire. Las emisiones de diversos contaminantes del transporte, y particularmente del transporte por carretera, son una causa importante de aire contaminado. La exposición de las personas a la contaminación del aire causa efectos adversos para la salud, como enfermedades respiratorias (asma y bronquitis), cardiovasculares y cáncer. Esto subraya la necesidad de mejorar la calidad del aire en las zonas urbanas donde los niveles de exposición son más altos (van Essen, Huib et al, 2018; Pilar Vega Pindado, 2017).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) evalúa la evidencia científica emergente sobre los efectos adversos para la salud de los contaminantes del aire. A partir de esta evaluación, la OMS publica Directrices que incluyen recomendaciones sobre la concentración máxima segura y la duración de la exposición segura para cada contaminante del aire (OMS, 2005).

Los principales contaminantes del aire de preocupación en 2018 son el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y las partículas (PM). La Figura 1.4 muestra los niveles de calidad de aire y niveles recomendados para varias ciudades de América Latina y los niveles recomendados por la OMS.

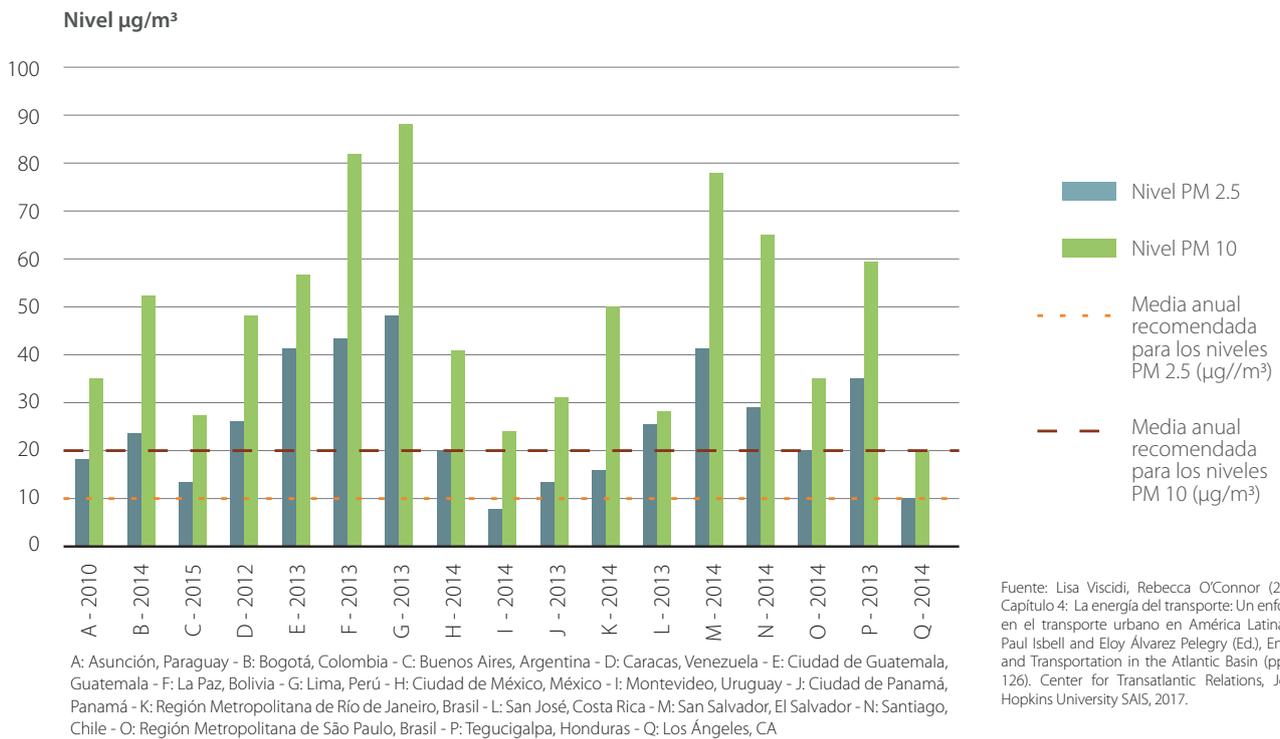


Figura 1.4: Niveles de calidad de aire y niveles recomendados.

Si bien hay ciudades en América Latina que se encuentran en peor situación, la ciudad de Buenos Aires se encuentra por encima de los límites recomendados por la OMS en relación al material particulado (PM), tanto en los que hace partículas finas como gruesas.

A diferencia de las emisiones de  $\text{NO}_2$  que son causadas por la combustión de combustibles fósiles, las emisiones de PM también provienen de otras fuentes, como el desgaste de los neumáticos, el desgaste de los frenos y hasta el desgaste de la carretera.

Para alcanzar una movilidad sostenible, el nivel de emisiones de contaminantes atmosféricos del sector transporte, particularmente los de  $\text{NO}_2$  y PM, debe ser mínimo, con concentraciones que estén muy por debajo de los niveles recomendados por las Directrices actuales de la OMS, ya que es probable que estos sean endurecidos hacia 2050 (OMS, 2005, van Essen, Huib et al, 2018; Pilar Vega Pindado, 2017).

### 1.3. Contaminación acústica: ciudades tranquilas para mejorar la salud

El crecimiento de los centros urbanos ha producido un incremento de la contaminación acústica que afecta cada vez a más personas. Esta polución sonora puede ser generada por diversas fuentes, entre ellas, obras en construcción, ferrocarriles, aviones y la circulación de vehículos. (van Essen, Huib et al, 2018).

La contaminación acústica es un problema ambiental que en general se pasa por alto, a pesar de que tiene un impacto negativo en la salud humana. Las tres fuentes más importantes de contaminación acústica son todas las de transporte: carretera, ferrocarril y transporte aéreo.

El ruido de los vehículos se genera por el funcionamiento de los motores, pero también por el contacto entre los neumáticos y la calzada y, para los ferrocarriles, el contacto entre las ruedas del tren y las vías.

La exposición al ruido puede conllevar efectos auditivos y no auditivos en la salud. A través de daños directos al sistema auditivo, el ruido trae consigo efectos tales como la pérdida de escucha o tinnitus. El ruido también es un estresante no especificado, ha sido demostrado que tiene un efecto adverso en la salud humana, especialmente luego de una exposición prolongada. Estos efectos dan como resultado estrés físico y psicológico, también desequilibrio de la homeostasis del organismo y el incremento de la carga alostática<sup>1</sup>.

Basándose en la información y la evidencia recopilada por la OMS sobre los efectos adversos por larga exposición al ruido del tráfico se determinaron recomendaciones que se deberían aplicar en la mayoría de los casos. Para exposición diurna, se recomienda que los niveles de ruido estén por debajo de los 53 dB y para la noche aconsejan que este nivel baje hasta por lo menos 45 dB (van Essen, Huib et al, 2018; OMS, 2005).

Una movilidad sostenible debería ser una movilidad silenciosa.

<sup>1</sup> Efectos auditivos y no auditivos del ruido sobre la salud.

### 1.4. Espacio urbano y habitabilidad: ciudades para personas

Dentro de las áreas urbanas el espacio es limitado y tiene que satisfacer las demandas de muchos usos y usuarios diferentes. Además del transporte, se necesita espacio para el alojamiento y el empleo, la prestación de servicios y para permitir la compra y venta de productos, incluidos los alimentos, y para socializar, aspecto de particular importancia para la habitabilidad de las áreas urbanas (van Essen, Huib et al, 2018).

Sin restricciones, la demanda de transporte para el espacio urbano, particularmente en las grandes ciudades, corre el riesgo de aumentar la congestión y reducir la habitabilidad, lo que contribuye negativamente a la sostenibilidad desde una perspectiva económica y social.

El transporte motorizado individualizado es un usuario de espacio relativamente ineficiente en comparación con otros modos (van Essen, Huib et al, 2018). La Figura 1.5 muestra el espacio relativo ocupado por las personas de acuerdo al medio de transporte y velocidad.

La imagen en la Figura 1.6 ilustra el espacio ocupado por la misma cantidad de personas que se mueven en automóviles, autobuses, bicicletas y a pie.

Una movilidad sostenible debe garantizar que el espacio urbano se utilice de manera eficiente para mejorar la habitabilidad de nuestras ciudades.

Fuente: Vienna City Administration, 2014. Urban Mobility Plan Vienna: Together on the Move.

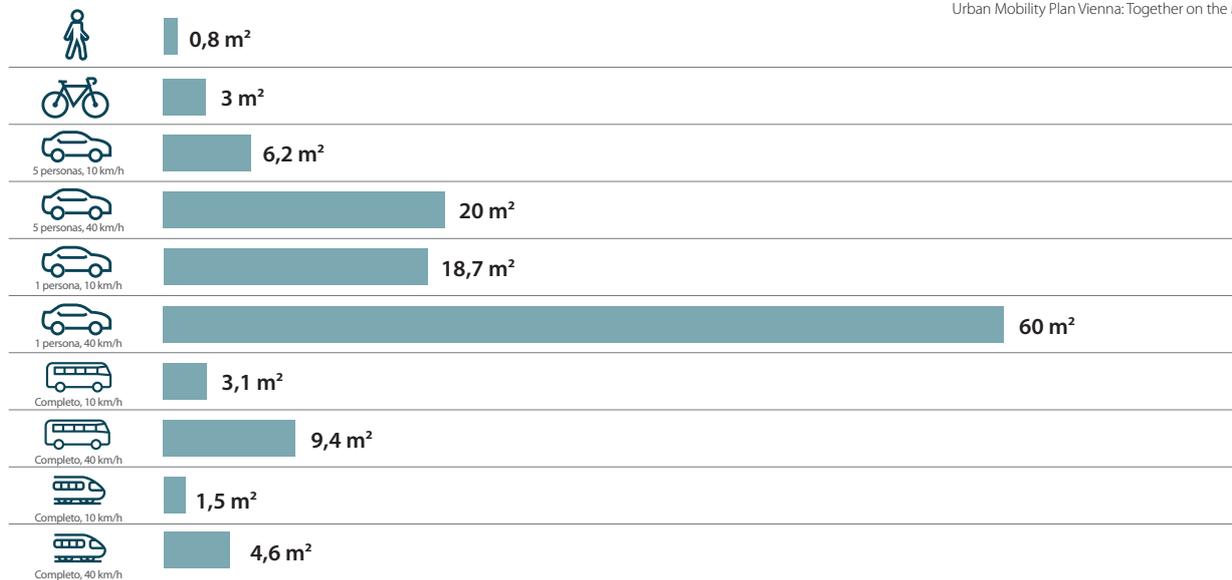


Figura 1.5: **Espacio relativo ocupado por las personas de acuerdo al medio de transporte y velocidad.**



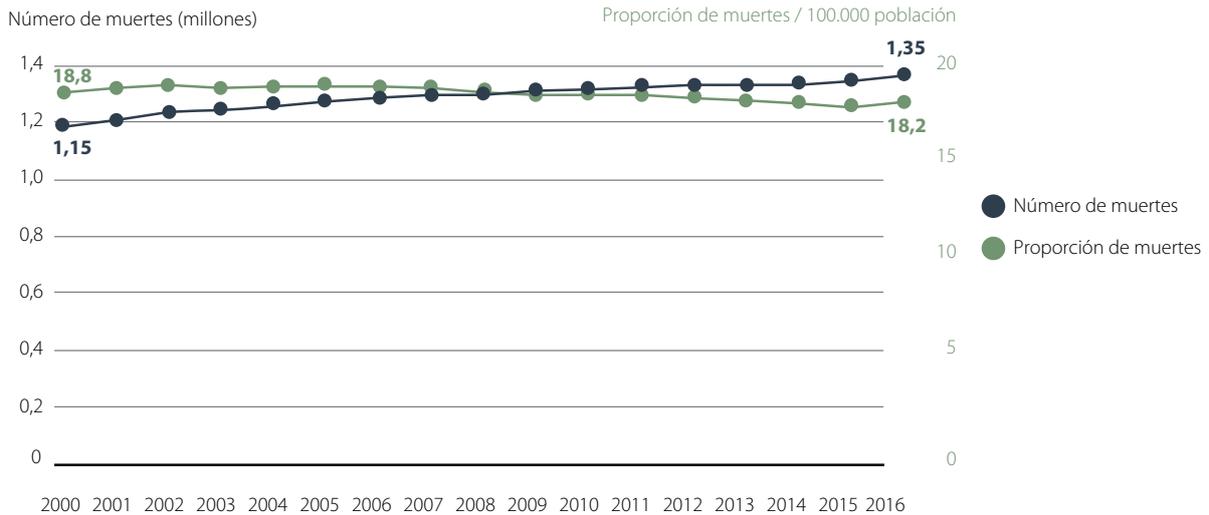
Fuente: We Ride Australia.

Figura 1.6: **Espacio ocupado por la misma cantidad de personas que se mueven en automóviles, autobuses, bicicletas y a pie.**

### 1.5. Seguridad y protección: viajes seguros y cómodos

Si bien la contaminación atmosférica y acústica afecta negativamente la salud humana, la movilidad es directamente responsable de muertes como resultado de accidentes. Según la OMS, alrededor de 1,35 millones de personas mueren cada año como consecuencia de accidentes de tránsito (OMS, 2019).

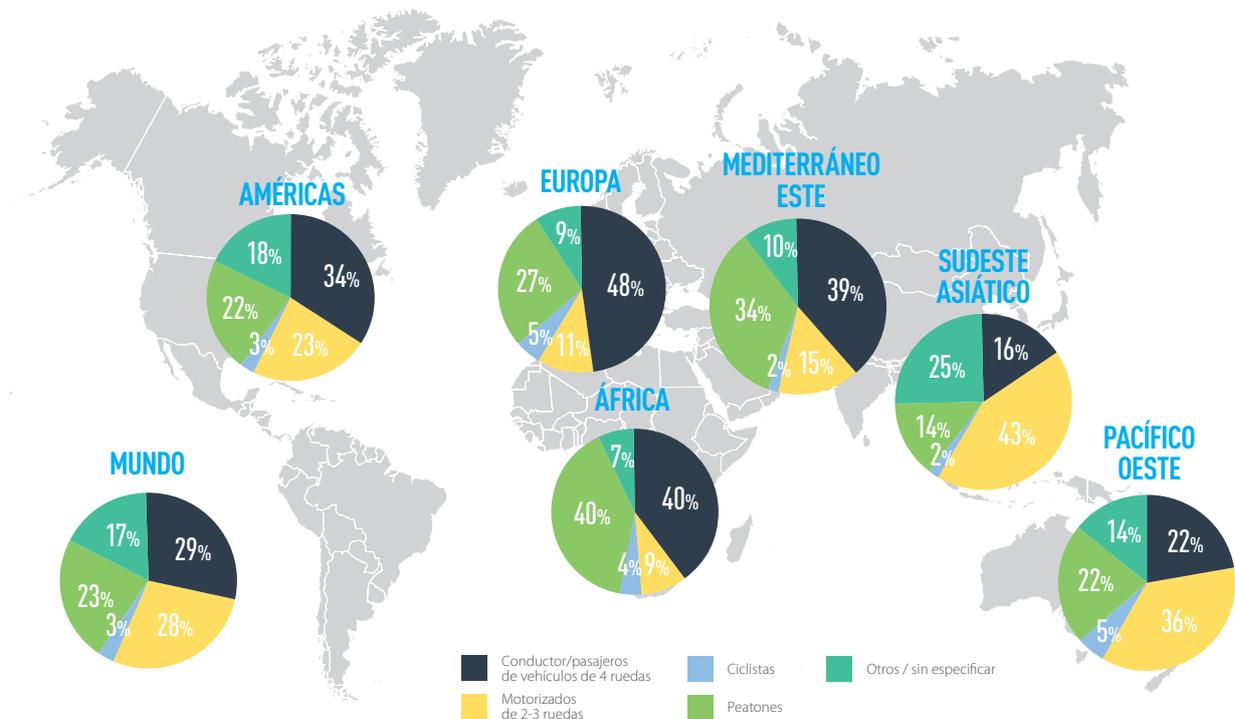
Figura 1.7: **Número de muertes y ratio de muertes por cada 100.000 habitantes a nivel global entre 2000 y 2016.**



Fuente: OMS, 2019.

Más de la mitad de las muertes por accidentes de tránsito afectan a usuarios vulnerables de la vía pública, es decir, peatones, ciclistas y motociclistas. Además, entre 20 y 50 millones de personas sufren

traumatismos no mortales, y muchos de esos traumatismos provocan discapacidad (OMS, 2019). La Figura 1.8 muestra el porcentaje de muertes por tipo de usuario y por región.



Fuente: OMS, 2019.

Figura 1.8: **Distribución de accidentes fatales por tipo de usuario y por región.**

Para que la movilidad sea sostenible también debe ser segura, y debe estar diseñada y operada de manera que las personas se sientan seguras. Lo importante no es sólo la seguridad real, sino también la percepción que tienen las personas de la seguridad.

La percepción de seguridad y protección puede ser una barrera para el uso de ciertos modos, incluidos el ciclismo y el transporte público, que deben superarse a través de la forma en que se diseñan y operan las infraestructuras y los vehículos. En este sentido, deben tenerse en cuenta las necesidades de los diferentes géneros, edades y grupos minoritarios, incluidas las diferentes formas en que pueden utilizar y percibir la infraestructura y los vehículos.

Las lesiones causadas por el tránsito también ocasionan pérdidas económicas considerables para las personas, sus familias y los países en su conjunto. Esas pérdidas son consecuencia de los costos del tratamiento y de la pérdida de productividad de las personas que mueren o quedan discapacitadas por sus lesiones, y del tiempo de trabajo o estudio que los familiares de los lesionados deben distraer para atenderlos (OMS, 2019).

Una movilidad sostenible debe abordar las preocupaciones de todos los sectores de una sociedad a fin de proporcionar un sistema seguro para que todos se sientan cómodos al desplazarse por la ciudad.

### **1.6. Naturaleza: hábitats y servicios ecosistémicos protegidos**

El transporte también tiene impactos en la naturaleza. La contaminación del aire puede afectar negativamente el crecimiento de la vegetación, incluidos los cultivos en zonas adyacentes al ejido urbano, mientras que ciertos contaminantes, incluido el NO<sub>2</sub>, pueden contribuir a la acidificación y la posterior eutrofización del suelo y los cursos de agua (van Essen, Huib et al, 2018).

El ruido del transporte puede afectar negativamente a la vida silvestre al igual que la ubicación y el diseño de la infraestructura. La construcción de la infraestructura puede conducir a la pérdida de hábitat y especies y la fragmentación de los hábitats que quedan. Además, un gran número de animales mueren en las carreteras cada año.

La infraestructura de transporte también puede afectar negativamente el paisaje. Por último, pero no menos importante, la naturaleza proporciona "servicios ecosistémicos", al reponer oxígeno en el aire y proporcionar agua y suelo para mantener la vida y cultivar, mientras que el acceso a la naturaleza mejora el bienestar de las personas. La infraestructura puede afectar negativamente la capacidad de la naturaleza para proporcionar dichos servicios (van Essen, Huib et al, 2018).

Un sistema de movilidad sostenible debe evitar la pérdida neta de hábitats y estar diseñado para garantizar un impacto mínimo en la vida silvestre, protegiendo a su vez los servicios que brinda la naturaleza.

## 2. ELEMENTOS PARA UNA MOVILIDAD SUSTENTABLE

En el transporte y el urbanismo se emplea el concepto de movilidad, en particular en el ámbito urbano, pero pocas veces se ha precisado su diferencia o su relación con otros conceptos como transporte, tráfico o circulación. Según el documento *Educación para la Movilidad Sustentable: Niveles Inicial, Primario y Secundario de las Escuelas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires* elaborado por el Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (CABA, 2014), la diferencia principal con estos conceptos es que al hablar de movilidad se amplía el objeto de estudio. Mientras el tráfico, por ejemplo, tiene por objeto de estudio la circulación de vehículos motorizados, la movilidad trata del movimiento de personas y mercancías, sin la participación necesaria del vehículo a motor.

Emergen así con fuerza en el análisis y en las proposiciones las necesidades de los transeúntes, de los usuarios del transporte colectivo o de los ciclistas. Se revelan también las necesidades diferenciales de una multitud de sujetos que participan de la movilidad. La edad, el sexo, el grupo de pertenencia, la condición física o psíquica determinan problemas y soluciones diversas que antes quedaban subsumidas en el patrón de movilidad de un conductor de automóvil estándar, o pretendidamente estándar (CABA, 2014).

Mujeres, niños, adultos mayores, personas con discapacidad, migrantes de culturas diversas, pasajeros de automóviles, usuarios de transportes públicos, etc., configuran un universo de estudio y de demandas mucho más amplios y diversos que el considerado tradicionalmente en los estudios de tráfico. En contraposición al enfoque tradicional, y como resultado del fracaso del modelo existente, se está llevando a cabo un cambio de orientación, enfrentando las problemáticas de movilidad a través del concepto de movilidad sustentable. Desde esta perspectiva, el objetivo es lograr una movilidad que reduzca al mínimo los efectos negativos sobre el entorno y la calidad de vida de las personas y que satisfaga las necesidades de la sociedad en un tiempo y con costos razonables (CABA, 2014).

Cuando se habla de movilidad se hace referencia también a un conjunto de derechos vinculados a la circulación de las personas, entendida como un aspecto de la libertad humana. La movilidad depende, por ejemplo, del modo en que se localizan los centros de trabajo, las viviendas, los comercios, las escuelas, los edificios públicos; de las infraestructuras de transporte que la administración nacional y local construyen; de la manera en que se desenvuelve el transporte público de personas, y de las decisiones que toma cada una de las personas al desplazarse por la ciudad (CABA, 2014).

Por eso, cuando se habla de movilidad se lo hace desde una concepción social de la circulación, y en consecuencia tenemos en cuenta la responsabilidad social del Estado. Esta responsabilidad es la de garantizar a todos una circulación digna y adecuada a las necesidades de cada sector y más allá de diferencias y desigualdades sociales. En la movilidad se pone en juego un conjunto de derechos económicos y sociales que requieren, para

ser satisfechos, la aplicación de políticas públicas activas (CABA, 2014; Pilar Vega Pindado, 2017).

No obstante, la movilidad no es un asunto de exclusiva responsabilidad del Estado. Los ciudadanos tenemos mucho que reflexionar y muchos cambios individuales y colectivos que iniciar en relación con la movilidad y el mejoramiento de la calidad de vida. Estas reflexiones tienen que ver, por un lado, con las conductas y el apego a las normas y, por el otro, con la participación ciudadana.

Resulta imprescindible referirse a la necesaria participación de la ciudadanía en los asuntos públicos y en la construcción del espacio público. Participación que implica proponer y exigir los cambios necesarios para una movilidad segura y accesible, que considere las necesidades de todos los sectores de la población, que mejore la calidad de vida y que preserve el ambiente y los recursos naturales (CABA, 2014).

Otros puntos de vista desde los cuales se puede pensar la movilidad, sobre todo en lo atinente al tipo de modelo urbano, son los aspectos socioculturales y ecológicos del tema. Profundizar la importancia de la circulación peatonal y el uso de los espacios y transportes públicos sirve para fortalecer los lazos sociales y culturales y para promover la salud de la población. Caminar es saludable, mejora la calidad de vida a nivel físico y psíquico.

La Figura 2.1 sintetiza una posible escala de prioridades a la hora de pensar y diseñar la movilidad urbana



Fuente: Pilar Vega Pindado. 2017. Los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS). Balance desde la perspectiva ecologista.

Figura 2.1: Escala de prioridades para una movilidad urbana sustentable.

De los espacios públicos, los espacios verdes merecen una atención especial, ya que mejoran la oxigenación de la atmósfera, protegen del asoleamiento y dan abrigo contra los vientos fuertes, se constituyen en espacios de esparcimiento para los vecinos, permiten la realización de diversas actividades culturales, deportivas y físicas, disminuyen los factores de riesgo ambiental y desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de la biodiversidad urbana (CABA, 2014).

El uso de la tecnología reduce los desplazamientos, lo cual mejora en muchos aspectos la vida de las personas, pero también impacta en la reducción de conductas consideradas saludables, como caminar, estar al aire libre, tener contacto físico con otras personas (CABA, 2014).

Por lo tanto, alcanzar una movilidad urbana que pueda considerarse sostenible requiere alcanzar simultáneamente un amplio abanico de objetivos diversos. Algunos de estos objetivos que se detallan en el documento *Green Light for Sustainable Mobility: Vision and Pathway to 2050* (van Essen, Huib et al, 2018), se describen a continuación.

### 2.1. Una movilidad que proteja tanto la naturaleza como la salud humana

Esto significa un sistema de transporte que tenga un impacto mínimo en el ambiente y contribuya a desarrollar y satisfacer necesidades sociales y económicas. El calentamiento global debe mantenerse muy por debajo de 2°C de aumento en temperatura media global, según lo acordado en el Acuerdo de París, y el ambiente en las ciudades debe cambiar de manera que el aire sea seguro para respirar y que los niveles de ruido no afecten negativamente la salud.

Una movilidad sostenible debe estar diseñada y operada de manera que las personas se sientan seguras al usarlo, utilizando el espacio urbano de manera más eficiente para mejorar la habitabilidad. Una movilidad sostenible no debe afectar negativamente los hábitats naturales y la vida silvestre para garantizar la protección de la naturaleza y los servicios que brinda (van Essen, Huib et al, 2018).

### 2.2. Una movilidad que sea parte integral de una economía sostenible

Una movilidad sostenible refuerza una economía sostenible, al tiempo que reduce las ineficiencias, como la congestión excesiva, que daña la economía y el medio ambiente. Debe proporcionar un conjunto variado de trabajos, aunque estos pueden ser muy diferentes de los que existen hoy.

Desde la perspectiva de los recursos, una movilidad sostenible es una parte integral de la economía circular, lo que significa que los desechos se reducen sustancialmente, mediante un mejor uso de los recursos y un mejor reciclaje, particularmente de materias primas escasas (van Essen, Huib et al, 2018).

### 2.3. Una movilidad que sea asequible para todas las personas

Una movilidad basada en el automóvil particular discrimina a aquellos que son demasiado jóvenes o demasiado viejos para

conducir, o que no pueden conducir por razones de salud o ingresos. Por lo tanto, un sector de movilidad verdaderamente sostenible debe ser no discriminatorio para garantizar que brinde a todas las personas las mismas oportunidades. De esta manera, contribuirá a una sociedad cohesionada e inclusiva (van Essen, Huib et al, 2018).

Al mismo tiempo, la creciente digitalización del transporte, como la movilidad cooperativa, conectada y automatizada, debe ir acompañada de mecanismos para garantizar que la privacidad de las personas esté protegida cuando viajamos.

### 2.4. Una movilidad que cree un espacio urbano más atractivo y saludable

El cambio modal a favor del transporte público, el ciclismo y la caminata contribuye a mejorar la salud de las personas. El ciclismo regular puede mejorar la aptitud cardiovascular, la fuerza muscular y la flexibilidad, así como mejorar el bienestar mental y reducir la ansiedad y el estrés. El aumento de la marcha a pie es igualmente beneficioso (van Essen, Huib et al, 2018).

El transporte público también se puede considerar como un "modo activo". Los usuarios del transporte público deben caminar (o andar en bicicleta, si el ciclismo está bien integrado con el transporte público) hacia y desde las paradas de autobús y las estaciones de tren o metro, por lo que deben realizar más actividad física de la que simplemente estarían sentados en un automóvil.

Por lo tanto, la transición a un sistema de movilidad sostenible será un elemento importante para contrarrestar el aumento de la obesidad y las enfermedades asociadas, que actualmente se observa en muchos países (van Essen, Huib et al, 2018).

Uno de los beneficios significativos de la transición a una movilidad sostenible es la calidad de aire que respiramos. Los vehículos que funcionan con electricidad no emiten contaminantes cuando se usan, mientras que los que funcionan con hidrógeno no emiten nada más que agua.

Tanto los vehículos eléctricos como los de hidrógeno también son más silenciosos que los vehículos de combustión interna, particularmente en áreas urbanas donde las velocidades de conducción son relativamente bajas y, por lo tanto, el motor es la principal fuente de ruido del vehículo. El uso extenso de estos vehículos, ya sea de propiedad privada o compartida, conducido o automatizado, conducirá a mejoras sustanciales en el entorno urbano, ya que la contaminación del aire y el ruido se reducirán significativamente.

### 2.5. Una movilidad con menores costos y mayor productividad

Si bien los cambios requerirán inversiones iniciales incrementales, generarán importantes ahorros de costos a lo largo del tiempo como resultado de un menor uso de energía, un menor daño a la salud por la contaminación del aire o del ruido, así como la mejora de la salud física y mental a partir de vivir ciudades más habitables y accesibles. Una reducción significativa de los impactos en la salud también genera ahorros (van Essen, Huib et al, 2018).

## 2.6. Una movilidad que promueva mayor equidad social

Se puede esperar que la transición a un sistema de movilidad sostenible también mejore la equidad social, porque mejorarán las opciones de movilidad para las personas sin acceso a un automóvil privado. Además, la planificación urbana dirigida a las funciones de densificación y mezcla permitirá a todas las personas, incluidas las personas que no pueden permitirse poseer o conducir un automóvil, acceder más fácilmente a trabajos, atención médica u otros destinos (van Essen, Huib et al, 2018).

## 2.7. Una movilidad que genere empleos sostenibles y saludables

Los muchos trabajos empleados en la industria automotriz y de componentes frecuentemente se usan como argumento en contra de políticas de transporte y normas para vehículos. Sin embargo, el desafío desde la perspectiva de los empleos en el transporte es desarrollar un sistema de movilidad sostenible con bajas emisiones de carbono, que utilice capacidades y recursos humanos locales que genere empleos de calidad.

Se necesitará un número creciente de empleos en el desarrollo de nuevas tecnologías, pero también para desarrollar y mantener una nueva infraestructura (e.j. caminos, bicisendas, vías ferroviarias, centros de transferencia, estaciones de carga y descarga, etc.) y el desarrollo y operación de servicios de planificación de transporte multimodal y otros servicios (van Essen, Huib et al, 2018).

## 2.8. Una movilidad que facilite acceso y oportunidades para todos

Un sistema de movilidad sostenible debe permitir que todos los grupos dentro de la sociedad satisfagan sus necesidades y les permita prosperar como individuos. No debe poner barreras que desalienten a las personas a usar el sistema de movilidad como resultado de las preocupaciones sobre la seguridad, accesibilidad, etc.

El sistema de movilidad debe diseñarse para que todos los miembros de la sociedad puedan desplazarse y acceder a los servicios. Debe garantizar que personas de todas las edades, géneros, grupos de ingresos y minorías étnicas puedan acceder a la educación y el empleo para poder participar plenamente en la sociedad. Por lo tanto, una movilidad verdaderamente sostenible debe garantizar que brinde a todas las personas las mismas oportunidades. De esta manera, contribuirá a una sociedad cohesionada e inclusiva (van Essen, Huib et al, 2018).

## 2.9. Una movilidad que facilite la economía circular

Además del uso de combustibles fósiles, la movilidad utiliza otros recursos, desde acero y aluminio en vehículos, hasta agregados para la construcción de carreteras y, cada vez más, metales más raros, como litio y cobalto, para las baterías de vehículos eléctricos. El uso creciente de la electrónica, tanto en los propios vehículos como en los sistemas de control de tráfico, incluidos los sistemas inteligentes de transporte, proporciona una complicación adicional en términos de uso de recursos.

La movilidad sostenible debería ser una parte integral de la economía circular, lo que significa una reducción de los desechos mediante un mejor uso de los recursos y un mejor reciclaje, particularmente de materias primas escasas (van Essen, Huib et al, 2018).

### 3. LA MOVILIDAD EN ARGENTINA

La urbanización rápida y desordenada a nivel global y, en particular, en los países de América Latina y el Caribe, ejerce presión sobre temas importantes, como la movilidad urbana, el saneamiento básico, el suministro de agua potable, la contaminación del aire, las respuestas frente a desastres, la seguridad, la salud y la educación (SPTyCOP, 2018).

La movilidad de pasajeros en Argentina cuenta con una alta concentración de población urbana, donde el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) se destaca notablemente, concentrando más de un tercio de la población del país. El número de viajes por año ha alcanzado casi 9 mil millones en 2012 y siguió creciendo en años posteriores, con una fuerte participación del autobús (38%), seguido por el automóvil (37%), el ferrocarril (5%), taxis (4%) y subterráneos (2%) (PANTyCC, 2017).

Las políticas encaminadas a la gestión socio-ambiental del transporte se encuentran hoy enmarcadas en el Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático que representa el conjunto de iniciativas que la Argentina tiene previstas para contribuir a reducir las emisiones de GEI, y adaptarse a los efectos del cambio climático en el sector transporte, de acuerdo con los compromisos asumidos ante la CMNUCC. Para ello, este plan determina la estrategia a seguir, las medidas a implementar y los lineamientos concretos para alcanzar los objetivos, es decir, hojas de ruta que incluyen a los organismos competentes, los instrumentos regulatorios y económicos así como indicadores de seguimiento (PANTyCC, 2017).

#### 3.1. Estructura del transporte en Argentina

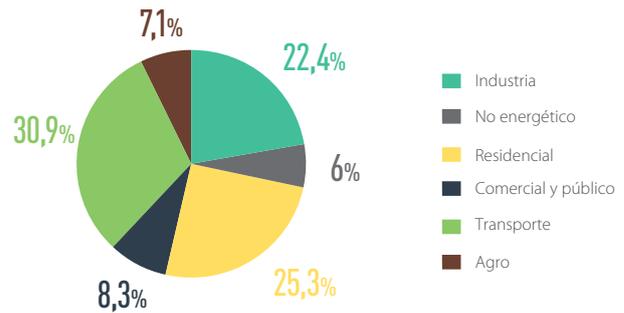
En Argentina, según informes recientes de la AFAC (2018), la Flota Circulante o Parque "Vivo" al cierre del año 2018 fue de 13.950.048 vehículos, representando una suba del 4,9% con relación al año anterior. La flota vehicular se conforma por un 85,2% de automóviles, 11,2% de comerciales livianos y 3,6% de comerciales pesados, incluyendo camiones y ómnibus (sin considerar acoplados y remolques). Al relacionar esta nueva información con los datos de población, se observa que hay 3,15 habitantes por vehículo; este valor se relaciona con una tasa de motorización creciente. Además, según datos del Estudio Observacional Vial, el 62% de individuos que manejan automóviles de cuatro o más neumáticos circulan sin acompañantes (Vial, 2018).

Este tamaño de flota requiere atender la problemática de la movilidad en las ciudades, para ello se recurre comúnmente a la aplicación de los estudios de tránsito y transporte, los cuales han permitido obtener indicadores efectivos para las tres variables objeto de la ingeniería de tránsito: volumen vehicular, velocidad y densidad. Sin embargo, suelen desestimarse en los estudios aspectos propios de la movilidad urbana sostenible: medio ambiente, equidad social, valor económico (Quintero y González, 2017). Los análisis proporcionan diagnósticos y pronósticos basados, implícitamente, en el principio de distribución de demanda, para lo cual buscan predecir la demanda futura, en la gran mayoría de los casos, sin prestar atención a otros aspectos

fundamentales para el desarrollo sostenible, como la justicia social (Martens, 2006).

#### 3.2. Impacto en el consumo de energía

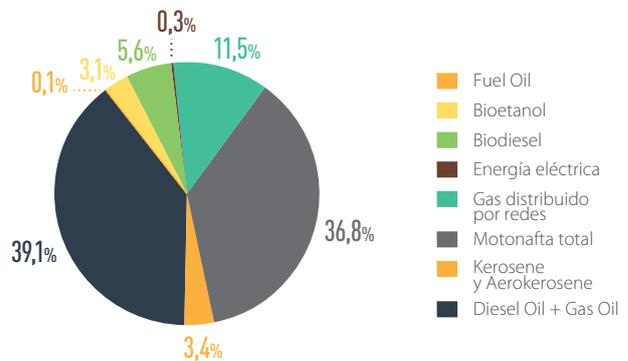
Según el Balance Energético Nacional que elabora todos los años la Secretaría de Energía, el sector transporte es el mayor consumidor de energía primaria del país con casi el 31% del total de energía consumida en el año 2017.



Fuente: Elaboración propia a partir del BEN 2017.

Figura 3.1: Consumo de energía primaria por sector.

Este consumo de energía está basado fundamentalmente en el consumo de derivados del petróleo (gasoil, naftas y aerokerosene), gas natural comprimido y biocombustibles (biodiesel y bioetanol), según la distribución que se muestra en la Figura 3.2.



Fuente: Balance Energético Nacional 2018. Secretaría de Energía de la Nación.

Figura 3.2: Combustibles utilizados en el sector transporte en Argentina.

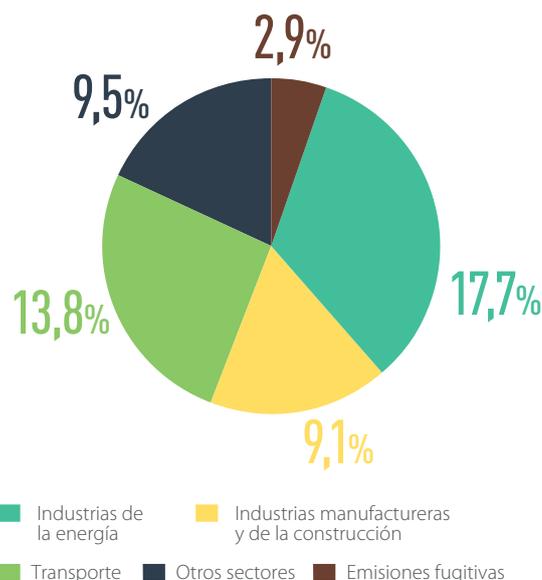
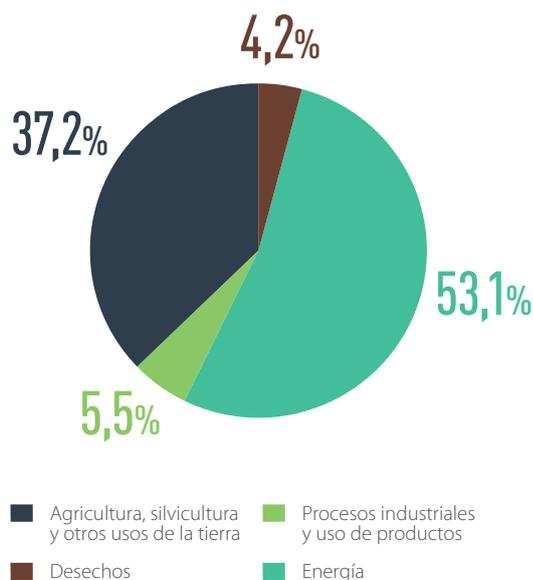
El consumo de estos combustibles tiene su correlato en las emisiones de gases de efecto invernadero que genera el sector.

### 3.3. Emisiones de gases de efecto invernadero

En todas las economías del mundo el transporte contribuye significativamente a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) y otros contaminantes (PM, HAP, VOCs, CO). En Argentina el sector fue responsable de la emisión de 50,2 MCO<sub>2</sub>eq en 2016, lo que representa el 13,8% de las emisiones totales de GEIs del país de ese año (SAyDS, 2019).

Estas emisiones se pueden ver desagregadas en la Tabla 3.1 según tipo de transporte y tipo combustible utilizado.

De la Tabla 3.1 se observa que el transporte carretero, fundamentalmente camiones y automóviles, representa más del 90% de las emisiones de GEI del sector transporte.



Fuente: 3er Informe Bienal de Actualización. 2019. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Datos 2016.

Figura 3.3: **A la izquierda inventario general de emisiones de GEI de la Argentina, a la derecha el desagregado del sector Energía, dónde se puede ver el sector Transporte.**

CATEGORÍA BUR	TIPO	COMBUSTIBLE	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq			
			GgCO <sub>2</sub>	GgCH <sub>4</sub>	GgN <sub>2</sub> O	GgCO <sub>2</sub> eq	PARTICIPACIÓN SOBRE EL TOTAL DE LA CATEGORÍA	PARTICIPACIÓN SOBRE EL TOTAL DEL SECTOR	
Aviación civil	Aviación internacional	Aerokerosene	2690	0,02	0,08	2714	No contabilizado	No contabilizado	
	Cabotaje	Aerokerosene	1412	0,01	0,04	1425	100%	2,5%	
<b>Subtotal aviación civil</b>			<b>1412</b>	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>	<b>1425</b>	<b>100%</b>	<b>2,5%</b>	
Transporte carretero	Automóviles	GNC	5280	8,66	0,28	5550	11%	9,7%	
		Gasoil	2452	0,13	0,13	2495	5%	4,4%	
		Nafta	13374	4,82	1,54	13954	27%	24,5%	
	<b>Subtotal automóviles</b>			<b>21106</b>	<b>13,61</b>	<b>1,96</b>	<b>21998</b>	<b>43%</b>	<b>38,6%</b>
	Camiones	Para servicio ligero	GNC	243	0,40	0,01	255	0,5%	0,4%
			Gasoil	19320	1,02	1,02	19657	38%	34,5%
			Nafta	3657	1,32	0,42	3815	7,4%	6,7%
		Subtotal camión ligeros		23220	2,73	1,45	23727	46%	41,7%
		Para servicio pesado	Gasoil	1785	0,09	0,09	1816	3,5%	3,2%
			Nafta	84	0,03	0,01	87	0,2%	0,2%
	Subtotal camiones pesados		1869	0,12	0,10	1903	3,7%	3,3%	
	<b>Subtotal camiones</b>			<b>25088</b>	<b>2,86</b>	<b>1,56</b>	<b>25631</b>	<b>50%</b>	<b>45,0%</b>
	Autobuses	Urbano	Gasoil	1529	0,08	0,08	1555	3%	2,7%
		Interurbano	Gasoil	877	0,05	0,05	892	2%	1,6%
<b>Subtotal autobuses</b>			<b>2405</b>	<b>0,13</b>	<b>0,13</b>	<b>2447</b>	<b>5%</b>	<b>4,3%</b>	
Motocicletas		Nafta	1368	0,49	0,16	1428	3%	2,5%	
<b>Subtotal transporte carretero</b>			<b>49968</b>	<b>17,09</b>	<b>3,80</b>	<b>51503</b>	<b>100%</b>	<b>90,5%</b>	
Biocombustibles		Biodiésel	1097	0,05	0,01	1101	No contabilizado	1,9%	
		Bioetanol	324	0,11	0,04	337	No contabilizado	0,6%	
Ferrocarriles	Ferrocarriles	Gasoil	147	0,01	0,06	165	100%	0,3%	
<b>Subtotal ferrocarriles</b>			<b>147</b>	<b>0,01</b>	<b>0,06</b>	<b>165</b>	<b>100%</b>	<b>0,3%</b>	
Navegación marítima y fluvial	Navegación marítima y fluvial internacional	Gasoil	561	0,05	0,02	567	No contabilizado	No contabilizado	
		Fueloil	4402	0,40	0,11	4445	No contabilizado	No contabilizado	
	Subtotal navegación marítima y fluvial internacional		4963	0,45	0,13	5013	No contabilizado	No contabilizado	
	Navegación marítima y fluvial nacional	Gasoil	867	0,08	0,02	876	83%	1,5%	
		Fueloil	183	0,02	0,00	185	17%	0,3%	
Subtotal navegación marítima y fluvial nacional		1050	0,10	0,03	1060	100%	1,9%		
<b>Subtotal navegación marítima y fluvial</b>			<b>1050</b>	<b>0,10</b>	<b>0,03</b>	<b>1060</b>	<b>100%</b>	<b>1,9%</b>	
<b>Otro tipo de transporte</b>			<b>2773</b>	<b>0,05</b>	<b>0,00</b>	<b>2775</b>	<b>100%</b>	<b>4,9%</b>	
<b>Total sector transporte</b>			<b>55350</b>	<b>17,26</b>	<b>3,92</b>	<b>56929</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	

Tabla 3.1: Emisiones desagregadas del sector transporte en Argentina.

Fuente: 2<sup>do</sup> Informe Bienal de Actualización, 2016. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Datos 2014.

### 3.4. Accidentes

Uno de los impactos más terribles de un sistema de transporte deficiente es la cantidad de accidentes y otros daños que genera en la salud.

La Argentina tiene un record en accidentes fatales que debería generar una preocupación entre las autoridades y que no se llega a percibir. La Figura 3.4 muestra los accidentes fatales por cada millón de automóviles en Argentina en comparación con otros países del mundo durante 2018.

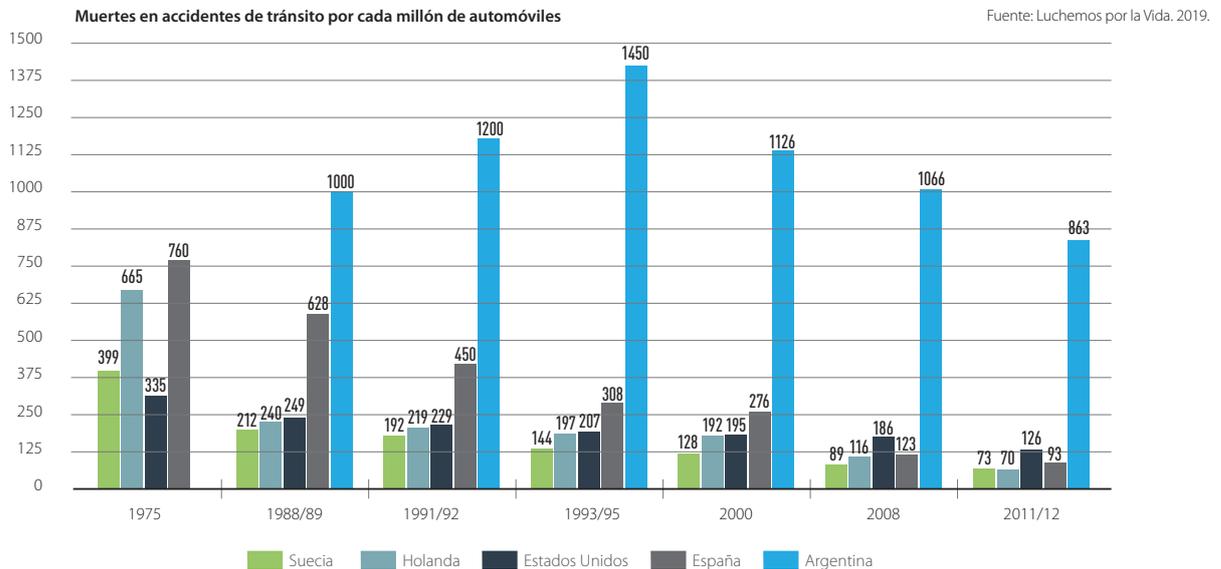


Figura 3.4: **Total de muertos por cada millón de automóviles en Argentina en comparación con otros países del mundo de 1989 a 2012.**

Si bien esta cifra se redujo a 717 en el año 2016, todavía se encuentra muy lejos de lo que muestran países europeos, con valores que van desde 41 hasta 102 muertos por cada millón de automóviles.

### 3.5. Plan sectorial de transporte

Con el fin de establecer una política de estado en materia de cambio climático, en 2016 se creó el Gabinete Nacional de Cambio Climático, conformado por los ministerios y secretarías más relevantes en lo que respecta a su potencial para la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero como a la necesaria adaptación a los impactos y otras consecuencias que el cambio climático ya está causando en la Argentina. Este gabinete propuso la elaboración del Plan Nacional de Mitigación y Adaptación al cambio climático donde se detallarán las políticas y medidas que cada organismo llevará adelante en coordinación con los demás. A tal fin, durante los últimos años, los diferentes ministerios y secretarías han ido elaborando los llamados Planes Sectoriales, donde se detallan estrategias y medidas de reducción de emisiones de GEI y medidas para la adaptación de cada sector.

En este contexto, el Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático (PANTyCC, 2017) representa el conjunto de iniciativas que la Argentina tiene previstas para contribuir a reducir las emisiones de GEI en este sector, y adaptarse a los efectos del cambio climático en el sector transporte, de acuerdo con los compromisos asumidos ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

El PANTyCC se elabora a partir de ejes de intervención estratégicos y medidas de mitigación y adaptación. En otras palabras, son acciones correctoras que atenúan o reducen los efectos no deseados por la actividad del transporte (Conesa Fernandez-Vitora, 2010). El PANTyCC apunta a “satisfacer las necesidades actuales y futuras en materia de movilidad de personas y logística de cargas, bajo la premisa de jerarquizar la sustentabilidad ambiental”.

La Figura 3.5 muestra la estructura del Plan de Acción del sector transporte con sus ejes de intervención y las medidas de mitigación previstas a implementar con el fin de contribuir a cumplir con los compromisos de mitigación en el marco del Acuerdo de París.

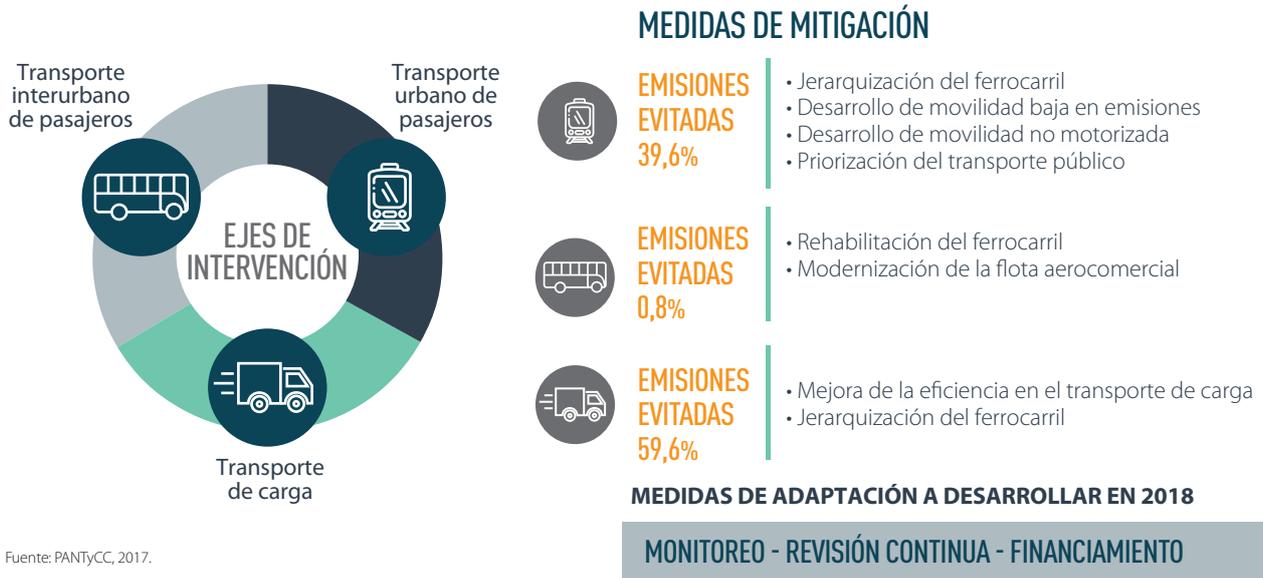


Figura 3.5: Estructura del Plan de Acción del sector transporte con sus ejes de intervención y las medidas de mitigación previstas.

Según el PANTyCC, un aspecto a destacar es “la diversidad de modalidades de transporte, la cual se corresponde con un amplio espectro de actores y modos de regulación. En el caso del transporte de personas, la diversidad se corresponde con las múltiples necesidades de movilidad de la población y las innumerables posibilidades de movilidad que ofrecen las tecnologías vigentes. Correlativamente con esta diversidad existe un gran número de actores del sector del trabajo en las diferentes modalidades que asume el transporte, tanto a nivel de cámaras empresarias como de sindicatos. Este último rasgo también implica ciertas restricciones para introducir innovaciones en diferentes dimensiones, como por ejemplo, tecnológicas o regulatorias, percibidas con efectos negativos sobre la demanda de puestos de trabajo” (PANTyCC, 2017).

En este contexto, el objetivo es la reducción de las emisiones de GEI y la adaptación al cambio climático mediante la mejora de la movilidad de personas y bienes, la reducción de los tiempos de viaje, la priorización de la seguridad, la mejora del confort, y la jerarquización de la sustentabilidad ambiental en tres ejes de intervención: el transporte urbano de pasajeros, el transporte interurbano de pasajeros y, el transporte de carga.

El alcance del PANTyCC para 2030 involucra a todos los medios de transporte del territorio nacional, excluyendo el transporte internacional aéreo y marítimo. El conjunto de medidas de mitigación consideradas contribuirá a la reducción de 5,9 MtCO<sub>2</sub>eq en el año 2030 con el fin de cumplir los compromisos asumidos en el Marco del Acuerdo de París a través de la Contribución Nacional. La ambición y el alcance de las medidas no parecen ser suficientes para lograr ese objetivo.

Resulta de especial interés una de las medidas de mitigación orientada al desarrollo de la movilidad baja en emisiones mediante la promoción de vehículos con tecnologías de baja emisión. El PANTyCC propone reducir emisiones de GEI mediante la inclusión progresiva de vehículos eléctricos, tema que abordaremos en detalle más adelante.

El PANTyCC también se complementará con medidas de adaptación para hacer frente a los impactos producidos por el cambio climático a partir de una serie de intervenciones principalmente en materia de infraestructura de transporte.

### 3.6. Plan de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires de movilidad sustentable

La Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) ha desarrollado un Plan de Movilidad Sustentable que está en proceso de implementación a partir de múltiples programas que intentan abordar las distintas problemáticas que hacen a la movilidad en el área metropolitana más grande de la Argentina y una de las más grandes del mundo.

Las Figuras 3.6 y 3.7 muestran algunos datos básicos de la movilidad en la CABA.

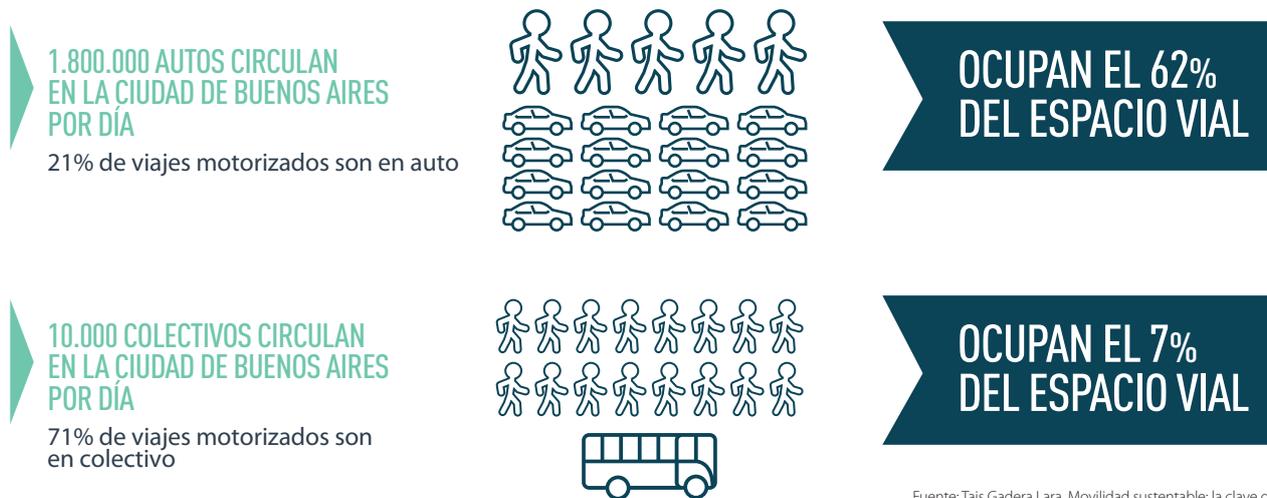


Figura 3.6: **Datos de la movilidad en la ciudad de Buenos Aires en relación al espacio ocupado por cada medio de transporte.**



Figura 3.7: **Figura 3.7. Distribución modal de los viajes de pasajeros en el área metropolitana de la Buenos Aires en 2012.**



Figura 3.8: **Personas y vehículos que ingresan a la CABA desde el Gran Buenos Aires diariamente.**

La ciudad de Buenos Aires diariamente recibe 3.2 millones de personas provenientes del GBA, quienes más que duplican su población, y 1,3 millones de vehículos/día ingresan por sus accesos también desde el GBA.

El Plan de Movilidad Sustentable presenta una definición política inicial. Esta primera definición política fue netamente simbólica: situar al área en el Ministerio de Desarrollo Urbano y cambiar la histórica denominación de Tránsito por Transporte. Así, se puso el foco en el vínculo entre el desarrollo urbano (soporte del desarrollo humano) y el transporte y, además, en la administración de los flujos más que en los problemas de la circulación.

### 3.6.1. Ejes de políticas

- Las Políticas de transporte deben contribuir al objetivo de humanizar la ciudad, es decir el hombre debe estar en el centro de estas políticas.
- Desde la perspectiva ambiental, la Ciudad debe privilegiar la movilidad de los peatones, los modos no motorizados y el transporte público, por sobre los vehículos particulares.

### 3.6.2. Principios

- Las políticas de Transporte Urbano deben estar asociadas firmemente a las políticas de Desarrollo Urbano.
- La Ciudad privilegia la movilidad de los peatones, los modos no motorizados y el transporte público, por sobre los vehículos particulares.

### 3.6.3. Objetivos

- Mejorar la accesibilidad de la población.
- Priorizar el uso del transporte público y de los modos no motorizados.
- Jerarquizar la vialidad diferenciándola según los usos dominantes.
- Ordenar el funcionamiento de la vía pública.
- Reducir la congestión y en particular las interferencias a la continuidad de la circulación.
- Optimizar la operatoria del transporte de carga.
- Contribuir a limitar las externalidades asociadas al transporte.
- Reducir la siniestralidad actuando sobre los factores que contribuyen a la producción de accidentes.

### 3.6.4. Programas

En cuanto a los programas, éstos se pueden ver en la Tabla 3.2.

Como puede observarse de los lineamientos del plan, se intenta abordar la problemática de la movilidad urbana de manera integral, con ejes de intervención y programas de acción que están en línea con los fundamentos de una movilidad sustentable. La implementación de las acciones se está llevando adelante con las dificultades lógicas y esperables.

## EL PLAN DE MOVILIDAD SUSTENTABLE

PRIORIDAD 1 LOS CHICOS - SEGURIDAD - MOVILIDAD SUSTENTABLE

EJES CONCEPTUALES DEL PLAN: PRIORIDAD TRANSPORTE PÚBLICO – RESGUARDO DEL MEDIO AMBIENTE – SEGURIDAD VIAL – ORDENAMIENTO DEL TRÁNSITO					
PROGRAMAS					
<b>PRIORIDAD PEATÓN</b> Call. Peatonales Buenos Aires de domingo Ensamblamiento de veredas	<b>VÍAS PREFERENCIALES</b> Pueyrredón Garay Triunvirato Santa Fe Bicentenario	<b>BICICLETAS BS.AS.</b> Red de Ciclovías protegidas Estacionamiento Alquiler P de bicicletas Fomento empleados de oficinas	<b>METROBUS</b> Corredor Juan B. Justo Próxima Etapas	<b>CONTROL Y SEGURIDAD</b> Agentes de tránsito Alcoholemia Velocidad Uso de Casco Cinturón de seguridad Camino Escolar	<b>CENTROS TRANSFERENCIA</b> Centros transbordo pasajeros Centros de ruptura de cargas – ZAL
<b>CONECTIVIDAD</b> Puentes Riachuelo Bajo niveles	<b>CONCIENCIA VIAL</b> Educación vial en la currícula Campañas masivas de Conciencia Vial	<b>ESTACIONAMIENTO</b> Ordenamiento Nuevas Playas Tecnología para Estac. Medido	<b>SUBTES</b> Obras actuales Créditos Posibles extensiones	<b>TRANSPORTES ECOLÓGICOS</b> Buses eléctrico. Autos Híbridos	<b>TRÁNSITO INTELIGENTE</b> Nvas. Tecnologías en semáforos y señalética Ctro. Monitoreo
HUMANIZACIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO/MEJOR CALIDAD DE VIDA					

Fuente: Plan de Movilidad Sustentable de la CABA.

Tabla 3.2: **Programas del Plan de Movilidad Sustentable de la CABA.**

## 4. ESCENARIOS DE PENETRACIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN ARGENTINA

Considerando que la movilidad eléctrica está creciendo de manera sustantiva en el mundo, y que además es parte de las medidas previstas en el Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático (PANTyCC), se han elaborado distintos escenarios de penetración de la movilidad eléctrica en el parque automotor de la Argentina con el fin de evaluar sus impactos en el consumo de energía y en las emisiones de GEI. El horizonte temporal para todos los escenarios es 2050.

Los escenarios generados contemplan un cambio modal de automóvil particular a autobús<sup>2</sup>, y dos niveles de penetración de vehículos eléctricos, tanto de autobuses como de automóviles particulares. En el caso de los autobuses se consideró un escenario tal como se propone en el PANTyCC y otro más agresivo donde se llega a un 100% de buses eléctricos a 2050. En el caso de los automóviles particulares también se tomaron como referencia los escenarios más conservadores y más ambiciosos que muestran las proyecciones de crecimiento que viene mostrando el mercado internacional de autos eléctricos.

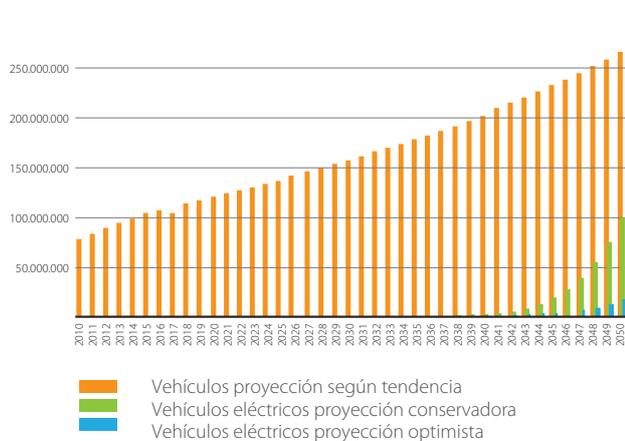
Estos escenarios se cruzan a su vez con dos escenarios diferentes para la matriz de energía eléctrica, uno tendencial tal como se propone desde la Secretaría de Energía y otro escenario más “verde” con un crecimiento importante de las energías renovables a 2050.

En la Figura 4.1 se pueden ver las proyecciones de vehículos particulares con motores de combustión según tendencia actual, y de vehículos eléctricos según proyección conservadora (7% en 2050), y según proyección optimista (40% en 2050) de acuerdo a las últimas tendencias del mercado a 2050.

En la Figura 4.2 se pueden ver las proyecciones de autobuses con motores de combustión según tendencia actual, y de autobuses eléctricos según proyección Plan de Acción Nacional del Sector Transporte, y según proyección optimista para alcanzar el reemplazo del 100% de los autobuses actuales a eléctricos en 2050.

A partir de estas proyecciones se estimaron los impactos sobre el consumo de energía y sobre las emisiones de GEI.

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

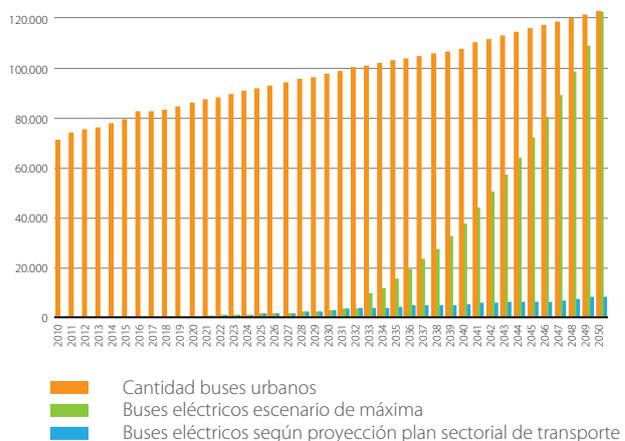


Figura 4.1: **Proyecciones de vehículos particulares con motores de combustión según tendencia actual, y de vehículos eléctricos según proyección conservadora, y según proyección optimista de acuerdo a las últimas tendencias del mercado en 2050.**

Figura 4.2: **Proyecciones de autobuses con motores de combustión según tendencia actual, y de autobuses eléctricos según proyección Plan de Acción Nacional del Sector Transporte, y según proyección optimista para alcanzar el reemplazo del 100% de los autobuses actuales a eléctricos en 2050.**

2 Con respecto al cambio modal, la estimación de los vehículos particulares que saldrían de circulación por cada autobús adicional que se agregue al parque fue determinado siguiendo la metodología AM0031 Large-scale Methodology: Bus Rapid Transit Projects. Version 07.0 de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

#### 4.1. Impactos de los escenarios en energía

La Figura 4.3 muestra la evolución de consumo energético en los escenarios donde se combinan un cambio modal de automóvil a autobús, la penetración optimista de autobuses eléctricos (100% en 2050), la penetración conservadora de los automóviles eléctricos, y dos matrices eléctricas: una tendencial según el Plan de Acción y otra con mayor penetración de energías renovables.

El consumo de energía que se muestra surge del balance entre el ahorro de combustibles fósiles que generaría la penetración de

vehículos y autobuses eléctricos, y la energía primaria adicional que hará falta para producir la energía eléctrica que consumirán los vehículos eléctricos.

Puede observarse de la Figura 4.3 que el ahorro neto de energía en el mejor de los escenarios con respecto al escenario tendencial no supera el 11% en 2050.

Este escenario representaría un consumo de energía del 20% respecto del total de la energía primaria proyectada a 2050 según un escenario tendencial.

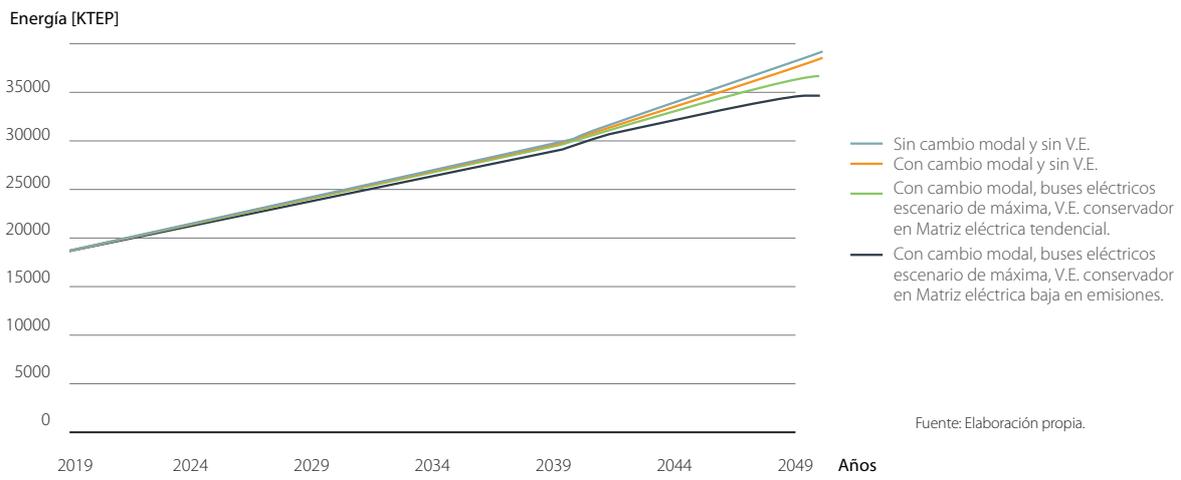


Figura 4.3: **Evolución de consumo energético en los escenarios donde se combinan un cambio modal de automóvil a autobús, la penetración optimista de autobuses eléctricos (100% en 2050), la penetración conservadora de los automóviles eléctricos, y dos matrices eléctricas: una tendencial según el Plan de Acción y otra con mayor penetración de energías renovables.**

La Figura 4.4 muestra la evolución de consumos energético en los escenarios donde se combinan un cambio modal de automóvil a autobús, la penetración optimista de autobuses eléctricos (100% en 2050), la penetración optimista de los automóviles eléctricos, y dos matrices eléctricas: una tendencial según el Plan de Acción y otra con mayor penetración de energías renovables.

En este caso, el ahorro neto de energía en el mejor de los escenarios con respecto al escenario tendencial alcanza el 39% en 2050.

Este escenario representaría un consumo de energía del 13% respecto del total de la energía primaria proyectada a 2050 según un escenario tendencial.

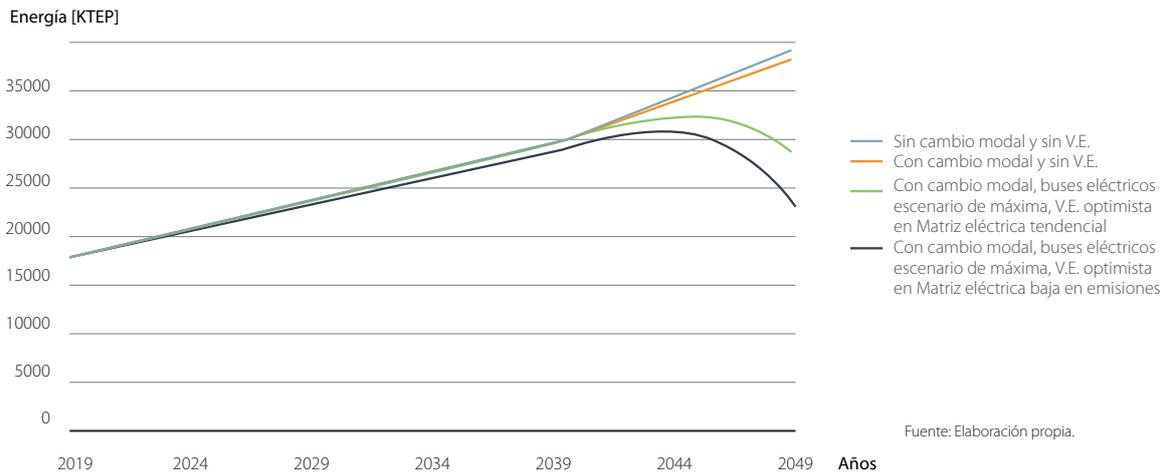


Figura 4.4: **Evolución de consumos energético en los escenarios donde se combinan un cambio modal de automóvil a autobús, la penetración optimista de autobuses eléctricos (100% en 2050), la penetración optimista de los automóviles eléctricos, y dos matrices eléctricas: una tendencial según el Plan de Acción y otra con mayor penetración de energías renovables.**

#### 4.2. Impactos de los escenarios en emisiones de GEI

Se repitió el mismo esquema de escenarios para evaluar la reducción neta de emisiones de GEI.

La reducción de emisiones netas de GEI en 2050 para el mejor de los escenarios de la Figura 4.5 alcanza el 11.5% respecto del escenario tendencial del sector.

Este escenario representaría un 24% respecto del total de emisiones de GEI proyectadas a 2050 según un escenario tendencial de emisiones totales de GEI

En el caso de la Figura 4.6 la reducción de emisiones netas de GEI en 2050 para el mejor de los escenarios es de 42% respecto del escenario tendencial del sector.

Este escenario representaría un 16% respecto del total de emisiones de GEI proyectadas a 2050 según un escenario tendencial de emisiones totales de GEI.

Los resultados muestran impactos significativos en términos de reducción del consumo de energía y de emisiones de GEI sólo cuando se combina el cambio modal, con una máxima penetración de autobuses eléctricos, con altos niveles de penetración de vehículos eléctricos, acompañados por una matriz eléctrica con alta penetración de energías renovables.

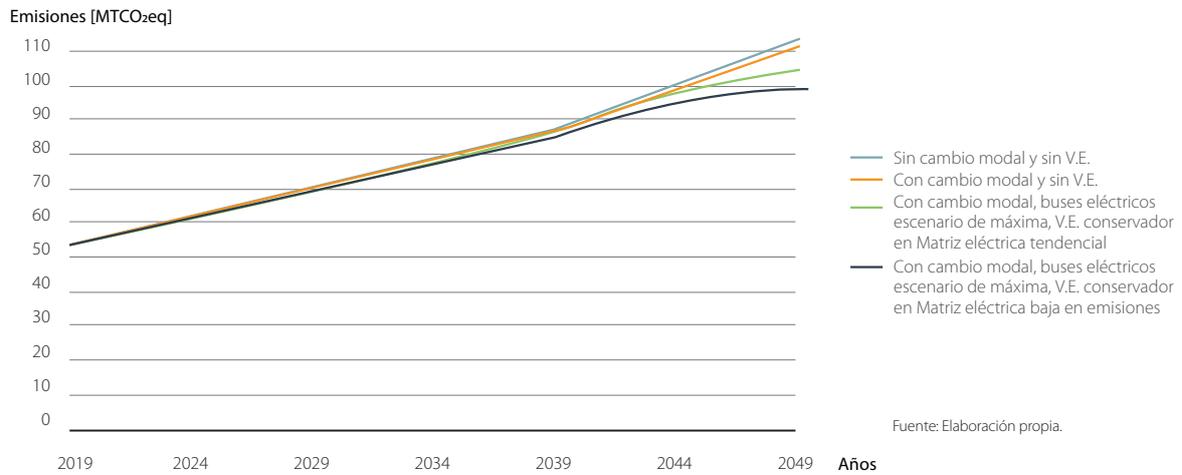


Figura 4.5: Evolución de emisiones de GEI en los escenarios donde se combinan un cambio modal de automóvil a autobús, la penetración optimista de autobuses eléctricos (100% en 2050), la penetración conservadora de los automóviles eléctricos, y dos matrices eléctricas: una tendencial según el Plan de Acción y otra con mayor penetración de energías renovables.

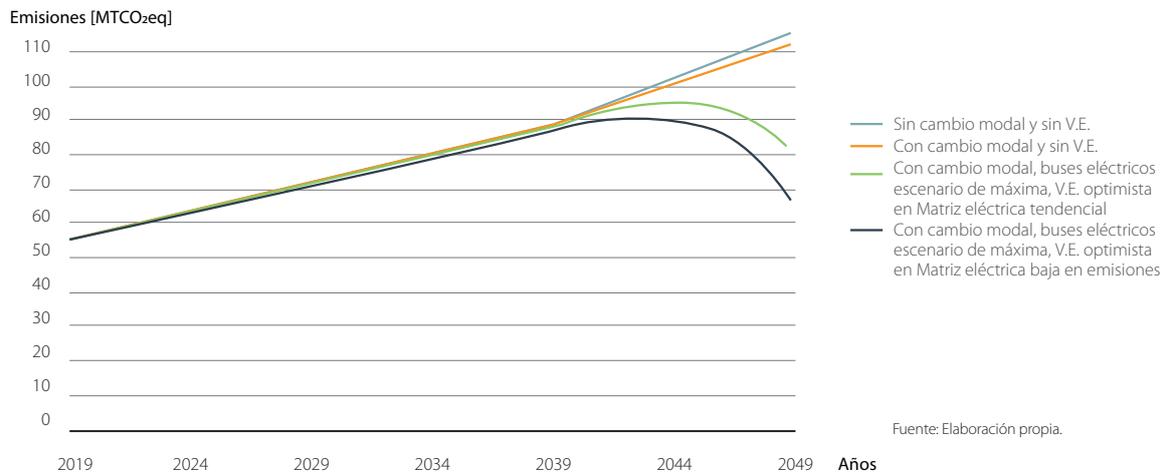


Figura 4.6: Evolución de emisiones de GEI en los escenarios donde se combinan un cambio modal de automóvil a autobús, la penetración optimista de autobuses eléctricos (100% en 2050), la penetración optimista de los automóviles eléctricos, y dos matrices eléctricas: una tendencial según el Plan de Acción y otra con mayor penetración de energías renovables.

### 4.3. Costos

El desarrollo de los vehículos eléctricos está generando “curvas de aprendizaje” que tienen como resultado una disminución de los costos de fabricación de los diferentes componentes, en particular de las baterías para el almacenamiento de la energía eléctrica para darle autonomía a los vehículos. En 2016 el costo de las baterías representaba el 49% del costo total del vehículo. Este costo representa hoy entre el 30 y el 40%, y se proyecta que ese costo se reduzca al 16% en 2030.

Como el resto de los componentes de los vehículos son similares a la de los vehículos convencionales con motores de combustión interna, esto estaría indicando que en poco tiempo los vehículos eléctricos tendrían un costo equivalente al de los convencionales.

Distinto es el caso de la infraestructura necesaria para una masiva penetración de vehículos eléctricos, donde las estaciones de carga y los cargadores públicos deberían comenzar a implementarse simultáneamente si se pretende que esa inserción ocurra.

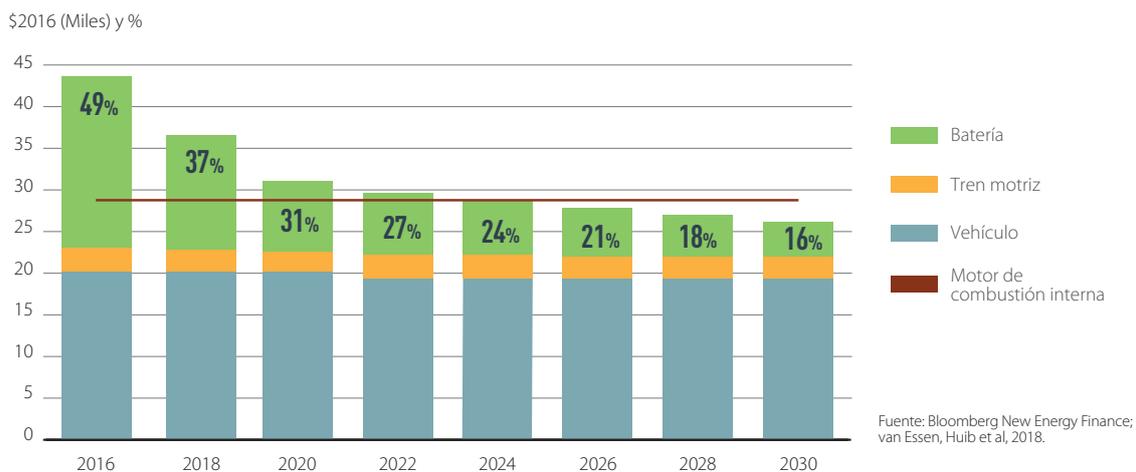


Figura 4.7: **Proyección de los distintos componentes de los vehículos eléctricos.**

### 4.4. El Litio

Una de las primeras cuestiones que surgen cuando se analiza la penetración de vehículos eléctricos es el desarrollo y fabricación de baterías de almacenamiento. Hoy estas baterías se fabrican a base de litio, lo que abre una serie de interrogantes con respecto a la explotación de este mineral.

#### 4.4.1. ¿Qué es el litio?

El litio es el metal más liviano, puede adaptarse a distintos diseños y tamaños y posee una gran capacidad de almacenamiento de energía. Estas características combinadas lo configuran por dos motivos como un elemento estratégico para la transición energética que la humanidad está atravesando.

En primer lugar, permite almacenar energía renovable eliminando así la característica de intermitencias que éstas poseen (y que es una de sus principales desventajas). En segundo lugar, este mismo rol de almacenamiento se vuelve crucial en el aumento de la movilidad eléctrica (en pos de desplazar combustibles fósiles de este sector). Gran parte de las miradas del mundo están en la promesa de este metal, que ya le ha valido el premio nobel de Química 2019 a John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham y Akira Yoshino por su investigación en la mejora de la tecnología de baterías de iones de litio.

Aunque fue descubierto en Suecia en 1817, el litio recién comenzó a comercializarse en los Estados Unidos en 1898 y no tuvo mayor trascendencia hasta la década de 1950, tiempo por el cual comenzó a ser más demandado por dos sectores, uno, los laboratorios farmacéuticos, y el otro fue la industria bélica norteamericana. Recién en la década de 1990, con la revolución informática, el auge en telecomunicaciones y el desarrollo de la nano-tecnología, el litio comenzó a tener un papel mucho más protagonista en el escenario de la minería mundial.

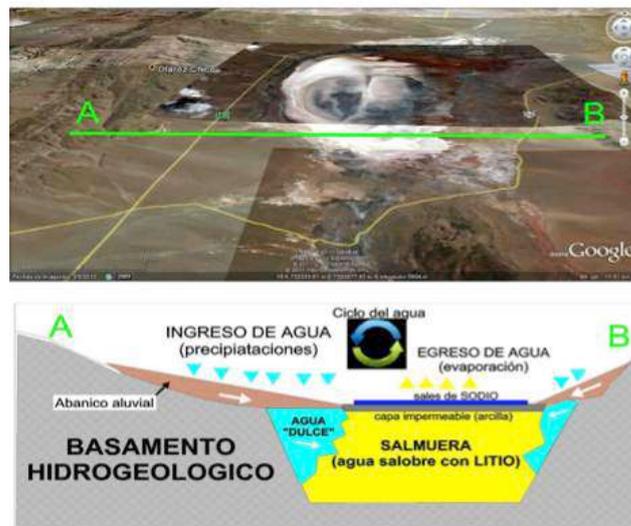
#### 4.4.2. ¿Dónde se encuentra?

El litio se encuentra presente en la naturaleza bajo dos formas principalmente: las salinas y las rocas pegmatitas. En el primer caso, Chile y Argentina lideran la explotación mundial. En el segundo, Australia es principal productor. En menor medida, también se encuentra en arcillas, zeolitas y otros tipos de salmueras.

Las salinas son cuencas endorreicas, esto quiere decir que no fluyen hacia el mar y que su dinámica depende de los sistemas de alimentación o recarga (deshielo y precipitaciones) y de sus sistemas de abandono (evaporación). En un contexto de escasas precipitaciones -existiendo estrés hídrico a lo largo del año- son considerados ecosistemas frágiles que además albergan valiosísima biodiversidad (Marchegiani, 2018).

El agua que llega a estas cuencas fue acumulando sales de las rocas por las cuales fue escurriendo. Dichas sales precipitan en el suelo en el proceso de evaporación. Este proceso natural de evaporación ha acumulado durante miles de años distintas sales -entre ellas el litio-.

De esta manera surge una cuenca cuyas base y paredes están formadas con rocas compactas impermeables y su interior, por capas de sedimentos permeables (arena) horizontales, intercalados con capas impermeables (arcillas). En los poros de las arenas permeables se halla agua rica en litio (Sticco, 2018).



Fuente: Sticco, 2018.

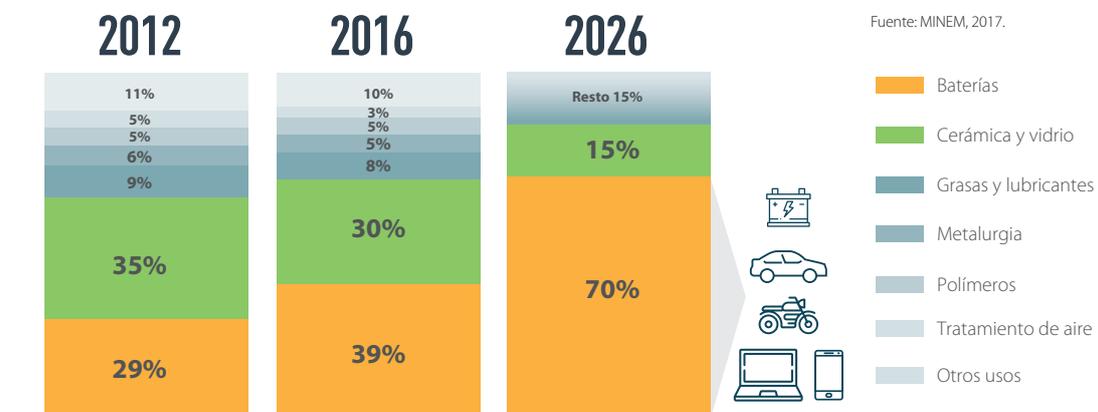
Figura 4.8: **Modelo hidrológico presente.**

#### 4.4.3. Demanda y reservas

La demanda de litio proviene de sus diferentes usos: grasas y lubricantes, medicina, cerámica, vidrio, baterías, etc. Sin embargo, el crecimiento que ha experimentado en los últimos años, y que se proyecta exponencialmente para los próximos, se debe principalmente a su uso en las baterías.

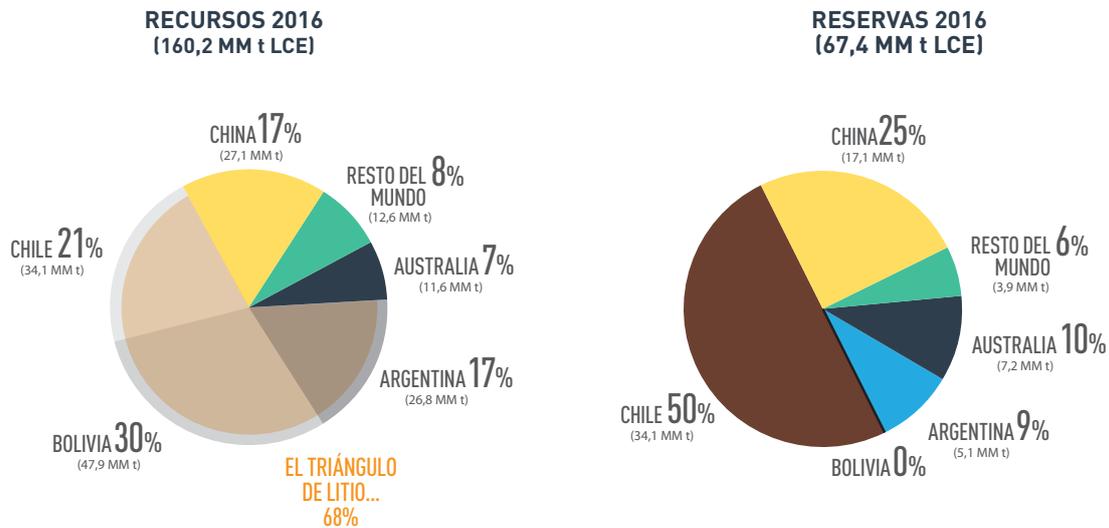
De acuerdo con Benchmark Mineral Intelligence las proyecciones de la demanda del litio responden a tres factores: vehículos eléctricos (88%), almacenamiento de energía (7%) y tecnología (5%). De esta manera podemos observar que el principal impulsor de su demanda es por lejos la movilidad eléctrica (BMI, 2019).

Cuando se habla de recursos se trata de las concentraciones minerales que se identifican y estiman por medio de exploraciones, muestreos y reconocimientos, los cuales son de interés económico y con perspectiva para su eventual extracción; en cambio, las reservas son la fracción del recurso mineral que es medida e indicada, siendo económicamente extraíble dentro de un escenario productivo, tecnológico y medioambiental contemplado en un plan minero (CODELCO, 2013).



Fuente: MINEM, 2017.

Figura 4.9: **Uso del litio a nivel global.**



LCE: Carbonato de Litio Equivalente

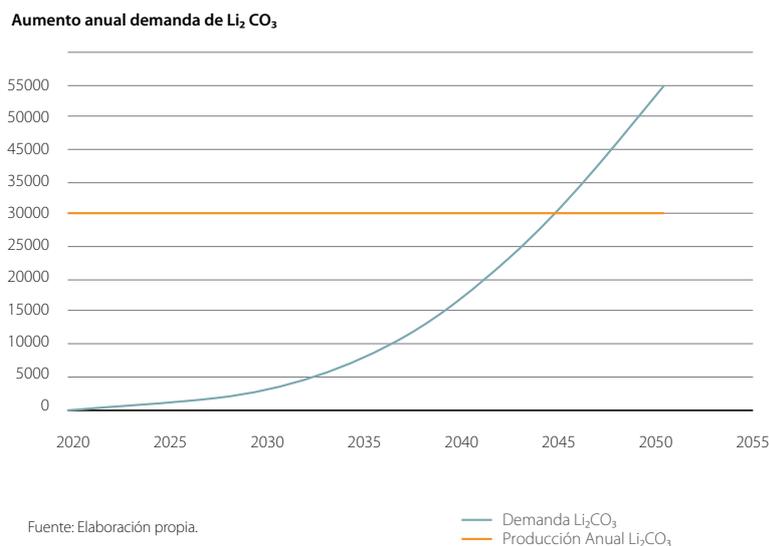
Fuente: Ministerio de Energía y Minería. "El litio: una oportunidad. Estado de situación. Perspectivas. Mercado." 2017.

Figura 4.10: Recursos y reservas de LCE.

El gran aumento de la demanda de este metal, posiciona a Argentina como un protagonista mundial en el mercado del litio, esto se debe a que uno de los mayores reservorios de este material se encuentra en el denominado "Triángulo del Litio".

Cuando se considera el aumento anual de la demanda de carbonato de litio para el escenario más optimista de penetración

de vehículos eléctricos que se plantea en este trabajo, se puede apreciar en la Figura 4.11 que recién en el año 2045 la producción actual (30.400 toneladas) alcanzaría a equilibrar el consumo creciente<sup>3</sup>. A partir de entonces la producción tendría que crecer al 15% anual para poder satisfacer la demanda de los vehículos eléctricos en Argentina.



Fuente: Elaboración propia.

— Demanda Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
— Producción Anual Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Figura 4.11: Aumento anual de la demanda de carbonato de litio (Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) para un escenario de penetración optimista.

<sup>3</sup> Tomando el promedio de autonomía de los vehículos eléctricos que hay en el mercado de 250 km y teniendo en cuenta que el rendimiento medio de estos mismos es de 0,1504 kWh/Km, sabiendo que se utilizan 0,88 kg de Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (carbonato de litio) por cada kWh que posee la batería, se puede calcular que en promedio cada vehículo requeriría para su batería 33,08 Kg de Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

#### 4.4.4. El Triángulo del Litio

El llamado “Triángulo del litio” es una zona geográfica que se extiende por Argentina, Bolivia y Chile y que según distintos estudios concentra entre el 65% y 85% de las reservas terrestres

de litio. Más allá del rango de valores, en todos los casos se trata de una cantidad para nada despreciable.



Fuente: Energías Nuevas, 2019.

Figura 4.12: **El Triángulo del Litio.**

Si bien el recurso natural es el mismo, los tres países abordan su aprovechamiento de manera diferente. Argentina es el único de los tres países del triángulo en el que el litio puede ser explotado libremente mediante concesión otorgada por la autoridad correspondiente. Bolivia declaró el Salar de Uyuni como Reserva Fiscal. Y para Chile, el litio no es concesible desde el año 1979, cuando adquirió carácter estratégico debido a sus intereses militares y nucleares.

En Argentina, la remoción de las retenciones mineras en febrero de 2016 dinamizó la agenda de inversiones y hoy en día según datos de la Secretaría de Energía hay 42 proyectos en distintos estados de avance en los salares argentinos y habría otros 5 a partir de la extracción de rocas pegmatitas de acuerdo a información del Servicio Geológico de Estados Unidos y el Servicio Geológico Minero Argentino (Marchegiani, 2018).

En la actualidad en Argentina hay dos proyectos en operación:

EMPRESA	SALAR	INICIO DE PRODUCCIÓN COMERCIAL	CAPACIDAD ANUAL DE PRODUCCIÓN
Sales de Jujuy SA Integrada por JEMSE (Argentina): 8,5%, Toyota Tsusho (Japón): 27,32%* y Orocobre (Australia): 66,5%	Salar de Olaroz (Jujuy)	2014	17.500 toneladas de carbonato de litio grado batería
FMC Lithium Corp	Hombre Muerto (Catamarca)	1997	- 23.000 de toneladas carbonato de litio. - 5.848 toneladas de cloruro de litio - 12.411 toneladas de hidróxido de litio

\*Orocobre y Toyota Tsusho conforman el holding Sales de Jujuy Pte. Ltd., dueño del 91,5% de la compañía Sales de Jujuy S.A.

Fuente: elaboración propia en base a US Geological Survey, "Argentina Lithium Map-Data Sources and Explanatory Notes"

Además hay otros proyectos en etapas de operación y producción, construcción, factibilidad y exploración, y exploración inicial, como muestra la Tabla 4.1.

Fuente: MINEM, 2017

SALAR O LAGUNA	PROYECTO SEGÚN ESTADO			
Laguna Guayatayoc				2
Salinas Grandes			1	5
Salar de Jama				2
Salar de Olaroz	1	1		
Salar de Caucharí			1	2
Salar del Rincón			1	3
Salar de Pocitos				3
Salar de Incahuasi				1
Salar de Pular				2
Salar de Arizaro				5
Salar Tolillar				1
Salar de Pozuelos			1	
Salar de Pastos Grandes			1	1
Salar Centenario				
Salar de Ratones			1	
Salar de Diablillos			1	1
Salar del Hombre Muerto	1	1	2	1
Salar de Antofalla				3
Salar Carachi-Pampa				2
Laguna Tres Quebradas			1	
Salar Llullaillaco			1	
Salar Río Grande				4
Laguna Mulás Muertas				2

■ Operación y producción  
 ■ Ampliación  
 ■ Construcción  
 ■ Factibilidad/Exploración avanzada  
 ■ Exploración inicial/Prospección

Tabla 4.1: **Proyectos en operación y producción, construcción, factibilidad y exploración, y exploración inicial.**

En la actualidad Argentina es el tercer productor de litio del mundo, detrás de Australia y Chile y, a raíz de estos proyectos y la demanda esperada, hay estimaciones que indican que la

capacidad productiva de Argentina podría triplicarse para el año 2022 (BMI, 2019), como muestra la Figura 4.13.

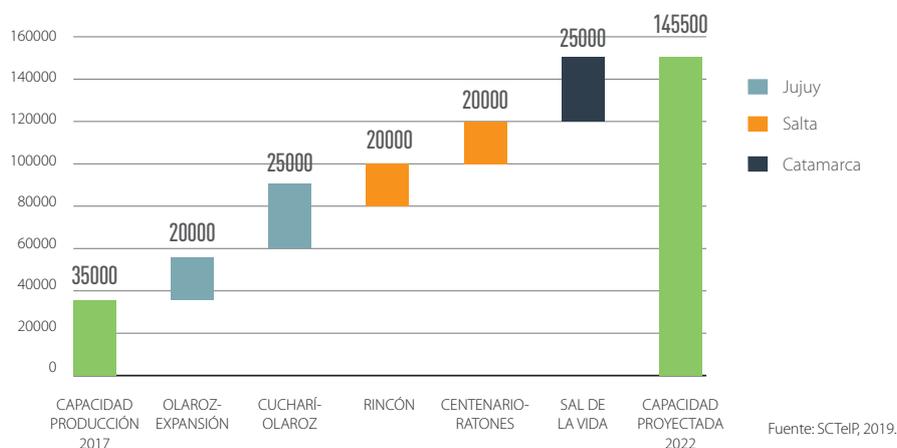


Figura 4.13: **Proyección de la capacidad de producción argentina de litio de acuerdo al MINEM (en miles de tn, LCE).**

#### 4.4.5. El aprovechamiento del litio desde la perspectiva del desarrollo sostenible

##### Dimensión económica

Si bien el mercado es pequeño en comparación con otros metales, como el oro o cobre, el litio ha sido apodado como el "oro blanco", haciendo alusión al atractivo económico que representa para muchos. Sólo para citar un ejemplo, un artículo publicado por

El Economista titula que el litio generará US\$ 800 millones de exportaciones entre 2022 y 2023 en Jujuy<sup>4</sup>.

En Argentina la producción y exportación es en base a carbonato de litio y cloruro de litio. Desde el año 2015 se evidencia un crecimiento exponencial tanto en el valor como en el precio medio del carbonato de litio en Argentina, con una casi triplicación y duplicación de los valores, respectivamente (Figuras 4.14 y 4.15).

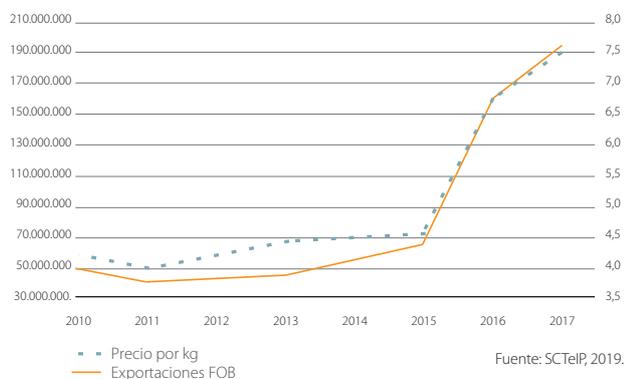


Figura 4.14: Evolución de valor de las exportaciones argentinas (eje izquierdo) y precio medio (eje derecho) por kg de carbonato de litio (FOB en USD) 2010-2017.

En el caso del cloruro de litio también se puede ver un crecimiento, aunque con algunas caídas y no siendo tan significativo como el anterior.



Figura 4.15: Evolución del valor (eje izquierdo) y precio medio por kg (eje derecho) de las exportaciones argentinas de cloruro de litio (FOB en USD) 2010-2017.

Según información de la Subsecretaría de Desarrollo Minero, en 2018 los proyectos en producción actualmente generan 483 empleos directos que podrían convertirse en 3.408 a 2022 debido a las proyecciones aumento de capacidad productiva que se estiman (MINEM, 2017). Mientras que las exportaciones en millones de USD pasarían de 253 a 1.848 para el mismo período.

A la hora de evaluar cuáles son las posibilidades para pasar de ser un exportador de carbonato de litio a agregar valor a la producción, son muchos y diversos los caminos que pueden explorarse con distintas gradualidades. De esta manera, se puede trabajar en investigación y desarrollo aguas arriba (para asegurar la sustentabilidad de las actividades, mejorar procesos de extracción o aprovechar subproductos) o aguas abajo (en derivados del litio o las distintas partes del desarrollo de baterías). En este sentido, un área interesante para explorar que no siempre surge a primera vista puede ser el reciclado de baterías, donde ya hay una experiencia en el país. Un grupo de investigadores del Laboratorio de Metalurgia Extractiva y Síntesis de Materiales, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, y del CONICET ha desarrollado y patentado un método, exitoso en fase de laboratorio, para el reciclado de baterías de litio que logra una tasa de recuperación del 95% de los componentes (MINEM, 2017).

<sup>4</sup> Periódico El Economista. "El litio en Jujuy generará US\$ 800 millones de exportaciones entre 2022 y 2023". 29/Octubre/2019.

AGUAS ARRIBA (hacia atrás)	AGUAS ABAJO (hacia adelante)				
Extracción y procesamiento	Derivados de litio	Baterías			
		Material activo	Celdas y sus componentes	Battery pack	Reciclado de baterías
1. Explotación sustentable de los salares 2. Mejora en la eficiencia de métodos evaporíticos 3. Desarrollo de métodos no evaporíticos para operaciones en salmueras 4. Explotación integral de salares 5. Eslabonamientos productivos en torno a operaciones en salares 6. Desarrollo de procesos para la explotación de yacimientos de litio en pegmatitas	7. Desarrollo de procesos para producción de hidróxido de litio 8. Desarrollo de procesos para producción de litio metálico 9. Desarrollo de procesos para separación isotópica de litio 6 y litio 7	10. Desarrollo y fabricación de material activo	11. Fabricación de celdas	12. Ensamblado y fabricación de baterías	14. Desarrollo de procesos para el reciclado de baterías
		13. Investigación y desarrollo en baterías y sus componentes			

Fuente: SCTeIP, 2019.

Figura 4.16: Principales iniciativas relacionadas con litio.

### Dimensión social

A simple (y conveniente) vista, los salares pueden parecer lugares desérticos, sin embargo allí habitan comunidades indígenas, propietarias históricas de estos lugares durante siglos. De acuerdo a la cosmovisión de estas comunidades, la sal no es un mero recurso, sino un ser vivo con un ciclo particular: existe la etapa de siembra, mediante construcción de piletones desde diciembre hasta febrero; la época de lluvias, en las que la sal se cría, y la cosecha, de marzo a mayo, en la que la sal se traslada para ser fraccionada y comercializada.



Fuente: Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina, 2019.

La minería del litio está desplazando modos de producción ancestrales y comunidades que tampoco tienen asegurada una alternativa de ingreso a través de los proyectos de litio, debido a que éstos demandan escasa mano de obra. Estamos entonces ante el riesgo de que se pierden formas de vivir que se han desarrollado desde hace miles de años en equilibrio con el entorno natural y con identidades particulares que las poblaciones quieren preservar (Landini y Marchetta, 2018).



Figura 4.17: Reclamos de comunidades originarias por la minería de litio.

### Dimensión ambiental

La extracción de litio requiere de grandes volúmenes de agua en ecosistemas donde este recurso es especialmente escaso (los salares se encuentran en regiones de extrema aridez) y, por lo tanto, la vida de los seres vivos (así como sus dinámicas poblacionales e interacciones) que los habitan son muy sensibles a su disponibilidad. Se estima que por cada tonelada de litio extraído se evaporan unos 2 millones de litros de agua (De Francesco, 2018). En estos ecosistemas viven algunos de los microorganismos más antiguos del planeta con 3.800 millones de años y que constituyen una inmensa fuente de riqueza científica, genética y patrimonial (OCMAL, 2018).

La explotación del litio se realiza mediante pozos verticales (semejantes a los pozos petroleros, pero de menor longitud), a

través de los cuales se extrae el agua subterránea que contiene el litio (agua salobre) de las capas permeables (arena). En este movimiento, el agua dulce puede atravesar los sedimentos con altas concentraciones de sales, incorporando a su masa las sales y perdiéndose como reserva de agua dulce. El modo de balancear este delicado equilibrio entre el agua dulce y salobre es logrando que la cantidad que se extrae de agua salobre con litio sea igual o menor a la cantidad de agua dulce que ingresa naturalmente al sistema. Otro modo de balancear la masa de agua subterránea es re-inyectando al subsuelo el agua salobre de descarte una vez que se elimina el litio en la planta de proceso, en lugar del sistema actual, que extrae el litio mediante la evaporación, ya que de este modo se pierde el agua en el balance hídrico de la cuenca (Sticco, 2018).



Fuente: AgendAR

Figura 4.18: **Extracción de litio en la Puna.**

Sin embargo, no se tiene conocimiento si se encuentran identificadas las zonas con aguas de baja salinidad (agua dulce y agua salobre), o si se han cuantificado las reservas existentes, o se han determinado los sitios de interfase de agua dulce-agua salada, ni si se ha realizado el cálculo del balance hídrico para las cuencas (Virginia De Francesco, 2018).

Adicionalmente, la extracción de salmuera para obtener litio provoca una disminución del nivel base de agua subterránea de las cuencas generando un descenso del agua dulce fuera de los bordes de la salina, provocando la desaparición de las lagunas y vegas (OCMAL, 2018).

Si se toma el Salar del Hombre Muerto del norte argentino, por ejemplo, de acuerdo con distintas fuentes, la Minería del Altiplano consumiría entre 280 y 304 metros cúbicos por hora, siendo esta cifra reconocida por la propia empresa, aunque es difícil poder verificarlo debido a la falta de caudalímetros y laxos controles gubernamentales. Si se consideran como válidas dichas cifras (recordando que la explotación se realiza ininterrumpidamente durante las 24 horas del día), la extracción de litio en Salar del Hombre Muerto requeriría el consumo de 84,44 litros de agua por segundo, es decir, 7.296.000 litros diarios y 2.663.040 metros cúbicos anuales. Estos datos no dejan lugar a dudas acerca del fuerte impacto de la actividad sobre el recurso<sup>5</sup>.

Antes de profundizar el aprovechamiento de este recurso y teniendo en cuenta las significativas proyecciones de extracción que existen, es necesario realizar en este momento una línea

de base ambiental (ecológica, hidrológica, económica y social) que hasta el momento no existe, y que será el elemento clave para monitorear los impactos que las actividades en esta región pueden ocasionar en el futuro.

Por otro lado, si bien las empresas deben presentar informes de impacto ambiental (IIA), tal como indican Patricia Marconi y Amelia Clark (2018) éstas no resultan suficientes para analizar completamente la complejidad del problema ni asegurar que las actividades se desarrollen sustentablemente. "Las licencias social y ambiental para desarrollar un proyecto minero se gestionan ante la Secretaría de Minería de la provincia -de acuerdo a la etapa de ejecución, exploración o explotación- mediante la presentación de un Informe de Impacto Ambiental (IIA).

Esto implica que un IIA presentado para la etapa de exploración no contempla los requisitos necesarios para la etapa siguiente, ignorando en primer lugar el incremento de escala en el uso de los recursos -agua, vías de comunicación, servicios, etc.-, los impactos acumulativos y la integridad de cuencas. Se facilita así el avance de proyectos cuya implementación final, es decir la explotación, no ha sido adecuadamente evaluada" (Marconi, Clark, 2018). Además, actualmente, estos estudios ambientales se analizan a nivel de proyecto y no de manera integral abarcando las cuencas y las dinámicas intercuenas. De esta manera se subestiman y omiten los impactos acumulativos y sinérgicos que las explotaciones pueden generar en conjunto sobre un mismo ecosistema.

<sup>5</sup> Aceptando como válido el parámetro de referencia establecido por la Organización Mundial de la Salud (250 litros diarios por persona), la demanda hídrica anual de Minería del Altiplano sería al menos 20,4 veces más grande que el volumen (130.487,5 m<sup>3</sup>/año) consumido por los 1.430 habitantes del departamento de Antofagasta de la Sierra en idéntico lapso y representaría el 7,93% del agua utilizada (33.564.305 m<sup>3</sup>/año) por toda la población de la provincia de Catamarca: 367.828 habitantes, según el último Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas realizado en 2010 (INDEC, 2013).

La evaluación ambiental estratégica es una herramienta que permite evaluar las consecuencias e impactos ambientales en las decisiones estratégicas del sector gubernamental; permite que las decisiones de política y planes de desarrollo puedan ser permeadas por criterios ambientales y por lo tanto, debe ser tenida en cuenta como instancia previa a la toma de decisión respecto a proyectos específicos (Marchegiani, 2018).

Por último, todo análisis desde la perspectiva ambiental debe tener en cuenta el análisis de ciclo de vida de los productos para los cuales se extraen las materias primas y que terminarán en el mercado. Es necesario contar con políticas de responsabilidad extendida del productor ya que es la manera, por un lado, de asegurar que los productos reciban un tratamiento y disposición final adecuados al final de su vida y, por otro, incentivan a que se incluyan criterios de sustentabilidad en la etapa de diseño de los productos (elemento fundamental para facilitar la gestión y minimizar los impactos de la etapa final). El diseño de un producto cuyos componentes son recursos naturales no renovables y cuya extracción genera impactos ambientales tiene que estar atravesado por los conceptos de reparación, reutilización y reciclaje a fin de minimizar la presión sobre el ambiente.

### **Algunas reflexiones sobre el litio**

A modo de cierre de este capítulo, se podrían dejar a planteados algunos ejes alrededor de los cuales debería darse la discusión sobre la explotación del litio.

En primer lugar, resulta claro que nos enfrentamos a una oportunidad histórica para hacer las cosas de otra manera en materia de explotación de nuestros recursos naturales. Entendiendo que el litio es un elemento clave para la transición energética y que dicha transición energética es un proceso que la crisis climática que atravesamos obliga a acelerar todo lo posible, es ineludible planificar el aprovechamiento de este recurso natural. En el presente el litio puede ser obtenido a través de técnicas que muchos definen como sencillas. Sin embargo, aun así ya se identifican problemas ambientales y conflictos sociales alrededor de estas actividades. ¿Qué pasará cuando los recursos disponibles sean de menor concentración y sean necesarias técnicas de extracción más agresivas? ¿Repetiremos los modelos extractivos de la minería a cielo abierto y los combustibles no convencionales?

La priorización del desarrollo de baterías no debe realizarse sin su necesario vínculo a la discusión sobre la matriz energética y la transición hacia matrices con menos participación de la energía fósil, en la que se incluyan aspectos de eficiencia, infraestructura y descentralización. Estar a las puertas de esta transición también abre la posibilidad de interpelar en profundidad el modelo de transporte actual al mismo tiempo que planificarlo de otra manera, priorizando el transporte colectivo, compartido y público por sobre el individual y privado. Por otro lado, en vinculación a los aparatos electrónicos, debe tenerse en cuenta cómo combatir la obsolescencia programada y apostar por la re-utilización y la industria del reciclado (Marchegiani, 2018).

Otras de las preguntas que surgen apuntan al modelo exportador que queremos para el país. Continuar siendo un exportador de materias primas o planificar e implementar políticas que permitan agregar valor a este recurso, aumentando no sólo así la cantidad de ingresos y generación de empleos sino también aportando al desarrollo y a la soberanía científico-tecnológica del país.

Asegurar que los beneficios del aprovechamiento de este recurso lleguen de manera justa a sus propietarios originales es un imperativo ético y moral, así como hacerlos partícipes sobre un pie de igualdad, asegurando que no existan asimetrías en el acceso a la información sobre los impactos y beneficios.

El Triángulo del Litio se extiende por tres países, pero el recurso natural es el mismo. La naturaleza no reconoce fronteras políticas. Sin perder de vista la soberanía de cada país, es preciso pensar en directrices ambientales y sociales que apunten al aprovechamiento sostenible de este recurso y a compartir información generada que pueda ser de utilidad para los tres países. De esta manera, buscar que se eviten políticas con distintos niveles de flexibilidad y que terminen teniendo como resultado la disminución de los estándares de calidad ambiental y social de las actividades extractivas.

Si bien todas sus cualidades hacen al litio un recurso muy valioso, es imprescindible no cometer el error de apuntar todos los esfuerzos al desarrollo de un recurso o de una tecnología, creando fuertes dependencias a un recurso natural o un desarrollo tecnológico. Es necesario seguir investigando y desarrollando otras alternativas que también puedan contribuir al problema del almacenamiento de energía.

La transición energética es necesaria e ineludible, pero no se trata solamente de una cuestión tecnológica. Los patrones de consumo de la humanidad deben ponerse en discusión. Es necesario alinear los niveles de consumo al ritmo de regeneración de los recursos naturales. Una sociedad que viva en armonía con los recursos que el planeta puede generar y que no comprometa el desarrollo de las futuras generaciones.

## 5. ESTRATEGIAS Y BARRERAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

La transición hacia una movilidad sostenible en 2050 no ocurrirá por sí sola; requiere una amplia gama de políticas. Al establecer una combinación adecuada de instrumentos, se pueden abordar los diversos desafíos. Hay más de un enfoque posible para lograr esto, pero todos deberían incluir al menos una combinación de medidas centradas en el comportamiento del usuario, por un lado, y en el cambio tecnológico y la innovación, por el otro (van Essen, Huib et al, 2018).

El rol del Estado, en sus diferentes niveles, es fundamental en tanto garante de los derechos en el marco de la Constitución de la Nación Argentina, los tratados internacionales de derechos humanos.

### 5.1. Elementos esenciales de una estrategia para una movilidad urbana sostenible

A continuación se describen los elementos esenciales a la hora de pensar y diseñar una estrategia para alcanzar un sistema de movilidad urbana sustentable (van Essen, Huib et al, 2018).

#### 5.1.1. Hacer a la movilidad sostenible la opción más atractiva, asequible y obvia

Con el fin de ayudar a las personas a cambiar los patrones de movilidad y las opciones modales, las alternativas al transporte privado en automóvil deberían ser más atractivas y, para la mayoría de los viajes, la mejor opción para los consumidores.

Esto se puede lograr mediante la implementación de políticas para la planificación urbana, el desarrollo de la "movilidad como servicio", las políticas de precios y la zonificación ambiental, pero también a través de los impuestos sobre vehículos y energía (van Essen, Huib et al, 2018).

En general, las políticas deberían facilitar las inversiones para mejorar las opciones sostenibles de manera óptima, lo que beneficiará a todos los usuarios del transporte.

#### 5.1.2. Hacer que las tecnologías bajas en emisiones estén disponibles y sean asequibles

Los consumidores sólo pueden elegir la opción más sostenible cuando hay un número suficiente de vehículos con cero emisiones en el mercado y cuando hay suficiente infraestructura para alimentar estos vehículos.

Esto se puede lograr implementando una combinación de políticas para ayudar a superar las principales barreras asociadas con las diversas tecnologías. La electrificación de las flotas de automóviles y camionetas puede acelerarse mediante la regulación de las emisiones de CO<sub>2</sub> de los vehículos nuevos, potencialmente en combinación con los mandatos de vehículos de cero emisiones (van Essen, Huib et al, 2018).

Para vehículos pesados y autobuses, la regulación de vehículos también puede ser un instrumento para lograr un cambio tecnológico. Los biocombustibles avanzados requieren una

regulación basada en CO<sub>2</sub> y respaldada por estrictos criterios de sostenibilidad.

La estandarización y el apoyo en el desarrollo de la infraestructura energética requerida son clave para todas las tecnologías.

Cuando los precios de las nuevas tecnologías aún no son competitivos debido a un menor nivel de producción y el costo de la nueva tecnología es más alto, los impuestos sobre vehículos y energía, la contratación pública y los incentivos locales pueden ayudar a estimular la demanda y hacer que la nueva tecnología sea asequible (van Essen, Huib et al, 2018).

#### 5.1.3. Salir de la "neutralidad tecnológica"

Es un malentendido que todas las políticas deben ser "tecnológicamente neutrales". Las políticas destinadas a contribuir a un sistema de transporte más sostenible deben promover la tecnología baja en carbono y los modos de transporte, y la infraestructura y los servicios que contribuyen a la transición que se necesita. Esto significa que, por definición, estas políticas discriminan entre tecnologías (van Essen, Huib et al, 2018).

Cuando sea posible, los objetivos deben establecerse en función del resultado final deseado, por ejemplo la participación de vehículos con cero emisiones en la flota, o una reducción del espacio urbano disponible para el transporte, sin especificar qué tecnología o soluciones específicas deben usarse.

Sin embargo, incluso entonces, las políticas discriminarán entre diferentes tecnologías. Además, algunas políticas, como las que se dirigen al desarrollo de infraestructura energética, obviamente son, por definición, específicas de la tecnología.

#### 5.1.4. Evaluar la rentabilidad en un contexto más amplio

En general, está claro que es preferible lograr un futuro sostenible con los costos más bajos posibles para la sociedad. Sin embargo, este principio no puede aplicarse en todas las etapas de la innovación y para todo tipo de políticas e incluso podría obstaculizar la preparación oportuna de una transición a largo plazo (van Essen, Huib et al, 2018). Alternativas de movilidad que puedan aparecer poco favorecidas desde un análisis costo-beneficio convencional y para algún actor en particular, podrían generar una cantidad de otros beneficios sociales, ambientales y económicos no necesariamente posibles de valorar en términos monetarios. En este sentido se hace necesario redefinir el concepto de "rentabilidad".

#### 5.1.5. Asegurar una mayor participación ciudadana

El cambio siempre tiene perdedores y ganadores. La transición hacia una movilidad sostenible también dañará algunos intereses. Por lo tanto, no puede sorprender que muchas de las políticas necesarias encuentren una fuerte resistencia pública y/o política.

Las formas de abordar esto incluyen en, primer lugar, lograr una mayor participación de las personas en el desarrollo de alternativas y asegurar que ningún grupo en particular se vea irrazonablemente afectado. La participación también ayuda a establecer "zanahorias" y "palos", muchas veces necesarios para lograr el cambio de conductas, y asegurarse de que sean aceptados por todos los usuarios (van Essen, Huib et al, 2018).

Para grandes cambios, primero comenzar con un ensayo, antes de hacerlo definitivo, es una forma comprobada de superar la resistencia pública. Esto les da a los usuarios tiempo para ver los beneficios y acostumbrarse a la nueva situación.

### 5.1.6. Usar regulaciones para garantizar y acelerar los cambios

Una transición rápida, por ejemplo a una flota de vehículos sin emisiones, comienza con la garantía de que todos los vehículos nuevos que se vendan sean de cero emisiones. Sin embargo, la disponibilidad de vehículos podría ser un problema como resultado de sus niveles actuales de producción relativamente bajos. Una de las formas más directa y efectiva de abordar esto es estableciendo estándares de emisiones para el vehículo (van Essen, Huib et al, 2018).

Para limitar el calentamiento global a 1,5°C, todos los automóviles, vehículos livianos y pesados nuevos deben tener cero emisiones en 2030 o probablemente antes. Mientras que los escenarios para limitar el calentamiento global a 2°C permiten algo más de tiempo, pero aún requieren que toda la flota de automóviles y otros vehículos tenga cero emisiones a mediados de este siglo.

Como la renovación de la flota lleva tiempo, todos los autos nuevos deberían tener cero emisiones mucho antes. Como ejemplo se puede mencionar al estado de California, que prohibirá la venta de automóviles con motor de gasolina o diésel para 2040 (van Essen, Huib et al, 2018). La introducción de dicha prohibición con algunos objetivos intermedios ambiciosos a corto y mediano plazo proporcionaría certeza a la industria. Esto asegura que la innovación comenzará a tiempo y que las inversiones estarán destinadas a alcanzar estos objetivos. Como resultado, los vehículos de cero emisiones se volverán más comunes antes, por lo que los consumidores tendrán más opciones y podrán comprar un vehículo de cero emisiones que satisfaga sus necesidades.

Al mismo tiempo, se necesitan estándares de emisiones de CO<sub>2</sub> a corto plazo para garantizar el desarrollo y la adopción de la tecnología de cero emisiones y también para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de los vehículos a gasolina y diésel vendidos en los próximos años. Como se espera que estos vehículos convencionales permanezcan en la ruta por otros 20 años, tienen un gran impacto en las futuras emisiones de CO<sub>2</sub>.

Además de los estándares de emisiones (y/o los mandatos requieran que un cierto porcentaje de vehículos nuevos sean de cero emisiones) para vehículos ligeros, se necesitan políticas similares para vehículos pesados. Sin embargo, como la tecnología de cero emisiones para estos vehículos, particularmente para camiones pesados, está mucho menos desarrollada que para los automóviles, se espera que sea más desafiante y que se retrase una década (van Essen, Huib et al, 2018).

Si bien las regulaciones pueden aumentar la cantidad de vehículos de cero emisiones disponibles en el mercado, el costo total de poseer y operar un vehículo eléctrico puede resultar más alto que poseer y operar un vehículo diesel o naftero, como consecuencia del alto costo inicial de vehículos de cero emisiones, por lo menos por los primeros años. Por lo tanto, la regulación por sí sola no garantiza que los consumidores adquieran vehículos de

cero emisiones. Aunque se espera que dentro de 5 a 10 años, los automóviles eléctricos sean competitivos en costos durante la vida útil del vehículo (teniendo en cuenta el costo de comprar y operar el vehículo), el mayor costo inicial de la compra de dichos vehículos podrá seguir siendo una barrera para muchos consumidores.

Sólo a modo de ejemplo se puede mencionar la experiencia de Noruega y los Países Bajos que han introducido fuertes incentivos para los vehículos con cero emisiones en sus impuestos sobre vehículos. Estos ejemplos muestran que esto puede ser muy efectivo; en Noruega, la cuota de mercado de 2017 de los autos eléctricos en las ventas de autos nuevos ya era del 39%, más de la mitad de los cuales eran completamente eléctricos (van Essen, Huib et al, 2018).

### 5.1.7. Aumentar la visibilidad de los vehículos de cero emisiones a través de la contratación pública

La contratación pública que efectivamente otorgue más crédito a vehículos más ecológicos en el proceso de contratación pública, también puede contribuir a aumentar el número y, por lo tanto, la visibilidad, de los vehículos con cero emisiones. Esto se puede hacer para automóviles y vehículos livianos, pero también para camiones, autobuses y todo tipo de maquinaria (van Essen, Huib et al, 2018).

Las iniciativas de contratación pública se pueden combinar con proyectos piloto o de demostración para probar vehículos, demostrando a un público más amplio que su uso es posible.

### 5.1.8. Apoyar y guiar el desarrollo de la infraestructura energética requerida.

La disponibilidad de la infraestructura requerida de carga eléctrica y otros combustibles es fundamental, de lo contrario, los propietarios no podrán recargar o reabastecer sus vehículos. Los compradores de automóviles no elegirán un vehículo eléctrico o de hidrógeno a menos que haya una disponibilidad garantizada de infraestructura de carga / combustible suficiente (van Essen, Huib et al, 2018).

La armonización y la estandarización de la infraestructura de carga también es importante para garantizar que cualquier vehículo pueda cargarse o alimentarse en cualquier estación de carga o llenado. Esto evitará la necesidad de que las personas tengan múltiples adaptadores para estar seguros de poder cargar un vehículo eléctrico.

### 5.1.9. Descarbonizar la matriz energética

Un cambio a vehículos eléctricos o de hidrógeno sólo tendrá cero emisiones si la electricidad y el hidrógeno utilizados se producen a partir de fuentes de energía renovables. La demanda de energía adicional es significativa, pero puede cubrirse con el aumento en la producción de energía renovable.

Las tecnologías más innovadoras, como la carga inteligente, pueden beneficiar tanto al sector eléctrico como al costo de la conducción eléctrica. Sin embargo, se requiere una acción gubernamental, como ajustar las regulaciones relacionadas con la red y el precio de la electricidad, los acuerdos con los operadores

de red a nivel local y los requisitos para que las tecnologías permitan una interfaz de vehículo a red y de red a vehículo (van Essen, Huib et al, 2018).

#### 5.1.10. Garantizar la prevención de residuos y la reutilización de la batería.

Si bien los vehículos eléctricos y de hidrógeno permiten la movilidad sin emisiones, presentan desafíos ambientales adicionales relacionados con la producción y eliminación de vehículos y baterías. Abordar esto requiere un marco de políticas para el procesamiento al final de la vida útil de la batería, incluidos los requisitos de reutilización y reciclaje. Sin un enfoque integral, la producción de un gran número de vehículos eléctricos puede conducir a serios problemas ambientales y sociales más adelante (van Essen, Huib et al, 2018).

Otros problemas ambientales y sociales con respecto a la producción de baterías también requieren atención política (por ejemplo, la extracción de litio y de tierras raras), por ejemplo, mediante el desarrollo de criterios de sostenibilidad en la regulación y los estándares de la industria.

### 5.2. Barreras a la implementación

Las estrategias para alcanzar un sistema de movilidad urbana sostenible presentan barreras de difícil abordaje. Algunas ciudades europeas llevan años trabajando en la implantación de Planes de Movilidad Urbana; los resultados de estas experiencias no han sido los esperados, ya que no han logrado reducir el tráfico motorizado. Los organismos locales han desarrollado políticas contradictorias, con frecuencia no ha existido la financiación requerida, ha habido problemas organizativos, y se ha notado la ausencia de apoyo jurídico (Pilar Vega Pindado, 2017).

Incluso han surgido otros nuevos problemas propios de la organización administrativa, de la cultura de la población en relación a la movilidad, y de los intereses a favor del automóvil particular.

#### 5.2.1. Barreras culturales

A pesar de la evolución que han experimentado las políticas y el modelo de movilidad urbana en las últimas décadas, existen aún resistencias en algunas ciudades para lograr un equilibrio en el uso del espacio público y otorgar un mayor protagonismo a los modos no motorizados y al transporte público.

Ejemplos de manifestaciones contra la peatonalización, las protestas de los comerciantes para evitar que se peatonalicen algunas plazas y calles, o las protestas por impedir el estacionamiento son una herencia cultural, reflejo de un modelo de vida, de producción y de transporte, todavía muy arraigado, que da protagonismo a un crecimiento sin límites a costa de la degradación de los capitales social y ambiental. Un modelo de ciudad donde la velocidad y la aceleración marcaban el ritmo de la producción y de las formas de vida.

Sin embargo, poco a poco, las personas han comenzado a buscar un entorno más saludable, tranquilo y amable que disuada el ruidoso, inseguro y contaminante tráfico de los centros de las ciudades, que favorezca al peatón, al ciclista, y a la inter-modalidad con el transporte público (Pilar Vega Pindado, 2017).

#### 5.2.2. Barreras políticas

Aunque los objetivos de la movilidad sustentable debieran coincidir con los de quienes gobiernan una ciudad, una provincia o un país, lo cierto es que no resulta tan sencillo. En algunos casos, desde la política se evita asumir los conflictos, en otros, hace falta capacitación, ya que en muchos casos no se cuenta con el conocimiento ni la sensibilidad adecuada, y apoyan culturalmente un modelo favorable al uso del automóvil particular. De esta forma difícilmente los funcionarios municipales, y menos aún a los residentes, puedan comprender en profundidad la necesidad de estos cambios (Pilar Vega Pindado, 2017).

Nadie duda de lo difícil y complicado que es modificar los comportamientos diarios de las personas, pero también es cierto que el método propuesto y aplicado hasta el momento no ha sido eficaz. Los largos periodos de recogida de información alargan la toma de decisiones, los procesos de participación ciudadana son confusos, y el desinterés de políticos o la falta de consensos, son algunas de las causas.

El cambio modal tiene que hacerse con rapidez, y los métodos actuales retrasan la puesta en marcha de las transformaciones necesarias. Debería tenderse a procesos más cortos en los que problemas se analicen y comprendan en un periodo breve de tiempo, mediante dinámicas participativas que, junto a algunos datos, definieran la estrategia de un plan de movilidad sustentable (Pilar Vega Pindado, 2017).

Herramientas de participación, o lo que es lo mismo, de avance en la consecución de estrategias de forma colaborativa, deben dotarse financieramente con un presupuesto que permita desarrollar los trabajos técnicos necesarios para su implementación y seguimiento.

Muchos planes confunden información o divulgación con participación. En algunos casos la realización de una encuesta sobre la forma de desplazamiento se incluye dentro del proceso de participación, cuando en realidad no es más que una simple recogida de información. La participación debe ir unida a tres ejes fundamentales que permitan lograr el cambio en el comportamiento hacia la movilidad sostenible: información, sensibilización y concienciación (Pilar Vega Pindado, 2017).

## CONSIDERACIONES FINALES

Una planificación urbana es esencial para dar base a que los gobiernos locales puedan avanzar en muchas formas de mejoras en la gestión eficaz del territorio.

Pero antes se requiere preguntarnos qué modelo de ciudad queremos. La vida en las ciudades requiere políticas apropiadas para el uso del espacio público y el diseño de la infraestructura y los servicios, entre ellos y el que nos ocupa, la movilidad.

Conocer la relación entre ciudad y entorno, evaluarla con un enfoque integrado a los procesos que le brindan servicios y equipamiento, y analizarla a partir del uso que demanda de recursos naturales es clave para anticiparse a problemáticas socio-ambientales locales y regionales.

Las soluciones en muchas ocasiones trasladan costos ambientales y sociales a otros. Las políticas de gestión que buscan apagar síntomas sin considerar el problema de fondo, suelen ser de corto plazo y sirven al crecimiento en detrimento del desarrollo, implican costos económicos mayores y el uso de los recursos es ineficiente con consecuencias a veces irreversibles en los impactos socio-ambientales que implican su aprovechamiento.

## REFERENCIAS

- AFAC (2019):** Flota circulante de vehículos Argentina 2018.
- BMI (2019):** Lithium: Challenges and opportunities of the EV revolution. Benchmark Mineral Intelligence. Junio 2019.
- CABA (2014):** Educación para la movilidad sustentable: niveles inicial, primario y secundario de las escuelas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Ministerio de Educación. ISBN: 978-987-549-548-7.
- CODELCO (2013):** <https://www.codelco.com/recursos-y-reservas-mineras/memoria2012/2013-04-16/103545.html>
- De Francesco, Virginia (2018):** La imperiosa necesidad de contar con información confiable, Revista Pulso Ambiental. Número 10, agosto 2018. FARN.
- Energías Nuevas (2017):** Lito: Se Acelera la Demanda Mundial. El «Triángulo del Lito» en la Mira. <http://www.diariodeciencias.com.ar/litio-se-acelera-la-demanda-mundial-el-triangulo-del-litio-en-la-mira/>
- INDEC (2013):** Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas realizado en 2010.
- ITDP (2009):** Hacia una estrategia nacional integral de movilidad urbana en México. Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP). <http://mexico.itdp.org/>
- La Nación (2019):** Lito: la fiebre del oro blanco, ¿bendición o infortunio para Argentina? 21/octubre/2019. Diario La Nación.
- Landini, Pamela y Marchetta, Tomás (2018):** Hablemos de Lito, Revista Pulso Ambiental. Número 10, agosto 2018. FARN.
- Luchemos por la Vida (2019):** <https://www.luchemos.org.ar/es/estadisticas/muertosanuales/muertos-argentina-durante-2018>
- LV12 Online (2019):** PSe reavivó la polémica en Antofagasta por un camino para minería. 1/noviembre/2019. LV12 Online.
- Marchegiani, Pía (2018):** La imprescindible mirada ambiental en la toma de decisiones sobre el litio. Informe Ambiental Anual 2018. Fundación Ambiente y Recursos Naturales FARN.
- Marconi, Patricia y Clark, Amelia (2018):** Flamencos Altoandinos y salares – El Altiplano de Catamarca. Revista Pulso Ambiental. Número 10, agosto 2018. FARN.
- Martens, K. (2006):** Basing transport planning on principles of social justice. Berkeley Planning Journal, 19(1), 1-17.
- Mathias Basner (2014):** Auditory and non-auditory effects of noise on health. University of Pennsylvania Perelman School of Medicine, Philadelphia, PA, USA. Published online October 30, 2013.
- MINEM (2017):** El litio: una oportunidad. Estado de situación. Perspectivas. Mercado. Ministerio de Energía y Minería.
- OCMAL (2018):** Impacto socioambiental de la extracción de litio en las cuencas de los salares altoandinos del cono sur. Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina. Agosto 2018.
- OMS (2005):** Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire. Organización Mundial de la Salud. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- OMS (2019):** Global status report on road safety 2018. Geneva: World Health Organization. ISBN 978-92-4-156568-4. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- Pilar Vega Pindado (2017):** Los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) Balance desde la perspectiva ecologista. ISBN: 978-84-946151-3-9. Ecologistas en Acción. [www.ecologistasenaccion.org](http://www.ecologistasenaccion.org)
- Quintero y González, J. R. (2017):** Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible. Ambiente y Desarrollo, 21(40), 57-72. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd21-40.citm> doi:10.11144/Javeriana.ayd21-40.citm
- SCTeP (2019):** “Lito en Argentina”. Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y Banco Interamericano de Desarrollo, 2019.
- SPTyCOP (2018):** Argentina Urbana - Plan Estratégico Territorial. Secretaría de Planificación Territorial y Coordinación de la Obra Pública. Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda.
- Sticco, Marcelo (2018):** ¡Litio al agua!, Revista Pulso Ambiental. Número 10, agosto 2018. Fundación Ambiente y Recursos Naturales FARN.
- US Geological Survey:** Argentina Lithium Map-Data Sources and Explanatory Notes.
- van Essen, Huib et al (2018):** Green light for sustainable mobility: Vision and pathway to 2050. Delft, CE Delft.
- Vienna City Administration (2014):** Urban Mobility Plan Vienna. Together on the Move. Step 2025, 2014:48. ISBN 978-3-903003-09-5. <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008443.pdf>
- We Ride Australia (2019):** <https://www.weride.org.au/>

## Autores

Sol Aliano  
Gabriel Blanco  
Nicolás Díaz Almassio  
Daniela Keesler  
Beatriz Sosa

Noviembre 2019



**Climate Transparency** es una asociación global que tiene la misión compartida de alentar una “carrera hacia la cima” en lo que respecta a las acciones climáticas del G20, y de cambiar las inversiones hacia tecnologías con carbono cero mediante una mayor transparencia. Climate Transparency es posible gracias al apoyo del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU), mediante International Climate Initiative, ClimateWorks Foundation y World Bank Group.

<https://www.climate-transparency.org/>



**Fundación Ambiente y Recursos Naturales** es una organización no gubernamental, sin fines de lucro y apartidaria fundada en 1985. Su meta principal es la promoción del desarrollo sostenible mediante políticas y leyes, y la organización institucional de la sociedad. La participación de los ciudadanos es uno de los principales puntos del trabajo de FARN; los ciudadanos tienen un papel importante en el cumplimiento de la legislación, exigiendo la aplicación de las leyes, participando en debates políticos y asignando recursos para evitar problemas ambientales. Las diferentes actividades de la Fundación están financiadas mediante contribuciones provenientes de donantes privados (individuos, empresas y fundaciones nacionales e internacionales) y de organismos públicos nacionales e internacionales.

<https://farn.org.ar/>

Fomentado por el:



Ministerio Federal  
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza  
y Seguridad Nuclear

en virtud de una resolución del Parlamento  
de la República Federal de Alemania

Este documento fue financiado por la Iniciativa Internacional Climática (IKI). El Ministerio Federal para el Ambiente, la Conservación de la Naturaleza y la Seguridad Nuclear (BMU) apoya esta iniciativa sobre la base de una decisión adoptada por el Bundestag alemán.

[www.international-climate-initiative.com/en/](http://www.international-climate-initiative.com/en/)