



# Aceleración enfocada:

Un enfoque estratégico para la acción climática en las ciudades hasta el 2030

NOVIEMBRE 2017

### **Acerca de McKinsey Center for Business and Environment**

McKinsey Center for Business and Environment trabaja con empresas, gobiernos y organizaciones sin fines de lucro para abordar algunos de los problemas de recursos naturales más apremiantes e importantes del mundo de manera que mejoren tanto el crecimiento económico como el uso de recursos.

### **C40**

C40 conecta a más de 90 de las ciudades más grandes del mundo, representando más de 650 millones de personas y una cuarta parte de la economía global. Creado y dirigido por las ciudades, C40 se enfoca en abordar el cambio climático e impulsar la acción urbana que reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y los riesgos climáticos, al tiempo que aumenta la salud, el bienestar y las oportunidades económicas de ciudadanos urbanos.

# Aceleración enfocada

Un enfoque estratégico para la acción  
climática en las ciudades hasta el 2030

NOVIEMBRE 2017



# CONTENIDOS

- 4 Resumen ejecutivo
- 14 **CAPÍTULO 1**  
El creciente papel de las ciudades en la acción climática
- 18 **CAPÍTULO 2**  
Las oportunidades más grandes para la acción climática en las ciudades
  - 23 **2.1:** Descarbonizando la red eléctrica
  - 30 **2.2:** Optimizando la eficiencia energética en edificios
  - 42 **2.3:** Habilitando la movilidad de última generación
  - 53 **2.4:** Mejorando la gestión de residuos
- 58 **CAPÍTULO 3**  
Hojas de ruta ilustrativas para la ciudad
- 62 **CAPÍTULO 4**  
Desbloqueando el potencial de las ciudades mediante la acción climática
- 70 Conclusión
- 73 Reconocimientos



# RESUMEN EJECUTIVO



© Sven Hartmann/Eye-m/Getty Images

Actualmente la comunidad internacional reconoce de manera generalizada que los compromisos asumidos por los gobiernos nacionales en virtud del Acuerdo Climático de París en 2015 no se pueden lograr sin una acción concertada de las ciudades. Afortunadamente, muchos alcaldes han demostrado un fuerte compromiso para abordar el cambio climático y la voluntad de colaborar para lograr este objetivo. C40 es una red de alcaldes de las megaciudades del mundo comprometidas con abordar el cambio climático, respondió al Acuerdo de París publicando un análisis —Deadline 2020<sup>1</sup>— de la vía de reducción de emisiones que sus ciudades deberían seguir para cumplir su papel en mantener el alza de la temperatura promedio global dentro de los límites “seguros” (por debajo de 1.5°C). A medida que C40 aumenta individualmente la ambición de sus planes climáticos correspondientemente, este informe lleva dicho trabajo un paso más allá al analizar las oportunidades más grandes que tienen las ciudades para acelerar la reducción de sus emisiones de carbono.

Si bien las tecnologías y la experiencia existen para limitar el aumento de temperatura a 1.5°C, el desafío es aún enorme. Con las ciudades ya forzándose para cumplir con múltiples prioridades en competencia, los líderes locales deben determinar las acciones críticas que pueden cambiar su trayectoria de emisiones actual y trabajar de manera proactiva con las partes interesadas para construir e invertir en la infraestructura e incentivos necesarios para lograr un progreso significativo hacia esas acciones. Eso significa priorizar la acción en torno a iniciativas que catalizan el cambio sistémico. Para este informe, C40 se ha asociado con el McKinsey Center for Business and Environment para evaluar cuantitativamente las oportunidades más grandes para la reducción de emisiones y lo que significarán para diferentes tipos de ciudades en todo el mundo.

Nuestro análisis recomienda que las ciudades sigan una estrategia de “aceleración enfocada” dentro de estas 12 oportunidades de reducción de carbono. Esta recomendación se basa en el enfoque de gestión, ya comprobado, que señala que se puede avanzar más concentrándose en una pequeña cantidad de oportunidades de alto valor que al distribuir el esfuerzo en cientos de acciones potenciales. El éxito requerirá que las ciudades encuentren formas creativas de abordar los desafíos operativos, incluida la alineación de las partes interesadas, las cadenas de suministro, las prácticas de adquisición y la financiación.

---

<sup>1</sup> *Deadline 2020: How cities will get the job done*, C40 Cities and ARUP, 2016, c40.org.

Al implementar un método de aceleración enfocada, las ciudades podrían alcanzar del 90 al 100 por ciento de sus objetivos de emisiones de 2030 y desarrollar el conocimiento y las capacidades fundamentales necesarias para conseguir el cero neto de carbono para 2050. Al mismo tiempo, la inversión adicional necesaria para lograr los objetivos de emisiones de 2030 es significativo: aproximadamente US\$50 a US\$200 por tonelada métrica de CO<sub>2</sub> equivalente. Sin embargo, todas las oportunidades brindan un retorno positivo de la inversión en el mediano a largo plazo, ya sea a través del flujo de efectivo directo para los inversionistas (por ejemplo, en el caso de las energías renovables y las mejoras de eficiencia) o aumentos más amplios de la actividad económica en la ciudad (como el desarrollo orientado al tránsito). Las inversiones iniciales de muchas oportunidades se devuelven en un plazo de cinco a diez años.

Este resumen ejecutivo proporciona una breve descripción de las cuatro áreas de acción: energía, edificios, movilidad y gestión de residuos. Una observación posterior sobre cómo que las ciudades puedan diferir en su enfoque para captar estas oportunidades sirve como preludeo a la discusión completa en el cuerpo del informe.



## DESCARBONIZANDO LA RED DE ELECTRICIDAD

Las ciudades –y el mundo– no pueden lograr una trayectoria de 1.5°C sin una expansión masiva de la generación de energía renovable a gran escala, conocida como “descarbonización de la red”. Si bien las ciudades a veces consideran que tienen poca influencia sobre la mezcla de energía de la red, de hecho a menudo representan una parte importante de los clientes de servicios públicos de cualquier compañía eléctrica local, lo que potencialmente les otorga una capacidad de influir significativa para dar forma al perfil de emisiones de la electricidad consumida dentro de su área metropolitana. Aún así, captar esta oportunidad no será fácil y las ciudades no pueden hacerlo solas. Las empresas de servicios públicos y los reguladores deben desempeñar un papel central para garantizar que la combinación global de energías renovables se equilibre adecuadamente a nivel del sistema y que los componentes críticos, como el almacenamiento de energía, se encuentren en lugar para garantizar la fiabilidad de la red. Sin embargo, las ciudades desempeñan un papel esencial al establecer objetivos claros de descarbonización, agregar la demanda de energías renovables, promover la eficiencia energética y cambiar el consumo urbano de energía a la electricidad (especialmente en el transporte y la calefacción). A través de la aceleración enfocada y la estrecha colaboración entre las empresas de servicios públicos y los reguladores, las ciudades podrían lograr una mezcla en la red con 50 a 70 por ciento de energías renovables (específicamente energía solar y eólica, equilibrada con otra fuente de generación de emisiones cero, como la hidroeléctrica) para 2030, según las características del recurso local y la estructura reguladora y de mercado. Este nivel capturaría entre el 35 al 45 por ciento de las reducciones totales de emisiones necesarias en ese marco de tiempo a un costo tan bajo como US\$40 a US\$80 por megavatio-hora.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Basado en licitaciones recientes para renovables a gran escala.



---

Al implementar un método de aceleración enfocada, las ciudades podrían alcanzar entre el 90 y el 100 por ciento de sus objetivos de emisiones de 2030 y desarrollar el conocimiento y las capacidades fundamentales necesarias para conseguir el cero neto de carbono para 2050.

---



## OPTIMIZANDO LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS

En los edificios de todo el mundo, la calefacción y la refrigeración representan entre el 35 y el 60 por ciento de la demanda total de energía y, en promedio, producen casi el 40 por ciento de las emisiones. Nuevamente, reducir el uso de energía y las emisiones de los edificios no será fácil, requerirá un esfuerzo significativamente más enfocado que el que la mayoría de las ciudades han realizado actualmente. Sin embargo, varias décadas de pilotos e historias de éxito sugieren que la aceleración enfocada a esta área puede dar sus frutos. Varias oportunidades basadas en tecnologías ampliamente disponibles ofrecen el potencial de reducir significativamente las emisiones de los edificios. Esto incluye elevar los estándares de construcción para nuevas edificaciones, modernizar las envolturas de edificios, actualizar los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) y la tecnología de calentamiento de agua, así como implementar mejoras de iluminación, electrodomésticos y automatización. Si bien las ciudades generalmente tienen más influencia sobre esta área que sobre muchas otras, el avance aún requerirá que los líderes de la ciudad trabajen en estrecha colaboración con los propietarios de edificios, tanto residenciales como comerciales, promotores inmobiliarios y ocupantes de edificios. Esta área de acción es particularmente importante ya que el inventario de edificios tienden a cambiar solo cada 30 a 50 años y hacer las cosas mal bloqueará las emisiones y los costos potenciales durante décadas y, en contraste, hacerlo bien le reducirá los costos de energía —además de proporcionar espacios más cómodos y resistentes para vivir, trabajar y jugar— a los residentes de la ciudad hasta 2050 y más allá. La aceleración enfocada en esta área de acción puede cerrar entre el 20 y el 55 por ciento de la brecha entre las tendencias actuales de emisiones y los objetivos de reducción de 2030, dependiendo del clima local y el crecimiento de la población de la ciudad, a un costo promedio de US\$20 a US\$100 por tonelada métrica de CO<sub>2</sub> equivalente.



## HABILITANDO LA MOVILIDAD DE ÚLTIMA GENERACIÓN

Actualmente los líderes locales tienen acceso a una gama de opciones de movilidad sin precedentes. Múltiples tendencias que refuerzan la movilidad y la planificación del uso del suelo ya están transformando la experiencia de moverse en las ciudades. La clave para reducir las emisiones a través de estas tendencias es garantizar que todos los residentes tengan acceso a una variedad de opciones atractivas y asequibles de movilidad baja en carbono. El desarrollo de comunidades completas y compactas que



© Monty Rakusen/Getty Images

satisfacen las necesidades de movilidad de los residentes y las empresas es fundamental para construir ciudades más fuertes y permitir la movilidad de última generación. El desarrollo orientado hacia el tránsito que se ha implementado actualmente promueve la densificación inteligente a través de una mejor planificación del uso del suelo, sienta las bases para una mayor cantidad de transporte multimodal y una reducción de las emisiones de carbono a largo plazo. Las iniciativas para fomentar el desplazamiento a pie y en bicicleta dentro de los patrones de uso del suelo existentes en las ciudades, así como la mejora específica del tránsito masivo, por ejemplo con la introducción del tránsito rápido en autobús (BRT) en las arterias principales, pueden comenzar colectivamente a reducir las emisiones a corto plazo. Además, las ciudades pueden acelerar las reducciones de emisiones al permitir la utilización de vehículos de la siguiente generación que aprovechan las nuevas tecnologías eléctricas, compartidas, conectadas y autónomas y al optimizar el transporte y la distribución de mercancías. La aceleración enfocada en esta área de acción puede contribuir con entre el 20 y el 45 por ciento de las reducciones de emisiones de las metas 2030, según los niveles de ingreso urbano y la densidad poblacional. En el proceso estos esfuerzos pueden aumentar el PIB pues reducen la congestión y transforman la calidad de vida de los residentes al aliviar la contaminación del aire local y mejorar el acceso equitativo a las opciones de movilidad.



## MEJORA DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

Las ciudades pueden abordar las emisiones de desechos de una manera eficaz en función de los recursos al adoptar un enfoque de “mejor y más alto uso”: primero, reduciendo los desechos hacia arriba en la cadena; luego, reutilizando tanto producto final útil como sea posible; en tercer lugar, reciclado, haciendo compostaje o recuperando materiales para su uso y, finalmente, gestionando la eliminación para minimizar las emisiones de cualquier materia orgánica restante. Las emisiones de metano de los desechos tienen 86

veces el potencial de calentamiento global del dióxido de carbono a corto plazo, por lo que la adecuada gestión es una prioridad urgente para prevenir los peores efectos del cambio climático y la reducción de los desechos tiene un impacto descomunal en las emisiones en el ciclo de vida completo del consumo. Los modelos innovadores para la gestión de residuos pueden ayudar a las ciudades a repensar su necesidad de infraestructura tradicional de recolección y eliminación; las ciudades con visión de futuro ya están yendo más allá y planificando la transición a una “economía circular” completa, cambiando el consumo de recursos de flujos lineales a reutilización continua. Dependiendo del punto de partida de los servicios de gestión de residuos existentes, así como de la composición de los residuos, la aceleración enfocada puede lograr hasta el 10 por ciento de las reducciones de emisiones necesarias para 2030, así como numerosos beneficios para la resiliencia de los recursos locales y la salud.

## **CÓMO DIFERENTES CIUDADES PUEDEN LOGRAR SUS OBJETIVOS DE REDUCCIÓN DE CARBONO**

Para demostrar la escala de acción necesaria para alcanzar el 100 por ciento del objetivo de reducción de emisiones de una ciudad para el año 2030 a través de la aceleración enfocada, hemos modelado ejemplos de hojas de ruta para seis tipos ilustrativos de ciudades. Estas hojas de ruta muestran dónde podrían enfocarse las diferentes ciudades y por qué, junto con los habilitadores críticos necesarios para alcanzar cero emisiones de carbono para el año 2050. Además, estas hojas de ruta demuestran el impacto práctico de la aceleración enfocada en diferentes tipos de ciudades.

Por ejemplo, una Ciudad Semidensa, Grande, de Ingresos Medios podría centrarse en acelerar iniciativas altamente visibles para ayudar a los residentes a experimentar cómo se ve y se siente un futuro bajo en carbono en la vida cotidiana. Para tal ciudad, la instalación de energía solar en techos municipales y privados adecuados, así como en sitios comunitarios, sería un buen proyecto de demostración. Las políticas para aumentar la densidad de la población en distritos selectos, como el desarrollo orientado al tránsito, las nuevas rutas de BRT y el diseño de calles para ciclistas, podrían aumentar la densidad en un 6 por ciento y mejorar la transitabilidad peatonal promedio para 2030. La ciudad también podría comprometerse con el 100 por ciento de autobuses de cero emisión para 2030, junto con medidas amigables para los vehículos eléctricos (EV, por sus iniciales en inglés) como las zonas de bajas emisiones que ayudan a acelerar la electrificación de los vehículos personales y comerciales utilizados en las calles de la ciudad.

En contraste, una Ciudad Pequeña, Innovadora y de Altos Ingresos tiene solo luz solar modesta pero abundante energía eólica e hidráulica. Debido a que los residentes están acostumbrados a varios modos diferentes de transporte, muchos ya han renunciado a sus automóviles. La ciudad enfrenta inviernos fríos, por lo que la calefacción domina el uso de energía en edificios comerciales y residenciales. Para construir sobre esta base sólida, la ciudad busca crear una combinación en la red con un 70 por ciento de energías renovables centralizadas para 2030. En movilidad, establece un objetivo de 100 por ciento de autobuses de cero emisiones, al tiempo que promueve el uso compartido de automóviles y las tecnologías conectadas. Los esfuerzos de la ciudad también incluyen lograr uno o más tipos de modernizaciones de eficiencia energética en el 100 por ciento de los edificios privados para el 2030.

---

Alcanzar los objetivos del *Deadline 2020* no será fácil. Las ciudades deberán asegurarse de ir más allá de las ganancias rápidas hacia un enfoque de aceleración enfocada en áreas prioritarias.

---

En el gráfico A se muestra cómo se comparan las iniciativas potenciales para estas dos ciudades. Los gráficos B y C comparan una Megaciudad de Ingresos Medios con una Ciudad Emergente (Leapfrog) Grande, de Ingresos Bajos, y una Ciudad Densa Grande, de Ingresos Altos, con una Megaciudad de Ingresos Bajos, respectivamente. Ya sea que las ciudades se encuentren en las etapas iniciales de desarrollo e implementación de sus programas de reducción de carbono o estén contemplando cómo aprovechar los robustos esfuerzos que ya están haciendo, estas hojas de ruta pueden servir de ilustraciones sobre cómo maximizar los beneficios de los esfuerzos de reducción de carbono en las 12 oportunidades prioritarias identificadas en este informe.

## AVANZANDO

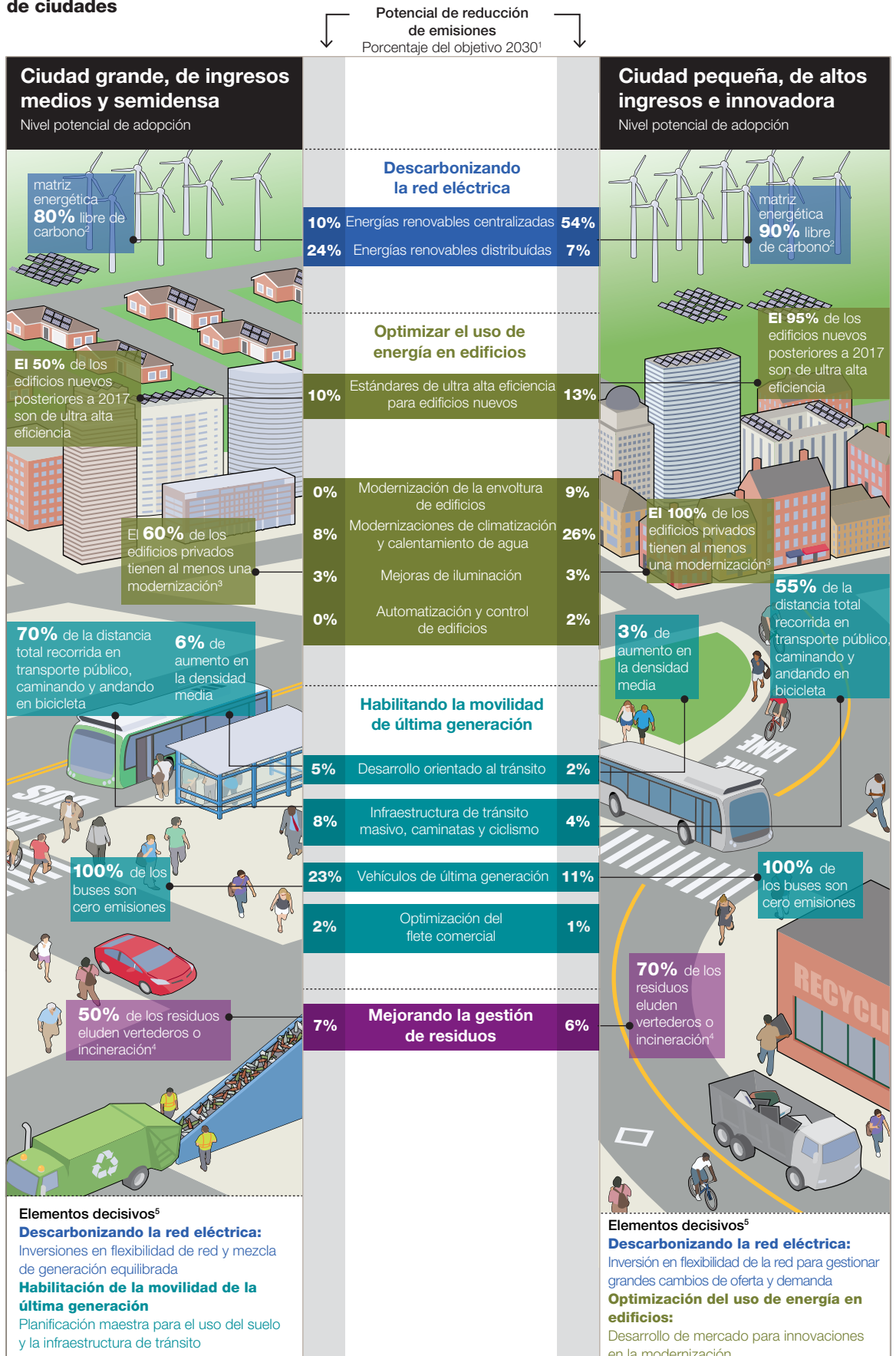
Alcanzar los objetivos del *Deadline 2020* no será fácil. Las ciudades deberán asegurarse de ir más allá de las ganancias rápidas hacia un estrategia de aceleración enfocada en áreas prioritarias. Además, las asociaciones intersectoriales serán esenciales tanto para aprovechar con éxito las oportunidades como para asegurar que las iniciativas de la ciudad incorporen consideraciones a nivel del sistema, especialmente en la descarbonización de la red. Las oportunidades presentadas en este informe generarán una amplia gama de beneficios más allá de la reducción de las emisiones de carbono —desde una menor congestión, mejor salud pública y mayor productividad hasta una mejor calidad de vida y mayor resiliencia. Resaltar los beneficios económicos y sociales de los empleos, reducir la contaminación del aire, mejorar la seguridad vial y recuperar el tiempo de viaje puede ayudar a los alcaldes a defender las inversiones actuales en nuestro futuro colectivo.

Las áreas de acción establecidas en este informe representan la primera fase de las estrategias de reducción de carbono. Las ciudades que construyen un conjunto de herramientas de talla mundial para capturar estas oportunidades, incluidas las adquisiciones simplificadas, el acceso al capital, las relaciones con otras ciudades para aprender de sus experiencias de mejores prácticas y las asociaciones con el sector privado y el gobierno, estarán bien posicionadas para abordar el siguiente conjunto de oportunidades de reducción de emisiones. Lograr los objetivos en reducciones de 2030 también sentará las bases para buscar oportunidades que demoren más tiempo —como la densificación y la planificación del uso del suelo— pero será fundamental para lograr la descarbonización más profunda necesaria para cumplir los objetivos de 2050.

Con la acción climática como una de las principales prioridades, este informe ofrece una manera viable de avanzar para ciudades de todos los tamaños y recursos. El progreso requerirá reunir la voluntad, el liderazgo y el compromiso para avanzar, y contar con una ruta definida será una ventaja crítica. ■

Gráfico A

**Comparar el impacto potencial de las emisiones y el nivel de adopción para 2030 entre dos tipos de ciudades**



<sup>1</sup> El potencial de reducción de emisiones para una ciudad específica variará según la huella de carbono actual de la ciudad y el objetivo de reducción de emisiones de *Deadline 2020* para el 2030

<sup>2</sup> Asume una mezcla equilibrada de la red del sistema que puede incluir energía solar, eólica, hidráulica y otras fuentes de generación de energía libres de carbono.

<sup>3</sup> Edificios con uno o más de: modernización completa de envolturas o ventanas y techo, mejoras en la climatización o el calentamiento de agua, automatización y controles instalados.

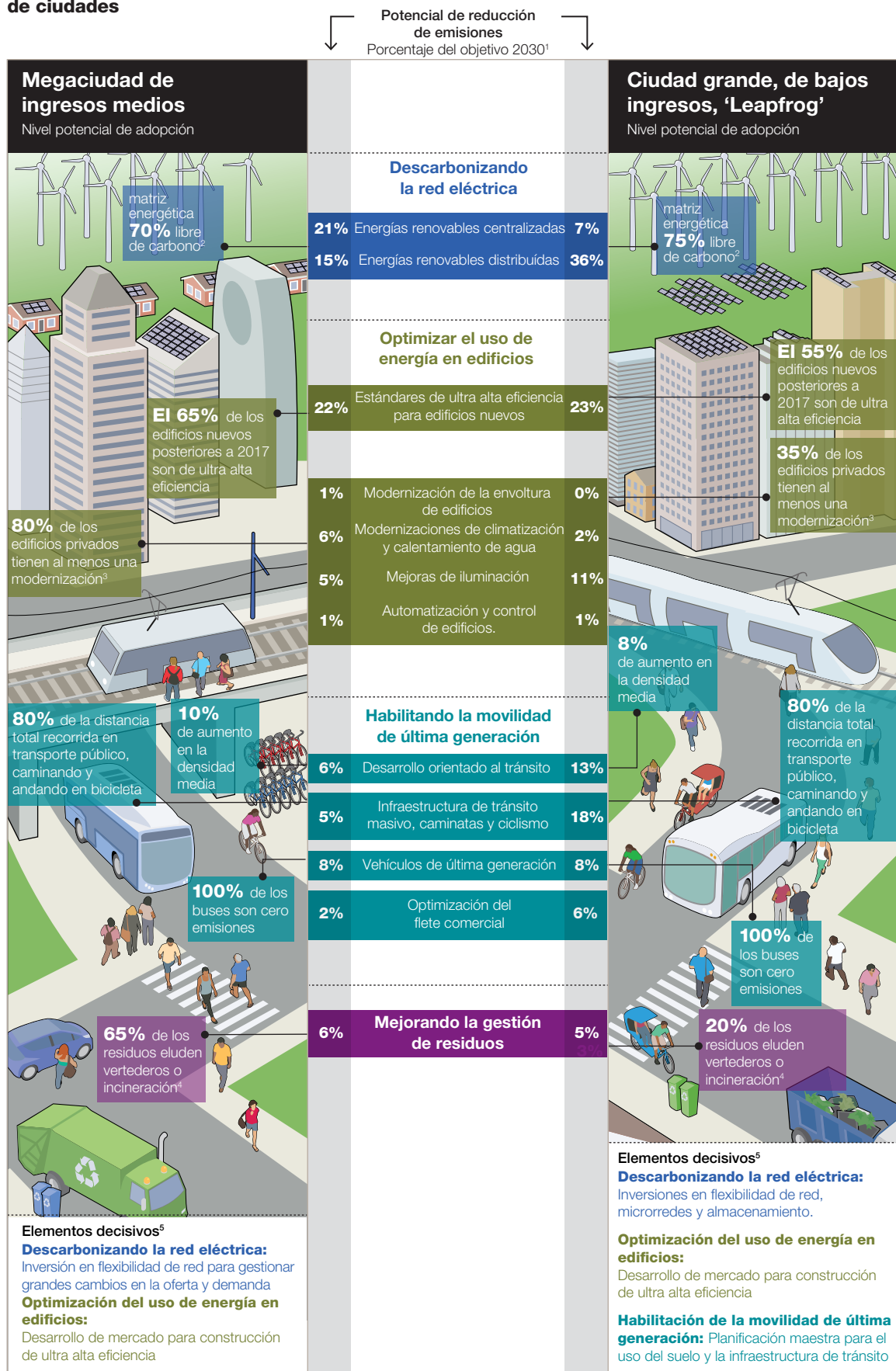
<sup>4</sup> Asume la recolección universal de desechos in situ como requisito previo.

<sup>5</sup> Ejemplos: no exhaustivos.

FUENTE: análisis McKinsey

Gráfico B

**Comparar el impacto potencial de las emisiones y el nivel de adopción para 2030 entre dos tipos de ciudades**



<sup>1</sup> El potencial de reducción de emisiones para una ciudad específica variará según la huella de carbono actual de la ciudad y el objetivo de reducción de emisiones de *Deadline 2020* para el 2030.

<sup>2</sup> Asume una mezcla equilibrada de la red del sistema que puede incluir energía solar, eólica, hidráulica y otras fuentes de generación de energía libres de carbono.

<sup>3</sup> Edificios con uno o más de: modernización completa de envolventes o ventanas y techo, mejoras en la climatización o el calentamiento de agua, automatización y controles instalados.

<sup>4</sup> Asume la recolección universal de desechos in situ como requisito previo.

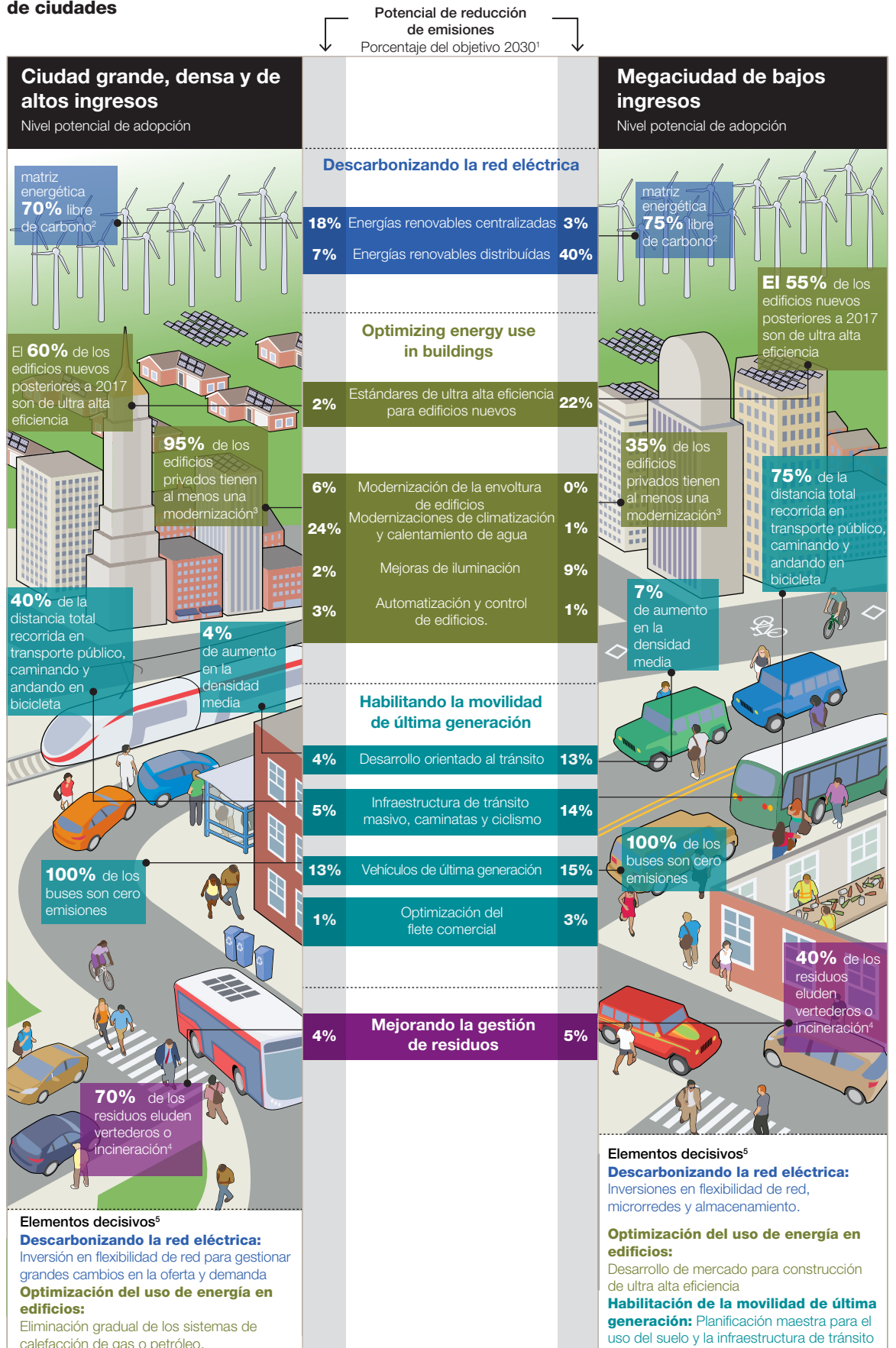
<sup>5</sup> Ejemplos: no exhaustivos.

FUENTE: análisis McKinsey

Illustrations by Vic Kulihin

Gráfico C

**Comparar el impacto potencial de las emisiones y el nivel de adopción para 2030 entre dos tipos de ciudades**



<sup>1</sup> El potencial de reducción de emisiones para una ciudad específica variará según la huella de carbono actual de la ciudad y el objetivo de reducción de emisiones de *Deadline 2020* para el 2030.

<sup>2</sup> Asume una mezcla equilibrada de la red del sistema que puede incluir energía solar, eólica, hidráulica y otras fuentes de generación de energía libres de carbono.

<sup>3</sup> Edificios con uno o más de: modernización completa de envolventes o ventanas y techo, mejoras en la climatización o el calentamiento de agua, automatización y controles instalados.

<sup>4</sup> Asume la recolección universal de desechos in situ como requisito previo.

<sup>5</sup> Ejemplos: no exhaustivos.

FUENTE: análisis McKinsey

Illustrations by Vic Kulthrin



Capítulo 1

# EL CRECIENTE PAPEL DE LAS CIUDADES EN LA ACCIÓN CLIMÁTICA





© aaaaimages / Getty Images

Las ciudades han sido los centros de comercio, cultura e innovación durante siglos. Más recientemente, los centros urbanos se han convertido en importantes defensores de la acción mundial sobre el cambio climático. Varias tendencias explican su mayor perfil e influencia. En todo el mundo, la urbanización está en aumento: para 2050, el 70 por ciento de la población mundial vivirá en áreas metropolitanas y gran parte de la migración se producirá en países en desarrollo.<sup>3</sup> El flujo de la humanidad de las zonas rurales a las urbanas está ocurriendo a una escala vertiginosa. Considérese que más de 65 millones de personas, equivalentes a ocho veces la población de Londres, se trasladan a las ciudades cada año. Este crecimiento de la población ha reforzado la posición de las ciudades como motor de la economía global y representa más del 80 por ciento del PIB mundial.<sup>4</sup> A las potencias tradicionales como Londres, Nueva York, Singapur y Tokio se le están uniendo nuevos participantes como Mumbai y Shanghai, ciudades emblemáticas del rápido crecimiento en las naciones emergentes.

Las personas se están mudando a las ciudades para tener un mayor acceso a empleos, educación y atención médica, pero su migración también afectará los sistemas actuales. Como lo demuestran las grúas que salpican el horizonte de cualquier ciudad importante en crecimiento, el aumento de la población urbana requiere nuevos edificios, sistemas de transporte ampliados y una nueva infraestructura energética. Toda esta actividad, desde negocios y desplazamiento (commuting) hasta la construcción y la vida diaria, significa que los centros urbanos consumen más de dos tercios de la energía global y emiten más del 70 por ciento del total de gases de efecto invernadero del mundo.<sup>5</sup> Esta concentración implica que reducir las emisiones a nivel mundial requiere reducir emisiones en las ciudades.

En todo el mundo, los líderes locales están experimentando con iniciativas centradas en la eficiencia energética, las energías renovables y la sostenibilidad. Están lanzando y ampliando programas innovadores que cubren una amplia gama de desafíos, incluidos la reducción del consumo de energía, la congestión, el control de la contaminación del aire y la mejora de la calidad de vida de los residentes. Las soluciones que facilitan los viajes multimodales, el reciclaje, los programas para compartir bicicletas y el desarrollo residencial y comercial orientado al tránsito son solo algunos de los innumerables esfuerzos que las ciudades están llevando a cabo.

---

3 "Human population: Urbanization," *Population Reference Bureau*, 2007, pbr.org.

4 *Urban world: Mapping the economic power of cities*, McKinsey Global Institute, 2011, McKinsey.com.

5 "Why cities?" C40 Cities, consultado en 30 de octubre, 2017, c40.org.

---

Nuestro análisis sugiere que la “aceleración enfocada” —que pone la mayoría del esfuerzo y los recursos para implementar un puñado de soluciones— será fundamental para lograr un progreso sostenido.

---

Muchas ciudades también están exigiendo un asiento en la mesa en un esfuerzo por moldear la política ambiental global. En la conferencia COP21 en París en 2015, 195 naciones se comprometieron a mantener la temperatura promedio global por debajo de los 2°C por encima de los niveles preindustriales y a realizar esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura a 1.5°C.<sup>4</sup> Muchas de las ciudades más grandes del mundo también se comprometieron a hacer su parte, reconociendo que pueden ser más ágiles y receptivas que otros niveles de gobierno y que las acciones locales, como la planificación del uso del suelo y la modernización de edificios, tienen implicaciones a largo plazo para las emisiones globales. En 2016, C40 lanzó *Deadline 2020*, un informe que establece vías indicativas para que las ciudades cumplan con los compromisos del Acuerdo de París al reducir sus emisiones a través del tiempo, convergiendo en un objetivo a largo plazo de emisiones netas cero. El desafío es formidable: las ciudades más ricas deben reducir las emisiones per cápita en un 70 a 80 por ciento y las ciudades de bajos ingresos deben mantener estables las emisiones absolutas mientras manejan un rápido crecimiento durante el mismo período.

Alcanzar estos objetivos requerirá mucho más que establecer metas. Las ciudades deberán poner toda su voluntad y construir e invertir activamente en la infraestructura y los incentivos necesarios para lograr un progreso significativo. No pueden hacerlo solos, pero pueden liderar el camino y deben actuar hoy.

## EN DEFENSA DE LA ACELERACIÓN ENFOCADA

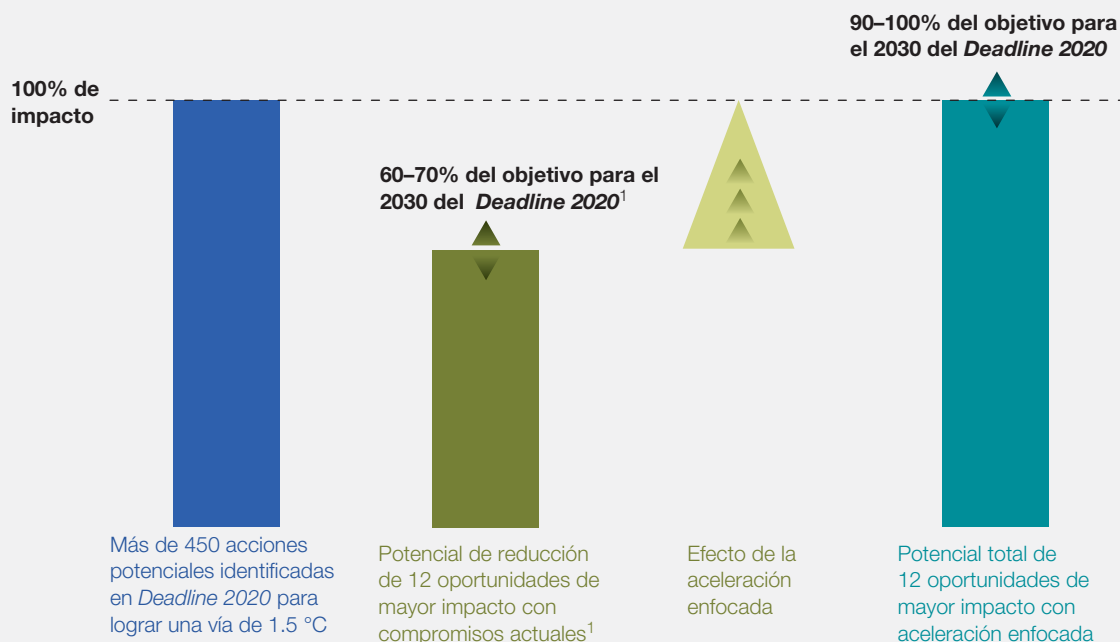
Cuando se trata de la acción climática, el desafío para muchas ciudades es comprender dónde enfocarse. El *Deadline 2020* identifica más de 450 acciones que las ciudades pueden tomar para reducir sus emisiones. Sin embargo, sin claridad sobre las principales prioridades, los líderes locales pueden caer en la trampa de difundir su atención y recursos en muchas áreas pequeñas en lugar de identificar las oportunidades más valiosas para lograr reducciones de emisiones profundas. Este enfoque fragmentado puede proporcionar beneficios a corto plazo, a medida que las ciudades alcanzan los logros más sencillos, pero esto a la larga no será suficiente y puede llevar a los líderes en las ciudades por el camino equivocado.

Nuestro análisis sugiere que la “aceleración enfocada” —utiliza la mayoría del esfuerzo y los recursos para implementar un puñado de soluciones— será fundamental para lograr un progreso sostenido. La aceleración enfocada es un enfoque probado en el sector privado: hemos encontrado que las empresas que centran los esfuerzos de cambio en algunas grandes oportunidades y las ejecutan bien, en lugar de abordar superficialmente muchas iniciativas

---

<sup>4</sup> Coral Davenport, “Nations approve landmark climate accord in Paris,” *New York Times*, 12 de diciembre, 2015, [nytimes.com](http://nytimes.com).

Gráfico 1 Implicaciones de la aceleración enfocada



<sup>1</sup> Asume que los compromisos actuales de las ciudades C40 con planes de acción climática se cumplen.

FUENTE: análisis de McKinsey

pequeñas, logran resultados más dramáticos de manera más rápido (Gráfico 1). Proponemos una breve lista de 12 oportunidades para que las ciudades aceleren de manera enfocada (la combinación varía según el tipo de ciudad y este informe describe cómo determinar el camino ideal). Creemos que la aceleración enfocada de estas oportunidades asegurará que las ciudades no solo capturen el nivel de reducción de emisiones necesario para alcanzar sus objetivos de emisiones para 2030, sino que también desarrollen la experiencia y las capacidades fundamentales necesarias para alcanzar las emisiones netas de carbono cero para 2050.

Si bien nuestro análisis muestra que cumplir con los objetivos del *Deadline 2020* es alcanzable para la mayoría de las ciudades, la colaboración será crítica. En muchos casos, las ciudades deberán ir más allá de los límites tradicionales de su influencia y poder de decisión. Los servicios públicos, los propietarios de bienes raíces, los proveedores de transporte, las instituciones financieras, los ciudadanos, las organizaciones no gubernamentales y otras partes interesadas tienen un papel a desempeñar para alcanzar los objetivos de emisiones, por lo que los funcionarios de la ciudad deberán tomar medidas decisivas para obtener el apoyo de las partes interesadas para capturar la oportunidad inherente. Los alcaldes y los funcionarios electos pueden usar su poder de convocatoria, proporcionar incentivos para inversiones privadas, exigir cambios más allá de sus límites jurisdiccionales y compartir y aplicar enfoques tomados de gobiernos y organizaciones innovadoras de todo el mundo para lograr el progreso requerido.

Los capítulos siguientes ofrecen una visión general de las oportunidades más grandes en las que ciudades se pueden concentrar. También proporcionamos ejemplos de hojas de ruta que muestran cómo los diferentes tipos de ciudades pueden alcanzar sus objetivos climáticos en los próximos años. ■



Capítulo 2

# **LAS OPORTUNIDADES MÁS GRANDES PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA EN LAS CIUDADES**



© Kymmy/Getty Images

Para ayudar a los líderes de diferentes ciudades a comprender cómo pueden perseguir eficazmente una estrategia de aceleración enfocada, evaluamos el espectro completo de oportunidades para reducir las emisiones de la ciudad y modelamos las posibles reducciones de emisiones a partir de las oportunidades de mayor impacto para seis tipos ilustrativos de ciudades (Gráfico 2). Las hojas de ruta para la ciudad resultantes brindan información sobre dónde las diferentes ciudades podrían enfocar sus esfuerzos y por qué, junto con algunos de los habilitadores críticos necesarios para lograr cero carbono para 2050

El modelo tiene en cuenta las interdependencias entre las diferentes oportunidades de reducción de emisiones, como los cambios en los diferentes modos de transporte y el efecto de la generación renovable adicional en la intensidad de las emisiones de las tecnologías eléctricas. Nuestro análisis también incorpora características clave de la ciudad, como el crecimiento de los ingresos, los pasajeros en tránsito y la combinación de edificios, para garantizar que se consideren las diferencias contextuales. Luego aplicamos niveles de adopción de estas oportunidades que creemos que se pueden lograr para 2030 en un escenario de aceleración enfocada, basado en las tendencias de costo y factibilidad obtenidas de la industria y estudios de casos de ciudades líderes. Finalmente, comparamos el impacto de emisiones resultante para cada tipo de ciudad ilustrativa con las reducciones necesarias para cumplir con su trayectoria de 1.5°C como se indica en el *Deadline 2020*.

Nuestro análisis revela que las mayores oportunidades para actuar en 2030 para la mayoría de las ciudades residen en cuatro áreas de acción principales —descarbonizar la red eléctrica, optimizar el uso de energía en los edificios, permitir la movilidad de última generación (incluida una mejor planificación del uso del suelo) y mejorar la gestión de residuos— que a su vez revela 12 oportunidades (Gráfico 3). Para garantizar que estas oportunidades también sean compatibles con el logro de emisiones netas cero para 2050, nos centramos en soluciones que reduzcan las emisiones a corto plazo y sienten las bases para un futuro sin carbono. Como resultado, el análisis prioriza la electrificación y las energías renovables sobre las tecnologías de “puente” como la generación de energía a gas natural y los vehículos que funcionan con biocombustibles.

Con una aceleración focalizada, las 12 oportunidades tienen el potencial de lograr del 90 al 100 por ciento de las reducciones de emisiones necesarias dentro del marco de tiempo 2030, dependiendo del contexto de la ciudad. Además, esta investigación muestra que la inversión incremental necesaria para alcanzar los objetivos de emisiones para 2030 es significativa: aproximadamente entre US\$50 a US\$200 por tonelada métrica de CO<sub>2</sub> equivalente en promedio —un desembolso de decenas de miles de millones de dólares para una ciudad individual para 2030. Sin embargo, todas las oportunidades logran resultados económicos positivos a mediano y largo plazo, ya sea a través del flujo de caja directo para los inversionistas (por ejemplo, en el caso

Gráfico 2

## Seis tipos ilustrativos de ciudad flexibilizan el análisis y resaltan consideraciones críticas para diferentes ciudades individuales

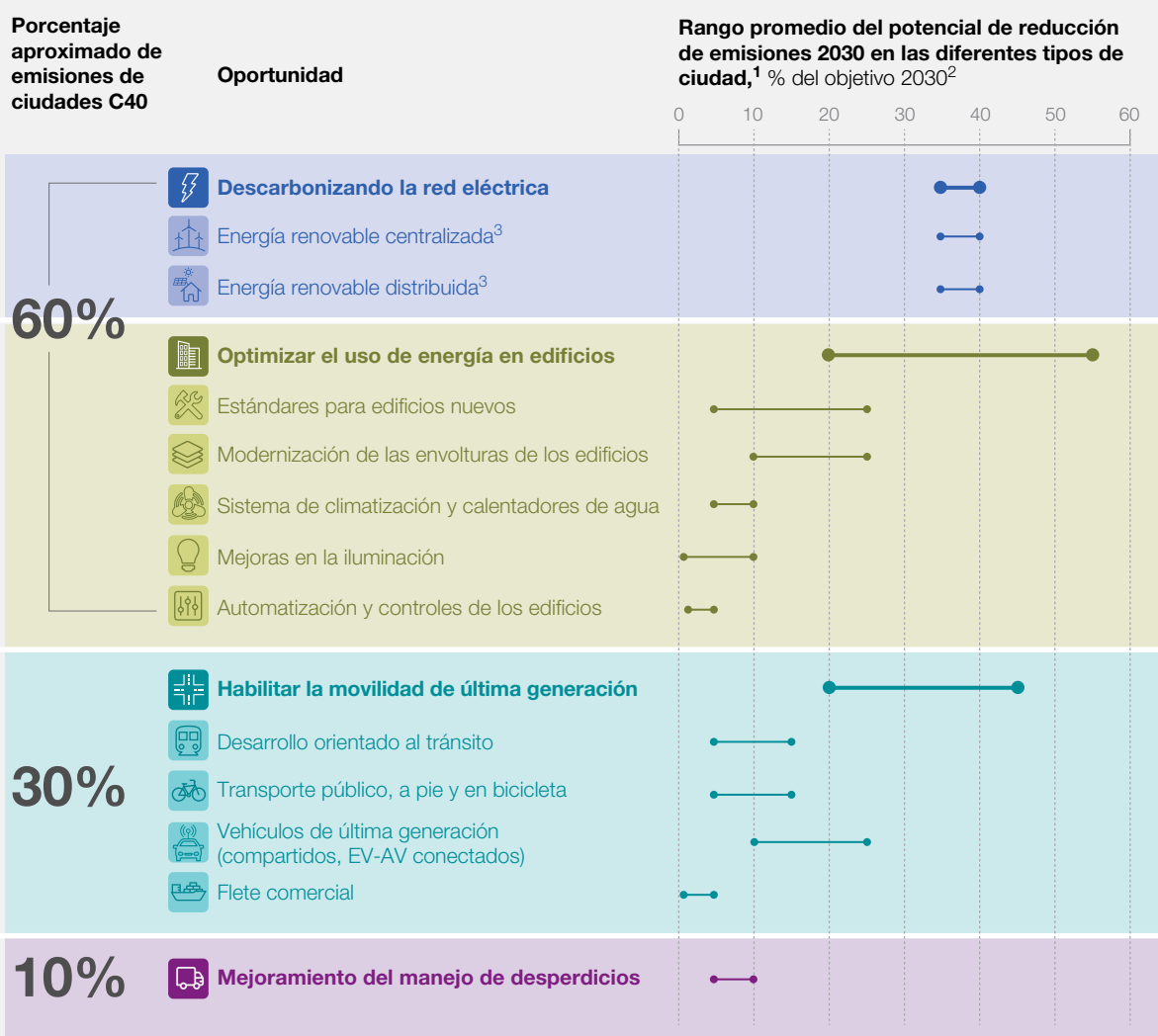


FUENTE: análisis McKinsey

de las energías renovables y las mejoras de eficiencia) o aumentos más amplios de la actividad económica en la ciudad (por ejemplo, en el caso de desarrollo orientado al tránsito), además de la salud pública y otros beneficios de calidad de vida. Para muchas oportunidades, nuestro análisis muestra que las inversiones iniciales se pagan en un plazo de cinco a diez años (Gráfico 4).

El modelo que creamos determina el potencial de reducción de emisiones de estas cuatro áreas de acción en diferentes tipos de ciudades. Sin embargo, las ciudades no los están adoptando a suficiente velocidad y escala. Con las tasas actuales de implementación y adopción, con base en las políticas existentes y las tendencias del mercado, estas 12 oportunidades están configuradas para entregar solo entre el 20 y el 50 por ciento de las emisiones hasta 2030 indicadas por el *Deadline 2020* mucho menos que su potencial. Actualmente, muchas ciudades con planes de acción climática no alcanzan una trayectoria de 1,5°C.

Gráfico 3 12 mejores oportunidades por área de acción



<sup>1</sup> El potencial de reducción de emisiones, como fue modelado para un escenario de "aceleración enfocada" en los 6 tipos ilustrativos de ciudad, con los valores atípicos altos y bajos retirados.

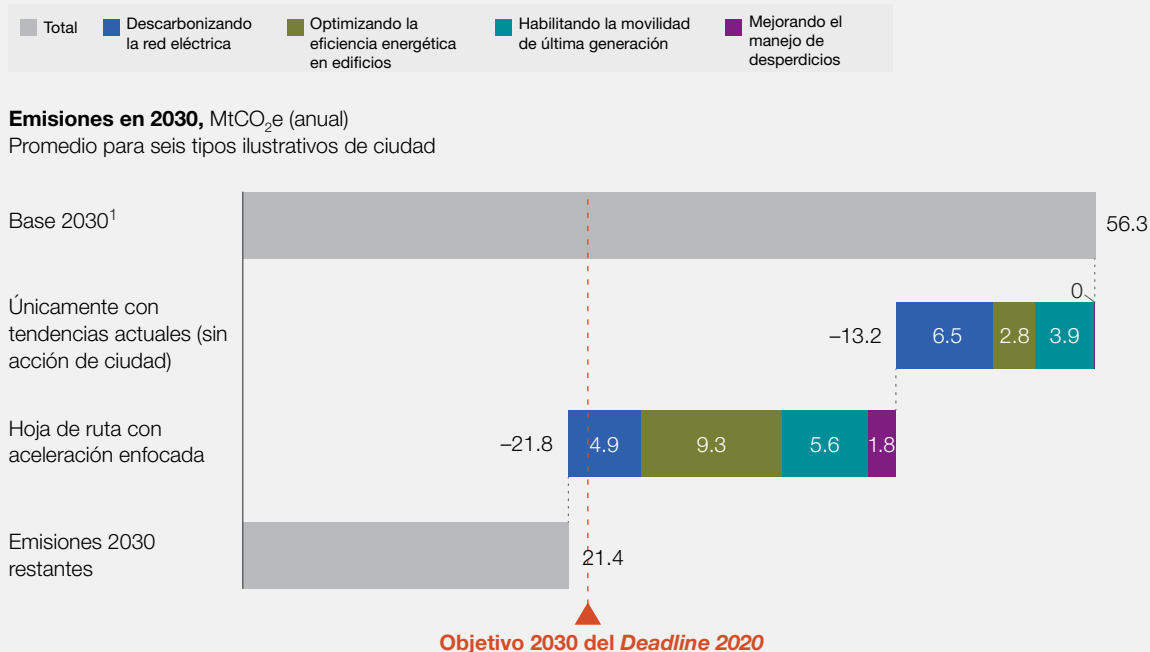
<sup>2</sup> Objetivo 2030 basado en las rutas *Deadline 2020* para tipos de ciudad específicos.

<sup>3</sup> Porcentaje dado para un nivel del sistema mezclado. El balance entre la generación centralizada y distribuida variará por región

FUENTE: análisis McKinsey

Gráfico 4

### Impacto de la aceleración enfocada vs los tendencias actuales



<sup>1</sup> Asume que tecnologías y políticas se mantienen desde el 2015

FUENTE: análisis McKinsey

Lograr una trayectoria de emisiones compatible con el objetivo de 1.5°C para 2030 y hacerlo de una manera que prepare el escenario para emisiones netas de carbono cero para 2050 no será fácil. Las ciudades necesitarán una visión clara, un compromiso sostenido y una inversión significativa. Sin embargo, creemos que la mayoría de las ciudades pueden lograr el pleno cumplimiento de las reducciones de emisiones del *Deadline 2020* si persiguen una estrategia de aceleración enfocada centrada en estas 12 oportunidades. Además, estos esfuerzos pondrán en marcha gran parte de la infraestructura necesaria para alcanzar emisiones de carbono cero para 2050. Debido a que cada ciudad tiene características diferentes, el nivel de atención en cada una de estas 12 oportunidades será diferente. Por ejemplo, un centro urbano maduro en un país desarrollado tiene un perfil de emisiones diferente al de una ciudad en rápido crecimiento en una nación en desarrollo. En general, un puñado de factores, como el contexto regulatorio, la geografía, el clima, los niveles de ingresos y la densidad de población, darán forma al enfoque óptimo para cada ciudad.

En las siguientes secciones evaluamos cada una de las cuatro áreas de acción, incluidas las consideraciones para capturar el valor de cada oportunidad, los factores clave que explican las diferencias entre ciudades y las ilustraciones de los enfoques que los diferentes tipos de ciudades podrían adoptar para lograr las reducciones de emisiones necesarias para 2030.





## CAPÍTULO 2.1:

# Descarbonizando la red eléctrica

**Las ciudades, y el mundo**, no pueden alcanzar una trayectoria de 1.5°C sin una expansión masiva de generación de energía renovable, conocida como “descarbonizando la red”. A medida que más y más funciones vitales de una ciudad se ejecutan con electricidad, desde elementos básicos como la refrigeración e iluminación hasta los vehículos eléctricos (EV) y la conectividad inalámbrica para Internet de las cosas, por lo que garantizar el suministro de energía limpia y baja en carbono se vuelve crítico.

Las ciudades no pueden descarbonizar independientemente la red: las empresas de servicios públicos y los reguladores deben desempeñar un papel central en la gestión de la combinación y la acumulación de energías renovables a nivel regional o del sistema. Se requiere su participación porque la combinación general de energías renovables en la red debe estar adecuadamente equilibrada (por ejemplo, para evitar la generación excesiva o la escasez en ciertos momentos del día o durante ciertas estaciones) y los componentes críticos como el almacenamiento deben estar en su lugar para garantizar que el sistema se mantenga fiable a través de cambios en la oferta y la demanda. Estos desafíos son técnica y económicamente complejos y requerirán una planificación cuidadosa por parte de los servicios públicos y el apoyo de las agencias reguladoras estatales y nacionales, si bien sí existen soluciones.

Aún así, las ciudades tienen un papel esencial que desempeñar para alentar la ampliación de las energías renovables. Algunas ciudades pueden no priorizar la presión por una electricidad más limpia, creyendo que tienen poca influencia sobre la mezcla de la red, cuando en realidad representan una parte importante de los clientes de cualquier compañía eléctrica local y su influencia proporciona un apalancamiento significativo para dar forma al perfil de emisiones de la electricidad consumida dentro del área metropolitana de una ciudad. Al establecer objetivos claros de descarbonización, agregar la demanda de energías renovables, trasladar más consumo de energía urbana a electricidad (especialmente en transporte y calefacción) y mejorar la gestión de la carga, las ciudades pueden ayudar a las empresas de servicios públicos a navegar el camino hacia un futuro altamente electrificado y alimentado por energías renovables. Mediante la ejecución de una aceleración enfocada y una estrecha colaboración, las empresas de servicios públicos, los reguladores y las ciudades podrían lograr una mezcla de red con un 50 a 70 por ciento de energías renovables para 2030. Dependiendo de las características de la ciudad, esta mezcla es equivalente a lograr entre el 35 y el 45 por ciento del total reducciones de emisiones necesarias en ese período de tiempo solo a través de la descarbonización de la red.

## Las oportunidades

La energía renovable ya es el tipo de generación de electricidad de más rápido crecimiento en todo el mundo, con aproximadamente 135 gigavatios de capacidad renovable instalados en 2016<sup>7</sup> lo suficiente como para satisfacer la demanda de electricidad de todo el Reino Unido, o seis de Nueva York. La mejora rápida de los costos está impulsando la tendencia: desde 2009, los costos totales instalados de energía solar y eólica marina han disminuido hasta en un 70 por ciento en todo el mundo, y los costos de la energía eólica terrestre en curso disminuirán en un 50 por ciento hasta 2030.<sup>8</sup> Nuevos acuerdos de compra de energía (PPAs) para energía solar ahora con frecuencia caen por debajo de US\$100 por megavatio-hora, y algunos alcanzan menos de US\$30, lo que coloca la energía solar en o por debajo del costo de una nueva planta de gas natural, y pronto estará en o por debajo del costo marginal de generación para la mayoría de las plantas de energía de combustible fósil. En muchos contextos ahora es más barato poner en línea una nueva generación de energía solar que continuar operando las plantas de carbón existentes<sup>9</sup> (Gráfico 5).

Aún así, el desafío es considerable: para cumplir con los objetivos de emisiones para 2030, los nuevos proyectos de energías renovables deberán ponerse en funcionamiento a dos o tres veces la tasa actual de desarrollo. Las ciudades pueden desempeñar un papel crucial para ayudar a sus empresas de servicios públicos a acelerar la descarbonización de la red en dos frentes: invertir en la expansión masiva de las energías renovables centralizadas y permitir la expansión inteligente de las energías renovables distribuidas.

**Invertir en la expansión masiva de energías renovables centralizadas.** Los métodos de generación a gran escala de energía eólica, solar y otros con cero emisiones de carbono son a menudo las formas más rentables de descarbonizar rápidamente la red, con ofertas recientes que van desde US\$40 a US\$80 por megavatio-hora. Estas plantas de energía renovable pueden emplear tecnología avanzada, como paneles solares fotovoltaicos (PV) de seguimiento solar y turbinas más grandes para la energía eólica y ubicarse donde el recurso renovable es más abundante. Para algunos tipos de energías renovables, como la energía eólica marina, la generación centralizada es la escala mínima rentable.

Las ciudades de todo el mundo han demostrado que pueden liderar la expansión masiva de las energías renovables centralizadas. En nuestro análisis modelamos la capacidad de las ciudades para ayudar a cambiar la mezcla total de la red hacia energías renovables más allá de los compromisos estatales o nacionales existentes hasta 2030, en función del éxito de ciudades como Copenhague, Melbourne y San Francisco.

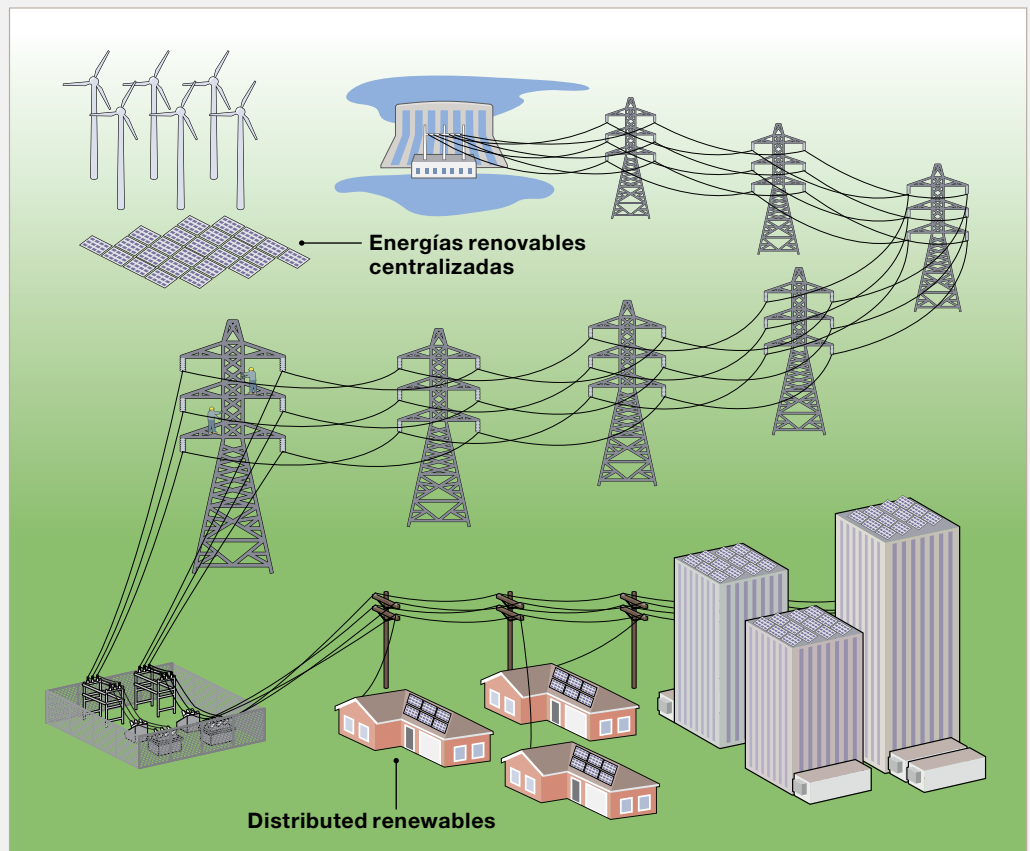
---

7 *Global trends in renewable energy investment 2017*, Frankfurt School, UNEP Collaborating Centre, 2017, fs-uneep-centre.org.

8 David Frankel, Aaron Perrine, and Dickon Pinner, "How solar energy can (finally) create value," octubre 2016, McKinsey.com ; Katherine Dykes, Maureen Hand, Eric Lantz, et al., *Enabling the SMART wind power plant of the future through science-based innovation*, National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2017, nrel.gov.

9 David Frankel, Aaron Perrine, and Dickon Pinner, octubre 2016, McKinsey.com.

Gráfico 5



**Energías renovables centralizadas**

Parques solares o eólicos a gran escala, u otra generación renovable fuera de la ciudad

**Energías renovables distribuidas**

Generación renovable a menor escala dentro de la ciudad, generalmente PV solar comunitaria o en la azotea

Ilustración de Vic Kullitín

**Habilitar la expansión inteligente de las energías renovables distribuidas.** Si bien las energías renovables centralizadas tienen economías de escala claras, las energías renovables distribuidas, como la energía solar fotovoltaica en la azotea y la de escala comunitaria, también tienen un papel importante a desempeñar. En situaciones donde las energías renovables centralizadas requerirían la construcción costosa de infraestructura de transmisión o distribución, las instalaciones más pequeñas, más cercanas o dentro de las ciudades pueden ser más económicas para los servicios públicos y potencialmente más rápidas de implementar. Por ejemplo, la empresa de servicios públicos de la ciudad de Nueva York, Con Edison, ha optado por invertir US\$200 millones en energías renovables distribuidas y tecnologías de reducción de la demanda, lo que le permite posponer la construcción de una nueva subestación de US\$1.2 mil millones.<sup>10</sup>

10 Gavin Bade, "ConEd Brooklyn-Queens non-wire alternative project installs first microgrid," *Utility Dive*, 14 de diciembre, 2016, [utilitydive.com](http://utilitydive.com).

La generación in situ, como PV solar en la azotea, cuando se combina con almacenamiento también in situ, puede ayudar a aliviar los picos en la demanda de energía —como durante los calurosos días de verano cuando los edificios de oficinas funcionan con aire acondicionado fuerte— que de otro modo podrían requerir un aumento costoso de la capacidad centralizada de carga máxima. Por ejemplo, los sitios disponibles para granjas solares o eólicas a gran escala pueden estar lejos de los centros urbanos, mientras que los sitios más pequeños cercanos pueden ser adecuados para proyectos a escala comunitaria o incluso instalaciones modestas a escala de servicios públicos.

La resiliencia energética también es una consideración importante para las ciudades, especialmente porque el cambio climático y otras amenazas a la resiliencia de la red empujan los límites de los sistemas centralizados. Las energías renovables distribuidas, combinadas con microrredes y almacenamiento de energía local, podrían permitir que las ciudades vuelvan a conectar la energía rápidamente después de desastres naturales y otras interrupciones en el servicio centralizado de electricidad. Las ciudades de bajos ingresos, donde las redes centralizadas a menudo son poco confiables y difíciles de expandir lo suficientemente rápido como para satisfacer las necesidades de electricidad de una población urbana en crecimiento, tienen un interés específico en las energías renovables distribuidas. Por ejemplo, en China e India la energía solar fotovoltaica residencial en la azotea está cerca de ser competitiva en relación a la energía generada por las centrales eléctricas de gas.<sup>11</sup> La energía solar también podría tener beneficios adicionales para la reducción de emisiones y la calidad del aire al reemplazar el queroseno para la iluminación y la cocina y hacer que los generadores diesel sean menos necesarios para la energía de respaldo.<sup>12</sup>

El costo de las energías renovables distribuidas continúa disminuyendo junto con las energías renovables centralizadas, e incluso las instalaciones pequeñas, como la energía solar residencial en la azotea, pueden amortizar las inversiones dentro de cinco a diez años. Esta tendencia hace que las energías renovables distribuidas sean una de las formas más rentables de reducir las emisiones de la ciudad, entre US\$40 a US\$150 por tonelada métrica de CO<sub>2</sub> equivalente, dependiendo de la disponibilidad regional y los costos laborales. Las instalaciones a escala comunitaria pueden mejorar aún más los costos a través de economías de escala y, cuando se combinan con microrredes y almacenamiento local, pueden mejorar la capacidad de recuperación de distritos enteros.

Sin embargo, es fundamental tener en cuenta las interrupciones significativas en la confiabilidad de la red que pueden ocurrir a niveles tan altos de generación distribuida, especialmente de un solo tipo de recurso renovable como el solar, a menos de que también se aborden problemas más amplios de integración de sistemas. Será esencial garantizar que la mezcla general de la red esté adecuadamente equilibrada y que el almacenamiento y otros mecanismos estén dispuestos para soportar la capacidad de envío suficiente y la flexibilidad del sistema para manejar las fluctuaciones en el suministro.

---

11 Sarah Martin, David Satterthwaite, Michael I. Westphal, et. al., *Powering cities in the global south: How energy access for all benefits the economy and the environment*, World Resources Institute, septiembre 2017, wri.org.

12 Sarah Martin, David Satterthwaite, Michael I. Westphal, et. al., World Resource Institute, septiembre 2017, wri.org.

## Derribando barreras: cómo es posible la aceleración

Las ciudades, las empresas de servicios públicos y los reguladores pueden aprovechar la disminución de los costos y la mejora de la disponibilidad de energías renovables para catalizar una rápida acumulación durante la próxima década. El método más directo es facilitar la inversión directa o la compra de energía renovable. La ciudad de Copenhague, por ejemplo, lanzó una cooperativa a través de su propia empresa de servicios públicos para invertir en un parque eólico de 40 megavatios a solo dos kilómetros de su costa. La cooperativa atrajo a más de ocho mil inversores en la comunidad local, lo que ayudó a superar la resistencia a construir una gran instalación de energía cerca. El productor nacional de energía de Dinamarca, Ørsted (anteriormente DONG Energy), también tiene una participación en la propiedad y la electricidad producida se vende a nivel nacional y dentro de Copenhague, lo que ayuda a Dinamarca a avanzar hacia su objetivo de suministrar el 50 por ciento de la electricidad total con energía eólica marina.<sup>13</sup>

Incluso las ciudades con condiciones menos favorables para las energías renovables han encontrado formas innovadoras de descarbonizar su suministro de electricidad. La ciudad de Melbourne en Australia recibe su suministro de energía de una empresa de servicios públicos que opera con un 90 por ciento de generación de carbón, los edificios altos dominan el núcleo de la ciudad y hay un potencial limitado para las energías renovables en *in situ*. También representa una pequeña porción de la demanda energética general de la región.<sup>14</sup> Trabajando dentro de la política nacional existente, la ciudad desarrolló un modelo grupal de adquisición de energía y unió fuerzas con otros gobiernos municipales, instituciones culturales y educativas y negocios en el área para comprar 110 gigavatios -horas de nueva electricidad renovable durante diez años.<sup>15</sup> Estos desarrollos son pequeños pasos iniciales en comparación con la magnitud de las nuevas energías renovables necesarias para 2030, pero apuntan a la viabilidad de que las ciudades tomen medidas a gran escala sobre la descarbonización.

Los servicios públicos y los gobiernos con visión de futuro han demostrado que pueden facilitar expansiones masivas de energías renovables dentro de un período de tiempo comprimido. Ørsted, por ejemplo, ha transformado su negocio de energía como parte del impulso nacional de Dinamarca para alcanzar el 100 por ciento de electricidad y calefacción renovables para 2035 y ya está en camino de lograr un 72 por ciento de mezcla de red renovable para electricidad en 2020.<sup>16</sup> Estos ejemplos pueden servir como plantilla para las colaboraciones entre la ciudad y los servicios públicos para acelerar la descarbonización de la red. Las ciudades deberán trabajar de manera proactiva con las empresas de servicios públicos en sus hojas de ruta de descarbonización y electrificación para garantizar que estos objetivos se incorporen a una planificación más amplia del sistema. Por ejemplo, las empresas de servicios públicos a menudo desarrollan planes de recursos integrados en ciclos de varios años, creando un tiempo de retraso entre las decisiones de inversión de una empresa de

13 "Wind turbine co-operatives (Middelgrunden Vindmøllelaug)," State of Green, consultado en 30 de octubre, 2017, [stateofgreen.com](http://stateofgreen.com); "DONG Energy celebrates 1000 wind turbines at sea," Ørsted, 25 de octubre, 2016, [orsted.com](http://orsted.com); "A world-leader in wind energy," Dinamarca: la página oficial de Dinamarca, noviembre 2015, [denmark.dk](http://denmark.dk).

14 "Cities100: Melbourne—Teaming up to buy renewable energy," Cities100, 30 de octubre, 2015, [c40.org](http://c40.org).

15 David L. Chandler, "MIT's solar plant is delivering on its promises," *MIT News*, 23 de marzo, 2017, [new.mit.edu](http://new.mit.edu); "Summit farms: Investing in off-site renewable energy," MIT Office of Sustainability, consultado en 30 de octubre, 2017, [sustainability.mit.edu](http://sustainability.mit.edu).

16 Peter Fairley, "Big customers demand 100 percent renewables—and utilities look set to deliver," *IEEE Spectrum*, 24 de agosto, 2017, [spectrum.ieee.org](http://spectrum.ieee.org).

---

Las ciudades deberán trabajar de manera proactiva con las empresas de servicios públicos en sus hojas de ruta de descarbonización y electrificación para garantizar que estos objetivos se incorporen a una planificación más amplia del sistema.

---

servicios públicos y un activo renovable que se conecta. Las líneas de comunicación abiertas también ayudan a las empresas de servicios públicos a verificar que las inversiones críticas en la red, como la transmisión y el almacenamiento, son suficientes para evitar escenarios de reducción costosos (donde los activos de generación renovable quedan inactivos debido a la falta de capacidad de la red). A medida que los propietarios cambian a tecnologías eléctricas, las empresas de servicios públicos, los reguladores y las ciudades también pueden trabajar juntos para dar forma a nuevos perfiles de demanda. Por ejemplo, las ciudades y los reguladores pueden colaborar para definir los precios basados en el tiempo para la carga de vehículos eléctricos como un incentivo para que los propietarios de vehículos eléctricos ayuden a suavizar, en lugar de exacerbar, los picos existentes en la demanda de electricidad.

### Cómo difieren las ciudades

La estrategia de una ciudad en la búsqueda de la descarbonización de la red eléctrica dependerá principalmente de dos factores: la geografía local, la infraestructura existente y el contexto regulatorio de la ciudad.

**Características de los recursos renovables.** El entorno natural dentro y alrededor de una ciudad configura la estrategia de su empresa de servicios públicos para las energías renovables: la cantidad de recursos solares, eólicos y otros recursos renovables disponibles para construir la combinación equilibrada necesaria para la estabilidad de la red; si es más económico construir proyectos a escala de planta de energía en áreas más remotas o instalaciones más pequeñas cerca o dentro de la ciudad y si el riesgo de inundaciones, tormentas u otros desastres naturales justifica un énfasis en los sistemas descentralizados. Las variaciones regionales en el costo y la disponibilidad de soluciones de energía renovable también influyen en la viabilidad de diferentes enfoques, incluidos los costos laborales y la experiencia en el diseño, desarrollo y operación de diferentes tipos de activos renovables.

**Infraestructura existente y estructura reguladora.** El punto de partida de los activos de servicios públicos y la política energética es importante: cuánta capacidad de transmisión ya existe (o está planificada) para conectar la ciudad con nuevas energías renovables centralizadas; si las estructuras de precios y las capacidades de red adecuadas pueden soportar altos niveles de energías renovables distribuidas; si las energías renovables podrían ayudar a evitar la construcción de nuevas plantas a carbón, petróleo o gas, o si la empresa de servicios públicos ya ha invertido recientemente en una nueva generación basada en fósiles y cómo la combinación actual de energías renovables dentro de los activos existentes de generación de energía afecta las decisiones en el futuro.

Donde las regulaciones estatales o nacionales proporcionan esquemas de precios estables y sostenibles para las energías renovables distribuidas, como la energía solar fotovoltaica, o permiten la propiedad cooperativa de las energías renovables centralizadas, las ciudades pueden hacer más para acelerar la inversión de las empresas y los propietarios de viviendas. El diseño inteligente de políticas para las energías renovables a escala comunitaria, como permitir a los desarrolladores vender energía por encima de los precios al por mayor para facilitar una tasa de rendimiento atractiva donde hay un valor adicional de energía solar para la red, puede ayudar a las ciudades a capturar tanto las ventajas a escala de la generación centralizada como las ventajas cercanas al consumidor de la generación *in situ*.

## Hojas de ruta ilustrativas 2030 por contexto de ciudad

Los siguientes ejemplos ilustran dos extremos del espectro en función del contexto específico de una ciudad.



**La geografía de una ciudad innovadora pequeña y de altos ingresos** proporciona un clima nublado (no tan bueno para la energía solar) pero abundantes recursos eólicos e hidroeléctricos fuera de los límites de la ciudad. Se enfoca en acelerar la generación centralizada, trabajando con su empresa de servicios públicos y recaudando capital a través de fuentes públicas y privadas para financiar suficiente capacidad eólica para descarbonizar su red en 30 puntos porcentuales adicionales. Incluso con el desafiante objetivo de 2030 de reducir las emisiones per cápita a la mitad de los niveles de 2015, esta ciudad logra más del 50 por ciento de su objetivo solo a través de la descarbonización de la red. La inversión total necesaria hasta 2030 es de alrededor de US\$600 per cápita y US\$130 por tonelada métrica de CO<sub>2</sub> equivalente, y el valor actual neto positivo (VPN) corresponde a los inversores en ahorro de energía y a la empresa de servicios públicos de la ciudad en inversiones de infraestructura evitadas.



**Una megaciudad de bajos ingresos** tiene abundantes recursos solares gracias a su geografía soleada. Su empresa está dispuesta a asociarse con la ciudad para descarbonizar la red, ya que ve una oportunidad de crecer más rápidamente y a un costo menor en comparación con la construcción de plantas de combustibles fósiles. Esta ciudad se enfoca en acelerar el almacenamiento distribuido de electricidad solar e *in situ*, trabajando con la empresa de servicios públicos para financiar instalaciones en terrenos disponibles y tejados elegibles en la ciudad, junto con las actualizaciones necesarias de la red y las inversiones en otro tipo de generación baja en carbono para equilibrar el sistema general. Estas medidas permiten a la ciudad satisfacer el 70 por ciento de las necesidades de electricidad de sus edificios con una combinación de energías renovables centralizadas y distribuidas y alcanzar aproximadamente el 40 por ciento de su objetivo de emisiones totales para 2030, manteniendo las emisiones absolutas estables incluso a medida que la población y el nivel de vida de la ciudad crecen. La inversión total necesaria hasta 2030 es de aproximadamente US\$280 per cápita y US\$30 por tonelada métrica de CO<sub>2</sub> equivalente, y el valor actual neto positivo (VPN) corresponde a una variedad de partes interesadas, incluidos los promotores de energía renovable y los contribuyentes.



## CAPÍTULO 2.2

# Optimizando la eficiencia energética en edificios

**Con millones de sistemas** de calefacción de espacios, aires acondicionados, agua caliente, luces, electrodomésticos y equipos, los edificios son los mayores consumidores de energía en la mayoría de las ciudades, así como los mayores emisores de carbono. En particular, la calefacción y la refrigeración representan del 35 al 60 por ciento del uso de energía en los edificios de todo el mundo y genera, en promedio, casi el 40 por ciento de las emisiones urbanas. Las ciudades pueden reducir significativamente sus emisiones de carbono al abordar no solo la eficiencia de los electrodomésticos y equipos en los edificios, sino también la eficiencia de los edificios comerciales y residenciales, incluidas las estructuras de gran altura y de poca altura. Con todas las oportunidades, las ciudades se beneficiarán al mejorar la disponibilidad de los datos de energía del edificio como una acción clave que permita un código bien informado o cambios en el equipo. Nuestro análisis indica que muchas ciudades pueden reducir aproximadamente entre el 20 y el 55 por ciento de la brecha total en sus objetivos de reducción de emisiones al mejorar la forma en que los edificios consumen energía, sin incluir oportunidades adicionales en electrodomésticos.

La aceleración enfocada de la eficiencia energética en edificios municipales, comerciales y residenciales requeriría inversiones iniciales significativas: alrededor de US\$20 a US\$100 por tonelada métrica de CO<sub>2</sub> equivalente, lo que se traduce en decenas de miles de millones de dólares en capital requerido hasta 2030 para una sola ciudad. Pero también tiene sentido económico: en conjunto, las inversiones en edificios más eficientes en términos de energía generalmente se pueden recuperar a través del ahorro de energía en 5 a 15 años para la mayoría de las ciudades, mientras continúan reduciendo los costos de energía, así como proporcionando espacios más resistentes y cómodos para vivir, trabajar y jugar para los residentes de la ciudad hasta 2050 y más allá..

### Las oportunidades

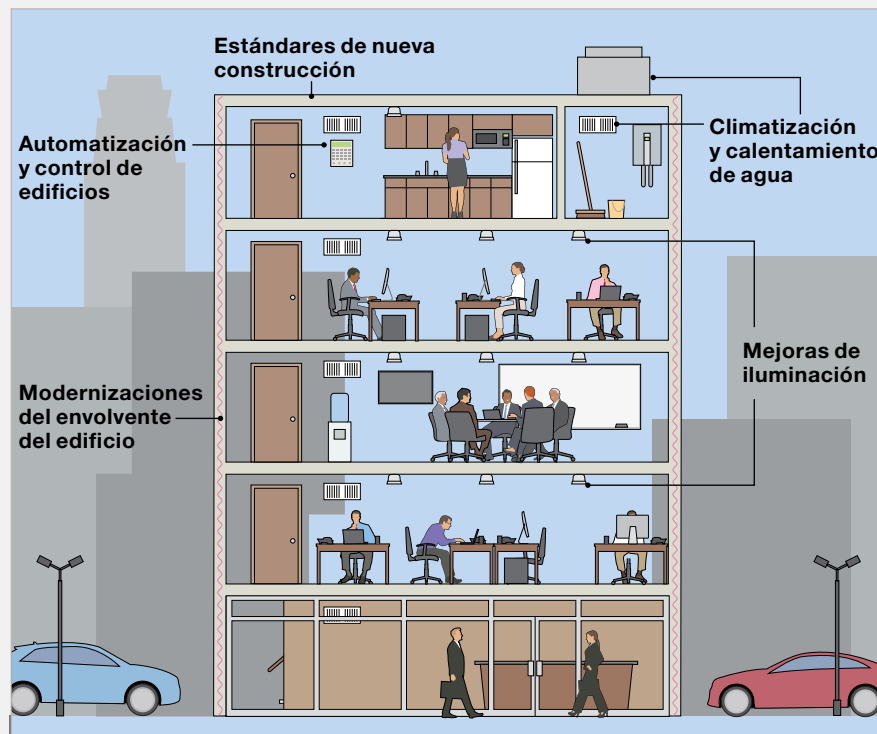
Para casi todas las ciudades, los avances en el diseño, los sistemas y la tecnología de los edificios ofrecen varias oportunidades para reducir el uso de energía y las emisiones: estándares más altos para nuevas construcciones, modernizaciones de envolventes de edificios, tecnologías de baja emisión de carbono para calefacción y refrigeración, LEDs para una iluminación más eficiente y automatización y controles para un mejor rendimiento energético (Gráfico 6). Todas estas oportunidades proporcionan un VPN positivo (los ahorros de energía con descuento durante la vida útil de la inversión exceden el costo inicial), especialmente cuando se agrupan para aprovechar los efectos sinérgicos. En algunos casos específicos, la calefacción a escala de distrito y el enfriamiento puede ser ventajoso. Estas condiciones se discuten en la sección sobre cómo difieren las ciudades.

**Elevar los estándares de eficiencia energética para nuevas construcciones.** Para cualquier ciudad, garantizar que las nuevas construcciones se adhieran a los principios de diseño energéticamente eficientes es una de las formas más simples de reducir las emisiones a largo plazo. Cada nuevo edificio construido con altos estándares es un edificio



menos que necesitaría someterse posteriormente a una modificación potencialmente costosa y perjudicial para cumplir con los requisitos de reducción de emisiones. Muchas ciudades ya están adoptando estándares de mayor eficiencia (o menores emisiones) para nuevos edificios, a menudo basados en un sistema de calificación o certificación existente. El Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED), el Método de Evaluación Ambiental del Edificio de Investigación de Edificios (BREEAM) y la Casa Pasiva (Passive House) son algunos de los sistemas más conocidos. Los principios de diseño considerados en estos programas incluyen hermeticidad, orientación espacial y el uso de materiales que optimizan el calentamiento solar natural en invierno y maximizan la sombra en verano (así como el uso de luz natural) y otras características que minimizan los requisitos generales de energía del edificio. Algunas ciudades también han optado por requerir tipos específicos de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) de eficiencia energética, como el calor irradiado en lugar de los sistemas centrales de aire forzado; otros han establecido requisitos de rendimiento e informes de energía que fomentan la adopción de sistemas de vanguardia. La planificación urbana y los requisitos

Gráfico 6



**Estándares de nueva construcción**

Estándares de ultra alta eficiencia para nuevas construcciones; puede incluir requisitos de rendimiento energético o el uso de materiales y tecnologías específicos

**Modernizaciones del envoltorio del edificio**

Actualización de paredes, techos, ventanas y puertas (p. Ej., Techos fríos, ventanas de alta eficiencia, aislamiento de paredes)

**Climatización y calentamiento de agua**

Actualización de los sistemas de calefacción de espacios, aire acondicionado y calefacción de agua (p. Ej., Bombas de calor eléctricas, aire acondicionado de alta eficiencia, calefacción solar de agua)

**Mejoras de iluminación**

Actualización de bombillas incandescentes y fluorescentes a LED

**Automatización y control de edificios**

Sistemas para optimizar y monitorear el uso de energía (p. Ej., Sensores de iluminación, termostatos inteligentes)

de zonificación también pueden promover un desarrollo de mayor densidad, que con el tiempo puede disminuir la demanda de energía del edificio en una cantidad igual o mayor que las mejoras de eficiencia por sí solas.<sup>17</sup>

En nuestro análisis, asumimos que los estándares de construcción de ultra alta eficiencia se aplicarían en el 50 al 100 por ciento de los edificios nuevos en cualquier año dado para la mayoría de los tipos de ciudad y estos lograrían un consumo de energía del 50 al 70 por ciento menor para 2030 en comparación con el inventario promedio existente. Estos ahorros de energía son relativamente conservadores ya que se ha demostrado que el diseño de edificios de ultra alta eficiencia reduce la demanda de calefacción y refrigeración hasta en un 90 por ciento y el uso general de energía hasta en un 75 por ciento.<sup>18</sup> Algunas ciudades ya han aplicado dichos estándares a una proporción aún mayor de nuevas construcciones: en 2011, después de varios años de financiar proyectos de demostración y construir el mercado, Bruselas aprobó un requisito para que todos los edificios nuevos se construyan con el estándar Passive House, así como cualquier modificación que actualice más de tres cuartos de un edificio.<sup>19</sup>

Bruselas también ha demostrado que el costo inicial de construcción según los estándares de Passive House puede ser comparable a la construcción de menor eficiencia: el costo promedio de los edificios residenciales es de US\$1,758 por metro cuadrado en comparación con US\$1,746 para la construcción tradicional, y Passive House ha demostrado ser más barato que los métodos de construcción tradicionales de edificios comerciales. Para nuestro análisis, asumimos una prima de costo del 10 por ciento más conservadora basada en investigaciones previas de McKinsey.<sup>20</sup> A medida que caen los costos de los materiales de construcción ecológicos, este costo inicial también disminuirá. Sin embargo, el costo sigue siendo un desafío para los desarrolladores de bienes raíces que operan en una industria altamente competitiva y fragmentada con márgenes muy estrechas y donde es difícil transferir costos adicionales.

**Acelerar las actualizaciones de los revestimientos de edificios existentes.** Para el inventario de edificios existente, la renovación de la envoltura —el techo, las paredes exteriores, las ventanas y las puertas que forman el espacio cerrado de un edificio— puede reducir la demanda de calefacción y refrigeración del edificio en aproximadamente un 40 por ciento y permitir que los edificios usen ventilación natural o instalen sistemas de HVAC más pequeños o evitar calentar y enfriar por completo, dependiendo del ambiente. Eliminar o instalar sistemas de aire acondicionado más pequeños también podría reducir significativamente la emisión de hidrofluorocarbonos (HFC), poderosos gases de efecto invernadero de los sistemas de enfriamiento. Una modificación completa incluye techos más fríos (que también reducen la temperatura ambiente en las áreas circundantes), aislamiento de pared mejorado,

---

17 Michail Fragkias, Burak Güneralp, Mukesh Gupta, et. al., "Global scenarios of urban density and its impacts on building energy use through 2050," PNAS, 22 de agosto, 2017, Volumen 114, Número 34, pnas.org.

18 "What is passive house?" New York Passive House, nypassivehouse.org.

19 Lenny Antonelli, "How Brussels went passive," *Passive House Plus*, 26 de octubre, 2016, passivehouseplus.ie.

20 Shannon Bouton, David Newsome, and Jonathan Woetzel, "Building the cities of the future with green districts," *McKinsey on Sustainability & Resource Productivity*, 2015, Volumen 3, pp. 49–55, McKinsey.com.

---

Para el inventario de edificios existentes, la renovación de la envoltura —el techo, las paredes exteriores, las ventanas y las puertas que forman el espacio cerrado de un edificio— puede reducir la demanda de calefacción y refrigeración del edificio hasta en un 40 por ciento.

---

mejor estanqueidad y ventanas de alta eficiencia. Además de ahorrar en costos de energía, las actualizaciones también mejoran la resiliencia urbana al mitigar los riesgos de temperaturas extremas para las personas y la propiedad en caso de interrupción del suministro eléctrico durante desastres naturales y caídas de tensión. Ciudades como San Francisco y Toronto han creado programas específicos para permitir a las comunidades de bajos ingresos adaptar sus hogares, como viviendas asequibles y edificios antiguos de apartamentos, mejorando la seguridad y reduciendo, en el proceso, los riesgos para la salud como la condensación interior y el moho.<sup>21</sup>

Las evaluaciones completas del edificio pueden revelar los costos y beneficios de las intervenciones revestimientos del edificio. Cuando las demandas de calefacción y refrigeración no justifiquen una modificación completa de la envoltura, acciones más simples como reemplazar ventanas y cambiar a techos frescos o verdes pueden lograr gran parte del potencial de ahorro de energía al tiempo que proporcionan mejores retornos financieros. Se ha demostrado que los techos fríos disminuyen la carga del aire acondicionado en aproximadamente un 10 por ciento y las ventanas de alta eficiencia pueden mejorar el rendimiento energético del edificio en un 20 por ciento.<sup>22</sup> Dado que las ventanas y los techos se reemplazan o reparan con más frecuencia que los edificios enteros, el ciclo de renovación más rápido permite que estas “mini-adaptaciones” generen ahorros de energía significativos para las ciudades. Las actualizaciones de la envoltura de los edificios generalmente se combinan con otras medidas, como la iluminación y el HVAC.

Nuestro análisis asume que la readaptación de los revestimientos por sí sola podría reducir la demanda de energía para calefacción y refrigeración en aproximadamente un 40 por ciento cuando la demanda sea razonablemente alta (comparable a los hallazgos del Departamento de Energía de los EE. UU.) y que las ciudades podrían atender del 80 al 90 por ciento de su inventario de edificios para 2030, como varias ciudades de Europa están en camino de hacerlo.

---

21 “Cities100: Toronto —Apartment retrofits prioritize resident well-being,” *Cities100*, 15 de noviembre, 2016, c40.org; “Cities100: San Francisco —Equitable retrofits lower energy bills,” *Cities100*, 15 de noviembre, 2016, c40.org.

22 “Cool roofing information for home and building owners,” Cool Roof Rating Council, consultado en 6 de noviembre, 2017, coolroofs.org; *Technology roadmap: Energy efficient building envelopes*, International Energy Agency, 2013, iea.org; “Benefits: Energy & cost savings,” Efficient Windows Collaborative, consultado en 6 de noviembre, 2017, efficientwindows.org; “How much can you really save with energy efficient improvements?” Energy.gov, 7 de octubre, 2016, energy.gov.

### **Actualizar los sistemas de HVAC y calentamiento de agua a tecnologías bajas en carbono-**

En ciudades con demandas significativas de calefacción y refrigeración donde las soluciones a escala de distrito no son apropiadas, otra gran oportunidad para reducir las emisiones de los edificios es acelerar la adopción de sistemas renovables y de alta eficiencia, como bombas de calor eléctricas, sistemas de aire acondicionado de alta eficiencia y sistemas de calentamiento de agua eléctricos o solares. Dado que la mayoría de los equipos de calefacción y refrigeración permanecen en funcionamiento durante 10 a 20 años o más, la actualización en el momento del reemplazo también puede asegurar futuros ahorros de emisiones más allá del plazo de 2030. A corto plazo, cambiar los sistemas de calefacción de gas natural o petróleo de baja eficiencia a los modelos de mayor eficiencia puede contribuir hasta el 10 por ciento del objetivo de emisiones de 2030 de una ciudad y ofrece un VPN positivo hoy. Dicha tecnología ya es obligatoria para los nuevos sistemas de climatización en algunos mercados, como en la Unión Europea.

En climas cálidos o templados, el uso de espacio en la azotea para el calentamiento solar de agua puede ser una solución de bajo costo y relativamente baja tecnología para reducir las emisiones de los edificios. En China, donde algunas ciudades han alcanzado una adopción casi universal en los techos adecuados, el costo de instalar un calentador de agua solar residencial puede ser tan bajo como US\$200–300. Si bien este costo es aún más alto que un calentador de agua eléctrico o de gas, los propietarios pueden conseguir períodos de recuperación de alrededor de tres años a través de ahorros en costos de electricidad o combustible al reemplazar un sistema no solar.<sup>23</sup>

En nuestro análisis, asumimos que la aceleración enfocada podría lograr tasas de actualización comparables con los niveles que las ciudades líderes ya están viendo con diferentes tecnologías de HVAC y calentamiento de agua. En las ciudades escandinavas de hoy, por ejemplo, las bombas de calor eléctricas representan el 55 por ciento de todas las ventas de sistemas de calefacción de edificios<sup>24</sup> Austria, por su parte, se ha comprometido a instalar tres millones de metros cuadrados de energía solar térmica para 2030, o 2.2 metros cuadrados per cápita, creando oportunidades de trabajo significativas en la economía local.<sup>25</sup>

**Cambio de la iluminación a los LED.** Dado que las renovaciones interrumpen la operación normal del edificio, los proyectos que abordan la eficiencia de calefacción y refrigeración a menudo se combinan con otras medidas de reducción de emisiones, lo que mejora el caso de negocios general y el tiempo de amortización de estas inversiones.

---

23 "Carrots and sticks boost renewables," WWF Global, 1 de marzo, 2012, [wwf.panda.org](http://wwf.panda.org); Umair Irfan, Kandy Wong, and E&E reporters, "Solar water heaters bloom on China's rooftops but not in the U.S.," *E&E News*, 2 de julio, 2013, [eenews.net](http://eenews.net).

24 Calculado con base en el ciclo de actualización de 20 años y entre 26–28 ventas por cada 1,000 hogares, según la fuente: Thomas Nowak European Heat Pump Association, European Heat Pump Summit 2015.

25 Bettina Auinger, Brigitte Branstätter, Gerhard Dell, et al., *Carrots, sticks, and tambourines: How Upper Austria became the world's leading solar thermal market*, O.Ö. Energiesparverband, diciembre 2010, [energiesparverband.at](http://energiesparverband.at).

La iluminación representa del 10 al 20 por ciento del consumo de energía en los edificios, con un porcentaje ligeramente mayor en los edificios comerciales que en los residenciales.<sup>26</sup> Cambiar a luces LED, que duran más y producen más luz por vatio, puede reducir la demanda de electricidad para la iluminación en un 30 por ciento en comparación con las luces fluorescentes y en un 80 por ciento en comparación con las bombillas incandescentes. Los costos de los LED han mejorado considerablemente en la última década y cada nueva bombilla (lámpara) puede pagar su costo inicial en ahorro de electricidad en menos de dos años al reemplazar las bombillas incandescentes.<sup>27</sup> Además de la oportunidad dentro de los edificios, las ciudades también pueden reducir las emisiones en el entorno construido al aire libre al convertir las farolas en LED. Amman, por ejemplo, está reemplazando 119,000 farolas con LED y espera reducir los costos de alumbrado público a la mitad como resultado.<sup>28</sup> Los Ángeles ha implementado 114,000 farolas LED hasta la fecha y ha reducido sus costos anuales de electricidad y mantenimiento en US\$7.5 millones y US\$2.5 millones respectivamente, todo mientras mejora la calidad de la iluminación.<sup>29</sup> En nuestro análisis asumimos que las actualizaciones de iluminación pueden lograr resultados similares a nuestro trabajo previo con ciudades individuales: un promedio de ganancia de eficiencia de iluminación del 50 por ciento, con el 85 por ciento de la iluminación interior y el 100 por ciento de las farolas con LED para 2030.

**Ampliar el uso de automatización y controles de edificios.** Incluso con la mejor tecnología, el rendimiento energético del edificio tiende a variar con el tiempo, especialmente cuando los ocupantes dejan las luces o los electrodomésticos encendidos o los modifican en exceso en los ajustes de calefacción y refrigeración. Los sistemas de automatización y control como termostatos adaptativos, sensores de iluminación y monitores de carga de enchufe ayudan a garantizar que los edificios sean cómodos y funcionales para los ocupantes, al tiempo que optimizan la eficiencia energética. Los sistemas de automatización de edificios también se pueden integrar con la generación de energía renovable en el sitio y con los programas locales de gestión de la demanda de servicios públicos, por ejemplo, ejecutando electrodomésticos como lavavajillas y secadoras en momentos en que la demanda total de energía es menor para mejorar aún más el perfil de emisiones de los edificios. En nuestro análisis, nuevamente basado en nuestro trabajo previo con ciudades individuales, asumimos que la automatización y los controles pueden lograr una reducción del 2 al 5 por ciento en el uso de energía de los edificios y que las ciudades pueden lograr la instalación en el 15 al 40 por ciento de los edificios para 2030. Estas oportunidades abordan las mayores fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero de los edificios en la mayoría de las ciudades. Las oportunidades adicionales pueden ser importantes para una minoría de ciudades, como pasar de la cocina a base de combustible a la eléctrica o baja en carbono, mejorar la eficiencia de los electrodomésticos y reducir las emisiones del sector industrial (ver recuadro “Eficiencia energética industrial”).

---

26 *Lighting Efficiency: Climate TechBook*, Pew Center on Global Climate Change, abril 2011, c2es.org.

27 Basado en el análisis de McKinsey.

28 “GAM signs deal to replace 119,000 street lights with LED unites,” *Jordan Times*, 11 de febrero, 2017, jordantimes.com.

29 Justin Gerdes, “Los Angeles saves millions with LED street light deployment,” *Forbes*, 25 de enero, 2013, forbes.com.

## Eficiencia energética industrial

En las ciudades con un gran sector industrial que contribuye en gran medida a las emisiones de carbono, es fundamental mejorar los procesos y la eficiencia energética en edificios e instalaciones industriales. La investigación de McKinsey muestra que las mejoras operativas industriales pueden reducir el consumo de energía en un 10 a 20 por ciento. Además, la inversión en tecnologías de eficiencia energética puede contribuir de un 30 a un 40 por ciento adicional y ahorrar miles de millones de dólares al año en costos de energía.<sup>1</sup> La mayoría de las industrias actualmente tienen al menos una solución de eficiencia energética comercialmente que podría reducir la demanda de energía en al menos 15 porcentaje por sí solo.<sup>2</sup> Las mejoras

operativas también pueden hacer un uso más eficiente de la energía, a menudo sin gastos adicionales de capital. Por ejemplo, al crear perfiles de carga de electricidad más predecibles, con menos picos en el uso de energía, las plantas industriales pueden evitar costosos cargos por demanda pico y ganar créditos al participar en programas de respuesta a la demanda con la empresa de servicios públicos.

---

1 Nicole Roettmer, Erik Schaefer, and Ken Somers, "Capturing the lean energy-efficiency opportunity in industrial and manufacturing operations," *Energy efficiency: A compelling global resource*, 2010, McKinsey.com.

2 Harsh Choudhry, Mads Lauritzen, Ken Somers, and Joris Van Niel, "Greening the future: New technologies that could transform how industry uses energy," agosto 2015, McKinsey.com.

## Derribando barreras: cómo es posible la aceleración

Muchas ciudades han estado trabajando para mejorar la eficiencia energética de los edificios durante algunos años y si bien algunos líderes han comenzado a desbloquear la verdadera escala de las oportunidades disponibles, queda mucho por hacer y hacerlo rápidamente. Las innovaciones recientes podrían ayudar a aprovechar esta oportunidad, especialmente si las ciudades trabajan juntas y comparten las lecciones aprendidas de sus esfuerzos. Creemos que la clave para capturar el ahorro de emisiones en los edificios es a través de iniciativas enfocadas a gran escala con el decidido compromiso de todos los actores necesarios. Nuestro análisis del potencial de reducción de emisiones en los edificios se basa en las tasas de renovación y actualización que las ciudades líderes están en camino de lograr para 2030 a través de programas coordinados y a escala.

**Demostrar liderazgo.** Las ciudades pueden liderar el camino hacia la eficiencia de la construcción al actualizar proactivamente sus propios edificios. Generalmente tienen un alto grado de control sobre sus propios edificios municipales y pueden avanzar rápidamente con modificaciones de eficiencia energética y medidas de reducción del consumo de energía, demostrando liderazgo y ahorrando dinero público en el proceso. Ciudades como Vancouver ya están exigiendo estándares netos de carbono cero para todos los edificios municipales nuevos.<sup>30</sup> Este tipo de iniciativas crea nuevos empleos locales, mejor salud para los residentes y usuarios del edificio y facturas de energía más bajas, así como emisiones reducidas.<sup>31</sup> Mientras tanto, Bogotá ha comenzado a comparar las emisiones de su red de

---

30 Johanna Partin and Michael Shank, "Because national governments won't, cities are pushing zero-energy buildings," *Fast Company*, 25 de marzo, 2016, fastcompany.com.

31 Pembina institute, "Vancouver's green buildings policy is good news for homeowners and renters," entrada de blog por Lee Loftus and Karen Tam Wu, 1 de mayo, 2017, pembina.org/blog.

hospitales públicos, lo que ya ha dado lugar a varios proyectos piloto, como instalaciones de calentamiento solar de agua que han disminuido el uso de energía, a pesar de un aumento significativo en los servicios hospitalarios prestados.<sup>32</sup>

**Evitar los ciclos de renovación natural.** La longevidad del material de construcción, que tiende a ser objeto de renovaciones importantes cada 30 a 50 años, es uno de los principales desafíos para acelerar las mejoras. Este marco de tiempo hace que el endurecimiento de los nuevos estándares de construcción sea una de las mayores oportunidades de reducción de emisiones en todas las ciudades, incluso cuando se aplica sólo a un subconjunto de nuevas construcciones (común en muchas ciudades hoy en día), e incluso con estimaciones conservadoras para ahorros de energía de estándares de ahorro de ultra alta eficiencia. Para abordar el inventario de construcción existente, las ciudades han tomado medidas para evitar los ciclos de renovación natural al vincular los requisitos de actualización a los desencadenantes más frecuentes, como los cambios en la propiedad. Por ejemplo, Nueva York exige que los propietarios de grandes edificios completen auditorías periódicas de energía y modernización de equipos, y brinda asistencia a través de su programa Retrofit Accelerator para los propietarios que desean realizar modificaciones más profundas como resultado.<sup>33</sup> Nueva York también anunció recientemente planes para introducir una tapa de combustible fósil en edificios de gran altura para acelerar la modernización de envolturas y las actualizaciones del sistema HVAC. En Tokio, un programa similar de Sistema de fijación de límites máximos e intercambio de los derechos de emisión para grandes edificios ya ha reducido las emisiones en un 22 por ciento en su primera fase<sup>34</sup>. En Shenzhen, 635 empresas y 197 grandes proyectos de infraestructura participan en un esquema de comercio de emisiones que ha logrado un 12,6 por ciento de reducción de emisiones, aun cuando la actividad económica ha crecido.<sup>35</sup>

Otro desafío de las mejoras de los edificios es que los proyectos de modernización son perjudiciales para los ocupantes, que a menudo necesitan reubicarse hasta que se complete el proyecto, lo que resulta en una pérdida de ingresos para los propietarios de los edificios. Sin embargo, las innovaciones en modernizaciones rápidas de revestimientos, como el modelo Energiesprong en los Países Bajos, permiten exteriores prefabricados que pueden acortar la duración del proyecto a semanas en comparación con el marco de tiempo normal de los meses. Dichos métodos minimizan las interrupciones para los ocupantes y mejoran drásticamente el argumento comercial para los propietarios de edificios.<sup>36</sup> Este enfoque basado en tecnología y operaciones puede ayudar a poner a las ciudades en camino a renovar del 20 al 30 por ciento de los edificios de baja altura para 2030.

---

32 "Cities100: Bogotá—Hospital program shrinks CO<sub>2</sub>, improves patient experience," *Cities100*, 15 de noviembre, 2016, c40.org.

33 "LL87: Energy audits & retro-commissioning," NYC Mayor's Office of Sustainability, consultado en 6 de noviembre, 2017, nyc.gov.

34 Arno Schmickler, "Energiesprong—making net-zero energy housing a reality," National Energy Foundation, 4 de noviembre, 2016, nef.org.uk; "What are net zero energy refurbishments?" Transition Zero, consultado en 6 de noviembre, 2017, transition-zero.eu

35 "Cities100: Shenzhen—Carbon trading decouples growth from climate impact," *Cities100*, 30 de octubre, 2015, c40.org.

36 Arno Schmickler, "Energiesprong—making net-zero energy housing a reality," National Energy Foundation, 4 de noviembre, 2016, nef.org.uk; "What are net zero energy refurbishments?" Transition Zero, consultado en 6 de noviembre, 2017, transition-zero.eu.

**Utilizar los modelos comerciales y financieros novedosos para mejorar el caso de negocios.** Un obstáculo común para las actualizaciones de eficiencia energética es financiero: las actualizaciones de edificios implican costos iniciales significativos, largos períodos de recuperación para las actualizaciones (hasta 20 a 25 años para la mejora del revestimiento, y significativamente más tiempo en casos difíciles) y el problema del “incentivo dividido” (por el cual los desarrolladores o propietarios invierten en mejoras de eficiencia energética, pero los ocupantes del edificio cosechan los ahorros de energía en sus facturas de servicios públicos). Desbloquear capital privado, trabajar con inversionistas como fondos de pensiones y compañías de administración de bienes raíces que tienen objetivos financieros a largo plazo y acortar los períodos de recuperación son enfoques clave para crear edificios que sean más eficientes en energía, más baratos de operar y mejores para vivir, trabajar y jugar. Combinar múltiples mejoras juntas puede reducir los costos de adquisición de clientes y permitir modificaciones profundas con reembolsos razonables. Por ejemplo, una renovación de un edificio que incluye la modernización del revestimiento junto con las actualizaciones de HVAC, calefacción de agua, iluminación y sistemas de automatización pueden amortizar las inversiones a través del ahorro de energía dentro de cinco a diez años. Los modelos de financiación innovadores también pueden superar el problema de incentivos divididos. Un ejemplo son los contratos de energía basados en el rendimiento, donde un tercero gestiona la instalación de soluciones bajas en carbono y luego optimiza continuamente los sistemas del edificio para garantizar que se obtengan todos los beneficios a cambio de una parte del ahorro de energía. El municipio de París ha tenido éxito en la modernización de 100 escuelas en una fase inicial bajo un modelo de criterios de desempeño ambiental y ahora está implementando el modelo más ampliamente.<sup>37</sup>

**Impulsar una mayor eficiencia y eliminación gradual de HVAC de combustibles fósiles.** Cuando la calefacción a base de combustibles fósiles prevalece en los edificios existentes, las ciudades han logrado reducciones aceleradas de emisiones a través de un enfoque doble: requerir sistemas de combustibles fósiles de alta eficiencia a corto plazo y poner en práctica medidas a largo plazo para eliminarlos y reemplazarlos por electricidad o tecnología renovable. Las ciudades escandinavas requieren que todos los sistemas basados en combustibles fósiles usen tecnología de alta eficiencia, como calderas de condensación y calentamiento de agua sin tanque, al tiempo que promueven alternativas aún más bajas en carbono, lo que resulta en aproximadamente el 35 por ciento de los edificios que usan bombas de calor eléctricas a partir de 2017.<sup>38</sup> estándares basados en el rendimiento de emisiones como los de Nueva York y Tokio ayudan a aumentar la adopción de HVAC de bajo carbono y calentamiento de agua sin dictar el uso de tecnología específica. Los mandatos de rendimiento de Nueva York también darán como resultado 40 muertes prematuras menos y 100 visitas menos a la sala de emergencias por año a través de una mejor calidad del aire y para 2030 habrá creado 17,000 nuevos empleos relacionados con la construcción.<sup>39</sup> Dada la larga vida útil de los equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado en los edificios, a menudo de 10 a 20 años o más, es esencial que las ciudades eliminen proactivamente las tecnologías basadas en combustibles fósiles

---

37 “Paris school retrofit project tackles energy efficiency,” *C40 Cities*, 18 de septiembre, 2014, [c40.org](http://c40.org).

38 Thomas Nowak European Heat Pump Association, European Heat Pump Summit 2015.

39 *1.5°C Aligning New York City with the Paris Climate Agreement*, C40 Cities, septiembre 2017, [nyc.gov](http://nyc.gov).





para 2030. Las ciudades pueden ayudar a construir el mercado y reducir el costo de las tecnologías de reemplazo a través de esfuerzos tales como incubadoras y programas piloto que proporcionan puntos de prueba para el mercado en general.

### Cómo difieren las ciudades

El potencial de reducción de emisiones de diferentes soluciones para edificios en una ciudad determinada depende en gran medida de tres factores: clima, inventario de edificios existentes y crecimiento.

**Clima.** No sorprende que el clima dicte los requisitos generales de calefacción y enfriamiento de una ciudad. Por ejemplo, los climas fríos tienen una gran diferencia entre las temperaturas exteriores e interiores confortables, por lo que el revestimientos de construcción se vuelven especialmente importantes para prevenir la pérdida de calor. Cuando las ciudades experimentan largos inviernos, sólo mejorar el rendimiento del revestimiento del edificio puede alcanzar alrededor del 5 al 10 por ciento de sus objetivos de reducción de emisiones para 2030. En climas cálidos donde la ventilación natural es insuficiente para enfriarse, el aire acondicionado de alta eficiencia se convierte en la mayor oportunidad, especialmente porque el cambio climático provoca olas de calor más frecuentes y más días en los que se requiere enfriamiento. En climas templados, los edificios a menudo se pueden diseñar para ventilación natural, evitando así el uso de aire acondicionado por completo.

**Inventario de construcciones existentes.** Entre más ineficientes sean actualmente los edificios (por ejemplo, debido al aislamiento y sellado inadecuados, la tecnología de calefacción y refrigeración más antigua o la automatización baja o mal calibrada), mayor es el potencial de ahorro de energía de las actualizaciones en eficiencia y mejor es el caso de negocios para inversiones bajas en carbono. Por ejemplo, las ciudades suburbanas más antiguas, que están dominadas por casas unifamiliares construidas con estándares de baja eficiencia, tienen emisiones per cápita más altas que las ciudades más densas con rascacielos más eficientes.

---

Los códigos de construcción y su estricta aplicación, las mejoras proactivas de la eficiencia energética y la planificación y desarrollo urbanos inteligentes son esenciales para garantizar que el crecimiento de la población y la prosperidad no conduzcan a uso desmedido de energía.

---

**Ingresos y crecimiento de la población.** Para las ciudades que esperan un rápido crecimiento de los ingresos o de población, y la agitación de la construcción de edificios y el mayor uso de energía que lo acompañan, los estándares de alta eficiencia para los edificios son imprescindibles para frenar las emisiones. Los residentes tienden a exigir más espacio interior per cápita y climas interiores controlados a medida que aumentan sus ingresos, y la construcción rápida a menudo ha llevado a diseños de mala calidad y edificios que tienen un bajo rendimiento en eficiencia energética. Los códigos de construcción y su estricta aplicación, las mejoras proactivas de la eficiencia energética y la planificación y desarrollo urbanos inteligentes son esenciales para garantizar que la creciente prosperidad y la población no conduzcan a la fuga del uso total de energía.

En algunas circunstancias, las ciudades de rápido crecimiento pueden usar calefacción y refrigeración del distrito (sistemas a gran escala construidos para servir a múltiples edificios) para proporcionar calefacción y refrigeración con bajas emisiones de carbono junto con la construcción rápida de edificios. Los sistemas de distrito son más económicos en lugares con alta demanda de calefacción y refrigeración, recursos gratuitos bajos en carbono como el calor residual industrial y lagos u océanos para enfriamiento, y un alto volumen de desarrollo dentro del área de servicio factible del sistema. Sky Tree Town de Tokio utiliza una combinación de bombas de calor y tanques de agua en su sistema distrital, reduciendo el uso de energía en un 44 por ciento y las emisiones de gases de efecto invernadero en un 50 por ciento en comparación con los sistemas individuales.<sup>40</sup> Las ciudades que ya cuentan con sistemas de energía distritales pueden considerar que ampliar la cobertura a nuevos edificios adicionales es especialmente rentable. El sistema de calefacción a vapor centralizado de Toronto, construido en la década de 1970, se amplió en 2004 para agregar capacidad de enfriamiento utilizando agua del lago Ontario. Para los edificios elegibles en Toronto, la conexión al sistema de enfriamiento del distrito cuesta entre un 10 y un 15 por ciento menos en costos operativos que las enfriadoras convencionales.<sup>41</sup>

---

40 JFS, "District heating and cooling of Tokyo sky tree area largely reduces energy use, CO<sub>2</sub> emissions," 29 de octubre, 2013, japanfs.org.

41 Gail el Baroudi, "An answer for the heat? Cool clear water," *The Globe and Mail*, 18 de julio, 2006, beta.theglobeandmail.com.

## Hojas de rutas ilustrativas 2030 por contexto de ciudad

Los siguientes ejemplos ilustran dos extremos del espectro en función del contexto específico de una ciudad.



**Una ciudad innovadora, pequeña y de altos ingresos**, con un clima frío, un crecimiento lento y, con frecuencia, edificios antiguos e históricos en el centro de la ciudad, se enfoca en acelerar dos oportunidades: modernizaciones del revestimiento de edificios existentes y actualización a sistemas de calefacción con bajas emisiones de carbono. Establece un modelo de “incubadora de reacondicionamiento” para apoyar las instalaciones piloto y escalar rápidamente las innovaciones para automatizar y estandarizar el proceso de reacondicionamiento de los revestimientos, lo que le permite mejorar el 95 por ciento de su inventario de edificios para 2030. Al mismo tiempo, la ciudad trabaja con el gobierno nacional para exigir un rendimiento mínimo de emisiones en sistemas HVAC y construir el mercado para nuevas soluciones —con miras a convertirse en un líder regional o global en tecnologías de construcción avanzadas. Las bombas de calor eléctricas crecen y representan la mitad de todos los sistemas de calefacción de espacios, y el 100 por ciento de los sistemas de calentamiento de agua son eléctricos o solares para 2030. Las reducciones de emisiones resultantes alcanzan aproximadamente el 3 por ciento del objetivo total de reducción de emisiones de 2030 de la ciudad. La inversión incremental total requerida hasta 2030 es de aproximadamente US\$11 mil millones, o alrededor de US\$4,000 per cápita y US\$100 por tonelada métrica de CO<sub>2</sub> equivalente, con un VPN positivo y una recuperación total de seis a ocho años.



**Una megaciudad de bajos ingresos**, con un clima cálido y un rápido crecimiento, se centra principalmente en establecer los estándares de Passive House para nuevas construcciones y renovaciones, incluidos los nuevos requisitos de eficiencia para los sistemas de aire acondicionado y alentar el desarrollo denso para las nuevas construcciones. La mitad de los edificios nuevos a partir de 2017 son entre un 50 y un 70 por ciento más eficientes que los edificios existentes y, a medida que la ciudad crece, estas estructuras llegan a representar un tercio completo del inventario total de edificios, contribuyendo con alrededor del 22 por ciento de las reducciones de emisiones totales necesarias para el objetivo 2030 de la ciudad. La inversión incremental total requerida hasta 2030 es de aproximadamente US\$12 mil millones, o alrededor de US\$550 per cápita y US\$20 por tonelada métrica de CO<sub>2</sub> equivalente, con un VPN positivo y una recuperación total de cinco a nueve años.



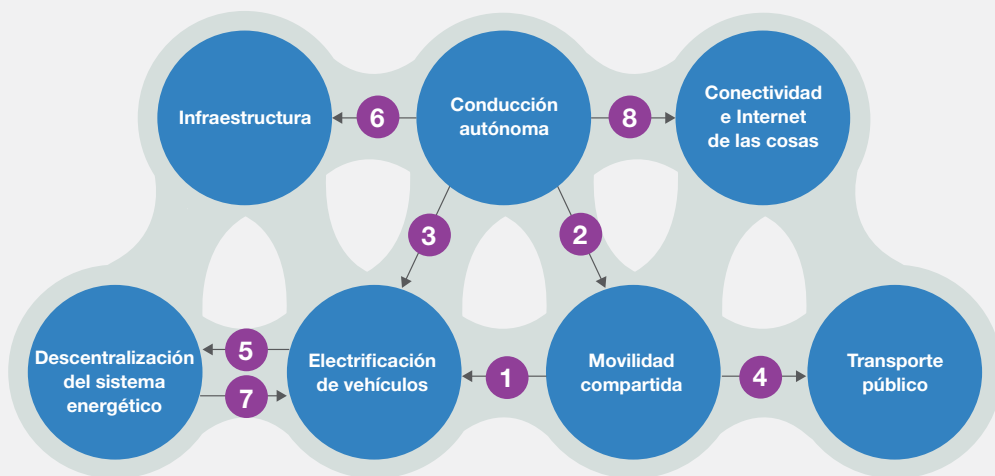
## CAPÍTULO 2.3

# Habilitando la movilidad de última generación

A medida que las ciudades lidian con el flujo de personas a los centros urbanos, la movilidad de personas y bienes se ha convertido en una de las preocupaciones más acuciantes para los funcionarios electos y los responsables políticos. La situación actual ya es insostenible en muchas ciudades pues la contaminación del aire local está alcanzando niveles peligrosos para la salud humana y la congestión del tráfico le cuesta hasta el 8 por ciento del PIB total de la ciudad en algunos centros urbanos.<sup>42</sup> Las ciudades simplemente no pueden darse el lujo de aceptar “negocios como siempre” cuando se trata de transporte.

<sup>42</sup> *TheCityFix*, “Study: Rio de Janeiro and São Paulo lost US\$43 billion from traffic congestion in 2013,” entrada de blog por Renato Lobo, 31 de julio, 2014, [thecityfix.com/blog](http://thecityfix.com/blog); *The future economic and environmental costs of gridlock in 2030*, Centre for Economics and Business Research, julio 2014, [ibttta.org](http://ibttta.org).

Gráfico 7 Tendencias clave



### Efectos que se refuerzan

- 1 Una actualización en la movilidad compartida acelerará la electrificación, así como la alta utilización favorece la economía de vehículos eléctricos.
- 2 Los vehículos autónomos podrían unir modelos de negocios de movilidad en una propuesta única, competitiva con la propiedad privada de vehículos y transporte público.
- 3 Los vehículos autónomos -privados y compartidos- probablemente aumentarán el consumo de movilidad, en cuyo caso los vehículos eléctricos ofrecen un costo de propiedad total menor.
- 4 La actualización en movilidad compartida afectará el transporte público.
- 5 La producción a escala de vehículos eléctricos acelerará la reducción en costos de batería, lo cual tendrá efectos múltiples.
- 6 Los vehículos autónomos tendrán un uso diferente y por lo tanto tienen otros requerimientos para la infraestructura de cambio.
- 7 El aumento en la generación de energía renovable hará a los vehículos eléctricos más atractivos como forma de reducir la intensidad de carbono en el sector transporte.
- 8 Los vehículos autónomos pueden acelerar la tasa de consumo de aplicaciones Internet of Things.

Fuente: Bloomberg New Energy Finance y equipo de análisis de Future of Mobility

Afortunadamente, al mismo tiempo, múltiples tendencias que se refuerzan mutuamente en la movilidad y la planificación del uso del suelo están comenzando a transformar la experiencia de moverse en las ciudades. La industria del transporte ya se está reorientando a esta nueva realidad: los fabricantes de automóviles, las compañías de petróleo y gas, los servicios públicos y los proveedores de infraestructura asumen por igual que los automóviles y camiones se utilizarán en formas dramáticamente diferentes en el futuro. El gráfico 7 muestra cómo algunas de estas tendencias probablemente interactuarán: por ejemplo, la conducción autónoma podría acelerar la creación de nuevos modelos de negocios para movilidad compartida de bajo costo, lo que podría complementar las ofertas de transporte público.

Para aprovechar estas tendencias y reducir las emisiones, las ciudades necesitarán dar forma proactiva al panorama de la movilidad para garantizar que haya una variedad de opciones asequibles y atractivas disponibles para todos. Para muchas ciudades las oportunidades en esta área de acción pueden comprender del 20 al 45 por ciento de las reducciones de emisiones necesarias para 2030, según el contexto de la ciudad. En el proceso, estos esfuerzos pueden transformar la calidad de vida de los residentes reduciendo el tiempo perdido por la congestión, aliviando la contaminación del aire local y los efectos de salud asociados y liberando bienes inmuebles valiosos de la ciudad.

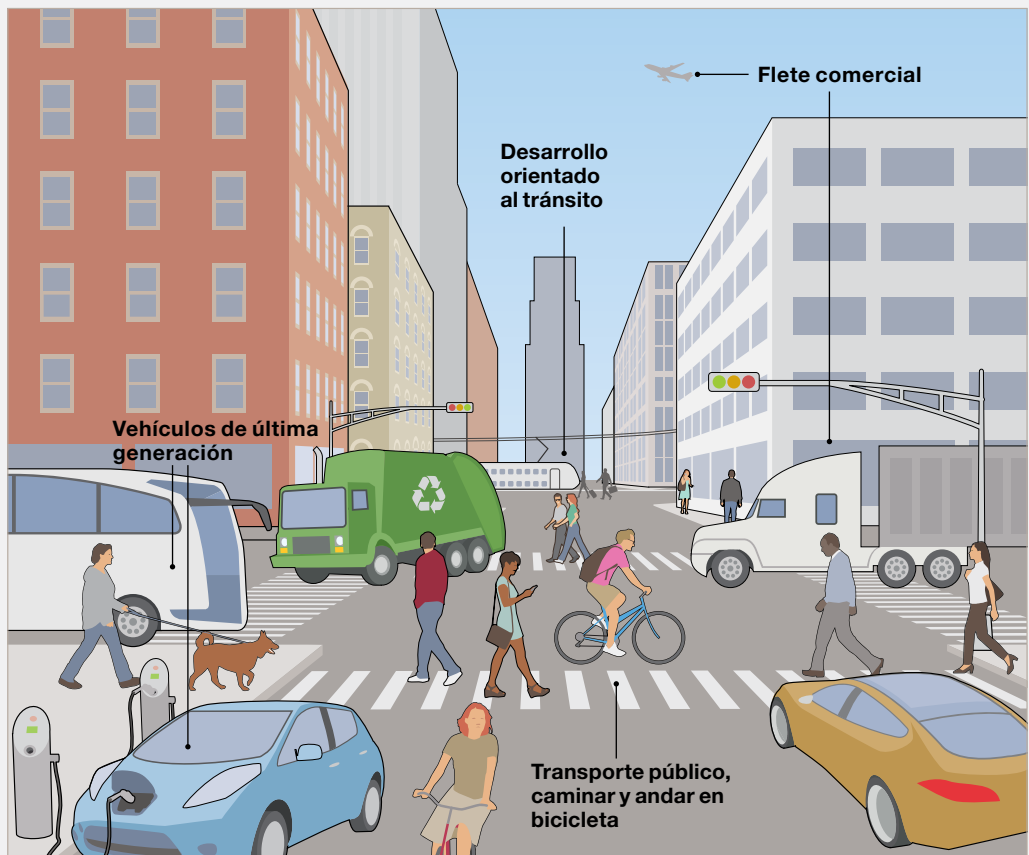
## Las oportunidades

La movilidad de última generación abarca no sólo los modos de transporte que los residentes de la ciudad utilizan para llegar de un punto a otro, sino también el diseño y desarrollo de los centros urbanos. Limitar las emisiones del flujo de viajeros y bienes en una ciudad es un desafío complejo, pero puede abordarse a través de cuatro oportunidades principales (gráfico 8).

**Acelerar el desarrollo orientado al tránsito.** Los vehículos limpios, conectados y compartidos abrirán nuevas posibilidades de movilidad dentro de una ciudad, especialmente en combinación con mejoras en la infraestructura de transporte y el entorno urbano. La planificación y el desarrollo urbano pueden lograr un ciclo virtuoso para las ciudades al bloquear las emisiones más bajas a medida que se construyen edificios, sistemas de transporte y otra infraestructura para una mayor eficiencia, y una mayor densidad de población hace posible una gama de soluciones de movilidad. Por ejemplo, un desarrollo más denso en el centro de la ciudad y cerca de los nodos de empleo puede reducir el tiempo promedio de viaje, particularmente cuando se combina con mejoras para peatones y bicicletas e inversiones en infraestructura de tránsito. Una masa crítica de pasajeros potenciales en un área mejora el caso de negocio para sistemas como el transporte público, los vehículos compartidos y las redes de carga de vehículos eléctricos

Estos desarrollos también pueden ser rentables para una ciudad con las estructuras de financiación adecuadas. Por ejemplo, las áreas alrededor de las estaciones de ferrocarril de Tokio cuentan con densas comunidades de usos múltiples, lo que las convierte en modelos de desarrollo orientado al tránsito financieramente exitosos. Los operadores de metro están en el centro de este desarrollo, y obtienen mayores beneficios financieros al diversificarse en bienes raíces, minoristas y muchas otras empresas que transforman las estaciones de metro

Gráfico 8



**Desarrollo orientado al tránsito**

Desarrollo denso, de uso mixto y transitable con conectividad de tránsito

**Transporte público, caminar y andar en bicicleta**

Infraestructura para soportar un mayor uso de alternativas a los vehículos privados (por ejemplo, carriles para bicicletas protegidos, tránsito rápido de autobuses)

**Vehículos de última generación**

Autos eléctricos, camiones, autobuses y otros vehículos con características conectadas, compartidas y autónomas.

**Flete comercial**

Cambios en las operaciones y tecnologías para agilizar el tráfico comercial (por ejemplo, entrega nocturna, centros de consolidación urbana, casilleros de paquetería)

Ilustración de Vic Kulihlin

en “centros de atracción” dentro de los distritos donde se encuentran.<sup>43</sup> De manera similar, la Ciudad de Johannesburgo está invirtiendo en Corridors of Freedom, una estrategia de desarrollo orientada al transporte para vincular nodos de desarrollo de uso mixto a lo largo de las arterias de transporte. Este enfoque de desarrollo está diseñado no sólo para reducir los costos generales de servicio de la ciudad, sino también para acercar a los ciudadanos a empleos y servicios, aumentar el acceso a oportunidades de vivienda asequible e impulsar la conectividad general y las oportunidades para el desarrollo económico.<sup>44</sup>

43 John Calimente, “Rail integrated communities in Tokyo,” *Journal of Transport and Land Use*, 2012, Volumen 5, Número 1, pp. 19–32, [jtl.u.org](http://jtl.u.org).

44 “Development planning, Joburg, my city, our future,” updated on 16 de agosto, 2017, [joburg.org.za](http://joburg.org.za); “TOD will improve quality of life,” Johannesburg Development Agency: Building a better city, [jda.org.za](http://jda.org.za).

De hecho, hemos encontrado que la densificación a través de la planificación inteligente es una de las mayores oportunidades para reducir las emisiones de transporte, especialmente en las ciudades de rápido crecimiento. Esto se debe en gran parte del incremento de la densidad tiende a aumentar la cantidad de personas que caminan, andan en bicicleta y viajan en transporte público, particularmente en áreas que ya tienen transporte público accesible.<sup>45</sup> Según este hallazgo, nuestro análisis muestra que elevar la densidad de población promedio por kilómetro cuadrado entre 3 a 10 por ciento puede contribuir con entre el 5 al 15 por ciento de las reducciones de emisiones necesarias para 2030. Más allá de estos beneficios a corto plazo, la planificación del uso del suelo y el desarrollo denso también aseguran patrones de desarrollo positivos que reducen las emisiones a largo plazo mejoran el acceso equitativo y apoyan el desarrollo económico para décadas por venir.

**Fomentar el transporte público, caminar y andar en bicicleta.** Para capturar todo el potencial de reducción de emisiones, las ciudades deberán garantizar que caminar, andar en bicicleta y el transporte público sigan siendo opciones accesibles y atractivas para moverse por la ciudad.

Mejorar la cobertura y la experiencia de transporte masivo puede ayudar a atraer pasajeros a formas de transporte motorizado con bajas emisiones de carbono, como autobuses y servicios ferroviarios, especialmente en ciudades con bajas tasas de propiedad de automóviles. Múltiples factores influyen en las decisiones que las personas toman respecto a tomar el transporte público, incluyendo frecuencia, seguridad, confiabilidad, limpieza y conveniencia del servicio. Las ciudades pueden realizar mejoras específicas en el transporte público, como introducir BRT en las arterias principales, renovar las estaciones principales para mejorar la seguridad o agregar estaciones para aumentar el acceso a las áreas desatendidas. Por ejemplo, en 2002 Boston agregó cuatro nuevas estaciones a una línea de tren, la línea Fairmount/Indigo, que se extiende entre el distrito central de negocios y las afueras del sur de la ciudad, que es una de sus áreas más pobres y densamente pobladas. Esta extensión no solo aumentó la cantidad de pasajeros en transporte público sino que también estimuló la revitalización de áreas a lo largo de la ruta, con corporaciones de desarrollo comunitario comprando y reconstruyendo más de 1,500 unidades de vivienda, desarrollando 780,000 pies cuadrados de espacio comercial y creando más de 1,300 empleos.<sup>46</sup> Del mismo modo, la ciudad sudafricana de Tshwane introdujo una ruta BRT dedicada con autobuses de bajas emisiones para proporcionar a los residentes en las afueras de la ciudad un acceso más rápido y confiable al centro de la ciudad. Consciente de que la ruta reemplazaría los sistemas informales existentes de transporte en minibús, la ciudad ofreció una compensación financiera y una participación de los accionistas en la nueva BOC (compañía operadora de autobuses) a los desplazados por las actualizaciones.<sup>47</sup> En Addis Abeba, donde el transporte representa el 47 por ciento de las emisiones totales y la red eléctrica es alimentada casi exclusivamente por energías renovables, un nuevo sistema de tren ligero ha duplicado la velocidad de transporte promedio en la ciudad y ha creado más de 1,100 empleos, al mismo tiempo que reduce contaminación del aire local.<sup>48</sup>

---

45 *Land use impacts on transport: How land use factors affect travel behavior*, Victoria Transportation Policy Institute, julio 2017, [vtpi.org](http://vtpi.org).

46 Shannon Bouton, David Cis, Lenny Mendonca, Herbert Pohl, Jaana Remes, Henry Ritchie, and Jonathan Woetzel, *How to make a city great*, McKinsey Cities Special Initiative, 2013, [McKinsey.com](http://McKinsey.com).

47 "Cities100: Tshwane—Creating a reliable alternative to informal transit," *Cities100*, 30 de octubre, 2015, [c40.org](http://c40.org).

48 "Cities100: Addis Ababa—Sub-Saharan Africa's first light-rail train," *Cities100*, 15 de noviembre, 2016, [c40.org](http://c40.org).

---

Para alentar aún más el transporte público, caminar y andar en bicicleta, las ciudades pueden introducir medidas tales como peajes automáticos, aperturas dinámicas de carriles, estacionamientos reducidos o de precio dinámico en áreas congestionadas y designar zonas para el transporte no motorizado.

---

Las ciudades pueden fomentar el transporte no motorizado haciendo que caminar y andar en bicicleta sean más atractivos, particularmente en áreas densas y orientadas al tránsito. Nuestro análisis muestra que mejorar la infraestructura para caminar y andar en bicicleta con equipamientos como carriles para bicicletas y aceras protegidas, espaciosas y convenientemente ubicadas puede lograr entre un 5 a 15 por ciento adicional del objetivo de reducción de emisiones para 2030. Estos modos de transporte físicamente activos tienen beneficios adicionales: la investigación muestra que mejorar la capacidad de caminar en un 5 por ciento no solo puede reducir el millaje del vehículo en aproximadamente un 6.5 por ciento, sino que también contribuye a mejorar la salud de las personas.<sup>49</sup>

Para alentar aún más el transporte público, caminar y andar en bicicleta, las ciudades pueden introducir medidas tales como peajes automáticos, aperturas dinámicas de carriles, estacionamientos reducidos o de precio dinámico en áreas congestionadas y designar zonas para el transporte no motorizado. Cuando existen alternativas atractivas para los automóviles privados para viajes específicos, estas medidas de gestión de la congestión pueden servir para orientar a los viajeros a elegir formas de movilidad con baja emisión de carbono y mayor ocupación, así como reducir las emisiones de los automóviles que permanecen inactivos en la congestión. Estocolmo introdujo un cargo por congestión en 2006, y esta medida (combinada con la extensión del transporte público) ha logrado una reducción sostenida del 20 por ciento en el tráfico de vehículos.<sup>50</sup> La zona de congestión de Londres ha reducido las emisiones de carbono entre un 15 a 20 por ciento y las partículas finas y dióxido de nitrógeno (NOx) en un 10 por ciento.<sup>51</sup>

Al igual que el desarrollo orientado al transporte público, las inversiones en infraestructura para fomentar el transporte público así como caminar y andar en bicicleta generalmente requieren un gasto neto de capital por parte de las ciudades y otras agencias gubernamentales. Sin embargo, estos desembolsos son netos positivos desde una perspectiva económica más

---

49 William Bachman, Terry L. Conway, Lawrence D. Frank, et al., "Many pathways from land use to health: Associations between neighborhood walkability and active transportation, body mass index, and air quality," *Journal of the American Planning Association*, marzo 2006, Volumen 72, Número 1, pp. 75–87, [researchgate.net](http://researchgate.net).

50 Eric Jaffe, "A blueprint for beating traffic," CityLab, 15 de diciembre, 2011, [citylab.com](http://citylab.com)

51 Ed Pike, *Congestion charging: Challenges and opportunities*, The International Council on Clean Transport, abril 2010, [theicct.org](http://theicct.org).



amplia. Los peajes y el estacionamiento con precios dinámicos pueden generar ingresos, al igual que las tarifas de transporte público y los pagos a los servicios de bicicletas compartidas y reducir el estrés en la infraestructura vial. Cuando los aspectos económicos tienen sentido, las asociaciones público-privadas se pueden utilizar para financiar estas inversiones. Sin embargo, los beneficios económicos adicionales son más difíciles de cuantificar a medida que se acumulan para los residentes y las empresas de la ciudad en forma de mayor tráfico peatonal en áreas comerciales minoristas, mayor productividad debido a la reducción de la congestión del tráfico y de los tiempos de viaje y una mejor calidad de vida que aumenta el valor de las propiedades y atrae nuevos negocios y residentes a la ciudad.

**Habilitar vehículos de última generación.** Cuatro tendencias industriales interrelacionadas podrían ayudar a marcar el comienzo de una era de movilidad fluida con bajas emisiones de carbono: electrificación de vehículos, movilidad compartida (por ejemplo, flotas de vehículos compartidos, servicios de llamadas electrónicas, transporte a pedido de furgonetas y minibuses y agrupación de carga), vehículos autónomos (AV) y conectividad inalámbrica que permite la comunicación entre vehículos y con la infraestructura de transporte más amplia. Estas tendencias se refuerzan entre sí a medida que se desarrollan. Por ejemplo, la tecnología conectada y autónoma podría reducir el costo de las soluciones de movilidad compartida, como los servicios de llamadas electrónicas, que podrían operar sin conductores y despachadores. Los vehículos eléctricos tienen un costo total de propiedad (TCO) más bajo que los vehículos de combustibles fósiles, lo que hace que la electrificación sea especialmente atractiva para la movilidad compartida y los servicios de entrega autónomos. Mientras tanto, la conectividad entre los automóviles y la infraestructura no solo permite la autonomía, sino también un conjunto completo de otras soluciones que pueden mejorar el flujo de tráfico, incluido el enrutamiento lejos de la congestión en tiempo real y los semáforos inteligentes. Junto con estas nuevas tendencias tecnológicas, el ahorro de combustible cada vez mayor en los vehículos convencionales de combustión interna desempeñará un papel importante, contribuyendo alrededor de entre el 10 al 25 por ciento de las reducciones de emisiones totales necesarias para 2030. En total, la aceleración de estas tendencias podría contribuir con entre el 20 al 45 por ciento de las reducciones de emisiones totales dependiendo del contexto de la ciudad.

Hasta que la red esté completamente descarbonizada, todos los vehículos motorizados contribuirán con las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, para la mayoría de las ciudades, los vehículos eléctricos tendrán un perfil de emisiones más bajo que los vehículos de combustión interna comparables y ofrecerán el beneficio adicional de reducir la contaminación del aire local relacionada con el transporte (como partículas y óxido de nitrógeno) y el ruido en las calles de la ciudad. A medida que los vehículos eléctricos se vuelven más disponibles y competitivos en TCO, las ciudades pueden lograr la electrificación de hasta el 12 por ciento del parque de vehículos total para 2030 y contribuir a una reducción de emisiones de hasta el 20 por ciento hacia una trayectoria de 1.5°C al acelerar la electrificación de las instalaciones privadas, comerciales, y vehículos de transporte público.

A medida que los modelos de EV estén más disponibles y sean más asequibles, podrían alcanzar hasta casi el 30 por ciento de las ventas de vehículos nuevos para 2030, aunque es poco probable que esta aceptación sea uniforme;<sup>52</sup> ciudades que quieran lograr una mayor aceptación probablemente tendrán que emprender esfuerzos más amplios. De hecho, con los incentivos de la ciudad, los vehículos eléctricos podrían representar hasta el 50 por ciento de las ventas de vehículos nuevos en este período de tiempo. Además, la investigación de McKinsey indica que otras nuevas tendencias de movilidad también comenzarán a establecerse para 2030: hasta el 10 por ciento de los automóviles vendidos podría ser un vehículo compartido y hasta el 15 por ciento de los automóviles nuevos vendidos ese año podrían ser totalmente autónomos. Dado el carácter reforzador de las cuatro tendencias de movilidad descritas anteriormente, un crecimiento significativo en vehículos compartidos, AV y conectividad probablemente conducirá a mayores tasas de adopción de EV (ver barra lateral, “Vehículos autónomos”)

Los autobuses son los principales candidatos para las ciudades. Las flotas administradas son particularmente adecuadas para la electrificación, ya que los vehículos se pueden tornar fuera de línea para cargar según sea necesario y seguir rutas fijas para que las ubicaciones de las estaciones de carga se puedan optimizar. Las ciudades con grandes flotas de autobuses pueden lograr entre el 1 a 3 por ciento de reducción de emisiones objetivo al convertir todos los autobuses a modelos eléctricos para 2030.

---

52 Shannon Bouton, Eric Hannon, Stefan Knupfer, Detlev Mohr, Timo Moeller, Jan Tijs Nijssen, Surya Ramkumar, Swarna Ramanathan, Christer Tryggestad, and Colin McKerracher, Itamar Orlandi, Michael Wilshire, *An Integrated Perspective on the Future of Mobility*, a joint report from McKinsey & Company and Bloomberg New Energy Finance, octubre 2016, McKinsey.com.

## Vehículos autónomos

Desde una perspectiva de emisiones, el principal beneficio potencial de la tecnología totalmente autónoma será la de mejorar los flujos de tráfico en toda la ciudad. No solo se trata de acelerar la adopción de vehículos eléctricos. Este “efecto de flota” resulta de la capacidad que tienen los VA para identificar rápidamente rutas alternativas a arterias congestionadas, gestionar mejor la aceleración y el frenado, conducir más rápido y más cerca y mejorar el comportamiento de la conducción humana. Según los anuncios de los principales fabricantes de automóviles, los

VA estarán disponibles comercialmente a partir de 2020. Sin embargo, incluso con una adopción rápida, es poco probable que los VA alcancen la masa crítica necesaria para generar un efecto de flota sustancial en las ciudades antes de 2040. Mientras tanto, la recopilación de datos robustos de los programas piloto de esta tecnología naciente será esencial para comprender su impacto potencial en el tráfico de la ciudad, en la seguridad y la productividad de los residentes; y en mejores estrategias para configurar el uso de VA para lograr el máximo beneficio para los residentes y para el clima.

**Habilitar el transporte y la entrega de carga de última generación.** Las ciudades donde la logística y las entregas son importantes contribuyentes a las emisiones pueden trabajar con el sector privado para descarbonizar las cadenas de suministro y transformar la carga comercial. Si bien el transporte de carga de larga distancia, que generalmente se realiza fuera de los centros urbanos, es más difícil de influenciar directamente por las ciudades, pueden trabajar con empresas y empresas de logística para implementar estrategias para reducir drásticamente las emisiones de la entrega urbana hasta la puerta. Una solución integrada que incorpora elementos tales como entregas nocturnas, armarios de paquetería y vehículos de entrega eléctrica puede compensar entre el 60 y el 70 por ciento de las contribuciones de emisiones de entregas de empresa a empresa y de empresa a consumidor.<sup>53</sup> Las empresas a menudo están más que dispuestas a colaborar. En Hamburgo, por ejemplo, UPS trabajó con funcionarios de la ciudad para apoyar el objetivo de que no haya vehículos motorizados en el centro de la ciudad. El proveedor de logística incluso diseñó un triciclo asistido eléctricamente para llevar paquetes desde y hacia un remolque central de paquetería. UPS estima que esta solución ha reducido las emisiones en más de 70 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> equivalente en la ciudad.<sup>54</sup>

## Derribando barreras: cómo es posible la aceleración

Los vehículos de pasajeros tienden a representar la mayor oportunidad en la mayoría de las ciudades, ya que generalmente son el tipo de vehículo dominante en la carretera; en los Estados Unidos, son responsables de alrededor del 70 por ciento de las emisiones totales del transporte por carretera.<sup>55</sup> Los vehículos compartidos en particular (taxis y automóviles utilizados para servicios de llamadas electrónicas como Lyft y Uber) tienen un potencial particularmente alto para acelerar la electrificación y reducir las emisiones. Estos vehículos tienen una mayor utilización y, como resultado, ciclos de vida más cortos, un hecho que ya contribuye a la tendencia de los vehículos compartidos a ser modelos más nuevos y más eficientes en combustible. La electrificación se ve alentada por los menores costos de operación y mantenimiento en comparación con los motores de combustión interna tradicionales, lo que lleva a un menor costo total de propiedad. Mediante una combinación de electrificación y mayor eficiencia de combustible, nuestro análisis indica que los vehículos compartidos como grupo serán hasta un 25 por ciento más eficientes energéticamente que los vehículos personales para 2030.

Las ciudades pueden impulsar aún más la adopción de vehículos eléctricos a través de un tratamiento preferencial como carriles de conducción o estacionamiento designados, subsidios, zonas de cero emisiones y lugares convenientes fáciles de encontrar para la carga. Por ejemplo, la creación de zonas de bajas emisiones, en las que se excluyen los vehículos de altas emisiones, podría ayudar a fomentar el cambio a vehículos de bajas emisiones. Más de 220 ciudades y pueblos en 14 países de Europa han implementado o planean implementar

---

53 Shannon Bouton, Eric Hannon, Linda Haydamous, Bernd Heid, Stefan Knupfer, Tomas Naucler, Florian Neuhaus, Jan Tijs Nijssen, and Swarna Ramanathan, *An integrated perspective on the future of mobility part II: Transforming urban delivery*, McKinsey Center for Business and Environment, septiembre 2017, McKinsey.com.

54 "Sustainability solutions," UPS, ups.com.

55 "Fast facts on transportation greenhouse gas emissions," *Green Vehicle Guide*, United States Environmental Protection Agency, epa.gov.



tales zonas.<sup>56</sup> Otro factor importante en las decisiones de los consumidores para comprar vehículos eléctricos es la infraestructura de carga. Las ciudades pueden ayudar a promover el conocimiento de la red de cobro existente para promover la adopción de vehículos eléctricos, ya sea en lugar o como complemento de otras medidas, como subsidios directos o incentivos, como el estacionamiento premium gratuito

También se pueden diseñar nuevas tecnologías de movilidad y modelos comerciales para garantizar que las medidas destinadas a reducir la congestión y las emisiones no tengan un impacto desproporcionado en los ciudadanos de bajos ingresos. Por ejemplo, Los Ángeles está lanzando una flota de vehículos compartidos con vehículos eléctricos en comunidades de bajos ingresos con poco acceso de tránsito para ayudar a mejorar las condiciones ambientales y sus perspectivas económicas.<sup>57</sup> Del mismo modo, los servicios de vehículos compartidos a través de aplicaciones móviles pueden ser subsidiados para proporcionar cobertura de primera y última milla para comunidades desatendidas a fin de garantizar el acceso a los centros de tránsito.<sup>58</sup>

A medida que la movilidad y la autonomía compartidas se vuelven más frecuentes, las ciudades pueden administrar y limitar de manera proactiva el impacto neto de las emisiones de estos vehículos al configurar el uso y el comportamiento de los clientes. Por ejemplo, los AV podrían enviarse en recados de ocupación cero o en busca de

---

56 "Overview of low emissions zones," *Urban access regulations in Europe*, consultado en 31 de octubre, 2017, [urbanaccessregulations.eu](http://urbanaccessregulations.eu).

57 "Cities100: Los Angeles—Electric car-sharing in low-income communities," *Cities100*, 15 de noviembre, 2016, [c40.org](http://c40.org).

58 Shannon Bouton, D. Canales, L. Da Silva, et al., *Connected urban growth: Public-private collaborations for transforming urban mobility*. Coalition for Urban Transitions, New Climate Economy, 2017, [newclimateeconomy.net](http://newclimateeconomy.net).

estacionamiento, y los vehículos compartidos podrían pasar gran parte de su tiempo circulando vacíos mientras esperan ser emparejados con los pasajeros. Las ciudades pueden colaborar con los proveedores de movilidad para fomentar soluciones de alta ocupación, como el soporte de servicios de camionetas y minibuses a pedido, agregar puntos de recogida y desembarque (como centros de tránsito) y aumentar los requisitos de ocupación de carriles y zonas para vehículos de alta ocupación (HOV).

## Cómo difieren las ciudades

Las ciudades que buscan diseñar un modelo de transporte limpio, mitigar las emisiones de carbono y satisfacer las necesidades de movilidad harían bien en considerar el ingreso per cápita y la densidad de población. Incluso más que la región geográfica, estas características tienden a ser los factores principales que determinan el potencial para la movilidad urbana de última generación.

**El ingreso per cápita.** Las ciudades con ingresos per cápita más bajos tienden a tener poblaciones con crecimiento más rápido y una urbanización más rápida y continua que las ciudades de ingresos más altos, lo que hace que las soluciones que aborden la congestión y la contaminación del aire (como el transporte compartido y la electrificación) sean particularmente atractivas. Las ciudades con mayores ingresos per cápita, donde los costos laborales tienden a ser más altos y la infraestructura más consistente, probablemente verán una penetración más rápida de la tecnología conectada avanzada, como la electrificación y la autonomía. Los niveles de ingresos probablemente también darán forma a las opciones de transporte público que persigue una ciudad. Por ejemplo, un sistema BRT puede lograr muchos de los mismos objetivos que un sistema de tren ligero a un costo menor, dado que usa autobuses y la infraestructura vial existente, y ha sido ampliamente aceptado por las ciudades en desarrollo.

**Densidad de población.** En ciudades densamente pobladas, la contaminación del aire, la congestión y la escasez de estacionamientos tienden a fortalecer el caso del transporte público, el transporte no motorizado y la movilidad eléctrica compartida también proporcionan una masa crítica para la adopción rápida de estos modos. En el otro extremo del espectro, las ciudades suburbanas de baja densidad podrían seguir viendo los automóviles privados como el elemento central de la movilidad. Para estas ciudades, los vehículos eléctricos y la autonomía podrían ayudar a compensar las emisiones y la pérdida de productividad de los viajes más largos. La densificación selectiva por transitorios de ciertos distritos de estas ciudades también puede comenzar a cambiar las preferencias de movilidad al construir edificios residenciales muy cerca del transporte público y caminar. opciones de ciclismo.

---

<sup>59</sup> *An integrated perspective on the future of mobility, a joint report from McKinsey & Company and Bloomberg New Energy Finance, 2016, Mckinsey.com.*

## Hojas de ruta ilustrativas 2030 por contexto de ciudad

Los siguientes ejemplos ilustran dos extremos del espectro según el contexto específico de una ciudad.



**Una megaciudad de bajos ingresos** es semi-densa y tiene cierta infraestructura orientada al tránsito y pasajeros en tránsito masivo, pero también sufre de una congestión paralizante y contaminación del aire de vehículos de altas emisiones. Estos desafíos fomentan una mayor adopción de la electrificación y el intercambio. En el período previo a 2030, la megaciudad se enfoca en una expansión significativa de su sistema de transporte público y una mejor conectividad entre las opciones de transporte existentes, particularmente caminar, andar en bicicleta y viajes compartidos en una variedad de vehículos electrificados. La mayoría de estos vehículos todavía son operados por humanos, dado el estado de la infraestructura existente y la complejidad del tráfico, pero con menos vehículos privados de combustión interna en la carretera, la congestión y la calidad del aire local aún mejoran significativamente. Estas mejoras contribuyen con alrededor del 45 por ciento de las reducciones de emisiones necesarias para 2030.



**Una ciudad innovadora pequeña y de altos ingresos** comienza con altas tasas de transporte a pie, en bicicleta y en transporte público, pero se enfrenta a una mayor congestión ocasionada por el mayor uso de las entregas de paquetes debido al creciente comercio electrónico y los vehículos compartidos a través de aplicaciones móviles. Su densidad e infraestructura permiten una captación acelerada de autonomía, electrificación y movilidad compartida para mover bienes y personas. Además, esta ciudad continúa expandiendo sus servicios de movilidad multimodal sin interrupciones para alentar un uso aún mayor de la infraestructura para caminar y andar en bicicleta, el transporte público y las soluciones compartidas de última milla. Estas medidas combinan el transporte privado, compartido y público en la ciudad y en conjunto logran aproximadamente el 20 por ciento del objetivo de emisiones de la ciudad.



## CAPÍTULO 2.4

# Mejorando la gestión de residuos

**El manejo mejorado de residuos y materiales** es un área importante de intervención para las ciudades, ya que muchas tienen una cantidad significativa de poder de decisión sobre sus sistemas de residuos. Hacer frente a las emisiones procedentes de la eliminación de residuos puede desempeñar un papel importante para garantizar que las ciudades logren las reducciones de emisiones necesarias para una trayectoria de 1,5°C, al tiempo que tienen un impacto local directo y reducen más ampliamente el consumo de recursos por parte de las mismas. Nuestro análisis muestra que, si bien los desechos generalmente representan el 10 por ciento o menos de las emisiones directas de la mayoría de las ciudades, los esfuerzos concertados pueden reducir estas emisiones a la mitad o más para 2030, contribuyendo tanto como el 10 por ciento de las reducciones de emisiones totales necesarias.

Sin embargo, estos números sólo comienzan a describir la importancia de abordar los desechos. El noventa y siete por ciento de las emisiones directas mundiales de los desechos es metano, un gas de efecto invernadero con 86 veces el potencial de calentamiento global de CO<sub>2</sub> a corto plazo, por lo que es una prioridad urgente para prevenir los peores efectos del cambio climático.<sup>60</sup> La reducción de los desechos también tiene un impacto descomunal desde una perspectiva de ciclo de vida completo de los bienes y servicios que se consumen en una ciudad (que estaba fuera del alcance de nuestro esfuerzo de modelado): por cada kilogramo de desechos del consumidor final, se generan múltiples kilogramos de desechos hacia arriba en la cadena, como en la extracción de materias primas o la producción agrícola, la fabricación y procesamiento y deterioro o daños durante el envío, con energía de combustible fósil consumida en cada paso. En general, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente estima que las mejoras en la gestión de desechos pueden lograr una reducción del 10 al 15 por ciento en las emisiones globales totales, o hasta un 20 por ciento si se incluyen medidas de reducción de desechos.<sup>61</sup>

Los beneficios en resiliencia de la gestión mejorada de residuos también son significativos. Al convertir los desechos en insumos para las industrias locales y evitar cuellos de botella para materiales vírgenes, las ciudades pueden volverse menos vulnerables a la escasez y a las fluctuaciones en los precios de los productos básicos. La reducción del desperdicio de alimentos protege contra la escasez de alimentos, especialmente en los países en desarrollo. Y los productos de desechos desviados, como el compost y el biogás, pueden mejorar la calidad del suelo y proporcionar combustible con bajo contenido de carbono para calefacción y transporte.

<sup>60</sup> *Global waste management outlook*, United Nations Environment Programme, 2015, [unep.org](http://unep.org).

<sup>61</sup> *Global waste management outlook*, United Nations Environment Programme, 2015, [unep.org](http://unep.org).

## Las oportunidades

Las ciudades pueden hacer frente a las emisiones de desechos de una manera eficaz en función de los recursos mediante la adopción de un enfoque de “mayor y mejor uso” y evitando que la mayor cantidad posible de desechos llegue a cada etapa posterior del procesamiento. Conceptualmente, la jerarquía de gestión de residuos tiene cuatro niveles generales: reducir los residuos hacia arriba en la cadena, reutilizar la mayor cantidad posible de productos terminados útiles, reciclar, compostar o recuperar materiales para su uso y gestionar la eliminación para minimizar las emisiones de los residuos restantes. En cada paso, los materiales biodegradables como el desperdicio de alimentos, los recortes de jardín y los productos de papel son especialmente importantes para el manejo, ya que representan todas las emisiones de metano de los vertederos y la eliminación no administrada.<sup>62</sup>

Reducir la cantidad de desechos generados es una gran oportunidad para disminuir las emisiones del ciclo de vida completo de los bienes y servicios consumidos dentro de las ciudades al requerir menos recursos totales y menos energía para brindar los mismos beneficios a los consumidores. Por ejemplo, las ciudades pueden trabajar con empresas alimentarias en mejores sistemas de almacenamiento en frío y manejo de productos frescos para reducir el deterioro de los alimentos antes de la compra. A través de códigos de

---

<sup>62</sup>“Technological and economic potential of greenhouse gas emissions reduction,” *Climate change 2001: Mitigation*, Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001, ipcc.ch.





construcción y programas voluntarios, los líderes de la ciudad pueden alentar prácticas de construcción y demolición más eficientes en recursos para reducir el volumen de residuos de materiales de construcción enviados a los vertederos. La reutilización de los artículos antes de que se conviertan en desechos, como canalizar el exceso de alimentos a los servicios de asistencia nutricional o procesarlos para la alimentación animal, hace un uso productivo de los bienes terminados en lugar de gastar energía y recursos adicionales para reprocesarlos.

Si bien la reducción, la reutilización y la readaptación de los desechos tienden a requerir una colaboración más profunda con el sector privado, las oportunidades más abajo en la cadena de consumo tienden a estar más dentro del control municipal. La separación de desechos y su desvío a reciclaje, compostaje, digestión anaeróbica, tratamiento biológico mecánico y enfoques similares pueden generar productos útiles como materias primas, fertilizantes y biogás, que también reducen las emisiones del ciclo de vida al desplazar el uso de materiales vírgenes. Los sistemas de reciclaje y procesamiento de desechos orgánicos a menudo se adaptan bien a la implementación a escala de distrito, con el potencial de crear empleos locales y mejorar la resiliencia del vecindario. Para los desechos restantes que aún se eliminan, los sistemas de captura de gases de vertedero pueden minimizar las emisiones de metano, y el gas capturado puede usarse como una fuente de energía con menos carbono para la generación y calefacción de electricidad.

## Derribando barreras: cómo es posible la aceleración

Los modelos innovadores para la gestión de residuos pueden ayudar a las ciudades a repensar su necesidad de infraestructura tradicional de recolección y eliminación y proporcionar beneficios inmediatos para la comunidad, así como reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, las plantas de compostaje comunitarias en Dhaka emplean a los ciudadanos para recolectar desechos puerta a puerta mediante sistemas de bicicletas rickshaw y para separar los desechos orgánicos de otros artículos, proporcionando ingresos a los residentes pobres, especialmente a las mujeres. El producto de compost se vende a compañías de fertilizantes y apoya la salud del suelo para la agricultura regional.<sup>63</sup> En Calcuta, un proyecto de separación de residuos emplea de manera similar a ciudadanos locales y mejora la calidad del aire y el agua locales al reducir la quema y el vertido no gestionados. Desde el lanzamiento del programa, la ciudad ha informado una disminución en las enfermedades atribuibles a la contaminación del aire y el agua, como enfermedades del hígado y la malaria.<sup>64</sup>

Las ciudades innovadoras están yendo más allá y están planeando la transición a una “economía circular” completa que cambia el consumo de recursos de flujos lineales (materias primas --> consumo --> disposición) a la reutilización continua.

---

<sup>63</sup> “Organic waste is composted and sold as bio-rich fertilizer — reducing emissions, generating jobs and cleaning up the city,” *C40 Cities*, 3 de noviembre, 2011, c40.org.

<sup>64</sup> “Cities100: Kolkata — Segregating waste leads to a better quality of life,” *Cities100*, 15 de noviembre, 2016, c40.org.

Una economía circular integra la gestión de residuos con los procesos de fabricación y la vida del consumidor, asegurando que los productos y servicios estén diseñados para su reutilización desde el principio y proporcionando conexiones sin rupturas para recolectar y redistribuir materiales. Ciudades de todo el mundo, como Amsterdam, Londres y Phoenix, han publicado hojas de ruta para economías circulares y han comenzado a implementar las políticas, asociaciones e infraestructura necesarias.<sup>65</sup> Para todas las ciudades, este enfoque será crítico en las próximas décadas. Sin reducciones progresivas de los desechos mediante la creación de caminos alternativos para los flujos de materiales, los esfuerzos de las ciudades para reducir las emisiones directas podrían verse eclipsados por las emisiones indirectas derivadas del aumento del consumo.

### Cómo difieren las ciudades

El punto de partida para los esfuerzos de gestión de residuos varía ampliamente entre las ciudades y determina en gran medida el enfoque que pueden adoptar para lograr las mayores reducciones de emisiones. Para las ciudades con altas tasas de vertidos no gestionados y quema a cielo abierto, la prioridad más urgente es llevar esos desechos a los sistemas formales de manejo integral de residuos: establecer la recolección universal de desechos, garantizar el procesamiento sanitario y capturar metano. Para las ciudades que ya cuentan con una recolección de residuos convencional completa, las principales oportunidades son pasar del vertedero o la incineración al reciclaje y al compostaje, así como involucrar al sector privado para evitar el desperdicio hacia arriba en la cadena de valor.

Por ejemplo, en lo relativo al desperdicio de alimentos en los países en desarrollo, la gran mayoría de las pérdidas ocurren en la granja o en el transporte y los procesos productivos, mientras que en los países desarrollados, hasta un tercio de las pérdidas ocurre a nivel del consumidor.<sup>66</sup> Cada uno de estos escenarios requiere el compromiso con diferentes partes interesadas y, por lo tanto, necesita diferentes tácticas de compromiso para ejecutar acciones de reducción de desechos. Los países en desarrollo también tienden a producir mayores proporciones de desechos orgánicos en relación con los artículos no biodegradables, lo que hace que los programas como la separación de desechos y el compostaje sean particularmente importantes.<sup>67</sup> Las ciudades con desechos que son predominantemente orgánicos pueden enfocarse en alternativas de tratamiento, mientras que las ciudades con suficiente capacidad de disposición pueden usar emisiones de ciclo de vida completo para justificar una mayor reducción y desvío de desechos.

---

<sup>65</sup> *London's circular economy route map*, London Waste and Recycling Board, junio 2017, [lwarb.gov.uk](http://lwarb.gov.uk).

<sup>66</sup> Ross Chainey, "Which countries waste the most food?" The World Economic Forum, 13 de agosto, 2015, [weforum.org](http://weforum.org).

<sup>67</sup> "Waste composition," capítulo 5 en *What a waste*, World Bank, 2012, [worldbank.org](http://worldbank.org).

## Hojas de ruta ilustrativas 2030 por contexto de ciudad

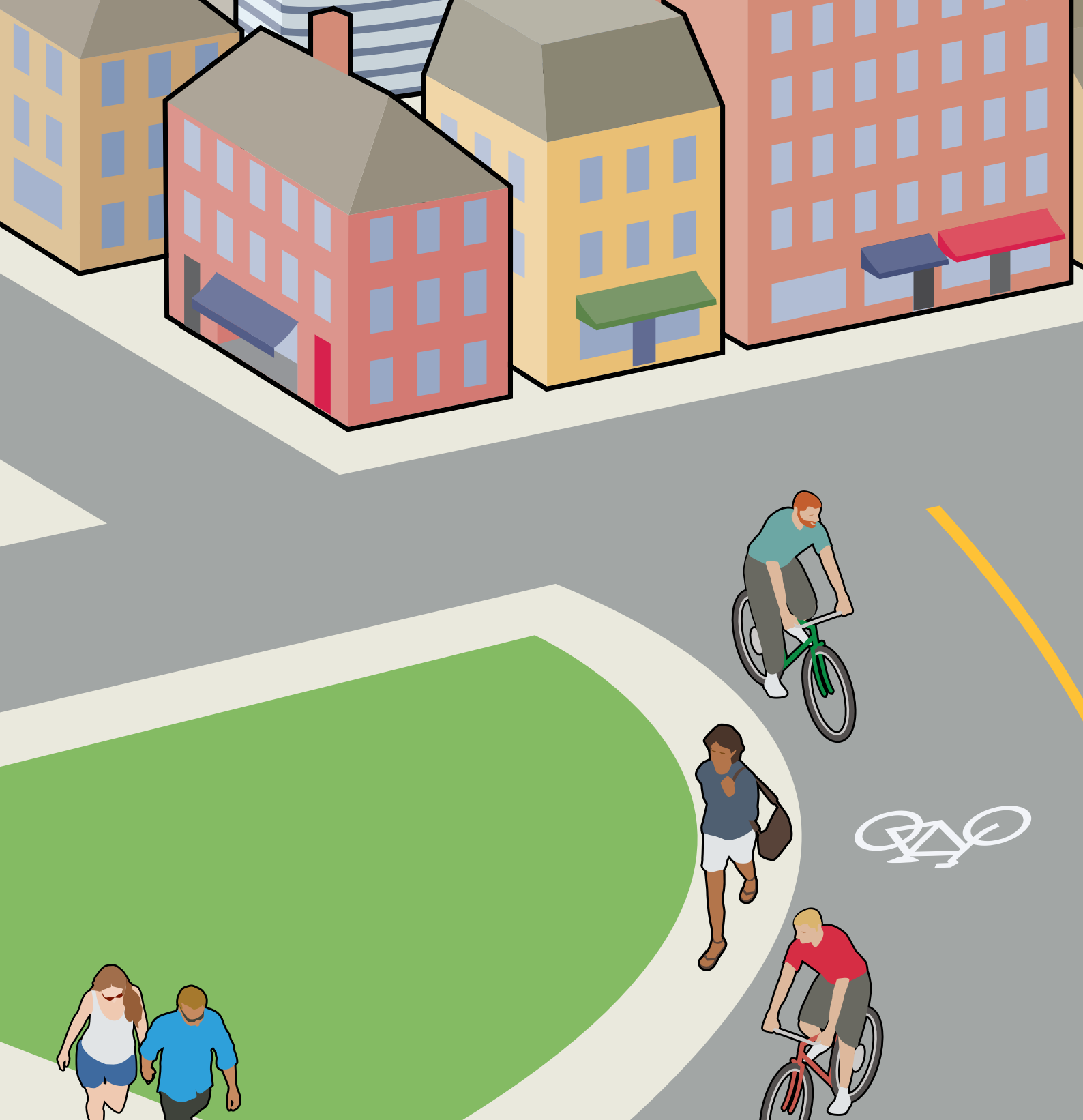
Los siguientes ejemplos ilustran dos extremos del espectro en función del contexto específico de una ciudad.



**Una ciudad emergente (Leapfrog) grande, de bajos ingresos** comienza plagada por la contaminación del aire debido a la quema abierta de desechos, así como por problemas de salud pública por condiciones insalubres en las calles y hogares de la ciudad. Trabajando con organizaciones que tienen modelos comerciales probados en otras ciudades similares, lanza programas para establecer servicios de recolección y separación de residuos a escala comunitaria, así como para construir el mercado de materiales reciclados, compost y biogás. Además de crear empleos y mejorar los resultados de salud, esta ciudad lleva los desechos previamente no administrados a la recolección y procesamiento formal y desvía el 20 por ciento de estos desechos al reciclaje y el compostaje, contribuyendo con alrededor del 3 por ciento hacia su objetivo de emisiones totales para 2030.



**Una ciudad grande, de altos ingresos y densa** construye relaciones de colaboración existentes con industrias locales, negocios minoristas y comunidades para establecer las bases de una economía circular. Se asocia con nuevas compañías de movilidad para crear una red de logística inversa que recolecta todo, desde alimentos no consumidos hasta electrónicos viejos y modas de la temporada pasada, y los entrega a nuevos negocios que reutilizan, reparan, desensamblan y remanufacturan para extender la vida útil de cada material. En combinación con los programas de concientización del consumidor para aumentar la demanda de servicios de economía circular, esta ciudad logra casi cero desperdicios en los vertederos para 2030 y también contribuye con alrededor del 3 por ciento hacia su objetivo de emisiones totales. ■



Capítulo 3

# HOJAS DE RUTA ILUSTRATIVAS PARA LA CIUDAD



Illustration by Vic Kullin

Para mostrar la escala de acción que las ciudades deberán emprender mediante una aceleración enfocada para lograr su reducción de emisiones para 2030, creamos hojas de rutas de muestra para seis tipos ilustrativos de ciudades que cubren la mayoría de los tipos de ciudades C40.

Como ejemplo, una ciudad grande, semidensa de ingresos medianos puede tener una red eléctrica intensiva en carbono con un solo proyecto de descarbonización moderado actualmente planificado por su empresa de servicios públicos. Sin embargo, sus regulaciones nacionales son favorables para las energías renovables y tiene una combinación de clima soleado y terreno ventoso, lo que significa que tiene un alto potencial para la generación de electricidad renovable por unidad instalada. A medida que aumenta su ingreso per cápita y las temperaturas de verano aumentan debido al cambio climático, se espera que la demanda de enfriamiento en sus edificios aumente, principalmente en el inventario de edificios existentes, ya que la población de la ciudad está aumentando sólo modestamente. Si bien actualmente pocas personas tienen automóviles privados, el aumento de los ingresos significa que la ciudad anticipa un rápido crecimiento en la propiedad y la congestión de automóviles en las próximas décadas, a menos de que pueda proporcionar alternativas atractivas para la movilidad, especialmente en el núcleo urbano.

Trabajando dentro de estos parámetros, la ciudad se enfoca en acelerar algunas iniciativas altamente visibles para ayudar a educar y entusiasmar a los residentes y crear una sensación de una ciudad más limpia, moderna y resistente. Con una densidad de construcción moderada y una buena disponibilidad de tejados y terrenos, la ciudad trabaja con la empresa de servicios públicos y los reguladores nacionales para construir rápidamente una combinación de parques eólicos y solares a escala de servicios públicos, así como instalaciones de energía solar fotovoltaica en el sitio y en la comunidad, con el objetivo de cambiar la mezcla de la red de entre el 20 a 80 por ciento carbono cero para 2030. El despliegue rápido de las energías renovables distribuidas funciona en conjunto con las mejoras de los edificios, particularmente a medida que la ciudad presiona para una absorción más rápida de las bombas de calor eléctricas y unidades de aire acondicionado de alta eficiencia que funcionan con una mayor mezcla de energías renovables. Para 2030, el 70 por ciento de las unidades de aire acondicionado han sido actualizadas, el 20 por ciento de los edificios usan bombas de calor eléctricas (con otro 70 por ciento actualizado a modelos de petróleo o gas de alta eficiencia) y el 40 por ciento de los edificios adecuados tienen calefacción solar de agua —comparable a las tasas de instalación observadas en ciudades de China y Escandinavia, como se discutió en el Capítulo 2.2.

---

El clima, la historia de la acción climática y el entorno regulatorio de una ciudad influirán en las decisiones sobre los objetivos de descarbonización, como el despliegue de energías renovables y las iniciativas de transporte.

---

Para facilitar alternativas de la propiedad de vehículos privados, la ciudad acelera la densificación mediante la reurbanización y los esfuerzos de planificación del uso del suelo en distritos seleccionados. También muestra los beneficios del desarrollo orientado al tránsito en estos distritos, incluidas nuevas rutas BRT, calles aptas para la movilidad en bicicleta y aceras más anchas y bien mantenidas, lo que resulta en un aumento del 6 por ciento en la densidad promedio de la ciudad y alrededor del 70 por ciento de la distancia del viaje cubierta por el transporte público o hecha a pie o en bicicleta. Dado que la contaminación del aire local es una preocupación creciente para los ciudadanos, la electrificación de vehículos es también una de las principales prioridades, y la ciudad se compromete a que el 100 por ciento de los autobuses funcionen con electricidad para 2030, junto con medidas amigables con los vehículos eléctricos (como zonas de bajas emisiones, estacionamiento gratuito y carga) para electrificar vehículos de pasajeros.

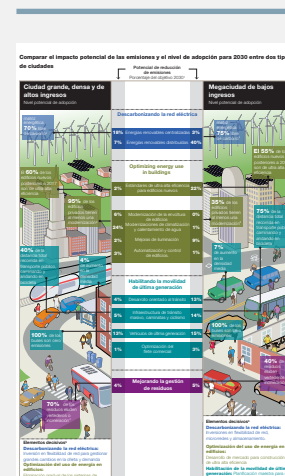
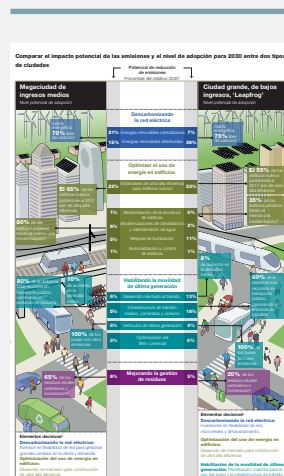
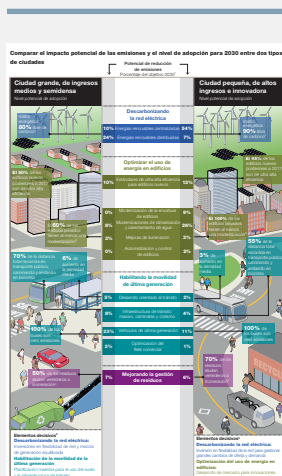
Esta ciudad grande, semidensa, de ingresos medios, como muchos otros centros urbanos, enfrenta desafíos formidables para lograr sus objetivos de reducción de emisiones para 2030 y trazar un rumbo hacia cero carbono para 2050. Debe trabajar estrechamente con su empresa de servicios públicos para garantizar que las inversiones en la red sean adecuadas para soportar la nueva abundancia de vehículos eléctricos y la generación distribuida de energía renovable. También tendrá que asegurar financiamiento, incentivos y recursos para construir nuevos activos de generación renovable a aproximadamente el doble de la tasa impulsada por el mercado. Del mismo modo, la financiación y el cultivo de la comunidad de desarrollo inmobiliario son necesarios a gran escala para permitir que múltiples desarrollos orientados al tránsito abran sus puertas para 2030. Las asociaciones con otros gobiernos y el sector privado en la región pueden ayudar a eliminar gradualmente las tecnologías de combustibles fósiles en calefacción y cocina (como las unidades de gas y petróleo) y reemplazarlas por completo con alternativas eléctricas atractivas desde 2030 hasta 2040. Algunas ideas sobre cómo la ciudad podría realizar estas tareas se presentan en el Capítulo 4.

En contraste, podemos considerar un ejemplo de ciudad muy diferente: una ciudad pequeña, innovadora, de ingresos altos. Con escasa luz solar pero abundantes recursos eólicos e hidroeléctricos, enfoca sus esfuerzos de descarbonización de la red en las energías renovables centralizadas. Los residentes ya están acostumbrados al transporte multimodal y rara vez usan autos personales en el núcleo urbano. Con esta base, la ciudad se enfoca en lograr la electrificación completa de los vehículos y promover soluciones de movilidad compartidas y conectadas. Dado que los inviernos fríos significan que la calefacción domina el uso de energía de los edificios, los esfuerzos de eficiencia energética se centran en desarrollar innovaciones en la modernización de envolturas de edificios y tecnologías de calefacción bajas en carbono.

Para comparar las diferencias entre una ciudad grande, de ingresos medios, semidensa y una ciudad innovadora de ingresos bajos, vea el **Gráfico A** en la **página 11** en el resumen ejecutivo.

Para comparar las diferencias entre una megaciudad de ingresos medios y una ciudad grande, de bajos ingresos, Leapfrog, vea el **Gráfico B** en la **página 12** en el resumen ejecutivo.

Para comparar las diferencias entre una ciudad grande, de altos ingresos, densa y una megaciudad de bajos ingresos, vea el **Gráfico C** en la **página 13** en el resumen ejecutivo.



Estas dos hojas de ruta ilustran cómo las decisiones tomadas por las ciudades pueden diferir. En cada caso, el clima, la historia de la acción climática y el entorno regulatorio de una ciudad influirán en las decisiones sobre los objetivos de descarbonización, tales como el despliegue de energías renovables y las iniciativas de transporte. Sin embargo, a pesar de caminos dispares y únicos, ambas ciudades logran las reducciones de emisiones necesarias para sus respectivas trayectorias de 1.5°C para 2030.

Una ilustración de esta comparación se muestra en el resumen ejecutivo (Gráfico A) junto con otras dos comparaciones de hojas de ruta ilustrativas de la ciudad. El gráfico B muestra una megaciudad de ingresos medios que enfrenta problemas relativos al crecimiento similares, pero se beneficia de la alineación nacional con objetivos climáticos ambiciosos; persigue entonces la rápida construcción de infraestructura a gran escala y baja en carbono. En comparación, una ciudad emergente (Leapfrog) grande y de bajos ingresos está preparada para un crecimiento transformador tanto en la población como en la riqueza hasta 2030; aprovecha entonces la oportunidad de “saltar” a sistemas limpios, integrados de energía y movilidad. El gráfico C muestra una ciudad grande, densa y de altos ingresos que ya ha abordado la mayoría de las áreas de “fácil” atención y tiene un control directo limitado sobre sus emisiones restantes; se centra por lo tanto en catalizar el cambio en los activos de propiedad privada. Las acciones ilustrativas de esta ciudad se comparan con una megaciudad de bajos ingresos que se está expandiendo rápidamente y opera en un contexto político y regulatorio complejo; por ello se enfoca en hacer ajustes de alto impacto para dar forma a la evolución de su entorno construido. En conjunto, estas ilustraciones muestran los caminos que las diferentes ciudades podrían seguir para alcanzar los objetivos de emisiones de 2030 establecidos en la *Deadline 2020*. ■



Capítulo 4

# **DESBLOQUEANDO EL POTENCIAL DE LAS CIUDADES MEDIANTE LA ACCIÓN CLIMÁTICA**





Buscar algunas grandes oportunidades a través de un estrategia de aceleración enfocada permitirá a las ciudades tomar medidas audaces en la próxima década para alcanzar los objetivos a 2030 y desarrollar las capacidades que necesitarán para alcanzar los objetivos a 2050. Además, este enfoque genera beneficios inmediatos para las ciudades más allá de las futuras reducciones de emisiones.

## Beneficios de la acción climática: nuevas oportunidades de empleo, mayor productividad y aire más limpio

La Nueva Economía del Clima estima que las acciones urbanas bajas en carbono presentan una oportunidad económica global de US\$17 billones para 2050.<sup>68</sup> La creación de nuevos empleos será naturalmente parte de esta oportunidad. El Fondo de Defensa Ambiental, por ejemplo, estima que solo Estados Unidos tendrá más de cuatro millones de empleos de sostenibilidad en áreas como eficiencia energética, energía renovable, reducción de desechos, conservación de recursos naturales y educación ambiental.<sup>69</sup> En algunos casos estos puestos serán empleos nuevos, mientras que en otros pueden representar un cambio de empleos de un sector a otro. La inversión en infraestructura en nuevas carreteras, por ejemplo, podría redirigirse a una nueva tecnología de movilidad, como los semáforos inteligentes, para utilizar mejor la infraestructura vial existente.

El despliegue a gran escala de soluciones climáticas, especialmente cuando varias ciudades de una región trabajan juntas para invertir en soluciones como vehículos eléctricos y energía solar distribuida, tiene el potencial de aumentar la demanda laboral tanto de fabricantes como de instaladores. En general, cuanto mayor es la proporción de inversión que se destina a la instalación, mayor es el número de trabajos locales apoyados. Por ejemplo, las mejoras en la eficiencia de los edificios apoyarán los trabajos de construcción locales a medida que los edificios se actualicen. La modernización en 2012 del emblemático Empire State Building no solo excedió los ahorros de costos de energía proyectados de US\$4.4 millones al año, sino que también creó 252 empleos.<sup>70</sup>

Si bien la producción económica es crucial para un ecosistema urbano saludable, los beneficios de las cuatro áreas de acción se extienden más allá del empleo y la productividad. La descarbonización de la red eléctrica, el cambio de edificios a tecnologías más limpias y la adopción de la movilidad de última generación mejoran drásticamente la calidad del aire y la salud pública local. Además, muchas de las soluciones de movilidad cubiertas en este informe pueden ayudar a aliviar la congestión del tráfico, que tiene múltiples beneficios para la calidad de vida y la productividad. En Buenos Aires, por ejemplo, se estima que el sistema BRT ha reducido el tiempo de viaje de viaje hasta en un 50 por ciento, lo cual es extremadamente importante considerando la

68 *Better cities, better growth, better climate*, a joint report from The New Climate Economy, C40 Cities, and World Resources Institute, junio 2017, [newclimateeconomy.report](http://newclimateeconomy.report).

69 *Now hiring: The growth of America's clean energy and sustainability jobs*, a joint report from EDF Climate Corps and Meister, 2017, [edfclimatecorps.org](http://edfclimatecorps.org).

70 "Innovative Empire State Building program cuts \$7.5M in energy costs over past three years," Empire State Building Sustainability, [esbnyc.com](http://esbnyc.com).

---

La descarbonización de la red, el cambio de edificios a tecnologías más limpias y la adopción de la movilidad de última generación mejoran drásticamente la calidad del aire y la salud pública local.

---

mayor productividad que puede derivarse de la reducción de la congestión del tráfico y los tiempos de viaje.<sup>71</sup> Mientras tanto, su proyecto *Movilidad Saludable* ha recuperado más de 7,000 metros cuadrados de espacio en la calle para aceras ensanchadas e intersecciones más seguras, además de crear una red de carriles para bicicletas protegidos y un sistema para compartir bicicletas, aumentando siete veces los viajes en este medio de transporte en comparación con los niveles anteriores y mejorando la seguridad de más de 400,000 peatones vulnerables en áreas de alto tráfico, como escolares y pacientes de hospitales.<sup>72</sup>

### Nuevas capacidades para ciudades

Desarrollar las capacidades para lograr objetivos ambiciosos a corto plazo en las cuatro áreas de acción será fundamental para permitir que las ciudades aborden las transformaciones más profundas necesarias para 2050. Estos esfuerzos también desbloquearán nuevas oportunidades para hacer que las ciudades sean más vitales, receptivas e influyentes en áreas externas de acción climática. Varias capacidades pueden ayudar a las ciudades a medida que persiguen sus objetivos.

**Estrategias de adquisición.** Las ciudades y redes de ciudades pueden influir en el suministro de productos y servicios sostenibles al comunicar un aumento a corto plazo de la demanda a los fabricantes y proveedores. Por ejemplo, las reglas de adquisición de edificios ecológicos del gobierno del estado de California ayudaron a estimular tanto la adopción por parte del sector privado del estándar de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED) como las inversiones en construcción ecológica por parte de proveedores locales.<sup>73</sup> Del mismo modo, un esfuerzo de 30 ciudades de EE. UU. liderado por Los Ángeles agrega la compra de 114,000 automóviles eléctricos y camiones ligeros. El acuerdo equivaldría al 72 por ciento de las ventas de automóviles eléctricos enchufables de EE. UU. en 2016 y tiene como objetivo señalar a los fabricantes que la demanda en los próximos años será sólida.<sup>74</sup>

---

71 "Buenos Aires expands BRT system with two new major corridors," una entrada de blog de C40 Cities, 4 de junio, 2013, c40.org.

72 "Cities100: Buenos Aires—Improving safety for cyclists and pedestrians," *Cities100*, 30 de octubre, 2015, c40.org.

73 Timothy Simcoe and Michael W. Toffel, *Government green procurement spillovers: Evidence from municipal building policies in California*, Harvard Business School working paper, número 13-030, mayo 2014, hbs.edu.

74 Stephen Edelstein, "30 cities join to explore \$10 billion electric-car purchase," *Green Car Reports*, 17 de marzo, 2017, greencarreports.com.

**Enfoques de financiación innovadores.** Las ciudades representan alrededor de US\$700 mil millones en demanda anual para proyectos de infraestructura urbana en sectores como el transporte y la energía.<sup>75</sup> Sin embargo, los gobiernos de las ciudades a menudo están limitados por el acceso limitado a fondos. De hecho, el Banco Mundial estima que solo el 4 por ciento de las 500 ciudades más grandes del mundo en desarrollo, y solo el 20 por ciento de las ciudades en los mercados de la OCDE, se consideran solventes en los mercados internacionales, lo que limita severamente su acceso a la financiación privada.

Frente a este desafío, algunas ciudades han desarrollado formas creativas para financiar inversiones en infraestructura, incluida la financiación de la deuda, las asociaciones público-privadas y la captura del valor de la tierra.<sup>76</sup> Una de las iniciativas más notables de este último es el modelo comercial “Rail plus Property” (R+P) de Hong Kong. Este programa permite a MTR Corporation, el operador ferroviario de Hong Kong, ganar dinero con el aumento en el valor de la propiedad que generalmente sigue a la construcción de líneas ferroviarias.<sup>77</sup>

---

75 John Hogg, “Financing sustainable cities: How we’re helping Africa’s cities raise their credit ratings,” *The World Bank*, 24 de octubre, 2013, [worldbank.org](http://worldbank.org).

76 Juergen Braunstein, Dan Dowling, Graham Floater, et al., *Financing the urban transition: A policymakers’ summary*, Coalition for Urban Transitions, documento de trabajo, octubre 2017, [newclimateeconomy.report](http://newclimateeconomy.report).

77 Lincoln Leong, “The ‘rail plus property’ model: Hong Kong’s successful self-financing formula,” junio 2016, [McKinsey.com](http://McKinsey.com).



© Anass Bachar/EyeEm/Getty Images

Otras ciudades están explorando cada vez más los bonos verdes. Estos instrumentos financieros son similares en estructura a otros bonos municipales, pero los fondos están destinados a proyectos que tienen un impacto ambiental positivo, una definición cada vez más estandarizada.<sup>78</sup> En 2014, la ciudad de Johannesburgo usó una emisión de bonos verdes para recaudar más de US\$140 millones para una variedad de proyectos que incluyen autobuses de combustible dual y biogás.<sup>79</sup> Gotemburgo usó sus bonos verdes para financiar proyectos desde la plantación de árboles hasta la calefacción urbana y las iniciativas de vivienda sostenible.<sup>80</sup>

Además, los modelos cívicos para proyectos de sostenibilidad deben combinar el financiamiento con las habilidades y la asistencia técnica que aumentan la probabilidad de éxito. Varios laboratorios, como el Fondo de financiación de C40 y el Laboratorio de innovación financiera del Banco Interamericano de Desarrollo, ayudan a las ciudades a desarrollar las habilidades, la experiencia técnica y el acceso a la financiación necesaria para desbloquear dólares privados de inversión en infraestructura sostenible. El Financial Innovation LAB, por ejemplo, ha ayudado a financiar proyectos en América del Sur, desde el alumbrado público LED hasta la construcción de viviendas sostenibles y eficientes.<sup>81</sup>

**Participación de la comunidad.** Las estrategias que consideran las sensibilidades culturales y políticas locales junto con las discusiones sobre la transformación urbana a gran escala pueden ser más exitosas a largo plazo, especialmente cuando los datos por sí solos no son suficientes para obtener la aprobación de las audiencias de la comunidad. Las acciones que son significativas para las comunidades en términos de mayor equidad, acceso y calidad de vida tienen más probabilidades de ganar los corazones y las mentes de las comunidades

Por ejemplo, la ciudad de Houston quería mejorar su transporte público mediante el desarrollo de un sistema BRT, pero recibió un fuerte rechazo de los interesados políticos y de los ciudadanos preocupados. En respuesta, los líderes del proyecto cambiaron sus estrategias de comunicación y marca para resaltar los beneficios del proyecto.<sup>82</sup> La ciudad de Londres ha aprovechado el apoyo de blogueros locales activos en las discusiones de las redes sociales para educar al público sobre los peligros de la contaminación del aire local y ganar el apoyo público para programas como compartir bicicletas e inversiones en autobuses eléctricos. Barcelona creó toda una iniciativa dirigida por los ciudadanos sobre la acción climática, con la participación de más de 800 organizaciones; los proyectos incluyen la capacitación de residentes para renovar viviendas y una aplicación móvil para intercambiar bienes y servicios para reducir el desperdicio.<sup>83</sup>

---

78 *The state of climate finance 2015*, Cities Climate Finance Leadership Alliance (CCFLA), diciembre 2015, [citiesclimatefinance.org](http://citiesclimatefinance.org).

79 *City of Johannesburg — Green bond*, SA Building Review, Volumen 3, marzo 2015, [sabuildingreview.co.za/viewonline](http://sabuildingreview.co.za/viewonline); C40 News team, City Solutions, "Johannesburg the first C40 city to issue green city bond," C40, 24 de junio, 2014, [c40.org](http://c40.org).

80 Proyecto financiado por the Green Bond Program, City of Gothenburg, actualizado 18 de marzo, 2015, [finans.goteborg.se](http://finans.goteborg.se).

81 "Promoting private investments in street lighting," Inter-American Development Bank, consultado en 30 de octubre, 2017, [iadb.org](http://iadb.org); "Ecocasa," Inter-American Development Bank, consultado en 7 de noviembre, 2017, [iadb.org](http://iadb.org).

82 *Unlocking climate action in megacities*, C40 Cities, 5 de mayo, 2016, [c40.org](http://c40.org).

83 "Cities100: Barcelona — Citizen initiatives drive climate action," *Cities100*, 15 de noviembre, 2016, [c40.org](http://c40.org).

---

Las ciudades representan alrededor de US\$ 700 mil millones en demanda anual de proyectos de infraestructura urbana en sectores como el transporte y la energía.

---

**Redes para compartir información.** A medida que profundizan en los detalles de la implementación de programas específicos, las ciudades pueden aprovechar las redes de acción climática para aprender de los éxitos y contratiempos de otras ciudades. Un diálogo abierto efectivo puede hacer una diferencia cuantificable: en 2015, C40 informó que el 30 por ciento de las acciones climáticas realizadas por las ciudades miembro fueron el resultado directo de la colaboración con otras ciudades. Bogotá y Londres, por ejemplo, se han unido para liderar la Declaración de Autobuses Limpios, que incluye otras 22 ciudades, para demostrar la escala de la demanda a los fabricantes. Londres ha comprometido US\$510 millones para actualizar 3.000 autobuses y Bogotá apunta a reemplazar su flota de 1.200 autobuses para 2020. Desde el lanzamiento del programa en 2015, el precio promedio de un autobús eléctrico híbrido ya ha disminuido en un 10 por ciento.<sup>84</sup>

Incluso las ciudades avanzadas de acción climática pueden beneficiarse al trabajar con sus contrapartes. Por ejemplo, el esfuerzo conjunto de Nueva York con Copenhague trajo la experiencia danesa en tecnologías limpias a los Estados Unidos para ayudar a abordar los desafíos climáticos<sup>85</sup>

Una vez que las ciudades desarrollan este amplio conjunto de herramientas de habilidades para apoyar la acción climática pueden aplicar estas capacidades hacia otras prioridades como el crecimiento económico, la movilidad socioeconómica, la conectividad regional, la seguridad pública mejorada, la resiliencia y la respuesta a desastres. Todas estas áreas trabajan para lograr los recortes de reducción de emisiones más profundos necesarios para 2050.

## Convocar y movilizar a otras partes interesadas para acelerar la acción climática en las ciudades

Las ciudades deberán asumir un papel de liderazgo en la reducción de emisiones, pero no podrán alcanzar los objetivos completos de 2030 por sí mismas. Para hacerlo, deberán utilizar de manera proactiva su considerable poder de convocatoria para movilizar el apoyo de las partes interesadas externas. Los gobiernos de las ciudades que desarrollan relaciones estrechas y solicitan el apoyo de empresas del sector privado, fabricantes, empresas de servicios públicos, gobiernos regionales y nacionales y otras entidades también pueden utilizar sus redes para avanzar en iniciativas más allá de la acción climática.

---

<sup>84</sup> "Cities100: London and Bogotá—Global procurement alliance boosts green transit," *Cities100*, 30 de octubre, 2015, c40.org.

<sup>85</sup> *Connecting cities to deliver climate action*, C40 Initiatives & Networks, 2016, c40-production-images.s3.amazonaws.com.

**Las empresas de servicios públicos** pueden colaborar con las ciudades para hacer que el proceso de descarbonización de la red sea más rápido, barato y fácil. Las inversiones en tecnología de red inteligente que permiten a las ciudades, empresas e individuos monitorear el uso de electricidad, en combinación con estructuras tarifarias basadas en el tiempo, pueden ayudar a gestionar la demanda máxima y reducir el consumo general. Estas inversiones también pueden ser lucrativas para las empresas de servicios públicos, ya que se estima que el valor potencial de una red inteligente totalmente implementada es tan alto como US\$130 mil millones anuales solo en los Estados Unidos,<sup>86</sup> y se demuestra que la optimización digital de la red aumenta la rentabilidad de las empresas de servicios públicos entre el 20 al 30 por ciento.<sup>87</sup> Como se discutió en el sección 2.1, las empresas de servicios públicos también pueden liderar la creación de activos de generación renovable y racionalizar su integración en la red. En algunas regiones donde las condiciones son correctas, las empresas de servicios públicos ya están avanzando según el costo solo. Xcel Energy, por ejemplo, anunció recientemente que construirá un nuevo parque eólico importante en el Medio Oeste de los Estados Unidos sin créditos impositivos federales completos para la producción eólica porque el viento ahora se encuentra entre las fuentes de energía de menor costo.<sup>88</sup>

Durante la última década, las empresas de servicios públicos han tenido problemas para implementar tecnologías de energía renovable más caras ante la disminución de la demanda debido a las iniciativas de eficiencia energética. La electrificación del sistema de transporte ahora ofrece a los servicios públicos una oportunidad histórica de crecimiento. Las empresas de servicios públicos pueden desempeñar un papel al permitir la electrificación a través de programas que van desde proporcionar infraestructura de carga rápida en las residencias hasta ayudar a las ciudades a diseñar e instalar infraestructura de carga en toda la ciudad. Una idea innovadora permitiría a las empresas de servicios públicos financiar aproximadamente un 50 por ciento más alto en el costo inicial de la compra de autobuses eléctricos en comparación con el diésel con una tarifa pagada a través de un cargo mensual en la factura de servicios públicos de la agencia de tránsito.<sup>89</sup> Si bien este modelo aún no se ha ejecutado en el sector del transporte, tiene una larga historia de éxito en el mercado de modernización de la eficiencia energética de los edificios.

**El sector privado urbano** desempeñará un papel fundamental en la capacidad de las ciudades para lograr reducciones de emisiones en edificios, procesos industriales y desechos, pero también se verán beneficiadas. Como se describe en el capítulo 2.2, muchas de las acciones que los propietarios de edificios pueden tomar se pagarán rápidamente en facturas de servicios públicos más bajas, pero las barreras incluyen restricciones de efectivo para las inversiones iniciales y problemas de incentivos divididos, cuando los propietarios de edificios invierten pero son sus inquilinos los que se benefician. Las soluciones de financiación (tanto de proveedores privados como públicos) pueden ayudar a superar el obstáculo de inversión inicial. Por ejemplo, muchas ciudades

---

86 Adrian Booth, Mike Greene, and Humayun Tai, *US smart grid value at stake: The \$130 billion question*, junio 2010, McKinsey.com.

87 Adria Booth, Niko Mohr, and Peter Peters, *The digital utility: New opportunities and challenges*, mayo 2016, McKinsey.com.

88 Chris Clark, "Wind and solar energy: Clean affordable, reliable and secure," *MinnPost*, 6 de octubre, 2017, minnpost.com.

89 "Tariffed on-bill finance to accelerate clean transit," Clean Energy WORKS, consultado en 30 de octubre, 2017, cleanenergyworks.org/clean-transit.

ofrecen programas de incentivos que reducen el costo de las actualizaciones de eficiencia energética. Además, los propietarios de edificios están descubriendo cada vez más que los edificios ecológicos pueden exigir tarifas más altas de alquiler o arrendamiento debido a menores facturas de servicios públicos al tiempo que aumentan la productividad y la satisfacción de los empleados. Estos edificios también tienden a tener una mayor demanda, lo que lleva a una menor rotación de inquilinos y al tiempo que pasan vacantes.

Gran parte de la responsabilidad de acelerar la eficiencia industrial reside en los fabricantes, que pueden ayudar a las ciudades al realizar mejoras operativas en las plantas para reducir el uso de energía e influir en los proveedores para que hagan lo mismo. Sin embargo, las ciudades pueden alentar estos cambios creando una demanda confiable de los productos bajos en carbono producidos después de estas mejoras. Por otro lado, a medida que la sostenibilidad se convierte en un problema cada vez más visible, la demanda de productos y servicios ecológicos ha crecido en algunos lugares y, en ocasiones, ha superado la oferta.<sup>90</sup> Si las ciudades pueden ayudar a generar una señal constante, los fabricantes y vendedores pueden ayudar a acelerar el cambio al aumentar la producción, lo que también les ayuda a lograr economías de escala para reforzar la competitividad de los productos y servicios con bajas emisiones de carbono.

**Los gobiernos nacionales y regionales** controlan una gama de incentivos y financiamiento que afectan directa e indirectamente a las ciudades. Por ejemplo, las normas de eficiencia energética para edificios y vehículos a menudo se definen a nivel nacional. Del mismo modo, la financiación de importantes inversiones en infraestructura municipal, como los proyectos de transporte público, a menudo también está controlada por los gobiernos regionales o nacionales. Estos tipos de grandes inversiones en infraestructura sientan las bases para ciudades más eficientes, productivas y accesibles.<sup>91</sup> Un ejemplo es la fecha límite propuesta por China para eliminar gradualmente las ventas de vehículos que funcionan con combustibles fósiles.<sup>92</sup> Este movimiento, combinado con incentivos económicos, ya ha dado como resultado autobuses totalmente eléctricos que representan el 20 por ciento de los autobuses nuevos vendidos en China en 2016.<sup>93</sup>



Las ciudades están descubriendo cada vez más que los incentivos para apoyar una acción climática ambiciosa se están alineando para el sector privado, los servicios públicos y los gobiernos estatales y nacionales. Cuando no se alinean, muchas ciudades están tomando medidas decisivas para movilizar a los interesados a través de políticas e incentivos para las inversiones privadas. Aprovechar la disposición de otras partes interesadas para apoyar la acción climática de la ciudad requerirá que los líderes fuertes de la ciudad aprovechen plenamente su poder de convocatoria y exijan un cambio incluso más allá de sus límites jurisdiccionales. ■

---

90 *GreenBiz*, "Businesses scramble to keep up with green product demand," entrada de blog por BusinessGreen Staff, 24 de mayo, 2012, [greenbiz.com](http://greenbiz.com).

91 *Better cities, better growth, better climate*, a joint report from The New Climate Economy, C40 Cities, and World Resources Institute, junio 2017, [newclimateeconomy.report](http://newclimateeconomy.report).

92 Bloomberg News, "China fossil fuel deadline shifts focus to electric car race," *Bloomberg Technology*, 10 de septiembre, 2017, [bloomberg.com](http://bloomberg.com).

93 James Ayre, "China 100% electric bus sales grew to ~115, 700 in 2016," *Clean Technica*, 3 de febrero, 2017, [cleantechnica.com](http://cleantechnica.com).



# CONCLUSIÓN





© yangphoto/Getty Images

Las ciudades presentan una gran oportunidad en el compromiso de alinear al mundo con una ruta de cambio climático de 1.5°C. Representan más de la mitad de la población mundial, son motores del crecimiento económico y son responsables de más del 70 por ciento de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero. Por ello tienen una responsabilidad tremenda, que muchos líderes y ciudadanos están tomando en serio. Las ciudades de todo el mundo ya están innovando y poniendo a prueba nuevas ideas, aprobando regulaciones, creando incentivos y educando a las partes interesadas sobre el desafío. Pero aún queda mucho por hacer. Para que las ciudades alcancen sus objetivos de reducción de emisiones, deben implementar rápidamente nuevas tecnologías e infraestructuras más limpias a una velocidad y escala sin precedentes.

La complejidad del ecosistema social y político urbano puede hacer que el diseño y la implementación de la acción climática parezcan abrumadores y las innumerables opciones para reducir los gases de efecto invernadero pueden dejar a las ciudades paralizadas. Este informe ofrece un conjunto de 12 oportunidades, acciones “sin arrepentimiento” para las ciudades, agrupadas en cuatro áreas de incidencia. Para lograr el máximo potencial de estas oportunidades, hay tres prioridades.

**Las ciudades deben ir más allá de las victorias rápidas.** La aceleración enfocada de las ciudades que se mueven de manera decisiva y a escala en las cuatro áreas de acción de este informe tiene el potencial de ayudar a las ciudades a lograr del 90 al 100 por ciento de las reducciones de emisiones necesarias para 2030 y posicionarlas para recortes aún más profundos para 2050. La aceleración enfocada es una estrategia que ha ayudado a las organizaciones del sector privado a alcanzar objetivos ambiciosos en situaciones igualmente complejas. Las ciudades que usen los próximos 12 años para construir un kit de herramientas de clase mundial, que incluye adquisiciones simplificadas, acceso a capital, relaciones con otras ciudades para el intercambio de mejores prácticas, participación comunitaria y asociaciones con el sector privado y el gobierno, estarán preparadas para abordar el siguiente conjunto de oportunidades de reducción de emisiones. Lograr las reducciones objetivo de 2030 también sentará las bases para capturar oportunidades que tardan más en desarrollarse, como la densificación y la planificación del uso del suelo, pero serán fundamentales para lograr la descarbonización más profunda necesaria para cumplir los objetivos a 2050.

**La colaboración intersectorial será esencial.** Lograr una ruta de 1.5°C a través de la acción climática requerirá una colaboración significativa en todos los sectores y niveles de gobierno. En nuestro trabajo en diferentes sectores ya hemos visto una aceptación de que todas las partes tienen un papel que desempeñar en la reducción de las emisiones de carbono. Un número cada vez mayor de empresas ya están trabajando para alcanzar objetivos de energía 100 por ciento renovable y pueden usar lo que han aprendido para asociarse con ciudades y empresas de servicios públicos para hacer realidad este objetivo en todo el paisaje urbano global. Del mismo modo, la colaboración entre las compañías automotrices y tecnológicas, los servicios públicos y las ciudades puede acelerar las tendencias de movilidad que tienen el potencial de encaminar a las ciudades hacia una movilidad más baja en carbono, más eficiente y accesible para todos. La infraestructura también ofrece una oportunidad para que las ciudades colaboren con desarrolladores inmobiliarios y propietarios de edificios que reconocen que construir y mantener edificios eficientes puede reducir las facturas de servicios públicos para los ocupantes, reducir la rotación de inquilinos y aumentar la productividad de los trabajadores.

**Los alcaldes y otros líderes de la ciudad deberán obtener apoyo para el cambio.**

Crear consenso para la acción climática entre las partes interesadas dentro de las poblaciones locales y las comunidades empresariales requiere resaltar los beneficios más allá de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los beneficios son económicos, sociales y ambientales, incluyendo la reducción de la congestión vial y la contaminación del aire, una mayor productividad entre los trabajadores, una mejor calidad de vida, una mayor capacidad de recuperación, seguridad vial y tiempos de viaje más cortos. Involucrar a los grupos comunitarios y diseñar planes de acción climática con sus aportes también puede ayudar a garantizar que la transición a una ciudad baja en carbono sea equitativa para todos los residentes. Los alcaldes pueden destacar estos beneficios al defender las inversiones actuales en nuestro futuro colectivo a largo plazo. ■

## RECONOCIMIENTOS

### Equipo C40

Mark Watts  
Kevin Austin  
Malcolm Shield  
Michael Doust  
Simon Hansen  
Shannon Lawrence  
Joshua Gardner

### Equipo McKinsey

Stefan Knupfer  
Shannon Bouton  
Cynthia Shih  
Devansh Gupta  
Shelby Lin  
Shannon Gombos  
Stephen Jacobson  
Andreas Venus  
Brodie Boland  
Peter Hill

---

Este informe involucró la colaboración de muchas personas. No tendríamos el espacio para agradecer a cada uno de ellos por su nombre, pero nos gustaría reconocer a las personas a continuación por su experiencia y generosidad con su tiempo. El impacto de este informe será producto de sus contribuciones colectivas:

Desiree Bernhard, Michele Bertoncello, Alex Brotschi, Lia Cairone, Ricardo Cepeda-Márquez, Robert Cervero, Flavio Coppola, David Craven, Andrea Fernandez, David Frankel, Bhavin Gandhi, Anna Gressel-Bacharan, Clare Healy, Max Jamieson, Laura Jay, Sean Kane, Kate Laing, Nicholas Laverty, Julia Lipton, Timo Möller, Eric Morden, Jesse Noffsinger, Dickon Pinner, Angelos Plataniyas, Matt Rogers, Josh Rosenfield, Caterina Sarfatti, Lucila Spotorno, Zachary Tofias, Andreas Tschiesner, Helga Vanthournout, Amy Wagner, Caroline Watson, Jonathan Woetzel, Katherine Wolosz, and Hong Xia

---

### Contactos para este informe

**Kevin Austin**  
*kaustin@c40.org*

**Stefan Knupfer**  
*stefan\_knupfer@mckinsey.com*

**Malcolm Shield**  
*mshield@c40.org*

**Shannon Bouton**  
*shannon\_bouton@mckinsey.com*

**Simon Hansen**  
*shansen@c40.org*

**Cynthia Shih**  
*cynthia\_shih@mckinsey.com*

Esta versión fue traducida a partir del informe original en inglés que se puede encontrar [aquí](#). Esta traducción al español fue realizada con el apoyo generoso del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Global Environment Facility-GEF) bajo la Plataforma Mundial para las Ciudades Sostenibles.

