ARUP enel



CIUDADES CIRCULARES

EL IMPACTO EN LA DESCARBONIZACIÓN Y OTRAS CUESTIONES

CUARTA EDICIÓN
ENERO 2022

Con la contribución científica de





Índice

Prefacio 4
Resumen 7
Introducción 9

1. La ciudad circular: avanzando hacia 2030 **11**
La necesidad del cambio 11
El papel de la economía circular 12
La ciudad circular 13

2. Panorama general de las cuatro ciudades estudiadas **15**
Bogotá, pionera de la economía circular en América del Sur 16
Génova, uno de los principales puertos del Mediterráneo 18
Glasgow, el faro de la transformación posindustrial 20
Milán, centro financiero y ciudad de la moda y el diseño 22

3. Enfoque sectorial **24**
Entorno construido 26
Movilidad 39
Sistemas de energía sostenible 52

4. Gobernanza y políticas **69**

Conclusión 79

Contribuidores 81

Anexo Técnico

Prefacio

El objetivo de esta cuarta edición del informe de posicionamiento sobre las ciudades circulares es poner más de manifiesto los avances globales de la cuestión, tanto en términos generales como, más en concreto, en relación con las actividades del Grupo Enel. Han transcurrido cuatro años desde la primera edición en 2018 y en un periodo de tiempo relativamente corto hemos visto numerosos cambios. El tema de las ciudades circulares, una cuestión muy particular en un principio, ha adquirido un gran impulso y relevancia en las agendas mundiales y locales.

Este informe se ha elaborado en colaboración con Arup, una importante empresa de servicios profesionales centrada en todos los aspectos de los entornos construidos. Arup y Enel comparten un firme compromiso con la economía circular, especialmente en el contexto de las ciudades y los entornos urbanos, con especial referencia al contexto urbano. La colaboración entre los diferentes sectores es fundamental para repensar las ciudades, al igual que la cooperación entre los países, como la establecida entre Italia y el Reino Unido para organizar eventos de la COP26.

El momento de la publicación de este estudio, que coincide con la COP26 y con la pandemia desgraciadamente todavía presente –aunque podemos ser más optimistas que hace un año–, quizás vincula los dos eventos que más han cuestionado nuestro modelo de sociedad y, por tanto, también el papel de las ciudades. A pesar de la gravedad del contexto, el aspecto positivo es que las ciudades se enfrentan a este reto asumiendo un papel proactivo y de guía que acelera su proceso de transformación y se coordinan y colaboran entre sí a escala mundial.

Este estudio quiere profundizar en esta dimensión y analizar el verdadero impacto que tienen las ciudades en la crisis en términos de emisiones directas e indirectas y qué mecanismos ofrece la economía circular para mitigarlas, mientras al mismo tiempo se busca mejorar la calidad de vida de todos los ciudadanos y la resiliencia a través de la descarbonización.

Este contexto impulsa al Grupo Enel a seguir fortaleciendo su compromiso con un modelo de negocio sostenible, no solo en términos generales a través de un paradigma basado en las renovables, las redes inteligentes y las tecnologías eléctricas innovadoras y con la economía circular como marco para replantear todas las cadenas de valor, sino más concretamente en el contexto urbano. Hemos desarrollado soluciones específicas implementadas a nivel mundial, como flotas eléctricas de autobuses, análisis de ciudades, parámetros de circularidad urbana y proyectos como Urban Futurability, donde la digitalización, las tecnologías de vanguardia y los nuevos modelos de negocio mejoran la contribución de las redes inteligentes a la economía circular.

Incluso aunque soy consciente de que seguimos estando al principio de esta transición, creo que el tema de la economía circular ha alcanzado ahora una relevancia y una solidez que no se esperaban hace un año. La evolución del tema dejó patente la posibilidad de un rediseño de todo el modelo económico y, por tanto, de la sociedad en un sentido más amplio, con ventajas tangibles en cuanto a calidad de vida e impacto social. Creo que esto constituye uno de los mensajes más importantes del estudio: comprender que el reto actualmente no consiste en acciones únicas o en objetivos específicos, sino en una transición más profunda y ambiciosa que nos afecta a todos.

Michele Crisostomo
Presidente de Enel y de la junta consultiva de la Fundación Enel



Hoy en día, no hace falta ir muy lejos para encontrar pruebas reales de que nos encontramos en medio de una crisis climática. No están solo en sesudos informes de los expertos en el clima, sino que aparecen en los medios de comunicación todos los días con noticias de inundaciones, sequías, incendios forestales y los daños que estas catástrofes infligen en la población local, especialmente a los más pobres de nuestra sociedad.

También sabemos que nuestros pueblos y ciudades son una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero que alimentan esta crisis. Teniendo en cuenta que las previsiones mundiales indican que para cuando lleguemos a los objetivos de cero emisiones en 2050 seremos dos mil millones más en el planeta, está claro que tenemos que abordar el problema de los gases de efecto invernadero en los entornos construidos si queremos tener alguna posibilidad de mitigar lo peor del impacto sobre el clima que está por venir. Por eso este informe representa un paso tan importante para enfrentarse al reto del cambio climático.

Incorporar el pensamiento de la economía circular en el diseño de nuestros pueblos y ciudades será vital en la carrera hacia las cero emisiones, y este trabajo presenta algunos de los avances prácticos que tendremos que hacer para conseguir el cambio.
El pensamiento de la economía circular es un reconocimiento de que no podemos mantener la indiferencia hacia los recursos finitos de nuestro planeta. Es un reconocimiento de que podemos –y debemos– desarrollar nuevos modelos de negocio y herramientas que permitan un futuro más resiliente.

Quizás lo más importante es que el informe también reconoce que el pensamiento circular ya está impulsando cambios y muestra algunos de los éxitos que dejan patente que podemos conseguirlo si tenemos acceso a las herramientas adecuadas y la voluntad de actuar.

Estoy muy orgulloso de que Enel y Arup hayan podido colaborar en esta cuestión vital. El reto ahora será atraer la mayor cantidad posible de socios dispuestos para transformar el pensamiento circular en prácticas habituales.

A corto plazo tenemos que intentar cumplir nuestros objetivos de París y tenemos que asegurarnos de que el pensamiento de la economía circular pase a formar parte de nuestra concepción de las ciudades y de su diseño.

De hecho, es imprescindible que lo logremos, ya que hoy en día y sin rodeos estamos generando residuos a un ritmo que es completamente insostenible. El planeta sencillamente no puede permitirse nuestro uso inconsciente e ineficaz de los finitos recursos de los que disponemos. Por tanto, está claro que hace falta que la sociedad al completo tome medidas, desde los promotores, constructores, inversores, planificadores, administraciones, reguladores y fabricantes hasta los consumidores.

Ya sabemos que hay miles de acciones eficaces que podemos emprender en el ciclo de vida de muchas cadenas de suministro. Sin embargo, para multiplicar los efectos tenemos que pensar en las herramientas y datos que necesitamos para conseguir el cambio; los nuevos modelos de negocio que hacen falta; el uso del modelado de información de construcción (BIM) y macrodatos; la introducción de pasaportes de materiales, y la aplicación de técnicas de diseño regenerativo y construcción modular.

Esto es lo que ha inspirado a Arup a trabajar con organizaciones como el Grupo de Liderazgo Climático de Ciudades C40, la Fundación Ellen MacArthur y empresas de progreso como Enel. Ahora sabemos que ningún grupo puede conseguir cambiar las cosas por su cuenta. Tenemos que trabajar para forjar lazos juntos.

Si cooperamos, podemos cambiar la forma de pensar de las personas y el futuro del planeta. Al unir los eslabones de la cadena circular, reduciremos las emisiones y aumentaremos el ritmo de la transición al nivel necesario para que el futuro sea más resiliente.

Así pues, recomiendo sin reservas este informe y doy las gracias a nuestros socios por su generoso apoyo. Espero que sirva como catalizador para emprender más acciones urgentes y ayude a divulgar el mensaje positivo entre administraciones, reguladores, empresas, consumidores y otros interesados de que hay mejores caminos por recorrer.

Alan Belfield
Presidente del grupo Arup

Resumen

Información básica

El cambio climático y la restauración ambiental son la prioridad de muchos países y ciudades del mundo. Las consecuencias perjudiciales de la subida de las temperaturas y el aumento de la frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos están afectando a los sistemas sociales, económicos y medioambientales. Las ciudades representan el 70 % de las emisiones de carbono a nivel mundial y el 60 % del uso de recursos, producen el 50 % de los residuos del mundo y en este contexto, son parte del problema. Sin embargo, las ciudades también están desempeñando un papel fundamental para abordar los efectos del cambio climático y pueden ser un elemento importante de la solución, que se conseguirá principalmente con medidas de protección del clima y adaptación. Teniendo en cuenta las crecientes presiones, las ciudades podrán y deberán adoptar más medidas y principios, como el de la economía circular, tal y como muestra este estudio.

Objetivos del estudio

Una economía circular, según define la Fundación Ellen MacArthur, está diseñada para ser restaurativa y regenerativa y su objetivo es eliminar el concepto de residuos. Estas características presentan nuevas formas de reducir las emisiones basadas en el consumo y crear valor añadido en cuanto a resiliencia y calidad de vida.

Este estudio investiga el impacto de una serie de intervenciones destinadas a reducir las emisiones en tres sectores de elevado impacto en las ciudades: entorno construido, movilidad y sistemas de energía sostenibles. Lo hace centrándose en cuatro ciudades de todo el mundo que son pioneras en soluciones de economía circular (Bogotá, Glasgow, Génova y Milán) y emplea el planteamiento de los modelos GTAP desarrollado por C40, Arup y la Universidad de Leeds para evaluar los impactos en las emisiones basadas en la producción y el consumo de las intervenciones en estas ciudades.

Cada ciudad es única, y la importancia e impacto de cada intervención depende del contexto específico de la ciudad. El análisis sugiere la posible escala de la reducción en emisiones de gases de efecto invernadero que podría lograrse con la adopción de medidas ambiciosas y realistas en cada uno de los sectores explorados para 2030, y esta evidencia respalda diversas conclusiones y recomendaciones para las autoridades urbanas.

Los principios de la economía circular aceleran el cambio a las cero emisiones

Entre las principales intervenciones probadas en entornos construidos se incluyen mejorar el aprovechamiento de la capacidad (para evitar construcciones nuevas), cambiar a materiales renovables y de bajos niveles de carbono, aumentar la eficiencia de los materiales y realizar intervenciones operativas como modernizar la eficiencia energética e instalar sistemas de energía de baja emisión en edificios. Para el sector de la movilidad, entre las intervenciones se incluye el cambio modal, el uso compartido y la multipropiedad de vehículos, la electrificación del transporte y el diseño circular de los vehículos. Para los sistemas energéticos, entre las intervenciones se incluye la electrificación de uso final alimentada con renovables y la adopción de soluciones digitales como los smart meters.

En el estudio se muestra lo siguiente:

- La emisión de gases de efecto invernadero que se producen fuera de las ciudades debido a su consumo de electricidad, bienes y productos (alcances 2 y 3) puede ser mucho mayor que la que se produce dentro de las ciudades (alcance 1) y, por consiguiente, tiene que tenerse en cuenta al diseñar políticas y acciones sobre emisiones.
- La distribución de las emisiones de una ciudad depende del balance entre importaciones y exportaciones, pero en las cuatro ciudades del estudio las emisiones que se producen fuera de los límites de las ciudades representan alrededor del 80 % del total.
- Solamente las intervenciones en entornos construidos podrían reducir las emisiones totales de una ciudad hasta un 10 % dependiendo del contexto. Esto incluye una reducción en las emisiones de alcance 1 de los edificios de hasta un 56 % y una reducción en las emisiones de alcance 3 incluidas en la construcción de hasta el 27 %.
- Las intervenciones en movilidad estudiadas podrían reducir la huella de carbono de una ciudad hasta un 6 %, incluida una reducción de las emisiones de transporte de alcance 1

hasta un 49 % y una reducción en las emisiones de alcance 3 incluidas en los vehículos adquiridos de hasta el 14 %.
- Las intervenciones en sistemas energéticos modelizadas podrían limitar las emisiones generales hasta un 4 %, incluida una reducción en las emisiones de alcance 2 de hasta el 57 %.
- Según las entrevistas con partes interesadas de las ciudades, las intervenciones que permiten directamente lograr cero emisiones proporcionan otras ventajas, como el acceso a espacios verdes, la mejora de la calidad del aire, la reducción del tráfico, nuevos puestos de trabajo verdes, una mayor resiliencia a través de las cadenas de suministro locales y menos costes gracias a la mejora de la eficiencia.

Las intervenciones en el ámbito de la economía circular en estos tres sectores supondrán una contribución importante para lograr los objetivos de descarbonización, pero es necesario emprender acciones en todos los sectores y el estudio presenta una perspectiva sobre acciones concretas que pueden adoptar y promover las autoridades urbanas para acelerar la transición hacia una economía circular en sus ciudades.

Gobernanza urbana para facilitar la transición a la economía circular

Con el fin de poner en práctica los principios de la economía circular, las ciudades deben adoptar nuevos modelos de gobernanza que estimulen nuevos ecosistemas en los que los legisladores, las industrias, las ONG, las universidades y los ciudadanos puedan colaborar. Mediante el análisis de políticas y las entrevistas con los principales interesados de cada ciudad, hemos elaborado una serie de principios de gobernanza que proporcionan un marco útil para los administradores y legisladores urbanos.

1. **Establecer un planteamiento para toda la ciudad en materia de economía circular.** El planteamiento debe mostrar un conocimiento espacial de los retos y oportunidades de las diferentes áreas de la ciudad. Mientras que el planteamiento general debe ser a largo plazo, deben establecerse medidas claras para lograr el planteamiento con objetivos provisionales cuantificables.
2. **Incluir estrategias de economía circular en las normas de urbanismo.** Los planes para el uso del suelo urbano y las políticas de planificación deben favorecer los principios de la economía circular en la toma de decisiones, como los conceptos de densificación, cercanía y barrios de 15 minutos.
3. **Establecer objetivos y parámetros de economía circular.** El control de los avances hacia la economía circular precisa de una nueva serie de indicadores multidisciplinares que van más allá de los tradicionales parámetros de desarrollo. Entre ellos se incluyen el control de los residuos, los flujos de materiales, la ocupación de los edificios, el estado del entorno natural, la salud, la educación, la seguridad económica y energética, la gobernanza y los derechos básicos.
4. **Aprovechar nuevas oportunidades financieras.** Las ciudades deben aprovechar y promover nuevas iniciativas financieras que puedan respaldar la transición hacia una economía circular y permitir iniciativas de empresas circulares. Entre ellas se incluyen la perspectiva circular en la contratación pública y los fondos de apoyo empresarial y la financiación subvencionada en forma de préstamos, ayudas e inversiones de capital.
5. **Aumentar la concienciación e inclusión de partes interesadas y ciudadanos.** A través de la filosofía de la creación conjunta, las administraciones locales pueden implicar a los ciudadanos y otras partes interesadas a lo largo del ciclo de la transición hacia la economía circular, desde el diseño inicial hasta la puesta en marcha, toma de decisiones y gobernanza. Esto promueve un sentimiento compartido de responsabilidad, propiedad y orgullo.
6. **Desarrollar capacidad y compartir conocimiento.** Con el fin de lograr el nivel necesario de las medidas, las ciudades tienen que desarrollar las habilidades y conocimientos a través de una mayor disponibilidad de itinerarios de formación sobre economía circular para los ciudadanos. Las ciudades también tienen que compartir conocimientos, haciendo hincapié tanto en los éxitos como en los fracasos.

Introducción



Las ciudades generan alrededor del 70 % de las emisiones mundiales de carbono, representan más del 60 % del uso de los recursos[1] y generan el 50 % de los residuos mundiales[2]. Teniendo en cuenta que para 2050 dos tercios de la población mundial vivirá en ciudades[3], estas tendrán un papel fundamental a la hora de abordar los efectos del cambio climático.

Cada vez más ciudades comprenden la importancia de su papel en el proceso global de la descarbonización y aprovechan los principios de la circularidad al aplicar sus estrategias. Fomentar la difusión de las energías renovables y la electrificación de uso final, reducir los residuos y promover el uso compartido y la reutilización de los bienes son los elementos característicos de las ciudades circulares.

Los planes y estrategias de la economía circular que abarcan todos los sectores de la vida urbana son características fundamentales de los municipios que quieren conseguir un desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.
Dados los antecedentes de investigaciones conjuntas en el ámbito de la economía circular, el cambio climático y las ciudades, Arup y Enel, con la Fundación Enel como socio científico, han colaborado en un proyecto de investigación con la Universidad Bocconi - GREEN[4] de Milán (Italia), la Universidad de los Andes[5] de Bogotá (Colombia) y la Universidad de Génova[6] (Italia). Juntos hemos intentado evaluar el impacto de la puesta en marcha de los principios de la economía circular en las ciudades en cuanto a emisión de carbono, calidad de vida y resiliencia. Utilizando un método de modelización de emisiones urbanas interno[7], hemos establecido un modelo base de las emisiones asociadas con el consumo de bienes y servicios de cada ciudad, antes de realizar análisis cuantitativos de intervenciones lineales y circulares a partir de la experiencia de las entrevistas con las partes interesadas y el examen de las publicaciones. En el documento de metodología que se publicará como anexo de este estudio habrá más detalles sobre la metodología utilizada para elaborarlo.

[1] https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/

[2] https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/circular-economy-cities.htm

[3] https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview

[4] https://www.green.unibocconi.eu/

[5] https://uniandes.edu.co/

[6] https://unige.it/it/

[7] https://c40-production-images.s3.amazonaws.com/other_uploads/images/2257_2Method_Report_Final_2019-06-13.original.pdf?1560879858

Este estudio se centra en tres sectores clave en los que Arup y Enel poseen conocimientos y experiencia específicos: entornos construidos, movilidad y sistemas energéticos sostenibles. Se establece el planteamiento de una ciudad circular en estos sectores y se identifican las intervenciones fundamentales para lograrlo.

El proyecto pone en contexto el planteamiento de la ciudad circular en cuatro ciudades que han sido elegidas por su compromiso con una transición circular, y aborda las medidas de gobernanza clave necesarias para facilitar dicha transición. Se trata de Bogotá, la capital de Colombia y un faro de la economía circular en América del Sur; la histórica ciudad portuaria de Génova, uno de los principales puertos del Mediterráneo que aprovecha la circularidad para redefinirse; Glasgow, una importante ciudad posindustrial, y Milán, la ciudad más dinámica de la economía italiana y otra pionera en la economía circular.

Las principales metas del estudio pueden resumirse de la siguiente manera:

- Proporcionar un planteamiento de ciudad circular en 2030, centrándose en que el entorno construido, la movilidad y los sistemas energéticos sostenibles son fundamentales para lograr esta transición, teniendo en cuenta las sinergias entre las intervenciones y la colaboración intersectorial.

- Proporcionar recomendaciones basadas en la evidencia a los principales administradores urbanos, en las que se muestre que la economía circular contribuye a desarrollar el potencial para reducir considerablemente las emisiones, y sugerir posibles ventajas adicionales que podrían lograrse con la transición hacia una economía circular (como una mayor resiliencia o una mejor calidad de vida).

- Identificar medidas de economía circular que consigan realmente descarbonizar la economía y generar ventajas a escala; sugerir medidas prioritarias que implantar y modos de implicar también a agentes públicos y privados en la implementación.

El estudio se compone de los siguientes capítulos:

En el capítulo 1 se introducen los conceptos que sustentan esta investigación y presenta el planteamiento para un sistema urbano más circular en 2030.

En el capítulo 2 se habla del contexto de las cuatro ciudades y se exploran las políticas circulares de gobernanza que ha adoptado cada ayuntamiento.

En el capítulo 3 se trata la aplicación del planteamiento circular en los tres sectores explorados y presenta el posible impacto descarbonizador de las intervenciones propuestas en el contexto de cada ciudad.

En el capítulo 4 se destacan los principios claves de la gobernanza circular y las medidas que pueden emprender los ayuntamientos para alcanzar la circularidad.



1. La ciudad circular: avanzando hacia 2030

La necesidad del cambio

Las temperaturas han subido a mayor velocidad desde la década de 1970 que en los 2000 años anteriores, y en el último informe de la ONU se hace hincapié en que las emisiones deben reducirse un 55 % para 2030[8]. Las temperaturas y los fenómenos meteorológicos extremos se están incrementando a un ritmo mayor de lo que se pensaba inicialmente. A nivel político, el cambio climático cada vez ha protagonizado más el debate en los últimos años. En la COP21 de 2015, se llegó a una serie de compromisos en el Acuerdo de París como marco global para luchar contra el cambio climático y se estableció el objetivo de limitar el calentamiento global a menos de 2 °C y, preferiblemente, a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales.

Los movimientos ciudadanos como Fridays for Future, el movimiento juvenil espontáneo que reúne a millones de personas para manifestarse por medidas climáticas, han dado un considerable espaldarazo a la reflexión crítica sobre la vulnerabilidad del planeta Tierra y al tema de cómo concebir un futuro más resiliente y sostenible. La urgencia de las medidas climáticas ha adquirido un considerable impulso, lo cual es fundamental, ya que la estabilización climática precisa de una reducción firme, rápida y continuada en las emisiones y esto hace necesario el esfuerzo coordinado de las administraciones, la sociedad civil y los ciudadanos. Son necesarios cambios para hacer frente a estas cuestiones vitales y cumplir los objetivos internacionales.

[8] www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf
https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2021

El papel de la economía circular

La ruta hacia las cero emisiones va más allá de las medidas de descarbonización: precisa de una transformación total del modelo económico y de la manera en que producimos y consumimos. El modelo de desarrollo lineal, basado en el principio de extraer-fabricar-desechar, ha provocado efectos negativos en el medioambiente y ha contribuido a la crisis climática y a la transgresión de muchos límites planetarios.

La economía circular representa un nuevo sistema económico basado en la eliminación de residuos y contaminación, en el que se siguen utilizando los productos y materiales y se regeneran los sistemas naturales, lo que ofrece unos mejores resultados para las personas y el medioambiente. Estos principios son fundamentales para reducir las emisiones y afrontar el cambio climático. Aplicar los principios de la economía circular precisa de un cambio estructural con el objetivo de repensar por completo el uso de las materias primas y la energía. Hace necesario redefinir el crecimiento, desvincular las actividades económicas del consumo de los recursos finitos y generar capital económico, natural y social de forma equilibrada[9].

Por ejemplo, la aplicación de estrategias de economía circular a la producción de materiales claves (cemento, aluminio, etc.) se considera una herramienta fundamental para la descarbonización de estos sectores. La Fundación Ellen MacArthur calcula que los principios de la economía circular podrían reducir las emisiones asociadas a la producción de estos materiales un 40 % para 2050[10].

La economía circular representa un planteamiento sistémico que revisa todo el modelo económico y abarca toda la cadena de valor. La reflexión sobre las ventajas de aplicar un modelo circular se hace evidente a nivel urbano, donde la ciudad puede representarse como un sistema de flujos.

Las ciudades son los lugares donde más flujos de mercancías y energía se consumen, así como los lugares donde la mayoría de las personas vive y trabaja. La adopción de un modelo de crecimiento lineal ha contribuido a una serie de factores externos negativos relacionados con un consumo excesivo de los recursos y el espacio, como unos elevados volúmenes de residuos y unas condiciones de vida inadecuadas para los ciudadanos. El aumento de la concienciación sobre la relación entre un modelo de consumo lineal y el impacto ambiental negativo está llevando a muchas ciudades a aplicar los principios de la economía circular. Incorporar los principios de la circularidad desde la definición de las políticas hasta la gestión de la ciudad permite a los administradores redefinir la elección, uso y adquisición de bienes y materiales en busca de un desarrollo económico «que permita prosperidad, trabajo, salud y comunidad»[11].

La transición hacia una ciudad circular tiene que abarcar los principales sectores urbanos, entre los que se incluyen el transporte, los residuos, los alimentos, el urbanismo y la energía, además de fomentar la participación de ciudadanos y principales grupos de interés.

[9] https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept

[10] *Completing The Picture - How The Circular Economy Tackles Climate Change* - Fundación Ellen MacArthur 2019 https://emf.thirdlight.com/link/2j2gtyion7ia-n3q5ey/@/preview/1

[11] *City government and their role enabling a circular economy transition* – Fundación Ellen MacArthur - Marzo 2019 https://emf.thirdlight.com/link/26rz4yyd3pc5-s68dar/@/preview/1?o

La ciudad circular

Las ciudades circulares replantean por completo la manera en que los productos, materiales y activos se emplean para evitar en general los residuos, el valor de los recursos se mantiene al máximo nivel durante muchos ciclos de vida y los sistemas se regeneran.

Las ciudades son el escenario ideal para abrir el camino de la transición circular, debido a la cercanía entre los ciudadanos, los innovadores y los responsables políticos, y la concentración de actividades de múltiples sectores.

Aprovechando estos conocimientos, los edificios y las infraestructuras se mantienen, reforman y reparan a nivel individual, comunitario y comercial para ampliar su vida útil. Los diseños son duraderos, adaptables, modulares, fáciles de mantener y reconvertir, y los residuos quedan fuera del diseño. Los materiales no son perjudiciales y se obtienen de forma local y sostenible. Una de las maneras más eficaces para difundir este planteamiento circular a nivel urbano, por ejemplo, es la introducción de los principios de la circularidad en las normas y requisitos de los contratos públicos. Un sistema distribuido de gestión de los recursos facilita el retorno, clasificación y reutilización de los productos para que los materiales permanezcan en la cadena de valor.

Una ciudad circular obtiene su energía de fuentes renovables y la contaminación ambiental queda descartada en el diseño, lo que supone ventajas medioambientales y sanitarias para los ciudadanos. El uso del espacio se replantea para que haya una mayor accesibilidad a los servicios y las zonas de ocio. La economía se basa más en las cadenas de valor y las capacidades locales, lo que se traduce en un aumento de los puestos de trabajo para las comunidades locales, unos circuitos cerrados a nivel local y el fomento de una simbiosis industrial al situarse los sectores en áreas específicas: las ciudades serán más prósperas, habitables y resilientes.

De hecho, mientras que las ciudades son especialmente vulnerables a los posibles daños a gran escala debido a su concentración de personas y activos, también son las mejor equipadas para enfrentarse a estos riesgos a nivel estructural.

Los principios de la economía circular pueden originar efectos positivos en términos de resiliencia socioecológica y la capacidad de los ecosistemas urbanos para absorber impactos y mantener su estado original y estable de organización autónoma[12]. Por ejemplo, implementar unos principios renovables o de circuito cerrado puede acortar la cadena de suministro y promover el suministro local, con lo que se mejora la resiliencia frente a las perturbaciones externas. Adoptar unas soluciones basadas en la naturaleza y unos ecosistemas urbanos más verdes puede mitigar los efectos de los fenómenos meteorológicos extremos, mejorar la calidad del aire y reducir la contaminación acústica.

El propio Acuerdo de París reconoce el papel de las ciudades y otras entidades subnacionales en la intensificación de los esfuerzos para reducir las emisiones, disminuir la vulnerabilidad a los efectos adversos del cambio climático y fomentar la cooperación regional e internacional[13]. Esto se ha reafirmado recientemente en el G20, que considera las ciudades como «socios estratégicos» para abordar el cambio climático[14].

[12] Gunderson, L. H. (2000). *Ecological resilience: In theory and application. Annual Review of Ecology and Systematics.* Vol. 31, págs. 425-439

[13] https://ec.europa.eu/clima/eu-action/international-action-climate-change/climate-negotiations/paris-agreement_en

[14] GRUPOS DE TRABAJO DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y SOSTENIBILIDAD CLIMÁTICA
Comunicado conjunto de los ministros de energía y clima del G20, 23 de julio de 2021

Un esfuerzo conjunto de todas las ciudades como guías de la transición hacia la circularidad empezando desde tres sectores claves puede, de hecho, contribuir a alcanzar importantes objetivos de descarbonización para 2030, como se muestra en el estudio.

Las ciudades pueden intervenir de manera eficaz no solo en términos de reducir las emisiones directas, como, por ejemplo, restringiendo el uso de los vehículos más contaminantes, sino también tener un impacto considerable en las emisiones relacionadas con toda la cadena de valor de los productos y materiales que se producen en otros lugares y se consumen en áreas urbanas. Este es el caso con las intervenciones en el sector de la construcción y el consumo de materiales relacionados, que afecta a las emisiones en diferentes alcances[15]. Pueden hacerlo adoptando políticas y medidas que hagan frente a las demandas de los ayuntamientos y los ciudadanos.

Como queda patente en este estudio, las ventajas de aplicar los principios de la economía circular a la ciudad no se limitan a la descarbonización, sino que afectan a muchos aspectos de las vidas de los ciudadanos, ya que les proporcionan mejores condiciones de vida y mayores oportunidades.



[15] De acuerdo con el «Protocolo de gases de efecto invernadero – Protocolo global para inventarios de emisión de gases de efecto invernadero a escala comunitaria (GPC)», los alcances 1, 2 y 3 se definen de la siguiente manera:
ALCANCE 1 Emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de fuentes situadas dentro de los límites de la ciudad
ALCANCE 2 Emisiones de gases de efecto invernadero que se producen como consecuencia del uso de la utilización de electricidad, calor, vapor o refrigeración suministrados en red dentro de los límites de la ciudad
ALCANCE 3 El resto de las emisiones de gases de efecto invernadero que se producen fuera de los límites de la ciudad como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de los límites de la ciudad

2. Panorama general de las cuatro ciudades estudiadas

En este capítulo se proporciona un panorama general de las cuatro ciudades en las que se centra el estudio: Bogotá, Génova, Glasgow y Milán.

Tanto Milán como Glasgow, que albergaron reuniones anteriores a la COP26 y la COP26, respectivamente, han establecido unas ambiciosas agendas de economía circular. La ciudad portuaria de Génova ha llevado a cabo recientemente una reordenación urbana que incluye principios de la economía circular, y Bogotá es pionera en la economía circular en América del Sur. Las cuatro ciudades han realizado compromisos oficiales para reducir las emisiones de CO_2 en sus ciudades con objetivos ambiciosos.

El análisis incluido en este capítulo se basa en las políticas y estrategias públicas de las ciudades, consideraciones esenciales surgidas de entrevistas con los principales interesados y la evaluación de acciones puestas en marcha y planificadas en el marco de la economía circular. Esta primera parte del análisis también analiza las emisiones de cada una de las ciudades y aplica un planteamiento de modelos desarrollado para el informe de Arup/C40 que estudió «El futuro del consumo urbano en un mundo a 1,5 °C más»[16].



[16] https://www.c40.org/consumption



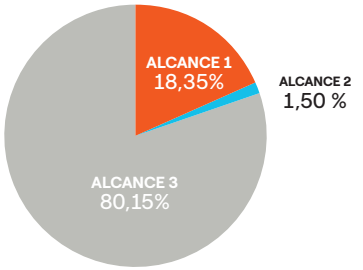
Bogotá
Pionera de la economía circular en América del Sur

Bogotá D.C. es la capital de Colombia; en ella vive el 15 % de la población del país, contribuye al 20 % del PIB nacional y tiene una tasa de crecimiento del PIB del 3,6 %, mayor que la media regional del 0,1 %. Bogotá es la cuarta ciudad más grande de América Latina y es una de las ciudades de la zona que está adoptando medidas para reducir emisiones y contaminación atmosférica, plantar más árboles e incentivar cambios en los hábitos de las personas con el fin de limitar su impacto en la naturaleza. A pesar de su prosperidad, Bogotá también es una ciudad con grave desigualdad social, mala calidad del aire y problemas de gestión de residuos y movilidad.

Se calcula que en 2019 un tercio de la población de Bogotá vivía por debajo del umbral de la pobreza, una cifra que será mayor ahora debido a la pandemia y al aumento de la migración desde zonas en conflicto cercanas.

ALCANCE DE EMISIONES

Emisiones de referencia de 2017 (tCO_2e)



TOTAL 43 784 000 (tCO_2e)

Equivalentes a emisiones per cápita (tCO_2e/pax) al año

1,10 para el ALCANCE 1
0,09 para el ALCANCE 2
4,78 para el ALCANCE 3

Total **5,97 tCO_2e/pax**

ESTADÍSTICAS FUNDAMENTALES	VALORES
Población nacional (número de habitantes)	50 911 747
Población de la ciudad (número de habitantes)	8 380 801
Área metropolitana (km^2)	1630
Estaciones de carga públicas (número/1000 habitantes)	0,004
Transporte público eléctrico (% de todo el transporte público, incluidos autobuses, tranvías, metro/red rápida eléctricos, etc.)	7 %
Vehículos eléctricos (% de todos los vehículos de la ciudad)	0,02 %
Carriles bici (metros/habitante)	0,07

SECTORES CLAVES	NÚMERO DE EMPLEADOS
Comercio y reparación de vehículos	19 %
Administración pública	14 %
Industria	14 %
Actividades profesionales	13 %
Actividades artísticas	8 %

Gobernanza y políticas

En línea con la aprobación de una estrategia nacional de economía circular, la Alcaldía de Bogotá presentó el plan de acción climática PAC 2020-2050[17], una hoja de ruta para los próximos treinta años que permitirá a la ciudad cumplir ambiciosos objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático: reducción de los gases de efecto invernadero un 15 % para 2024 y hasta un 50 % para 2030, con el fin de obtener la neutralidad de carbono para 2050 y aumentar la resiliencia. Con el fin de apoyar la transición a la economía circular de la ciudad, el plan de desarrollo de Bogotá[18] contiene iniciativas destinadas a consolidar los itinerarios agroecológicos; desarrollar la estrategia distrital de crecimiento verde, centrada en la sostenibilidad medioambiental, la innovación y la economía circular, y hacer frente a la gestión sostenible de todos los residuos generados en Bogotá a través de planes económicos circulares.

Bogotá respalda la transición a un modelo de economía circular a través de diversas herramientas e iniciativas de gobernanza. Una de las principales herramientas de gobernanza es el último plan de desarrollo (DDA 2020-2024), denominado «un nuevo contrato social y ambiental para el siglo XXI»[19], que tiene el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero un 15 % para 2024. El plan está reconocido como una de las promesas climáticas de Colombia por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) e incluye varias iniciativas, como el fomento del uso de transporte respetuoso con el medioambiente y la mejora de la calidad del aire.

La clara identificación de las secretarías distritales de Ambiente, Hábitat, Planeación y Desarrollo Económico de Bogotá como órganos que coordinan las labores, establecen objetivos y asignan recursos financieros para lograr la economía circular en la ciudad es un paso muy importante para establecer una gobernanza clara en la cuestión.

La implicación de los principales interesados, el sector empresarial y los ciudadanos en la transformación hacia la economía circular de la ciudad es un motor importante para Bogotá. Los aliados estratégicos, como ANDI (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia), la Cámara de Comercio y FENALCO (Federación Nacional de Comerciantes), pueden contribuir a difundir los principios de la economía circular hacia los procesos de producción de las pequeñas y medianas empresas.

La descarbonización es una cuestión estrechamente vinculada y ampliamente aceptada por el sector privado en Bogotá. Las empresas mantienen un fuerte compromiso con el proceso y buscan mejorar sus ciclos de producción, reducir emisiones y, al mismo tiempo, aumentar la competitividad de sus modelos de negocio. Los consumidores contribuyen a incentivar este proceso al demandar cada vez más productos sostenibles y eficientes desde el punto de vista energético.

Bogotá promueve un modelo de construcción circular fomentando la circularidad a la hora de elegir los materiales de construcción en la fase de diseño y a lo largo de la vida útil, con el objetivo de reducir el uso de recursos naturales y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Bogotá ya puede reunir mucha información sobre el proceso de la economía circular en la ciudad: el reto importante para el futuro es cómo gestionar esta información para utilizarla en la toma de decisiones, ya que tiene que agruparse y compararse para que pueda ser de utilidad para los administradores. Dado que Bogotá sigue planeando avanzar en la circularidad, existe la oportunidad de empezar a crear bases de datos integradas que detecten las prioridades y controlen las intervenciones.

[17] https://bogota.gov.co/en/international/bogota-presents-climate-action-plan-world-earth-day-celebration

[18] http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/introduccion_pdd_clauda_lopez_0.pdf

[19] https://bogota.gov.co/en/international/mayor-claudia-lopez-sanctions-new-four-year-development-plan



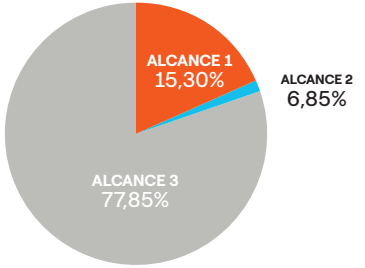
Génova
Uno de los principales puertos del Mediterráneo

Génova es la capital de la región de Liguria, en el noroeste de Italia. Su economía ha experimentado considerables cambios en las últimas décadas y ha pasado gradualmente de ser puramente industrial, vinculada a las actividades del puerto, a estar más basada en los servicios (terciario avanzado, turismo, comercio, etc.). Sin embargo, el puerto sigue siendo fundamental para la economía de la ciudad y la zona. De hecho, el puerto de Génova es el puerto más grande e importante de Italia tanto por tamaño como por número de navieras y manejo de contenedores[20].

[20] https://web.archive.org/web/20141020212142/http://www.assoporti.it/associati/portoGenova

ALCANCE DE EMISIONES

Emisiones de referencia de 2017 (tCO_2e)



TOTAL 6 487 000 (tCO_2e)

Equivalentes a emisiones per cápita (tCO_2e/pax) al año

1,71 para el ALCANCE 1
0,77 para el ALCANCE 2
8,71 para el ALCANCE 3

Total **11,19** tCO_2e/pax

ESTADÍSTICAS FUNDAMENTALES	VALORES
Población nacional (número de habitantes)	59 641 488
Población de la ciudad (número de habitantes)	565 752
Área metropolitana (km^2)	240
Puntos de carga públicos (número/1000 habitantes)	0,3
Transporte público eléctrico (% de todo el transporte público, incluidos autobuses, tranvías, metro/red rápida eléctricos, etc.)	8 %
Vehículos eléctricos (% de todos los vehículos de la ciudad)	0,3 %
Carriles bici (metros/habitante)	0,02

SECTORES CLAVES	NÚMERO DE EMPLEADOS
Industria	21 %
Comercio mayorista y minorista; reparación de vehículos a motor y motocicletas	16 %
Actividades administrativas y servicios auxiliares	13 %
Transporte y almacenamiento	13 %
Actividades profesionales, científicas y técnicas	8 %

Gobernanza y políticas

En los últimos años, Génova se ha esforzado mucho en desarrollar un proyecto de descarbonización, mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos y aumentar la resiliencia. La necesidad de resiliencia adquirió especial importancia como respuesta al dramático derrumbe del puente Morandi en 2018, que provocó considerables daños y sufrimiento para todos los ciudadanos. Desde 2009, la ciudad forma parte del Pacto de los alcaldes y ha desarrollado el plan de acción por la energía sostenible (SEAP[21]), que establece objetivos para la descarbonización analizando los diferentes sectores de la ciudad, lo que demuestra su nivel de compromiso con este tema. En línea con el marco europeo, apoya la elaboración del plan de acción por el clima y la energía sostenible (SECAP[22]), que prevé intervenciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para 2030.

A través de sus planes y estrategias, Génova quiere reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero un 40 % para 2030[23]. En especial, el nuevo plan urbano de movilidad sostenible PUMS (Piano Urbano Mobilità Sostenibile[24]) permite la construcción de nuevos carriles bici, el fomento de la micromovilidad y la electrificación del transporte público. La política energética del Ayuntamiento de Génova incluye actividades reguladoras en el sector de la construcción/urbanismo y el PEC (Piano Energetico Comunale), la estrategia municipal sobre energía de Génova.

Génova ha lanzado el programa Génova Ciudad Faro, cuyo objetivo es aumentar la implicación y la sensibilización de la población local: se trata de un plan de acción por la sostenibilidad, la adaptación y la mitigación del cambio climático y la mejora de la calidad de vida a través de un planteamiento integral e inclusivo. Representa un paso muy importante, ya que el concepto de una ciudad circular tiende a estar alejado de las personas y unos resultados satisfactorios a menudo precisan de medidas decisivas para modificar el comportamiento de los ciudadanos (como la reducción de los estacionamientos públicos y la reutilización del espacio para otros fines). Asimismo, con el fin de implicar a los interesados y los ciudadanos, la ciudad ha establecido comités territoriales para escuchar las necesidades y requisitos de las comunidades y mejorar la calidad de vida local. Los compromisos de las entidades sociales intermedias (parroquias, sindicatos, clubes, etc.) son fundamentales para influir en las personas y sensibilizar acerca de cuestiones ambientales.

Génova también ha desarrollado un sistema de indicadores para medir los avances de la ciudad en los elementos que quiere aumentar (inclusividad, sostenibilidad, atractivo, fomento del desarrollo y habitabilidad). Cabe destacar que la ciudad también trabaja en la reutilización de los residuos como material, especialmente la parte orgánica para producir biometano, y la recuperación de plástico, madera, papel, etc.

[21] http://www.comune.genova.it/content/seap

[22] http://www.comune.genova.it/content/secap

[23] Una reducción de al menos el 40 % de las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con los niveles de 2005, en especial a través de la mejora de la eficiencia energética y un aumento del uso de las fuentes de energía renovables. Fuente: SECAP – Plan de acción por el clima y la energía sostenible

[24] https://pums.cittametropolitana.genova.it/



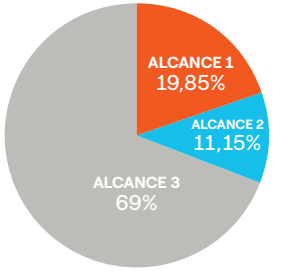
Glasgow
El faro de la transformación posindustrial

En las últimas décadas, Glasgow ha pasado de ser una ciudad posindustrial para ser conocida por su innovación técnica y social, con una reputación cada vez mayor como centro de la nueva economía verde. La economía circular es una parte central de las aspiraciones de la ciudad de cultivar una economía local baja en carbono y de conseguir una recuperación verde de la COVID-19. La organización de la conferencia internacional sobre el clima COP26 en noviembre de 2021 sitúa a Glasgow en el centro del debate acerca de la transformación positiva. En reconocimiento de los avances de la ciudad hacia la circularidad, Glasgow se ha incluido como ejemplo de buenas prácticas y experiencias en el programa de la OCDE «La economía circular en ciudades y regiones», cuyo objetivo es apoyar a los gobiernos en la transición hacia una economía circular[25].

[25] https://www.oecd.org/regional/regional-policy/circular-economy-cities.htm

ALCANCE DE EMISIONES

Emisiones de referencia de 2017 (tCO_2e)



TOTAL 8 890 000 (tCO_2e)

Equivalentes a emisiones per cápita (tCO_2e/pax) al año

2,84 para el ALCANCE 1
1,59 para el ALCANCE 2
9,88 para el ALCANCE 3

Total **14,31 tCO_2e/pax**

ESTADÍSTICAS FUNDAMENTALES	VALORES
Población nacional (número de habitantes)	5 424 800
Población de la ciudad (número de habitantes)	621 020
Área metropolitana (km^2)	176
Estaciones de carga públicas (número/1000 habitantes)	0,3
Vehículos eléctricos (% de todos los vehículos de la ciudad)	0,7 %
Carriles bici (metros/habitante)	0,5

SECTORES CLAVES	NÚMERO DE EMPLEADOS
Administración pública, educación y sanidad	33 %
Hoteles, restaurantes, distribución de bienes y servicios, logística	21 %
Banca, finanzas y seguros	15 %
Transporte y comunicación	9 %
Industria	6 %

Gobernanza y políticas

Glasgow y Escocia se han fijado ambiciosos objetivos políticos a nivel municipal y nacional. En 2019, la ciudad de Glasgow estableció el objetivo de eliminar las emisiones de carbono para 2030[26] y lograr la circularidad de la ciudad[27], en línea con las aspiraciones nacionales escocesas de cero emisiones para 2045[28]. En abril de 2021, Glasgow se convirtió en la primera ciudad del Reino Unido en firmar la Declaración de ciudades circulares[29].

El Ayuntamiento de Glasgow ya está poniendo en práctica un conjunto de herramientas de gobernanza cuyo objetivo es dirigir la transición de la ciudad hacia la economía circular. Entre ellas se incluyen asociaciones entre el Ayuntamiento y los principales interesados a nivel local y nacional para facilitar el desarrollo de modelos de negocio innovadores. Entre los proyectos emblemáticos figuran Circular Glasgow[30], establecido en 2017 por la Cámara de Comercio de Glasgow en asociación con Zero Waste Scotland y el Ayuntamiento de Glasgow, que marca los pasos para la comunidad empresarial de Glasgow y las empresas de la ciudad para adoptar estrategias y modelos circulares. ProCirc, parte del Programa Interregional de la UE de la Región del Mar del Norte, también proporciona un programa de mentoría en aprovisionamiento circular para organismos públicos y privados[31].

En 2020, el Ayuntamiento de Glasgow se asoció formalmente con la Junta de Residuos y Reciclaje de Londres para ampliar la adopción de técnicas de construcción circulares a nivel municipal a través de una serie de actividades de buenas prácticas e intercambio de conocimientos y habilidades[32]. La estrategia local de eficiencia energética y térmica del Ayuntamiento, que actualmente se está desarrollando, también quiere suministrar a todos los inmuebles municipales energía renovable al 100 %, garantizar que el Ayuntamiento disponga de una flota de transporte descarbonizada y que funcione con energía sostenible y ayudar a la aceptación de proyectos de Community Energy.

La importancia que la ciudad da a la educación y formación en economía circular para la comunidad local queda de manifiesto con la integración del centro de educación y formación en economía circular de Zero Waste Scotland y el desarrollo de módulos de economía circular para la construcción en colaboración con las universidades City of Glasgow y Glasgow Caledonian[33].

Glasgow también es un laboratorio vivo para un programa colaborativo de ciudades inteligentes (denominado «Ruggedised»), que se está desarrollando en cooperación con las ciudades de Róterdam, Umeå, Parma, Brno y Gdansk a través del programa Horizonte 2020 de la Unión Europea. El programa de Glasgow se centra en el desarrollo de un programa piloto de calles inteligentes en una zona mixta de edificios educativos, públicos, comerciales, industriales y de viviendas. Su objetivo es abordar los retos a los que se enfrenta Glasgow a causa de la antigüedad de las infraestructuras, la pobreza energética y la contaminación del aire a través de la integración de una regeneración planificada y de un desarrollo con prestaciones de ciudad inteligente[34].

La Hoja de ruta hacia la economía circular de Glasgow esboza 30 importantes iniciativas de gobernanza que pueden contribuir a fomentar la transición hacia la economía circular en la política, la planificación, la producción, las personas y las acciones públicas y privadas. Este conjunto de acciones proporciona un valioso ejemplo para otras ciudades que emprenden la transición para convertirse en ciudades circulares.

[26] https://www.glasgow.gov.uk/article/25066/Council-Sets-Target-of-Carbon-Neutral-Glasgow-by-2030

[27] https://www.glasgow.gov.uk/councillorsandcommittees/viewSelectedDocument.asp?c=P62AFQDNDX2UT1NTNT#:~:text=This%20Circular%20Economy%20Route%20Map%20sets%20out%20a%20framework%20to,embrace%20a%20sustainable%20economic%20future.&text=Our%20Communities%20-%20by%20localising%20the,wealth%20creation%20with%20those%20communities

[28] https://www.parliament.scot/bills-and-laws/bills/climate-change-emissions-reduction-target-scotland-bill

[29] https://www.glasgow.gov.uk/index.aspx?articleid=27227

[30] https://www.circularglasgow.com/

[31] https://northsearegion.eu/procirc/

[32] https://www.circularglasgow.com/partnership-between-glasgow-and-london-launched-to-help-the-uk-achieve-ambitious-year-of-climate-change/

[33] https://www.gbcitalia.org/-/savona-prima-citta-certificata-leed-in-europa-

[34] https://ruggedised.eu/cities/glasgow/

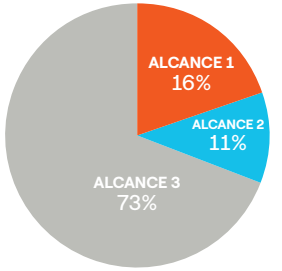


Milán
Centro financiero y ciudad de la moda y el diseño

Milán es el segundo municipio más poblado de Italia y el centro financiero y económico más importante del país. Al acoger la sede de la bolsa italiana (Piazza Affari), la ciudad se considera parte del corazón económico de Europa y está reconocida como una de las capitales económicas del continente. Además de las finanzas, la economía de la ciudad se centra principalmente en los sectores terciario y servicios, de modo que alberga numerosas multinacionales que operan en Italia. La ciudad también está en la vanguardia del sector de la moda, además de los sectores editorial, del diseño, de la construcción e inmobiliario.

ALCANCE DE EMISIONES

Emisiones de referencia de 2017 (tCO_2e)



TOTAL 19 145 000 (tCO_2e)

Equivalentes a emisiones per cápita (tCO_2e/pax) al año

2,30 para el ALCANCE 1
1,52 para el ALCANCE 2
10,22 para el ALCANCE 3

Total **14,04** tCO_2e/pax

ESTADÍSTICAS FUNDAMENTALES	VALORES
Población nacional (número de habitantes)	59 641 488
Población de la ciudad (número de habitantes)	1 406 242
Área metropolitana (km^2)	182
Estaciones de carga públicas (número/1000 habitantes)	0,3
Transporte público eléctrico (% de todo el transporte público, incluidos autobuses, tranvías, metro/red rápida eléctricos, etc.)	75 %
Vehículos eléctricos (% de todos los vehículos de la ciudad)	0,2 %
Carriles bici (metros/habitante)	0,2

SECTORES CLAVES	NÚMERO DE EMPLEADOS
Alquiler, agencias de viajes, servicios de apoyo a las empresas	18 %
Comercio mayorista y minorista; reparación de vehículos a motor y motocicletas	18 %
Actividades profesionales, científicas y técnicas	13 %
Industria	12 %
Servicios de información y comunicación	7 %

Gobernanza y políticas

Milán es una ciudad puntera en circularidad no solo a nivel nacional, sino también internacional. Para promover el proceso de descarbonización de la ciudad, el Ayuntamiento de Milán se unió al programa C40 «Deadline 2020[35]» en 2017, con el compromiso de alcanzar la neutralidad en las emisiones de carbono para 2050.

La ciudad también renovó sus compromisos en el Pacto de los alcaldes[36] por el clima y la energía en 2019 y aumentó sus objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero al 40 % para 2030. Tras incorporarse al nuevo pacto, el Ayuntamiento ha elevado su objetivo de reducción del CO_2 al 45 % para 2030. El nuevo objetivo de reducción de los gases de efecto invernadero también se menciona en el Plan por el aire y el clima (ACP)[37], adoptado en 2020 para abordar los retos de la mitigación del cambio climático y de la contaminación del aire. Incluye un objetivo específico relacionado con la economía circular que establece medidas destinadas a reducir el consumo de materias primas y energía en diversas cadenas de suministro, durante todo el ciclo de vida de los productos y servicios, para actuar en las áreas más significativas del metabolismo urbano basándose en un modelo económico circular.

Con el fin de lograr sus objetivos de circularidad, transición energética, mitigación, adaptación y resiliencia, se ha creado una estructura de gobernanza específica: el Departamento y Dirección de Transición Ambiental, bajo la responsabilidad directa del Alcalde.

La ciudad de Milán está muy motivada en la promoción de la transformación urbana de manera resiliente y sostenible aplicando un planteamiento de economía circular. La ciudad ha desarrollado planes de políticas urbanas para diferentes sectores que definen el marco legal y las estrategias de desarrollo desde una perspectiva sostenible: desde la gestión de recursos con un planteamiento circular hasta el suministro de alimentos y la mejora de las cadenas locales de producción para limitar los impactos del transporte. El concepto de «Milano Lenta» (Milán Lenta) está cobrando impulso en la ciudad: su objetivo es promover una apreciación de la lentitud, especialmente después de la COVID-19, que nos ha mostrado la posibilidad de aumentar la calidad de vida con planteamientos más lentos y eficientes desde el punto de vista energético.

Milán se convertirá en una ciudad en la que las personas puedan desplazarse flexiblemente con diferentes tipos de servicios de movilidad integrados, una ciudad en la que se transforma el espacio público, con aceras más anchas y espacios compartidos en la calle, y en la que la integración es real. La calle debe convertirse en un lugar de vida y relaciones, y la ciudad debe parecerse a ciudades más pequeñas en las que el espacio público y privado se funden siguiendo la idea de las «ciudades de 15 minutos».

Milán también ha asumido compromisos internacionales como parte del C40 sobre economía circular, como la recuperación de los residuos, con un nivel de reutilización del 95 % para 2030, la evolución de las cadenas de suministro de residuos, el desarrollo de una construcción limpia y la regeneración y recuperación urbana.

[35] https://cdn.locomotive.works/sites/5ab410c8a2f42204838f797e/content_entry5ab410fb74c4833febe6c81a/5ad4d7ee74c4837def5d3d45/files/Deadline_2020_Programme_flyer__August_2017.pdf?1541690065

[36] https://www.covenantofmayors.eu/about/covenant-community/signatories.html

[37] Hasta la fecha, el ACP todavía no ha sido aprobado definitivamente por el Ayuntamiento de Milán,, pero perfila las perspectivas políticas estratégicas de la administración local. El plan está disponible en: https://www.comune.milano.it/piano-aria-clima



3. Enfoque sectorial

La visión de la ciudad circular abarca varios sectores urbanos claves, dado que aspira a redefinir los flujos de energía y materiales. Dada la necesidad de priorizar, este estudio se centra en tres de ellos: movilidad, entorno construido y sistemas energéticos sostenibles. Estos fueron elegidos por su probable impacto en la descarbonización[38] y la reducción de emisiones dentro de los alcances 1, 2 y 3. Asimismo, la amplia experiencia global de Enel y Arup pueden proporcionar una mirada pragmática a través de la cual se evalúa la complejidad de la implementación y la gobernanza necesaria para potenciar las intervenciones.

A continuación se presenta un panorama general de las definiciones utilizadas para estos sectores:

- Entorno construido: Este sector incluye a) las emisiones directas del uso de edificios e infraestructuras, b) las emisiones asociadas a intervenciones de eficiencia energética y electrificación de edificios, y c) las emisiones de la cadena de suministro asociadas con la construcción de edificios dentro de cada ciudad;

- Movilidad: este sector incluye las emisiones directas de los vehículos, las emisiones indirectas asociadas con la electrificación de los vehículos y las emisiones de la cadena de suministro de la fabricación, mantenimiento y eliminación de los vehículos;

- Sistemas de energía sostenible: este sector se centra en a) la producción, distribución y suministro de electricidad a los clientes finales para alimentar las actividades dentro de la ciudad, b) las emisiones asociadas con la cadena de suministro para construir esta infraestructura, y c) la digitalización como propiciadora de la circularidad.

[38] *ICT's potential to reduce greenhouse gas emissions in 2030* – ERICSSON; *ITF Transport Outlook 2021* – OCDE; Informe de la EMF
https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/research-papers/exploring-the-effects-of-ict-solutions-on-ghg-emissions-in-2030
https://www.oecd.org/publications/itf-transport-outlook-25202367.htm

En cada sector hay un planteamiento circular para 2030, además de una serie de posibles intervenciones para facilitar la transición. Este capítulo también cuantifica las posibles ventajas de la puesta en práctica de las intervenciones en los tres sectores en Bogotá, Génova, Glasgow y Milán. El impacto de la aplicación de estas intervenciones se ha evaluado con referencia a las emisiones de 2017, incorporando los alcances 1, 2 y 3.

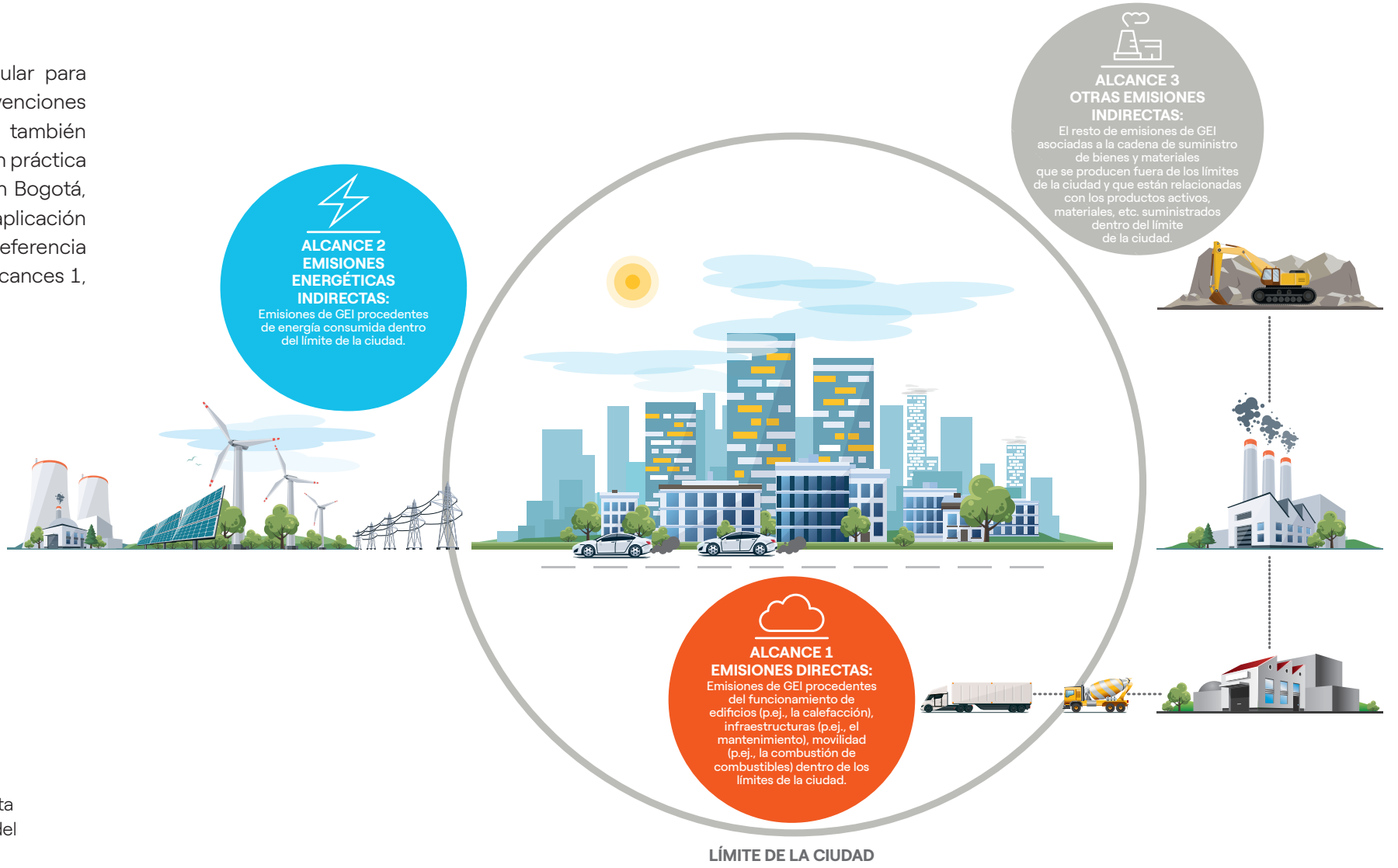


Figura 1 Emisiones urbanas – La imagen representa las emisiones de los alcances 1, 2 y 3 en función del ámbito de análisis considerado en el estudio



Entorno construido

PLANTEAMIENTO

En una ciudad circular, el entorno construido prioriza el uso eficiente de los inmuebles existentes. La optimización del uso del espacio existente es vital, teniendo en cuenta que se calcula que el 60,4 % de la población mundial vivirá en ciudades para 2030[39]. Por tanto, la demanda de nuevos edificios e infraestructuras se minimiza garantizando que los inmuebles existentes se utilicen plenamente antes de que se construyan otros. La reforma y modernización de los inmuebles vacíos y las oficinas sin usar debido al teletrabajo y al co-working tiene más prioridad que la nueva construcción.

Durante las operaciones, la demanda energética se minimiza mediante mejoras en la eficiencia energética en el tejido constructivo y el uso de equipos y aparatos eficientes desde el punto de vista energético. Se utilizan soluciones basadas en la naturaleza e infraestructura verde para regular la demanda de energía, mejorar la resiliencia a las inundaciones en caso de tormentas y mejorar la salud física y mental de los ciudadanos gracias a la conexión con la naturaleza[40]. En los climas en los que los edificios precisan de calefacción y refrigeración, la electrificación de los servicios, en combinación un suministro renovable a través del sistema energético, facilita la transición hacia una actividad con cero emisiones y mejora la resiliencia de la ciudad a las perturbaciones externas en el mercado global de la energía.

En caso de que hagan falta construcciones nuevas, se hace hincapié en construir menos, pero mejor. Un diseño eficiente minimiza la cantidad de materiales necesarios para la construcción. Los inmuebles se diseñan para que sean flexibles y acomoden las necesidades de diferentes usuarios a lo largo del día o la semana, y los edificios pueden adaptarse fácilmente entre usos residenciales y no residenciales según sea necesario. Las prácticas de construcción modular fuera del lugar reducen el desperdicio de materiales y maximizan el potencial de reutilizar componentes al final de su vida útil[41]. La transición a las copias digitales de los inmuebles construidos y la adopción de pasaportes digitales de materiales mejora la recuperación de materiales y componentes. Se prefieren las alternativas con menos contenido de carbono, como la madera y el cemento con bajos niveles de carbono, en lugar de materiales como el acero o el cemento Portland para reducir las emisiones de carbono incluidas en los materiales de construcción.

Estos cambios dentro del sector se respaldan con medidas de gobernanza avanzadas, como planes de contratación pública circular, declaraciones de diseño obligatoriamente circular para los proyectos de construcción y cumplimiento de las especificaciones reconocidas para la construcción, como PAS 2060[42] y PAS 2080[43], que tienen en cuenta el impacto del carbono a lo largo de todo el ciclo de vida de los edificios e infraestructuras.

[39] https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/10/wcr_2020_report.pdf

[40] https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-56091-5_10

[41] https://www.portablebuildingsales.co.uk/news/reducing-your-carbon-footprint-how-modular-buildings-can-help-you-meet-your-targets/

[42] https://www.carbontrust.com/what-we-do/assurance-and-certification/carbon-neutral-certification

[43] https://www.carbontrust.com/what-we-do/assurance-and-certification/pas-2080-carbon-management-in-infrastructure

PRÁCTICAS ACTUALES

Ya hay algunos buenos ejemplos de ciudades que se encuentran en transición hacia un entorno construido circular y que incorporan elementos del planteamiento de las ciudades circulares en sus normas de planificación y contratación.

EJEMPLO	RESUMEN
Ámsterdam Estrategia circular[44]	Ámsterdam ha desarrollado un planteamiento proactivo de cara a la economía circular, con un plan integral para reducir el uso de materias primas a la mitad para 2030 y convertirse en una ciudad completamente circular para 2050. Su visión se basa en mantenerse dentro de los límites del planeta y utilizar la escalera del procesamiento circular como jerarquía para las intervenciones (desde lo más preferible, que es «reutilizar» hasta lo menos, que es «recuperar»). El objetivo de la ciudad es que las prácticas circulares en los entornos construidos sean la nueva normalidad, con una nueva política de contratación pública para establecer un ejemplo para el sector privado. La ciudad controla sus avances hacia la circularidad a través de una serie de indicadores relacionados con el modelo económico de la rosquilla[45].
Peoples's Pavilion de Eindhoven (construcción circular)[46]	El People's Pavilion, diseñado en colaboración con Arup es un ejemplo de construcción circular: un edificio totalmente circular sin pérdida ni desperdicio de materiales en la construcción. Este creativo diseño se basó en materiales de proveedores tradicionales y de los habitantes de Eindhoven (residuos plásticos de los hogares, etc.) y se centró en reutilizar baldosas y azulejos de edificios demolidos.
1 Triton Square, reforma de un edificio comercial de Londres[47]	1 Triton Square fue diseñado originalmente por Arup en la década de 1990. Veinte años después, Arup reformó el edificio dados los cambios en las necesidades de los clientes. El proyecto demostró las ventajas de las reformas circulares: el proyecto se completó un 30 % más rápido en comparación con una construcción nueva habitual y ahorró un 43 % en costes y 40 000 toneladas de carbono.
Energiesprong, modernización para cero emisiones y garantía de larga vida[48]	La organización Energiesprong fue establecida inicialmente como un proyecto de innovación financiado por el gobierno holandés para que viviendas de todo el país consiguiesen cero emisiones con una combinación de material constructivo, eficiencia energética y mejoras en los sistemas de calefacción, todo ello a coste inicial cero. Las reformas de Energiesprong vienen con una garantía de 30 años de rendimiento energético y ecológico en el interior, y son abonadas por los inquilinos en lugar de sus facturas existentes de energía y mantenimiento del edificio.
Victoria (Australia), política de prioridad al reciclaje en las infraestructuras de transporte[49]	Arup ha facilitado sus conocimientos sobre economía circular al gobierno del estado australiano de Victoria para desarrollar guías de referencia para el uso de materiales reciclados en proyectos de infraestructuras de carretera y ferrocarril. Estas guías proporcionan un panorama general de los materiales emergentes, las normas y especificaciones del sector y los itinerarios de aprobación. East Boundary Road se construyó con asfalto hecho de caucho granulado procedente de neumáticos usados, y las barreras acústicas de Mordialloc Freeway se fabricarán con un 75 % de plástico reciclado.

[44] https://www.amsterdam.nl/en/policy/sustainability/circular-economy

[45] https://www.kateraworth.com/2020/04/08/amsterdam-city-doughnut/

[46] https://www.archdaily.com/915977/peoples-pavilion-bureau-sla-plus-overtreders-w

[47] https://www.arup.com/projects/1-triton-square

[48] https://energiesprong.org/

[49] https://bigbuild.vic.gov.au/about/environment

INTERVENCIONES CIRCULARES

Estas intervenciones están basadas en la investigación y los razonamientos desarrollados para las intervenciones en entornos construidos consideradas en «El futuro del consumo urbano en un mundo a 1,5 °C más», de C40 Cities, Arup y la Universidad de Leeds[50].

Intervenciones en la construcción de edificios:

- **Mejora del uso y la ocupación de los edificios:** esto supone reducir la demanda de nueva construcción empleando los inmuebles existentes de forma más eficiente. Esto incluye oportunidades de transformar espacios comerciales infrautilizados en espacios residenciales, conforme la demanda de espacio para oficinas y tiendas disminuya a raíz de la transición hacia el teletrabajo, el comercio electrónico y la automatización. Esta intervención también tiene en cuenta la reforma, modernización y reocupación de edificios vacíos o sin utilizar y el impacto de ampliar y maximizar la vida útil de los inmuebles diseñando espacios que puedan adaptarse a los usos cambiantes.

- **Cambio de materiales:** esto implica pasar de unos materiales de construcción con elevados niveles de carbono, como el cemento y el acero, a materiales bajos en carbono, ligeros y, en algunos casos, renovables, como la madera o el bambú. Sin embargo, debe hacerse hincapié en determinar que los materiales se obtienen de forma sostenible a través de una gobernanza apropiada para garantizar unas prácticas responsables de silvicultura[51]. En caso de que se usen materiales tradicionales, pueden seleccionarse variantes bajas en carbono para reducir las emisiones de carbono incluidas, como alternativas con bajo contenido en carbono del cemento Portland[52].

- **Uso eficiente de los materiales:** esto implica reducir la cantidad de materiales utilizada durante la construcción por medio de un diseño eficiente y ligero, así como reducir los residuos a través de procesos modulares de construcción fuera del emplazamiento[53]. Por ejemplo, hay estudios que han determinado que las estructuras de acero de varios pisos pueden construirse, de media, con la mitad de cantidad de acero y seguir superando las normas de construcción del Eurocódigo[54].

- **Recuperación, reutilización y reconversión de materiales:** esto implica recuperar materiales en el final de su vida útil para reutilizarlos en futuros proyectos de construcción con un procesamiento mínimo. Mientras que se calcula que la tasa de recuperación del acero para el sector de la construcción es del 85 %, actualmente hay una reutilización de componentes relativamente baja[55]. Esto podría promoverse por medio de componentes de construcción modulares y normalizados y pasaportes digitales de materiales, de modo que la cantidad, calidad e historial de uso exactos de cada edificio de la ciudad puedan conocerse fácilmente al final de su vida útil[56]. Esto también puede crear oportunidades de negocio en la economía local mediante el establecimiento de una cadena de suministro de materiales «de segunda mano».

[50] https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/the-future-of-urban-consumption-in-a-1-5c-world

[51] Por ejemplo, pueden utilizarse los esquemas de certificación del Consejo de Administración Forestal (FSC) para garantizar que los productos de la silvicultura cumplan unos elevados estándares ambientales y sociales (https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab0fe3)

[52] https://www.istructe.org/resources/guidance/how-to-specify-lower-carbon-concrete/

[53] https://static1.squarespace.com/static/5e190b7bb5698248bf1d6ea2/t/5e5d92a377a9ab3df1ca9ac9/1583190693042/OSMC_Explained.pdf

[54] https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspa.2014.0170; https://www.uselessgroup.org/files/construction_prospectus_viewing.pdf

[55] http://autoidlab.cs.adelaide.edu.au/sites/default/files/publications/papers/1-s2.0-S0959652614008786-main.pdf

[56] https://madaster.com/amsterdam-metropolitan-area-uses-material-passports-to-boost-the-circular-economy-in-the-region/

Intervenciones en el uso de edificios:

- **Reducción de la demanda energética mediante la modernización:** esto se centra en reducir la demanda de energía para la calefacción y la refrigeración mediante mejoras en los materiales de construcción para minimizar la pérdida de calor, aumentar la iluminación y ventilación naturales y controlar la captación solar para reducir la necesidad de refrigeración en verano[57]. Sin embargo, es importante priorizar el uso de materiales naturales o reciclados como paja, hormigón de cáñamo y lana para reducir el impacto del carbono incluido. Las ciudades también consiguen mejoras en la eficiencia coordinando modernizaciones a gran escala de varios edificios o de barrios enteros. Además, deben superarse las barreras técnicas, como la modernización de edificios que están clasificados como difíciles de tratar, debido a que tienen muros sólidos o carecen de cámara de aire bajo cubierta, o viviendas que están en mal estado[58]. Las barreras legales en relación con la modernización de edificios protegidos con estatus de patrimonio también deben abordarse[59].

- **Instalación de servicios con bajas emisiones de carbono:** esto se centra en la electrificación de la calefacción, la refrigeración y la ventilación de los edificios. Por ejemplo, las bombas de calor son una tecnología probada que puede conseguir una eficiencia de más del 300 % y tienen la ventaja que proporcionar tanto calefacción como refrigeración. Sin embargo, dado que las temperaturas producidas por las bombas de calor (40-50 °C) son considerablemente más bajas que las producidas por las calderas de gas, la instalación solo es viable con una modernización de la eficiencia energética para reducir las pérdidas de calor. Otras barreras para la instalación de bombas de calor son la disponibilidad de espacio externo, las limitaciones geológicas de las bombas de calor subterráneo y la rápida corrosión de los intercambiadores de calor causada por la salinidad del aire en las zonas costeras[60].

[57] https://www.unido.org/sites/default/files/2009-02/Module18_0.pdf
[58] https://core.ac.uk/download/pdf/288378234.pdf
[59] https://www.researchgate.net/publication/307985981_Guidelines_for_Building_Energy_Efficiency_Retrofitting
[60] https://www.gov.scot/publications/technical-feasibility-low-carbon-heating-domestic-buildings-report-scottish-governments-directorate-energy-climate-change/

Ventajas adicionales de estas intervenciones

Adoptar los principios de la economía circular en entornos construidos y poner en marcha intervenciones circulares puede tener un impacto positivo en la calidad de vida de los ciudadanos. El replanteamiento de los espacios y los edificios puede hacer que las ciudades sean más habitables, por ejemplo, en cuanto a los servicios públicos (escuelas, hospitales, teatros, etc.), la vivienda y las zonas verdes. Los espacios flexibles facilitan una gran variedad de usos y proporcionan oportunidades para un mayor acceso al espacio para que los ciudadanos participen en actividades educativas, laborales y de ocio. Al reducir la necesidad de la construcción de obra nueva, podemos aumentar el espacio para parques y otras zonas verdes que tienen ventajas para la salud física y mental[61].

Los nuevos modelos de negocio pueden proporcionar oportunidades laborales, como, por ejemplo, en el ámbito de la recuperación, las reparaciones o las reformas. Además, la implementación de principios renovables o de circuito cerrado puede acortar las cadenas de suministro y estimular la economía local, con lo que se mejora la resiliencia frente a las perturbaciones externas. La adopción de soluciones basadas en la naturaleza y unos ecosistemas urbanos más verdes puede mitigar los efectos de los fenómenos meteorológicos extremos y enriquecer la biodiversidad local. A nivel global,[62] más del 90 % de la pérdida de biodiversidad se debe a la extracción y procesamiento de los recursos naturales[63].

La construcción y la modernización para mejorar el rendimiento energético de los edificios puede reducir los costes de la calefacción y la refrigeración para los residentes, lo cual es especialmente importante cuando millones de personas de todo el mundo tienen dificultades para pagar sus facturas y vivir a una temperatura cómoda[64]. Los métodos de construcción modulares y modernos pueden suponer una construcción más eficiente con menos defectos y carencias, y con un caudal de aire modelado gracias al principio de aislar bien y ventilar también[65]. Esto mejora la calidad del aire del interior y la salud de las personas en general.

[61] https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0203000
[62] https://www.resourcepanel.org/reports/global-resources-outlook
[63] https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/biodiversity/overview
[64] https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421516305614
[65] https://www.cibsejournal.com/technical/build-tight-ventilate-right/

Las ciudades del estudio y los resultados

En las siguientes secciones se detalla el entorno construido de las cuatro ciudades del estudio, el nivel de intervención comprobado mediante análisis cuantitativo y la escala de la oportunidad de las transiciones a la economía circular.

El nivel de las intervenciones se ha seleccionado a partir de la experiencia de trabajo de Arup en cada una de las ciudades, además de las aportaciones de las partes interesadas locales, y tiene en cuenta criterios como el rendimiento de los edificios existentes, la disponibilidad de espacio, el uso de materiales y los métodos de construcción locales. Los valores de alto nivel obtenidos quieren mostrar el potencial de descarbonización que ofrecen los ambiciosos pasos hacia la circularidad.



Bogotá

Bogotá ha experimentado un considerable desarrollo y expansión urbana desde la década de 1970. Actualmente hay una carencia de vivienda económica y adecuada en toda la ciudad, especialmente en el ámbito de las rentas bajas. De acuerdo con el último censo, el 14,1 % de los hogares sufre hacinamiento y vive en viviendas de mala calidad[66]. Ha habido una desconexión entre el tipo de edificios que se construían y las necesidades de los ciudadanos (por ejemplo, vivienda pública). La demanda general de nueva construcción puede reducirse concentrando el desarrollo inmobiliario en el cumplimiento de las necesidades de los ciudadanos, aunque este potencial es menor que en el resto de las ciudades estudiadas.

Bogotá depende de materiales con alto nivel de carbono, especialmente del cemento. La disponibilidad de madera sostenible es menor que en el resto de las ciudades del estudio, y el uso de materiales alternativos, como la madera laminada (CLT), es escaso debido a la limitada experiencia en el sector. Sin embargo, existe el potencial de construir con otros materiales de bajas emisiones de carbono, como el hormigón ecológico permeable y el bambú. El fabricante colombiano de cemento y hormigón Argos ha desarrollado un cemento ecológico y permeable (cemento verde), que está llamando la atención de los constructores de todo el país[67]. La guadua, un tipo de bambú endémico de América del Sur, es un material de construcción muy utilizado en Colombia. Crece a gran velocidad, es duradero, tiene gran capacidad de captar CO_2 y posee unas dimensiones favorables. Después del terremoto de 1999, muchos edificios construidos con guadua sobrevivieron o solo sufrieron daños menores[68].

Desde entonces, la guadua se ha incorporado al código de construcción colombiano resistente a los seísmos[69]. Muchos edificios y puentes se han construido con bambú en Colombia, siendo famosos los del arquitecto Simón Vélez.

El potencial de la transición a una construcción modular y circular con materiales bajos en carbono también depende de la capacitación y reciclaje profesional dentro del sector de la arquitectura. Se recomienda el uso de sistemas de pasaportes de materiales y modelado de información de construcción (BIM) como vías circulares hacia el futuro, pero en Bogotá es necesario mejorar los niveles de formación y mecanización, así como las prácticas de reciclaje. El sector está menos controlado y regulado que en el resto de las ciudades del estudio, lo que indica un potencial considerable para reducir residuos en las prácticas habituales de la construcción. Además, una planificación más detallada y una construcción más cuidadosa podrían ayudar a aumentar la vida útil de los edificios de Bogotá, donde muchos se sustituyen antes del final de la misma.

Con una cuota cada vez mayor de energías renovables y un clima suave todo el año (las temperaturas suelen estar entre 11 y 20 °C[70]), el potencial para reducir las emisiones por el uso de los edificios es menor que en el resto de las ciudades estudiadas. En las viviendas, la energía se utiliza principalmente para el frigorífico, la televisión, la iluminación y la cocina, ya que pocos hogares cuentan con sistemas de calefacción o aire acondicionado[71]. Por consiguiente, las emisiones de alcance 1 del entorno construido son limitadas y la mayor parte de la energía se cubre con la electricidad. No se consideraron posibles mejoras en la eficiencia de los dispositivos en esta evaluación, aunque se calcula que el 85 % de la población tiene equipos ineficientes (televisores, frigoríficos/congeladores, lavadoras, etc.).

La puesta en marcha de las intervenciones centradas en el sector inmobiliario y la construcción indicadas en la tabla de la página 32 reduciría las emisiones de alcance 3 de Bogotá un 2 % (612 $ktCO_2e$). Esto supone una reducción del 20 % de las emisiones asociadas con la cadena de suministro global de la construcción en Bogotá. No se modelizaron las intervenciones en el uso de edificios, debido a que la energía que se utiliza para calefacción y aire acondicionado en Bogotá es mínima.

66 https://data2.unhcr.org/es/documents/download/83819
https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/household_size_and_composition_around_the_world_2017_data_booklet.pdf

67 https://argos.co/en/green-solutions-conscious-innovation/

68 https://researchportal.bath.ac.uk/en/publications/low-carbon-construction-using-guadua-bamboo-in-colombia

69 https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10684.pdf

70 https://www.weather-atlas.com/en/colombia/bogota-climate

71 https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/MarcoNormatividad/PAI_PROURE_2017-2022.pdf

RESUMEN DE INTERVENCIONES E IMPACTO POTENCIAL EN EL CO_2

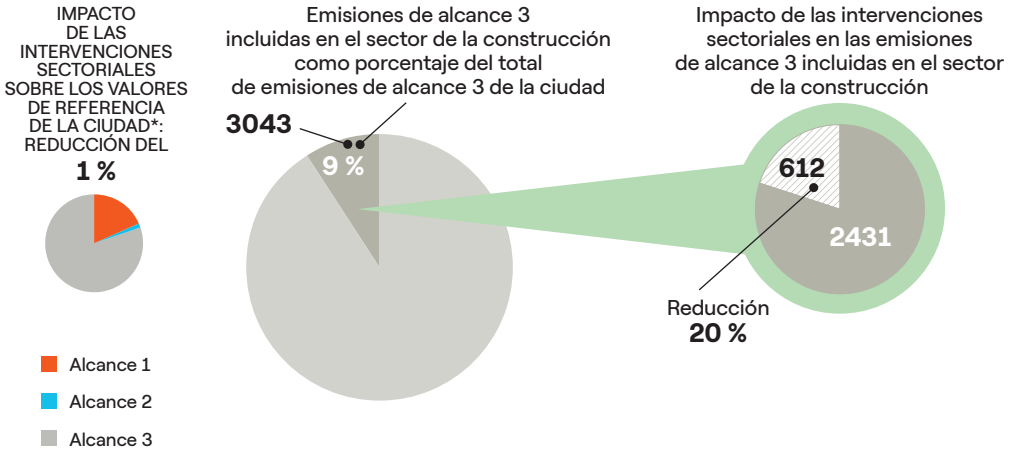
5 %	de reducción en la demanda de construcción nueva gracias a la mejora del uso y la ocupación de inmuebles existentes
50 % **30 %**	de edificios residenciales y de edificios comerciales *construidos con bambú como sustituto de los componentes de acero y hormigón*
20 % **32 %**	de reducción en el uso de acero y de reducción en el uso de hormigón *gracias a un uso más eficiente de los materiales*
11 %	de reducción del uso de acero nuevo en la construcción aumentando la reutilización directa de los componentes de acero

RESULTADOS PRINCIPALES

Reducción total de las emisiones basadas en el consumo de la ciudad por intervenciones en entornos construidos de 612 $ktCO_2e$	(1,4 %)
Reducción del alcance 1 de 0 $ktCO_2e$	(0 %)*
Reducción del alcance 2 de 0 $ktCO_2e$	(0 %)*
Reducción del alcance 3 de 612 $ktCO_2e$	(1,7 %)

* Las intervenciones se centran en las emisiones de la cadena de suministro de la construcción; las emisiones del uso de los edificios son menos relevantes debido al contexto del clima local.

BOGOTÁ — IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES EN EL ÁMBITO DEL ENTORNO CONSTRUIDO ($ktCO_2e$)



* Véase la página 16 del capítulo 2

Génova

El centro histórico de Génova, incluido Strade Nuove y los Palazzi dei Rolli, ha sido declarado patrimonio de la humanidad por la UNESCO. Esto supone un reto para la modificación de los edificios y la repoblación a pesar del gran número de edificios infrautilizados del centro de la ciudad, que representa el 20 % de la superficie urbana, pero alberga al 50 % de los habitantes de Génova[72]. La gestión, optimización y reconversión de los edificios existentes es crucial para la transición de la ciudad. Más de 2000 edificios cuentan con protección histórica y artística[73] y toda obra exige permisos del Ministerio de Patrimonio Cultural y Ambiental[74], de modo que hay un potencial limitado para realizar construcciones nuevas: por tanto, la mejora del uso y la modernización de los edificios existentes son la clave en Génova.

A pesar de los retos, Génova está comprometida con la aplicación de principios de economía circular y ha firmado la Declaración de ciudades circulares de la UE[75]. Se ha seguido un innovador planteamiento colaborativo para desarrollar la nueva estación ferroviaria de Verrina, en la que se han incluido vigas de acero readaptadas del cercano complejo industrial desmantelado de Verrina. Esto ahorró dinero, materiales y emisiones relacionadas con el transporte[76]. El Ayuntamiento de Génova ha lanzado una campaña destinada al público general para fomentar el reciclaje del acero y sensibilizar a los habitantes sobre la economía circular[77].

[72] http://www.comune.genova.it/content/seap

[73] Dirección General de Bellas Artes y Paisajes de Liguria. Lista de inmuebles sometidos a disposiciones de protección por la parte segunda del Decreto legislativo 42/200, ciudad de Génova

[74] http://www.urbancenter.comune.genova.it/sites/default/files/archivio/allegati/SEAP%20summary_0.pdf

[75] https://circularcitiesdeclaration.eu/

[76] https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0921344914000561?token=6568D54213581FD9AAD71A95E523B95FCE6CE2A398F76ADB1FE048DEFB8DC6900795BC9EB2B1C1C9EAC4020D8E92E5AF&originRegion=eu-west-1&originCreation=20211021155254

[77] https://pledgetimes.com/genoa-launches-a-campaign-for-the-collection-of-steel-today-it-recovers-5-times-less-than-the-italian-average/

Los avances de Génova hacia la circularidad y la descarbonización se guían por los criterios ambientales mínimos (CAM) nacionales de Italia[78]. Sin embargo, los progresos de la cercana ciudad de Savona, la primera ciudad europea con certificado LEED, también en la región de Liguria, indica que hay ambición de llegar más allá del estándar nacional y la posibilidad de compartir conocimientos en la región[79]. Aunque no se ha establecido ningún precedente de construcción con madera y otros materiales bajos en carbono, la transición en cuanto a materiales y técnicas debe tener en cuenta la resiliencia de Génova: la ciudad se encuentra en una zona montañosa propensa a las inundaciones, de modo que es esencial integrar la infraestructura verde y minimizar el riesgo de daños durante las inundaciones. Génova está viendo mejoras en sus emisiones de uso, principalmente debido al cambio de la calefacción por gas a calefacción eléctrica y bombas de calor. Cuando se llevan a cabo trabajos de modernización, la ciudad experimenta una tendencia hacia el uso de fibras de base orgánica y plásticos reciclados en el aislamiento.

Se calcula que la puesta en marcha de las intervenciones en el entorno construido expuestas en el estudio reduciría un 8 % las emisiones generales basadas en el consumo de Génova. Esto incluye una reducción del 34 % en las emisiones de alcance 1 por la mejora de la eficiencia energética de los edificios y una mayor electrificación de estos. Sin embargo, debido a la elevada eficiencia energética del parque de viviendas existente en Génova[80], el aumento en la demanda de electricidad de la calefacción supera la potencial reducción en la demanda por las mejoras en el ámbito de la eficiencia energética, lo que supone un aumento del 11 % en las emisiones de alcance 2. También se estima una reducción del 3 % en las emisiones de alcance 3, incluida una reducción del 21 % en las emisiones de la cadena de suministro de la construcción debido a la reducción de demanda de materiales de construcción y el cambio a las alternativas con bajos niveles de carbono.

[78] https://www.mite.gov.it/pagina/i-criteri-ambientali-minimi

[79] https://www.gbcitalia.org/-/savona-prima-citta-certificata-leed-in-europa-

[80] http://www.ireliguria.it/files/Certificazione%20energetica/Analisi_statistiche_APE_2010_2014.pdf

RESUMEN DE INTERVENCIONES E IMPACTO POTENCIAL EN EL CO_2

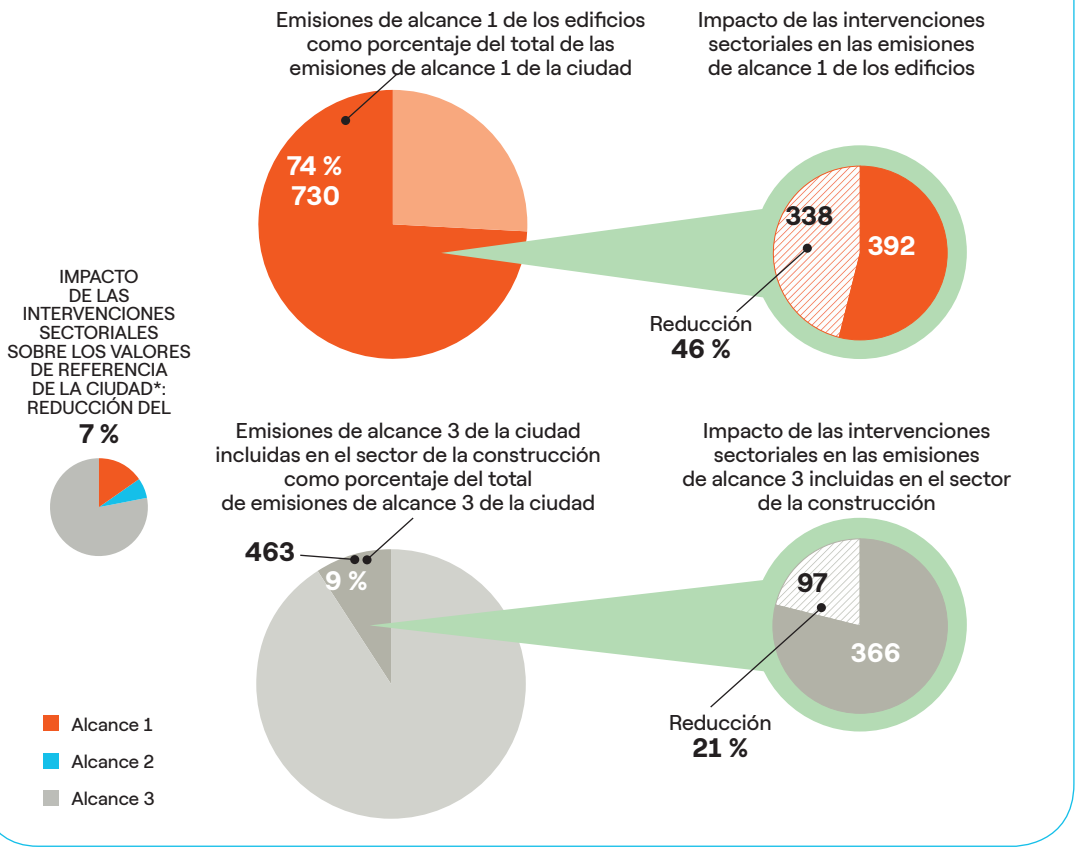
15 %	de reducción en la demanda de construcción nueva gracias a la mejora del uso y la ocupación de inmuebles existentes
20 % **30 %**	de edificios residenciales y de edificios comerciales *construidos con madera como sustituto de los componentes de acero y hormigón*
20 % **32 %**	de reducción en el uso de acero y de reducción en el uso de hormigón *debido al uso más eficiente de los materiales*
11 %	de reducción del uso de acero nuevo en la construcción aumentando la reutilización directa de los componentes de acero
	Todos los edificios residenciales consiguen una clasificación de EPC B, con una tasa de éxito del **80 %** para 2030. Todos los edificios no residenciales consiguen una clasificación de EPC C
	Uso de bombas de calor para electrificar el **60 %** de la demanda de calefacción de los hogares de la ciudad, que actualmente se cubre con gas

RESULTADOS PRINCIPALES

Reducción total de las emisiones basadas en el consumo de la ciudad por intervenciones en entornos construidos de 429 $ktCO_2e$	**(6,6 %)**
Reducción del alcance 1 de 338 $ktCO_2e$	**(34 %)**
Aumento del alcance 2 de 51 $ktCO_2e$	**(11 %)**
Reducción del alcance 3 de 142 $ktCO_2e$	**(2,8 %)**

Reducción de las emisiones de la cadena de suministro de la construcción del **21 %** (97 $ktCO_2e$)

GÉNOVA IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES EN EL ÁMBITO DEL ENTORNO CONSTRUIDO ($ktCO_2e$)



*Véase la página 18 del capítulo 2

Glasgow

El entorno construido de Glasgow es producto de su historia. Durante su paso de la economía industrial a los servicios, lo prioritario fue regenerar el centro de la ciudad, incluida la antigua zona portuaria a lo largo del río Clyde[81]. Sin embargo, quedan más de 1000 hectáreas de edificios y terrenos sin usar en la ciudad[82], lo que supone oportunidades de rehabilitación. El Ayuntamiento de Glasgow ha demostrado el potencial que hay para mejorar la ocupación de los edificios introduciendo normas sobre espacio y planes de trabajo flexibles[83], con las que han reducido sus sedes en el centro de la ciudad de 19 a 6. Si las empresas privadas hiciesen lo mismo, podría liberarse más espacio, facilitar el crecimiento y satisfacer las necesidades de vivienda con el parque de edificios existente.

La modernización energética supone un reto para Glasgow, teniendo en cuenta su historia y patrimonio. La ciudad cuenta con 1800 edificios protegidos[84] y su parque de viviendas es antiguo y en muchos casos está degradado, con más del 40 % de las viviendas construidas antes de 1945. La mayor parte de las viviendas más pobres se encuentran en zonas desfavorecidas, y hay muchos retos en cuanto a la asignación de responsabilidades del mantenimiento y reparación de los bloques de pisos anteriores a 1919[85]. Aunque el Gobierno escocés ha establecido unos requisitos mínimos de eficiencia energética para todas las viviendas de alquiler privado o social[86], estos no alcanzan los niveles obligatorios para edificios nuevos, y no existen requisitos mínimos regulados para viviendas ocupadas por sus propietarios ni para edificios no residenciales. Glasgow depende mucho del gas para la calefacción y el agua caliente[87] y podría ahorrarse mucho carbono mediante mejoras de la eficiencia energética y el cambio a sistemas de calefacción con bajo nivel de carbono.

En la próxima década se invertirá mucho en el entorno construido de Glasgow. Esto incluye la financiación de ayudas por valor de 470 millones de libras del plan estratégico de inversión en vivienda, y 400 millones de libras para la renovación del centro a través del acuerdo del área urbana de Glasgow[88]. Es vital que los principios de la circularidad se pongan en práctica a través de la ejecución de estos proyectos.

Si se aplican los principios de la economía circular y la descarbonización en el entorno construido según se ve en la siguiente tabla, podrían reducirse un 7 % las emisiones globales de Glasgow basadas en el consumo. La mayoría de estas reducciones (85 %) proceden de intervenciones en el uso de edificios. Una reducción adicional de 91 $ktCO_2e$ (el 27 %) de las emisiones de la cadena de suministro de la construcción en Glasgow se debe a intervenciones centradas en la construcción de edificios.

81 https://www.glasgow.gov.uk/CHttpHandler.ashx?id=49640&p=0
82 https://www.glasgow.gov.uk/Councillorsandcommittees/viewSelectedDocument.asp?c=P62AFQDN0GT10G81DN
83 https://www.glasgow.gov.uk/CHttpHandler.ashx?id=49640&p=0
84 https://www.glasgow.gov.uk/index.aspx?articleid=17771
85 https://www.glasgow.gov.uk/CHttpHandler.ashx?id=5587&p=0
86 https://www.gov.scot/policies/energy-efficiency/energy-efficiency-in-homes/
87 https://www.glasgow.gov.uk/councillorsandcommittees/viewSelectedDocument.asp?c=P62AFQUTZ32UDN0G
88 https://glasgowcityregion.co.uk/

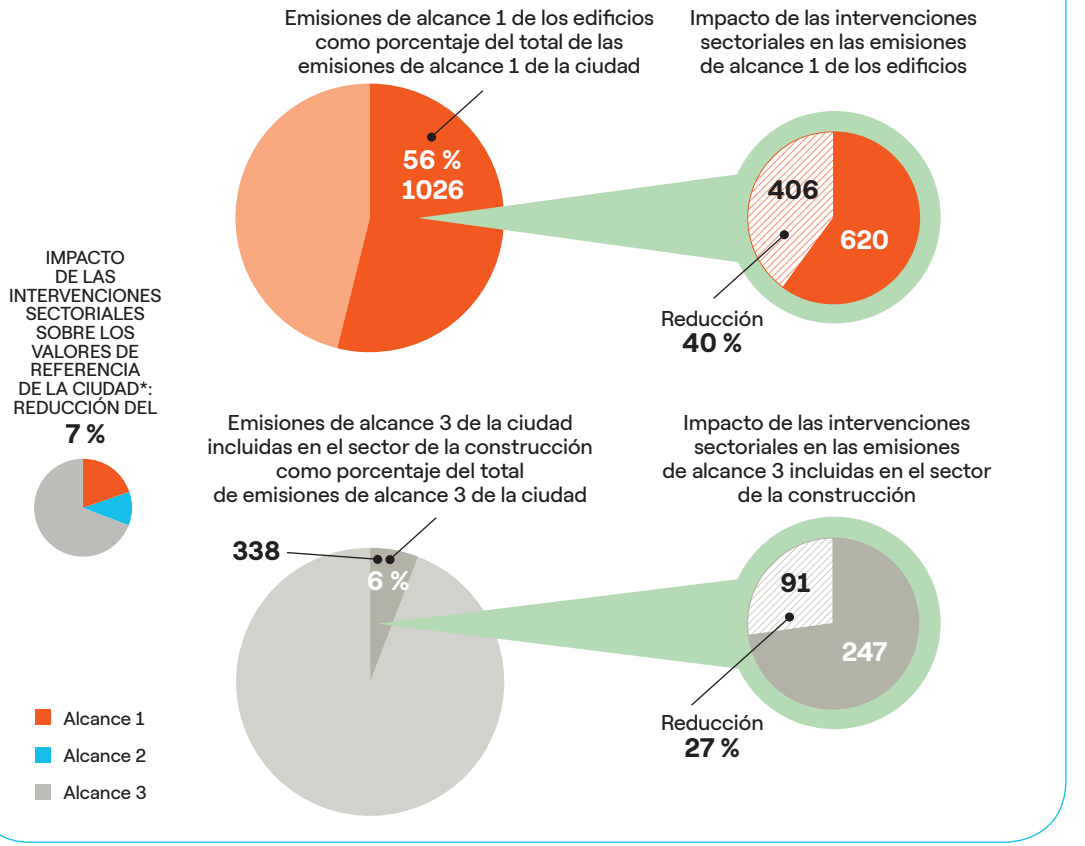
RESUMEN DE INTERVENCIONES E IMPACTO POTENCIAL EN EL CO_2

20 %	de reducción en la demanda de construcción nueva gracias a la mejora del uso y la ocupación de inmuebles existentes
75 % **50 %**	de edificios residenciales y de edificios comerciales *construidos con madera como sustituto de los componentes de acero y hormigón*
20 % **32 %**	de reducción en el uso de acero y de reducción en el uso de hormigón *debido al uso más eficiente de los materiales*
11 %	de reducción del uso de acero nuevo aumentando la reutilización directa de los componentes de acero
	Todos los edificios residenciales consiguen una clasificación de EPC B, con una tasa de éxito del **80 %** para 2030. Todos los edificios no residenciales consiguen una clasificación de EPC C
	Uso de bombas de calor para electrificar el **50 %** de la demanda de calefacción de los hogares de la ciudad, que actualmente se cubre con gas

RESULTADOS PRINCIPALES

Reducción total de las emisiones basadas en el consumo de la ciudad por intervenciones en entornos construidos de 588 $ktCO_2e$	(6,8 %)
Reducción del alcance 1 de 406 $ktCO_2e$	(22 %)
Reducción del alcance 2 de 23 $ktCO_2e$	(3,2 %)
Reducción del alcance 3 de 159 $ktCO_2e$	(2,6 %)
Reducción de las emisiones de la cadena de suministro de la construcción del **26,8 %** (91 $ktCO_2e$)	

GLASGOW IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES EN EL ÁMBITO DEL ENTORNO CONSTRUIDO ($ktCO_2e$)



*Véase la página 20 del capítulo 2

Milán

El entorno construido de Milán es una mezcla única de monumentos históricos y distritos con arquitectura moderna y experimental. La ciudad utiliza proyectos como INNESTO (el primer proyecto de vivienda pública con cero emisiones de Italia) y Bosco Verticale para experimentar con las intervenciones circulares y de bajos niveles de carbono. También hay una cantidad considerable de edificios vacíos e infrautilizados. En 2019, antes de la pandemia, el espacio para oficinas vacío en Milán era de 1,3 millones de m^2. En el centro de la ciudad, casi el 6 % de las oficinas estaban declaradas como vacías, con unos niveles de desocupación del 16 % y del 21 % en las afueras y en los alrededores, respectivamente[89]. El gobierno municipal lleva desde 2014 cartografiando esta reserva de oficinas para evitar más degradación, y para priorizar la regeneración la ciudad participa en el concurso C40 «Reinventing Cities»[90]. Los agigantados cambios en los hábitos de trabajo de los últimos 18 meses han contribuido a aumentar el volumen de espacio infrautilizado, lo que proporciona oportunidades para modernizarlo y adaptarlo para viviendas u otros usos.

En cuanto a la construcción nueva, Milán ha fijado objetivos y ha introducido un nuevo plan de contratación pública verde, que irá más allá de los criterios ambientales mínimos establecidos por la legislación italiana. El plan de gobierno territorial (TGP)[91] de la ciudad aborda la necesidad de incluir soluciones basadas en la naturaleza dentro del entorno construido, incluidos tejados y muros verdes, y fomentar la eliminación del pavimento y la permeabilidad del suelo. La economía circular es vital para la estrategia para el entorno construido de Milán, y promueve activamente la fabricación fuera del emplazamiento y la prefabricación.

[89] https://www.pwc.com/it/it/publications/assets/docs/pwc-real-estate-2019.pdf

[90] https://www.c40reinventingcities.org/

[91] https://www.pgt.comune.milano.it/

[92] https://www.comune.milano.it/piano-aria-clima

[93] https://www.coima.com/en/homepage

[94] https://www.comune.milano.it/aree-tematiche/ambiente/energia/paes-piano-di-azione-per-l-energia-sostenibile

Para financiar las aspiraciones perfiladas en el TGP, se ha creado un fondo de cero emisiones para ayudar las nuevas construcciones, las demoliciones y las reconstrucciones que no emitan carbono[92]. Aunque la construcción con materiales con un elevado nivel de carbono sigue siendo frecuente, estas medidas quieren estimular la construcción con madera y otras alternativas bajas en carbono. Coima, un importante promotor italiano, está ampliando el uso de la madera en la construcción y emplea CLT en grandes proyectos en Italia y a nivel internacional[93]. Se espera que la financiación y los nuevos planes de contratación sirvan como incentivos para que otros promotores sigan su ejemplo. Hay promotores concretos dentro del sector que están mostrando un creciente entusiasmo por la prefabricación, pero los instrumentos políticos y los objetivos de construcción modular incentivarían más la transición.

Milán también ha establecido que todos los edificios nuevos, excepto la vivienda pública, y las grandes reformas deben tener la clasificación A de eficiencia energética, mientras que las modernizaciones en este sentido de edificios antiguos están logrando una reducción del uso de energía del 50 %. La ciudad también está desarrollando redes distritales de calefacción, instalando plantas fotovoltaicas en los edificios municipales y utilizando agua subterránea para las bombas de calor con el fin de reducir aún más las emisiones del uso de los edificios. El objetivo es eliminar el consumo de diésel y gas en los edificios de la ciudad. Estas medidas forman parte del plan de acción por la energía sostenible (SEAP), adoptado en 2018 como parte de la iniciativa del Pacto entre alcaldes[94].

Al poner en práctica las intervenciones en el entorno construido indicadas en la tabla de la página 38, Milán podría experimentar una reducción del 10 % en las emisiones basadas en el consumo, impulsada en gran medida por la mejora de la eficiencia energética de los edificios y el aumento de la captación de las bombas de calor en los edificios residenciales, que recortarían 1660 $ktCO_2e$ de emisiones. Se ha observado una reducción adicional de 260 $ktCO_2e$ (el 26 %) de las emisiones de la cadena de suministro de la construcción en la ciudad con las intervenciones centradas en la construcción de edificios.

RESUMEN DE INTERVENCIONES E IMPACTO POTENCIAL EN EL CO_2

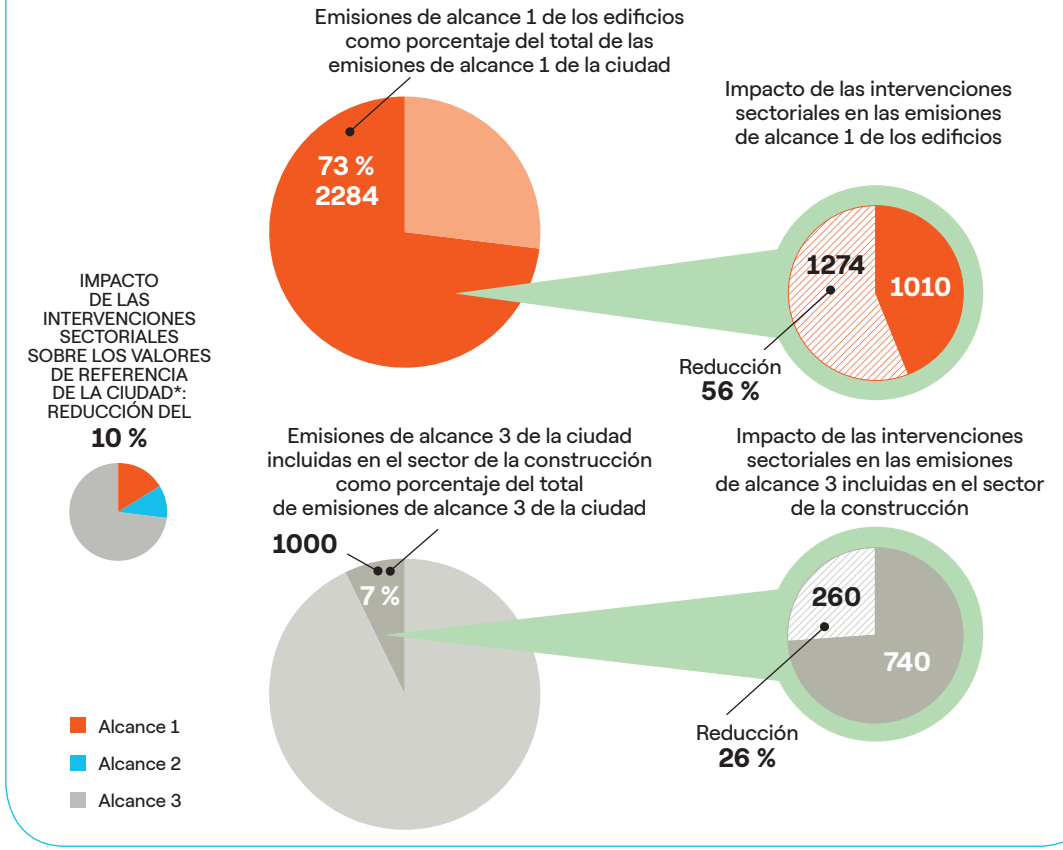
20 %	de reducción en la demanda de construcción nueva gracias a la mejora del uso y la ocupación de inmuebles existentes
50 % **30 %**	de edificios residenciales y de edificios comerciales *construidos con madera en lugar de los componentes de acero y hormigón*
20 % **32 %**	de reducción en el uso de acero y de reducción en el uso de hormigón *debido al uso más eficiente de los materiales*
11 %	de reducción del uso de acero nuevo aumentando la reutilización directa de los componentes de acero
	Todos los edificios residenciales consiguen una clasificación de EPC B o más, con una tasa de éxito del **80 %** para 2030. Todos los edificios no residenciales consiguen una clasificación de EPC C
	Uso de bombas de calor para electrificar el **60 %** de la demanda de calefacción de los hogares de la ciudad, que actualmente se cubre con gas

RESULTADOS PRINCIPALES

Reducción total de las emisiones basadas en el consumo de la ciudad por intervenciones en entornos construidos de 1.920 $ktCO_2e$	**(10 %)**
Reducción del alcance 1 de 1.274 $ktCO_2e$	**(40,6 %)**
Reducción del alcance 2 de 228 $ktCO_2e$	**(11 %)**
Reducción del alcance 3 de 418 $ktCO_2e$	**(3 %)**

Reducción de las emisiones de la cadena de suministro de la construcción del **26 %** (260 $ktCO_2e$)

MILÁN IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES EN EL ÁMBITO DEL ENTORNO CONSTRUIDO ($ktCO_2e$)



*Véase la página 22 del capítulo 2



Movilidad

PLANTEAMIENTO

El sector de la movilidad suele ser considerado difícil de descarbonizar, los avances hacia las cero emisiones han sido mucho más lentos que en otros sectores[95]. La proliferación de automóviles privados dominó la movilidad en el siglo XX, y la dependencia de los coches a diario, incluso para viajes cortos, es una barrera para lograr el planteamiento de las ciudades circulares. El dominio del automóvil ha tenido unas consecuencias negativas para los espacios públicos, que se convierten en carreteras y plazas de estacionamiento en lugar de emplearse para usos verdes y sociales.

También ha supuesto problemas de calidad del aire[96] y falta de actividad física debido a la promoción de un estilo de vida sedentario. Abordar el impacto negativo del transporte moderno precisa de una mezcla de políticas: una combinación de intervenciones para reducir la demanda de viajes, cambiar a medios de transporte más eficientes y saludables y mejorar los materiales y combustibles utilizados en nuestras flotas de vehículos.

Una visión circular para el sector de la movilidad en 2030 implicaría una transformación radical. Un desarrollo pensando en la circulación y la creación de barrios de 15 minutos acortarían las distancias entre los ciudadanos y los servicios básicos[97]. El teletrabajo y los sistemas de trabajo flexibles reducirían el número de desplazamientos y animarían a las personas a evitar la posesión de automóviles en favor de modelos de acceso (uso compartido o multipropiedad de automóviles)[98]. Esto, a su vez, disminuiría las emisiones de gases de efecto invernadero y limitaría el tráfico urbano, lo que mejoraría la calidad de vida. Para 2030 está proyectado que la mayoría de los viajes cortos locales puedan hacerse andando, en bicicleta y con otros medios de micromovilidad, como las motos eléctricas compartidas, lo que contribuirá a lograr las cero emisiones de carbono. Los viajes más largos, de una distancia razonable, serán en transporte público (ferrocarril, autobús y tranvía) en redes descarbonizadas. Las ciudades pueden intervenir directamente electrificando el transporte público local o utilizando palancas estratégicas para influir en la elección de sus ciudadanos a favor de la movilidad eléctrica (como zonas de tráfico solo accesibles a vehículos eléctricos, reducción de impuestos para este tipo de vehículos, etc.).

Para 2030, una ciudad circular tendrá menos vehículos privados y menos espacio público dedicado al estacionamiento. Los vehículos en 2030 estarán diseñados de manera eficiente y modular para facilitar la recuperación de componentes, utilizando materiales reciclados y renovables para reducir la chatarra y los residuos, y con una vida útil media más prolongada.

La mejora en el diseño y la fabricación de los vehículos es una intervención que va más allá del control directo de las ciudades, pero puede influirse en ella por medio de políticas proactivas y colaboración con el sector. En los próximos años, gracias a la estrecha colaboración con los fabricantes de automóviles a lo largo de la cadena de valor –desde las materias primas hasta la fabricación y los circuitos cerrados al final de la vida útil–, es probable que haya una mejora considerable en cuanto a la circularidad y, por tanto, una reducción en el consumo de materiales. Algunos fabricantes ya están empezando a desarrollar modelos de negocio circulares y laboratorios de innovación, pero para que el sector del transporte sea circular tendrá que haber mejoras ambiciosas en todo el sector y objetivos rigurosos para toda la cadena de valor.

[95] Informe especial sobre el calentamiento global de 1,5 °C, Ch2. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15_Chapter2_Low_Res.pdf

[96] https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/74715/E86650.pdf

[97] https://www.rtpi.org.uk/find-your-rtpi/rtpi-english-regions/rtpi-london/london-calling-newsletter/15-minute-cities20-minute-neighbourhoods/

[98] https://decarbon8.org.uk/work-from-home-if-you-can/

PRÁCTICAS ACTUALES

EJEMPLO	RESUMEN
Transmilenio - Bogotá[99]	En 2019, gracias a la colaboración con Enel X, la ciudad de Bogotá (Colombia) presentó el proyecto Transmilenio, destinado a la electrificación del transporte público, que ahora incluye la construcción de dos terminales eléctricas adicionales para cargar los autobuses eléctricos, además de las cuatro ya electrificadas, 412 puntos de carga y la ampliación de la flota de autobuses eléctricos hasta 878 vehículos.
Ampliando el concepto de las supermanzanas de Barcelona[100]	Barcelona está ampliando su famoso concepto de las supermanzanas para crear islas verdes sin tráfico para mejorar la calidad del aire y la salud y seguridad de las personas: 21 calles del distrito del Ensanche dejarán de ser accesibles en coche, además tendrán plazas peatonales que también mejorarán la resiliencia urbana. Las directrices insisten en que al menos el 80 % de las calles deben estar sombreadas con árboles, el 20 % de la superficie debe ser permeable, y la mitad del área total debe plantarse de hierba para mejorar la resiliencia frente a las inundaciones.
Cityringen: diseño modular para el sistema de metro de Copenhague[101]	La nueva línea circular (Cityringen) del metro de Copenhague amplía la red existente de la ciudad, y es fundamental para alcanzar las cero emisiones para 2025. Arup ha contribuido a la creación de 17 estaciones minimalistas y llenas de luz inspiradas por la tradición visual escandinava y diseñadas como módulos, un sistema de construcción rentable y con un uso racional de los materiales. Los compactos trenes sin conductores del metro de Copenhague permitieron al equipo diseñar andenes más pequeños, lo que contribuye a reducir la huella general de las estaciones subterráneas y minimizar la necesidad de demoliciones y obras por toda la ciudad.
Puentes de madera laminada en las autovías holandesas[102]	En este proyecto de los Países Bajos se empleó el concepto de Arup de los puentes de madera laminada, que se centra en la longevidad, la modularidad y la reutilización. El puente sustituye las superestructuras tradicionales de hormigón con madera laminada, y el 75 % del peso total de dicha superestructura procede de materiales renovables. El uso de madera hace que toda la estructura esté libre de emisiones de CO_2, lo que supone una reducción del indicador del coste ambiental (ECI o Milieu Kosten Indicator en holandés) del 70 % y una disminución del uso de materias primas abióticas hasta del 90 %. El puente también está diseñado para durar, con una vida útil teórica de al menos 100 años, ya que está totalmente protegido de la lluvia y cumple las futuras normas del Eurocódigo para puentes de madera.
Autovías de azúcar: preparando el camino hacia unas carreteras más sostenibles en Australia[103]	Arup ha estado trabajando con universidades y proveedores de infraestructuras de Queensland (Australia) para investigar el potencial de uso de materiales residuales en las carreteras para reducir los requisitos de cemento Portland. Australia produce una cantidad considerable de azúcar al año, y se ha descubierto que las cenizas del bagazo de la caña de azúcar, un subproducto del sector, son un material que reduce la huella de carbono de la infraestructura de carreteras de Queensland.

99 https://corporate.enelx.com/en/stories/2021/05/driving-emobility-transition-latin-america

100 https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-11-11/barcelona-s-new-car-free-superblock-will-be-big

101 https://www.arup.com/projects/copenhagen-metro

102 https://www.arup.com/news-and-events/arup-consortium-develops-innovative-timber-bridge-design

103 https://www.arup.com/projects/sugar-highways-paving-our-way-to-more-sustainable-roads

INTERVENCIONES CIRCULARES

En el sector de la movilidad hay muchas oportunidades de cambio. Las emisiones pueden reducirse por medio de una serie de intervenciones, como pasarse a una movilidad compartida, activa y pública y unos modelos de trabajo flexibles. La optimización de la cadena de suministro representa una oportunidad para minimizar los residuos debido a la reutilización y recuperación de componentes y materiales. Se ha identificado una serie de intervenciones de acuerdo con las buenas prácticas actuales que cumplen el reciente documento de trabajo Think2030[104], el informe de la EMF con directrices circulares para las administraciones[105] , y el informe «El futuro del consumo urbano en un mundo a 1,5 °C» de C40 Cities[106]:

- **Cambio modal:** reducir el uso de los vehículos privados y sustituirlos por medios de transporte sostenibles (transporte público, movilidad activa, movilidad compartida y micromovilidad) para reducir las emisiones de alcance 1 y 3. Entre las medidas podría incluirse: ampliación de las zonas de tráfico limitado o bajas emisiones; fortalecimiento de las redes locales y regionales de transporte público y ciclovías; ampliación de los proyectos para bicicletas, bicicletas eléctricas y motos eléctricas en toda la ciudad, y promoción del co-working y del teletrabajo[107].

- **Uso compartido y multipropiedad de vehículos:** esto limitaría el número de automóviles en la carretera y la compra de vehículos privados, lo que reduciría las emisiones y mejoraría la calidad del aire[108]. El aumento del número de personas que viajan juntas mediante soluciones de pago por uso (uso compartido de coches) supone que haya menos vehículos para proporcionar los mismos servicios de movilidad (de modo que se reducen las emisiones de alcance 3 asociadas con la cadena de valor). Los municipios pueden apoyar éstas intervenciones de diferentes maneras: proporcionando carriles compartidos de movilidad; permitiendo acceso a las zonas de bajas emisiones e introduciendo proyectos de bicicletas urbanas y uso compartido de automóviles[109].

- **Electrificación del transporte:** las ciudades están renovando rápidamente sus flotas de transporte en un esfuerzo por descarbonizar, principalmente cambiando a flotas de autobuses eléctricos y desarrollando y expandiendo sus redes de metro y ferrocarril ligero[110]. Los ayuntamientos también están fomentando la descarbonización de la movilidad privada mediante medidas de apoyo para la movilidad eléctrica, como el acceso a las zonas de bajas emisiones, incentivos financieros para carga y estacionamiento, y la puesta a disposición de puntos de carga públicos en las ciudades[111]. Otra medida importante es el apoyo a la instalación y uso de infraestructuras de carga privadas mediante ayudas y subvenciones[112]. La electrificación del transporte eliminará por completo las emisiones directas (alcance 1) de los vehículos tradicionales, al ser sustituidos por vehículos eléctricos. Las emisiones residuales se asocian con un aumento en las emisiones indirectas de alcance 2 y 3 debido al consumo de electricidad, y en las emisiones de alcance 3 debido a las emisiones incluidas de la vida útil de los vehículos eléctricos. Estas emisiones residuales pueden eliminarse o reducirse drásticamente aumentando la cuota de energías renovables en el mix energético y adoptando un planteamiento circular para el diseño y los materiales. Esto es especialmente importante en cuanto a las baterías, que son una tecnología instrumental en la estrategia del sector de la

[104] Valeche-Altinel C., Wachholz C. y Engström M. (2021) *A low-carbon and circular industry for Europe*. Documento de trabajo Think 2030 de la Fundación Ellen MacArthur y el Instituto para la Política Ambiental Europea.

[105] https://ellenmacarthurfoundation.org/covid-policymakers

[106] https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/the-futureof-urban-consumption-in-a-1-5c-world

[107] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856414002493?via%3Dihub

[108] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620319168

[109] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198219300557

[110] https://www.politico.eu/article/europe-city-tram-networks-mobility-cut-transport-emissions/

[111] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920913001065

[112] https://www.gov.uk/government/collections/government-grants-for-low-emission-vehicles

automoción para una transición limpia. La UE hace especial hincapié en las baterías de próxima generación[113] con el fin de establecer un sector de baterías a gran escala, sostenible y competitivo.

- **El diseño circular en la fabricación de vehículos** puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero más arriba de la cadena asociadas con la producción de vehículos (alcance 3) por medio de la elección de materiales, la facilidad de reparación/sustitución de componentes y la durabilidad. Los factores de diseño circular que pueden reducir las emisiones de CO_2 a lo largo de la vida útil de un vehículo[114] incluyen el uso de materiales reciclados y renovables (como los materiales biológicos), la eficiencia del desmontaje y la tasa de recuperación de los componentes (especialmente las baterías).

Podrían ponerse en práctica y promoverse otras intervenciones circulares en relación con vehículos, y podría analizarse la cuantificación de su impacto en otros estudios. Entre ellos se incluye:

- **Renovación de la flota**, es decir, renovar las flotas de vehículos públicos/privados sustituyendo los vehículos existentes por otros más eficientes;
- **Recuperación, reutilización y reconversión de los materiales** para promover la recuperación de los componentes de los vehículos (incluidas las baterías);
- **Ampliación de la vida de los vehículos** diseñándolos de manera más eficiente y para que duren (por parte de la producción) o mejorando su mantenimiento y reparación (por pare del consumidor);
- **Fomento de sistemas de trabajo flexibles** para reducir las necesidades de movilidad y optimizar los desplazamientos de los trabajadores.

Ventajas adicionales de las intervenciones

Los servicios circulares de transporte con baja emisión de carbono en las ciudades contribuyen a lograr una serie de objetivos que mejoran la calidad de vida en general de los residentes. En primer lugar, la reducción del número de vehículos privados mejorará la calidad del aire y reducirá la mortalidad[115] por la contaminación. La circulación de los vehículos en las ciudades es responsable de aproximadamente un tercio de las emisiones totales de óxidos de nitrógeno (Nox), partículas (PM2.5 y PM10), compuestos orgánicos volátiles (COV), emisiones que no son de escape (NEE) y otros contaminantes, que provocan muertes prematuras y enfermedades respiratorias[116]. Una reducción en el uso de los vehículos permitiría que los espacios de estacionamiento se convirtiesen a otros usos públicos. La promoción de un transporte público eficiente y sostenible y una movilidad activa también tiene otras ventajas, como estilos de vida más saludables y menos accidentes[117], con repercusiones positivas en los sistemas sanitarios. Diseñar las ciudades para las personas en lugar de para los vehículos las hace más accesibles a los ciudadanos vulnerables, incluidos los niños y los ancianos. Por último, una menor congestión del tráfico reduce el estrés, mejora la conciliación entre vida privada y profesional y aumenta la productividad. Además, un sistema de movilidad eficiente es un factor importante para la inclusión social y para un mejor equilibrio entre el centro de la ciudad y las zonas periféricas, lo que permite un acceso más fácil a los servicios esenciales y un aumento de los intercambios culturales. La reducción de la tasa de propiedad de automóviles también reduce la necesidad de extraer materiales para la fabricación de vehículos.

[113] https://ec.europa.eu/growth/industry/strategy/industrial-alliances/european-battery-alliance_en

[114] https://www.weforum.org/agenda/2020/12/how-the-circular-economy-could-forever-change-how-cars-are-made/

[115] https://injuryprevention.bmj.com/content/26/Suppl_2/i46

[116] https://theicct.org/news/health-impacts-transport-sector-pr-20190227

[117] https://www.nbt.nhs.uk/about-us/news-media/latest-news/road-collisions-responsible-one-five-trauma-admissions-hospitals

La mejora de los servicios de transporte público también puede mejorar la resiliencia frente a las perturbaciones como la actual pandemia de la COVID-19[118]. El sector de la movilidad está expuesto a diversos elementos perturbadores, como los fenómenos meteorológicos extremos causados por el cambio climático, que pueden alterar sus operaciones. Un sistema de transporte público resiliente es el que permite a los residentes desplazarse por la ciudad con seguridad según sus necesidades, proporciona alternativas viables (por ejemplo, en caso de accidentes o mantenimiento de carreteras), responde a los picos de demanda y funciona a pesar de una disponibilidad limitada de los recursos (petróleo o gasolina, electricidad, materiales de construcción, etc.) o incrementos de precios.

Las ciudades del estudio y los resultados

En las siguientes secciones se presenta el contexto de la movilidad en las ciudades estudiadas, las intervenciones y medidas probadas mediante análisis cuantitativo y los resultados en cuanto a las expectativas y oportunidades que ofrece la economía circular.

El nivel de ambición elegido para cada ciudad ha sido seleccionado a partir de la experiencia del centro GREEN de la Universidad Bocconi en relación con el sector de la movilidad y la información obtenida de entrevistas específicas con los principales interesados, debates con socios del estudio y datos de proyectos de colaboración internacional entre las ciudades más ambiciosas. Tiene en cuenta criterios como el estado de la infraestructura y servicios de transporte existentes, las oportunidades surgidas de las nuevas tecnologías y el nivel actual de adopción de medios de transporte sostenibles, vehículos eléctricos y tecnologías innovadoras para mejorar la fabricación de vehículos.

Estos valores quieren captar las potenciales oportunidades de descarbonización que ofrecen las medidas políticas estratégicas y los planes de acción ya definidos por las administraciones locales y las intervenciones adicionales que, si se implementan, pueden facilitar la transición hacia la circularidad.

[118] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198220300622?via%3Dihub

Bogotá

El sistema de transporte de Bogotá se sustenta en TransMilenio, el sistema de autobús de tránsito rápido (BRT) de la ciudad. A pesar de su tamaño, Bogotá no cuenta con un sistema de metro, sino que depende de una amplia red de corredores directos con prioridad para los autobuses y rutas secundarias de 350 km. TransMilenio proporciona servicios esenciales a 2,56 millones de pasajeros al día, y ha sido fundamental para reducir la congestión y las emisiones asociadas con el uso del vehículo privado.

En 2011, diez países latinoamericanos, incluida Colombia, firmaron la Declaración de Bogotá sobre objetivos de transporte sostenible (BDSTO), que perfila las estrategias para promover sistemas de transporte sostenibles, eficientes y saludables basados en el concepto de «evitar, cambiar y mejorar». Esto ha acelerado el desarrollo de planes por parte del gobierno municipal para promover un transporte público activo para respaldar el sistema BRT. El ayuntamiento prevé mejorar sus infraestructuras de transporte público construyendo un sistema de metro de dos líneas que deberá entrar en funcionamiento en 2028 (la construcción de la primera línea de metro comenzó en 2021)[119]. Bogotá también promueve la movilidad activa y la micromovilidad: el transporte masivo de ciudadanos en bicicleta está respaldado con inversiones públicas y con la construcción de carriles bici por toda la ciudad.

Los expertos de la ciudad han calculado que el efecto de estas medidas en favor de un cambio modal en Bogotá podría reducir el transporte de vehículos de pasajeros un 20 %.

La electrificación del transporte es una de las principales intervenciones para la ciudad en cuanto al potencial de descarbonización y puede tener un gran impacto en la reducción de emisiones directas. Para Bogotá, esta intervención solo se modeló con la electrificación del transporte público, ya que no hay un objetivo fijo para la ampliación de los vehículos eléctricos privados y podría haber problemas de viabilidad económica. Además, teniendo en cuenta la baja tasa de propiedad de automóviles de Bogotá, no se modeló el uso compartido ni la multipropiedad de vehículos, ya que una intervención no parece ser pertinente en este contexto.

De acuerdo con los planes de la ciudad, se calcula que la electrificación total del sistema BRT TransMilenio reduciría las emisiones 155 $ktCO_2e$. La electrificación de toda la flota de autobuses de Bogotá supondría una reducción del 22 % en las emisiones directas de alcance 1. El notable gran impacto puede explicarse debido al gran número de autobuses considerado en el proceso de electrificación y al elevado factor de emisiones de los autobuses en circulación. Sin embargo, el aumento del 13,7 % en las emisiones indirectas de alcance 2 debido al mayor consumo de electricidad y el ligero aumento de las de alcance 3 por las emisiones incluidas en la fabricación de los equipamientos nuevos para permitir la transición contrarrestarían parcialmente este efecto.

[119] https://www.railway-technology.com/news/colombia-rail-yard-construction/#:~:text=The%20first%20line%2C%20which%20will,public%20transportation%20in%20the%20city.

RESUMEN DE INTERVENCIONES E IMPACTO POTENCIAL EN EL CO_2

Cambio modal: (alcance 1) reducción de las emisiones de CO_2 debido a una reducción del 20 % en el uso de vehículos privados, sustituidos por medios de transporte sostenibles (transporte público, movilidad activa, movilidad compartida y micromovilidad); (alcance 3) disminución de las emisiones indirectas en la cadena de suministro del combustible.

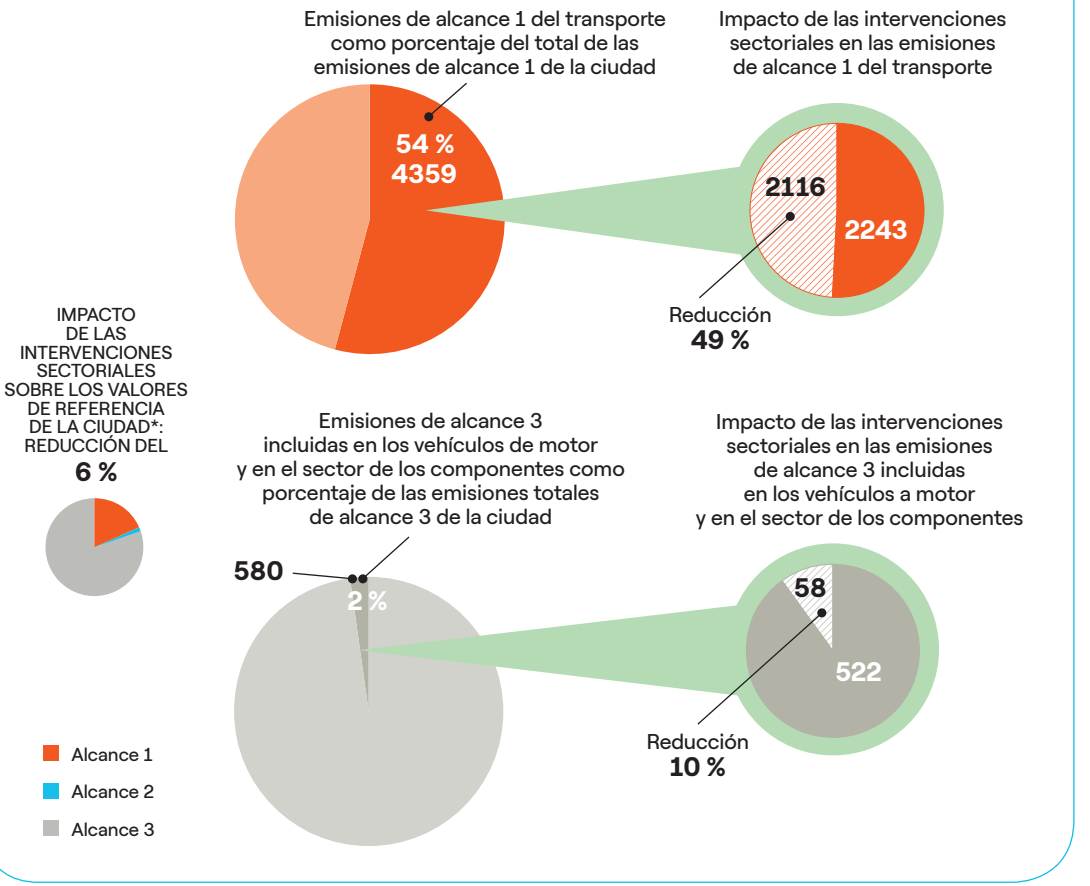
Electrificación del transporte: (alcance 1) reducción del 100 % de las emisiones de CO_2 de escape de los vehículos sustituidos debido a la electrificación; (alcance 2) aumento de las emisiones indirectas de alcance 2 debido al mayor consumo de electricidad de los vehículos eléctricos; (alcance 3) cambio en las emisiones indirectas de alcance 3 debido a las variaciones en la demanda de vehículos eléctricos, electricidad y uso de combustible

Diseño circular de la fabricación de vehículos: reducción del 50 % en el consumo de materiales (acero y plástico) debido al diseño más eficiente

RESULTADOS PRINCIPALES

Reducción total de las emisiones basadas en el consumo de la ciudad por intervenciones en movilidad de 2481 $ktCO_2e$	(5,7 %)
Reducción del alcance 1 de 2116 $ktCO_2e$	(26,3 %)
Aumento del alcance 2 de 90 $ktCO_2e$	(13,7 %)
Reducción del alcance 3 de 455 $ktCO_2e$	(1,3 %)

BOGOTÁ IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES EN EL ÁMBITO DE LA MOVILIDAD ($ktCO_2e$)



*Véase la página 16 del capítulo 2

Génova

Génova posee una ubicación estratégica en cuanto a su conexión con otras ciudades y es un nudo de importantes autopistas nacionales. El transporte público de la ciudad está gestionado por la empresa de transporte público local AMT, que en 2019 prestó servicio a más de 238 millones de pasajeros[120]. Además de varias líneas de autobús (tanto convencionales como eléctricos) y trolebús, hay un metro de ocho paradas que conecta puntos turísticos estratégicos, una línea de ferry y varios funiculares. La ciudad de Génova está trabajando para promover la electrificación del tráfico privado y público, instalando 160 puntos de carga de vehículos eléctricos e incentivando la micromovilidad con proyectos de bicicletas, motos y automóviles de uso compartido. El nuevo plan urbano de movilidad sostenible (PUMS) de la ciudad prevé la construcción de nuevos carriles bici y la instalación de estaciones de carga eléctrica.

El plan de acción por el clima y la energía sostenible (SECAP) de la ciudad contiene varias medidas para fomentar un cambio modal. Su efecto combinado, incluida la movilidad compartida, recortaría 55 $ktCO_2e$ de emisiones.



La electrificación del transporte público y privado reduciría las emisiones directas de alcance 1 de la ciudad un 5 % (aunque este efecto se neutralizaría parcialmente con el aumento del 4 % en las emisiones indirectas de alcance 2 debido al mayor consumo de electricidad).

La mejora de los servicios de movilidad compartida y automóviles de uso público podría reducir la tasa de propiedad privada de vehículos, modelado como en las otras ciudades como una disminución del 4 % en el gasto de los hogares en nuevos vehículos privados, y esto reduciría ligeramente las emisiones de alcance 3: 6 $ktCO_2e$ o el 0,12 %.

[120] https://www.amt.genova.it/amt/

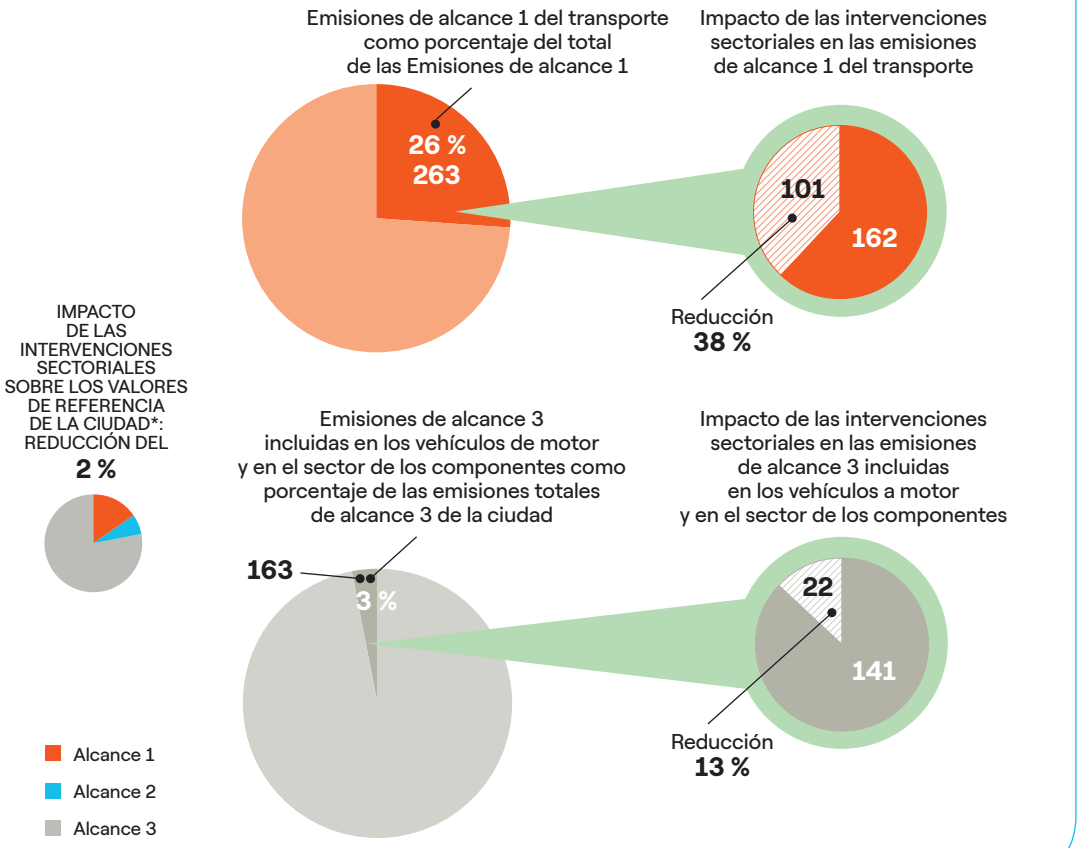
RESUMEN DE INTERVENCIONES E IMPACTO POTENCIAL EN EL CO_2

Cambio modal: (alcance 1) reducción de 55 kilotones de emisiones de CO_2 debido a la reducción del uso de vehículos privados y a la sustitución por medios de transporte sostenibles (transporte público local, movilidad activa, movilidad compartida y micromovilidad); (alcance 3) disminución de las emisiones indirectas en la cadena de suministro del combustible
Uso compartido y multipropiedad de automóviles: (alcance 3) reducción del 4 % en el gasto de los hogares en vehículos privados
Electrificación del transporte: (alcance 1) reducción del 100 % de las emisiones de CO_2 de escape de los vehículos sustituidos debido a la electrificación; (alcance 2) aumento de las emisiones indirectas de alcance 2 debido al mayor consumo de electricidad de los vehículos eléctricos; (alcance 3) cambio en las emisiones indirectas de alcance 3 debido a las variaciones en la demanda de electricidad y uso de combustible
Diseño circular en la fabricación de vehículos: reducción del 50 % en el consumo de materiales (acero y plástico) debido al diseño más eficiente

RESULTADOS PRINCIPALES

Reducción total de las emisiones basadas en el consumo de la ciudad por intervenciones en movilidad de 162 $ktCO_2e$	(2,5 %)
Reducción del alcance 1 de 101 $ktCO_2e$	(10,2 %)
Aumento del alcance 2 de 17 $ktCO_2e$	(3,8 %)
Reducción del alcance 3 de 78 $ktCO_2e$	(1,5 %)

GÉNOVA IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES EN EL ÁMBITO DE LA MOVILIDAD ($ktCO_2e$)



*Véase la página 18 del capítulo 2

Glasgow

En Glasgow, el transporte está dominado por los coches y las furgonetas (49 %)[121]. Sin embargo, el Ayuntamiento de Glasgow ha trazado varias iniciativas para promover un cambio de los automóviles privados hacia un transporte público y activo. Entre ellas se incluyen zonas a 20 millas por hora, zonas de bajas emisiones, promoción de proyectos de estacionamientos disuasorios y redes regionales de transporte público y carriles bici.[122]

Actualmente, las carreteras constituyen el 25 % de la superficie terrestre de Glasgow, pero hay demanda para reducir esta proporción y aumentar la cuota de las zonas verdes públicas y los equipamientos sociales[123]. La disponibilidad de estacionamiento en el centro de la ciudad se está reduciendo con el proyecto Avenues, que transforma las plazas de aparcamiento infrautilizadas en infraestructuras activas para el transporte. La Estrategia de transporte para el centro urbano de Glasgow establece el compromiso de ampliar y mejorar el servicio BRT Fastlink de la ciudad[124] para conectar el norte y el este de la ciudad, donde no llega la red de metro, a través de un transporte público local rápido y fiable. La Hoja de ruta hacia la economía circular de Glasgow sugiere que la ciudad podría ir más allá y hacer el transporte público gratuito para todos sus residentes[125], al igual que se ha hecho en otros lugares, como Luxemburgo[126]. Un mayor uso de un sistema de transporte público con cero emisiones es fundamental para la estrategia Connecting Glasgow, que afirma que el transporte público permite el uso más eficiente del suelo[127].

[121] https://www.transport.gov.scot/publication/transport-and-travel-in-scotland-2017/

[122] https://www.glasgow.gov.uk/CHttpHandler.ashx?id=19234&p=0

[123] https://www.glasgow.gov.uk/CHttpHandler.ashx?id=45064&p=0

[124] https://www.glasgow.gov.uk/transportstrategy

[125] https://www.glasgow.gov.uk/councillorsandcommittees/viewSelectedDocument.asp?c=P62AFQDNDX2UT1NTNT#:~:text=This%20Circular%20Economy%20Route%20Map%20sets%20out%20a%20framework%20to,for%20environmental%20and%20social%20regeneration

[126] https://www.mobiliteit.lu/en/tickets/free-transport/

[127] https://www.glasgow.gov.uk/CHttpHandler.ashx?id=45064&p=0

[128] https://www.gov.uk/government/statistical-data-sets/all-vehicles-veh01

[129] https://glasgow.gov.uk/article/24595/Charge-Place-Glasgow-Frequently-Asked-Questions

[130] https://www.eltis.org/resources/case-studies/oslo-promoting-active-transport-modes

[131] https://www.glasgow.gov.uk/index.aspx?articleid=18620

Aunque la mayor parte de la red ferroviaria de Glasgow ya se ha electrificado, todavía quedan algunos trenes Intercity que funcionan con diésel y algunas líneas menores sin electrificar que tendrán que ser descarbonizadas prioritariamente en los próximos años. También hay que tomar más medidas para electrificar el transporte privado. Actualmente, menos del 1 % de los vehículos privados de la ciudad son eléctricos[128]. El Ayuntamiento de Glasgow tiene previsto facilitar el incremento de los vehículos eléctricos incorporando 60-70 puntos de carga públicos al año[129]. Esto podría incentivarse también con la evolución de la zona de bajas emisiones hacia la exclusión de todos los vehículos que no sean eléctricos o implantando un plan de tarificación vial para desincentivar la circulación por el centro, como en el caso de Oslo[130].

Glasgow ya cuenta con varias opciones de movilidad compartida, como el plan de uso compartido de automóviles Co-Wheels y el servicio de alquiler de bicicletas eléctricas y convencionales OVO[131]. El Ayuntamiento ha reservado plazas de estacionamiento prioritarias para automóviles compartidos. Existe la oportunidad de introducir otros servicios de movilidad compartida, como las motos eléctricas, que se han hecho populares en otras ciudades, aunque es importante garantizar que los vehículos de movilidad compartida sigan los principios de la fabricación circular y tengan larga durabilidad para reducir su impacto general. Para 2030 se ha previsto una reducción en el uso de los vehículos del 20 % en Escocia; Glasgow, al tratarse de una ciudad densa y con aspiraciones medioambientales, podría lograr una transición más ambiciosa, con una reducción del 30 % según los expertos de la ciudad.

Hay un potencial de reducción en las emisiones de alcance 1 del 8,4 % gracias al cambio modal, que podría hacer disminuir la demanda del uso de automóviles privados dentro de la ciudad, y a la electrificación de las flotas de vehículos públicos y privados (aunque esto haría aumentar las emisiones de alcance 2).

La reducción de los materiales (principalmente acero y plástico) para la fabricación de vehículos adquiridos en Glasgow supondría una reducción de las emisiones indirectas de alcance 3 (0,4 %).

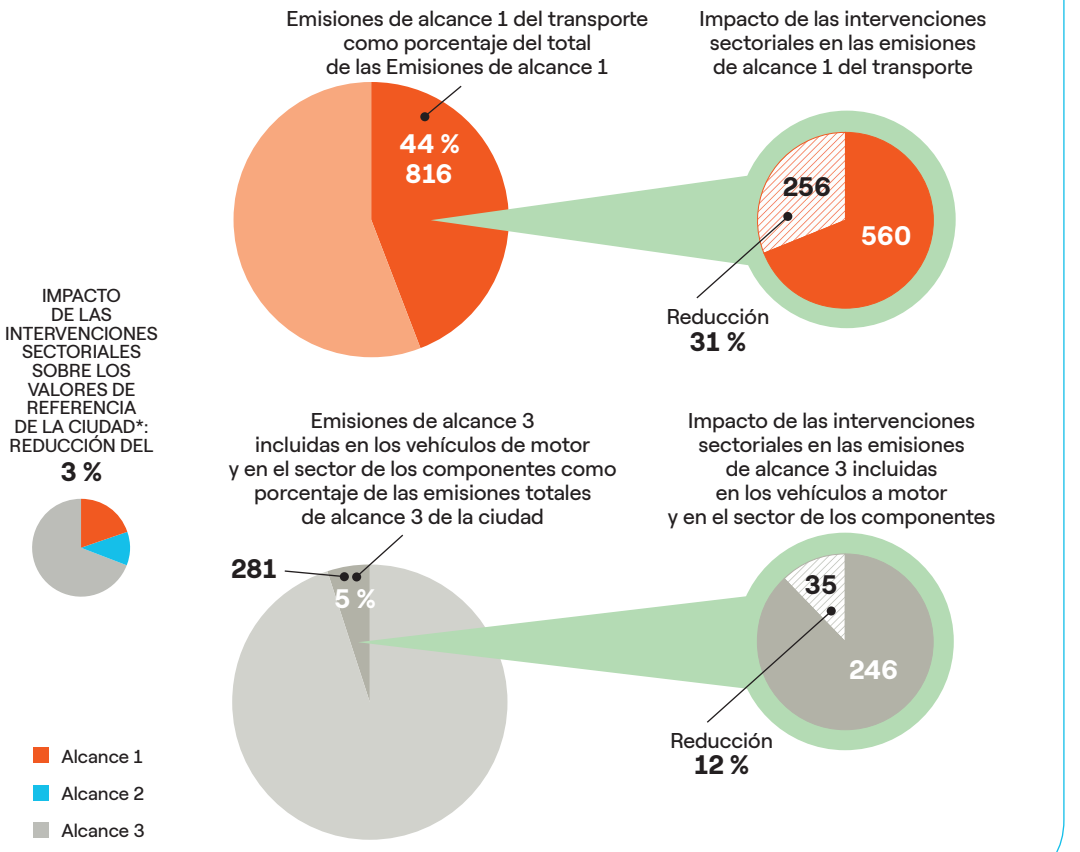
RESUMEN DE INTERVENCIONES E IMPACTO POTENCIAL EN EL CO_2

Cambio modal: (alcance 1) reducción en las emisiones de CO_2 debido a una reducción del 30 % en el uso de vehículos privados, sustituidos por medios de transporte sostenibles (transporte público local, movilidad activa, movilidad compartida y micromovilidad); (alcance 3) disminución de las emisiones indirectas en la cadena de suministro del combustible
Uso compartido y multipropiedad de vehículos: (alcance 3) reducción del 4 % en el gasto de los hogares en vehículos privados
Electrificación del transporte: (alcance 1) reducción del 100 % de las emisiones de CO_2 de escape de los vehículos sustituidos debido a la electrificación; (alcance 2) aumento de las emisiones indirectas de alcance 2 debido al mayor consumo de electricidad de los vehículos eléctricos; (alcance 3) cambio en las emisiones indirectas de alcance 3 debido a las variaciones en la demanda de vehículos eléctricos, electricidad y uso de combustible
Diseño circular de la fabricación de vehículos: reducción del 50 % en el consumo de materiales (acero y plástico) debido al diseño más eficiente

RESULTADOS PRINCIPALES

Reducción total de las emisiones basadas en el consumo de la ciudad por intervenciones en movilidad de 288 $ktCO_2e$	(3,3 %)
Reducción del alcance 1 de 256 $ktCO_2e$	(13,9 %)
Aumento del alcance 2 de 35 $ktCO_2e$	(4,9 %)
Reducción del alcance 3 de 67 $ktCO_2e$	(1,1 %)

GLASGOW IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES EN EL ÁMBITO DE LA MOVILIDAD ($ktCO_2e$)



*Véase la página 20 del capítulo 2

Milán

De acuerdo con el Plan por el aire y el clima de Milán, el transporte es responsable del 18 % de todas las emisiones de gases de efecto invernadero de la zona metropolitana (según los datos de 2017), por lo que las intervenciones de descarbonización del sector del transporte son vitales para la agenda ambiental global de la ciudad.

En Milán, el 72 % de los pasajeros del transporte público utilizan metros, tranvías, trolebuses, autobuses y trenes de cercanías electrificados, y el 28 %, autobuses diésel[132]. Los compromisos del Ayuntamiento de Milán de crear una ciudad sostenible y circular, con medidas específicas para crear calles verdes y saludables, se basan en medidas incluidas en la Declaración por unas calles libres de combustibles fósiles de C40[133], que firmó en 2017, su Plan urbano de movilidad sostenible (PUMS)[134], aprobado en diciembre de 2018, y su Plan de acción por la energía sostenible[135] de 2018.

Algunos de sus objetivos más ambiciosos tienen que ver con la conectividad y la accesibilidad, y expresan su deseo de reducir su dependencia de los vehículos privados y reducir a la mitad el tráfico por carretera y sustituirlo por medios de transporte público más disponibles y accesibles, así como la movilidad activa.

El Plan por el aire y el clima de la ciudad calcula que el cambio modal es el camino más importante para descarbonizar el sector del transporte urbano. Estas medidas se reforzarán con la electrificación del transporte y, en particular, con el Plan de electricidad plena del operador del transporte público de Milán ATM[136], cuyo objetivo es proporcionar a la ciudad una flota de transporte público totalmente eléctrica para 2030. Esto recortará 75 $ktCO_2e$ al año, 460 toneladas de emisiones de óxido de nitrógeno, tres toneladas de PM10 y 0,8 toneladas de carbono elemental.

Está previsto que el impacto de las emisiones de alcance 2 de la electrificación del transporte público en Milán sea cero, ya que ATM lleva adquiriendo electricidad de fuentes 100 % renovables desde 2017.

La promoción de los medios de transporte sostenibles también se apoya en las limitaciones al tráfico en las zonas urbanas: Milán es el primer municipio de Europa que ha prohibido el acceso al centro a los automóviles diésel, incluidos los modelos Euro 4 en una zona de la ciudad (área C). Estas limitaciones también incentivan la compra de vehículos con cero emisiones y el uso de movilidad compartida y micromovilidad. El transporte público de Milán está reforzado con una amplia variedad de servicios compartidos: bicicletas, automóviles y medios innovadores de transporte, como segways, aeropatines, monopatines, patinetes y vehículos de una rueda.

Dentro de este estudio, el diseño circular de la fabricación de vehículos se ha modelado teniendo en cuenta una reducción del 50 % en la cantidad utilizada de acero y plástico. En Milán, esta medida supondría una reducción de las emisiones de alcance 3 de 57 $ktCO_2e$.

[132] https://www.atm.it/it/Pagine/default.aspx

[133] www.c40knowledgehub.org/s/article/Green-and-Healthy-Streets-The-C40-Fossil-Fuel-Free-Streets-Declaration?language=en_US

[134] http://www.trt.it/en/PROGETTI/supervision-sump-of-milano/

[135] https://www.comune.milano.it/aree-tematiche/ambiente/energia/paes-piano-di-azione-per-l-energia-sostenibile

[136] https://www.atm.it/it/AtmNews/Comunicati/Pagine/ATMDAL2030FULLELECTRIC.aspx

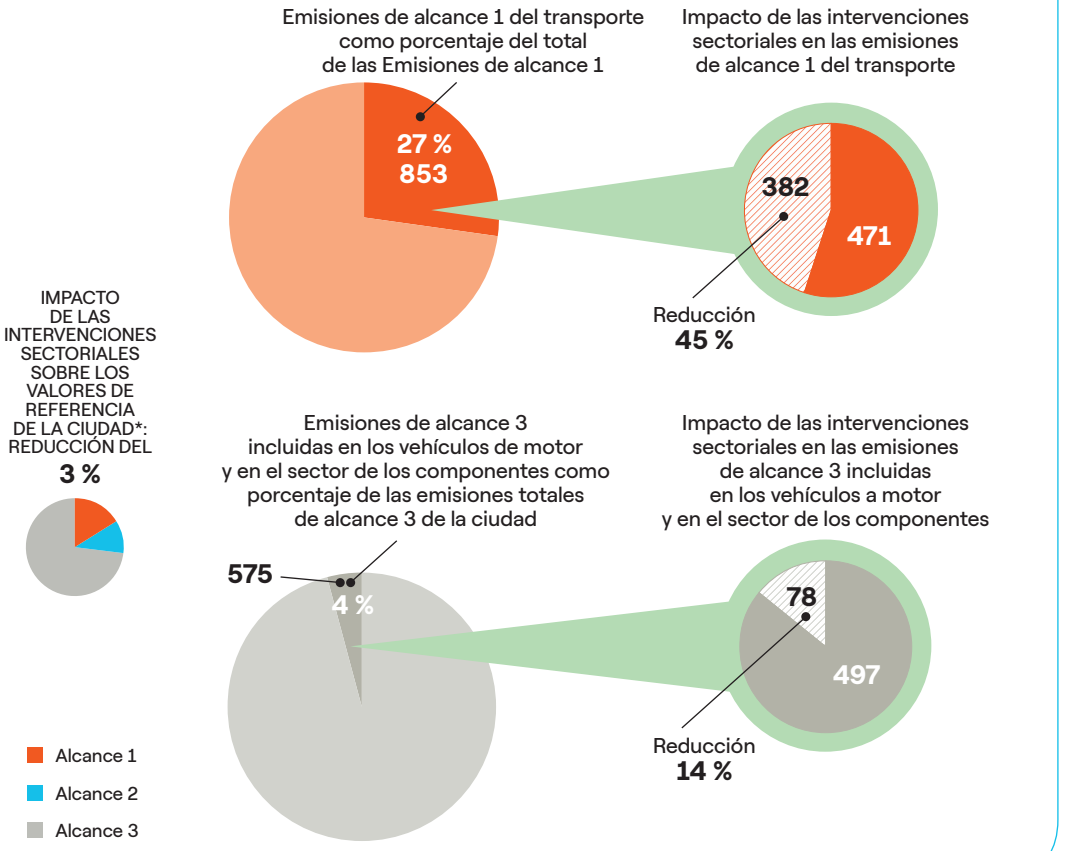
RESUMEN DE INTERVENCIONES E IMPACTO POTENCIAL EN EL CO_2

Cambio modal: (alcance 1) reducción en las emisiones de CO_2 debido a la reducción en el uso de vehículos privados, sustituidos por medios de transporte sostenibles (transporte público local, movilidad activa, movilidad compartida y micromovilidad); (alcance 3) disminución de las emisiones indirectas en la cadena de suministro del combustible
Uso compartido y multipropiedad de vehículos: (alcance 3) reducción del 4 % en el gasto de los hogares en vehículos privados
Electrificación del transporte: (alcance 1) reducción del 100 % de las emisiones de CO_2 de escape de los vehículos sustituidos debido a la electrificación; (alcance 2) aumento de las emisiones indirectas de alcance 2 debido al mayor consumo de electricidad de los vehículos eléctricos (solamente automóviles, ya que en el transporte público la electricidad adquirida es 100 % renovable); (alcance 3) cambio en las emisiones indirectas de alcance 3 debido a las variaciones en la demanda de vehículos eléctricos, electricidad y uso de combustible
Diseño circular de la fabricación de vehículos: reducción del 50 % en el consumo de materiales (acero y plástico) debido al diseño más eficiente

RESULTADOS PRINCIPALES

Reducción total de las emisiones basadas en el consumo de la ciudad por intervenciones en movilidad de 635 $ktCO_2e$	(3,3 %)
Reducción del alcance 1 de 382 $ktCO_2e$	(12,2 %)
Aumento del alcance 2 de 11 $ktCO_2e$	(0,5 %)
Reducción del alcance 3 de 264 $ktCO_2e$	(1,9 %)

MILÁN IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES EN EL ÁMBITO DE LA MOVILIDAD ($ktCO_2e$)



*Véase la página 22 del capítulo 2



Sistemas de energía sostenible

PLANTEAMIENTO

La electricidad es un catalizador fundamental de las actividades urbanas, por lo que las ciudades son el lugar en el que esta transición se manifestará antes. Para que las energías renovables alcancen su potencial pleno, es esencial que el consumo final abandone los combustibles fósiles y se pase a la electricidad. Las cuestiones de la energía limpia y la eficiencia energética son claves para los objetivos de transición ambiental fijados por los ayuntamientos. Las acciones previstas suponen la descarbonización de la producción energética por medio del desarrollo de fuentes renovables en las zonas urbanas, una mayor obtención de la energía de fuentes renovables y la adopción de soluciones digitales para mejorar y optimizar las actividades y el consumo de energía.

Las principales tecnologías innovadoras para esta transición son, ante todo, plantas renovables distribuidas. Estas han transformado el anterior paradigma basado en la distribución de la energía a un modelo en el que el consumidor también puede ser productor. Una importante contribución a la transición también procede de las tecnologías eléctricas para uso final (movilidad, calefacción y refrigeración, etc.). Esta transición debe ir acompañada de una evaluación de la red hacia el concepto de la red inteligente, con un fuerte componente de innovación en cuanto a la medición, la digitalización y la inteligencia artificial para que la red pueda operarse según los estándares más elevados de seguridad, rendimiento y eficiencia.

Los macrodatos, la conectividad y las tecnologías digitales son otros de los pilares fundamentales para la evolución de las ciudades, gracias a amplias redes de sensores y análisis y procesamiento de datos que permiten el control y operación en tiempo real de elementos físicos (carreteras, líneas de ferrocarril, redes de agua, suministro eléctrico, etc.) y los flujos que los atraviesan (automóviles, trenes, agua, energía, materiales, residuos, etc.)[137]. Esto permite a las ciudades optimizar sus actividades y, además, planificar y ejecutar mejor otras intervenciones. Una conectividad generalizada también permite a los residentes acceder a servicios rápidos y fáciles y trabajar a distancia.

[137] https://www.iea.org/reports/empowering-cities-for-a-net-zero-future

PRÁCTICAS ACTUALES

EJEMPLO	RESUMEN
El proyecto West Orange en Ámsterdam (Países Bajos)[138]	Más de 400 hogares de Ámsterdam se han dotado de un sistema de gestión de la energía como parte del proyecto West Orange, cuyo objetivo es sensibilizar a los ciudadanos sobre el consumo de la energía privada a través de un visor vinculado a medidores digitales de gas y electricidad. Esta tecnología, que permite a los usuarios controlar dispositivos eléctricos específicos y toda la casa, ha supuesto una reducción en el uso de energía y emisiones en cada hogar del 14 %.
Urban Futurability® São Paulo y Bogotá (Brasil y Colombia)[139]	Urban Futurability® es un proyecto de Enel que busca crear un nuevo modelo para la red eléctrica del futuro, basado en la digitalización, la automatización y la innovación, elementos claves para mejorar la eficiencia y la resiliencia de los equipamientos, además de la calidad de vida de los usuarios al flexibilizar la red. Al mismo tiempo, el nuevo modelo de plataforma ayudaría a que la ciudad fuese más sostenible y proporcionase servicios basados en la red a sus residentes. Gracias a la tecnología de copia digital de la red, un modelo en 3D que replica la infraestructura eléctrica local por medio de sensores instalados en la red, la información se comunica en tiempo real tanto a los distribuidores como a los interesados locales. En cuanto a los equipamientos, será posible proporcionar una imagen en tiempo real de su situación y llevar acabo un mantenimiento predictivo y una mitigación consecuente de los riesgos ambientales, y para los usuarios finales, esta tecnología también sensibilizará más sobre el uso, la eficiencia y el ahorro de la energía.
Herramientas de datos abiertos: Los índices de ciudades circulares y de 15 minutos de Enel X	Si se recopilan, procesan y publican correctamente, los datos abiertos son un valioso recurso con el que controlar los indicadores que permiten a las administraciones poner en marcha la transición a la economía circular apoyando herramientas existentes e introduciendo otras nuevas. Con esto en mente, Enel X y sus socios académicos han desarrollado el índice de las ciudades circulares[140], una calificación basada totalmente en datos abiertos a nivel nacional que respalda la transición de los municipios, que ya se ha puesto en marcha en todas las ciudades italianas y que pronto se ampliará a otros países. El índice sistematiza las «variables circulares» urbanas en cuatro áreas principales (digitalización, clima y recursos, transporte sostenible y movilidad, residuos y materiales) con el fin de fomentar la transición digital, ecológica y energética de las ciudades destacando sus puntos fuertes y débiles en dichas áreas. Asimismo, mediante el uso de análisis de datos y una labor de búsqueda, recopilación y procesamiento de datos abiertos, único en el sector de las ciudades inteligentes, Enel X también está desarrollando el índice de los 15 minutos, una solución digital que apoya a las ciudades en su transición a la sostenibilidad promoviendo la planificación urbana en función de la proximidad. El índice muestra la distribución geográfica de los servicios (transportes, hospitales, colegios, etc.) a los que los ciudadanos pueden llegar a pie, con el fin de ver las áreas más desatendidas en comparación con la densidad de población y rediseñar el entorno urbano con la primera herramienta pragmática y validada científicamente para crear una «ciudad de 15 minutos».

[138] https://www.urenio.org/2010/01/10/2320/

[139] https://www.enelamericas.com/en/stories/a201912-success-of-a-sustainable-model.html

[140] https://www.enelx.com/it/it/istituzioni/sostenibilita/circular-city-index

PRÁCTICAS ACTUALES

EJEMPLO	RESUMEN
MIND – Milano Innovation District, Milán (Italia)[141]	Enel X, el socio que proporcionará los servicios energéticos para la puesta en marcha del proyecto MIND (Milano Innovation District, el futuro centro de innovación que se establecerá en la zona que albergó la Expo de Milán de 2015), planificará ,construirá y gestionará el sistema de producción, distribución y venta de electricidad por medio de la construcción de sistemas fotovoltaicos, sistemas de almacenamiento eléctrico, sistemas de iluminación inteligente, postes inteligentes multifuncionales capaces de proporcionar servicios de valor añadido como análisis de vídeo, acceso wifi y seguimiento ambiental, además de marquesinas fotovoltaicas y estaciones de carga para vehículos eléctricos conectados a la red (Vehicle to Grid). El objetivo final de estas soluciones es crear un ecosistema integrado que gestione toda la red de manera flexible e integrada de acuerdo con los principios de respuesta a la demanda.
Contadores abiertos verdes, Génova (Italia)[142]	En línea con el plan nacional para sustituir 32 millones de *smart meters* de primera generación en Italia y en colaboración con la administración pública de Génova, Enel ha empezado a instalar unos 20 000 contadores nuevos hechos de plástico 100 % reciclado de contadores antiguos para los usuarios de la ciudad, incluidas las pequeñas y medianas empresas. Green Open Meter, que combinan tecnología, innovación y sostenibilidad, son los contadores de última generación hechos de material procedente de contadores usados. La regeneración de los 20 000 nuevos contadores ha hecho posible reducir 2,4 toneladas de residuos durante la producción y ahorrar 16 toneladas de plástico nuevo. Esto ha supuesto una reducción estimada de 140 toneladas de CO_2 en comparación con el proceso tradicional.

[141] https://corporate.enel.it/it/comunicatiregionali/press/d/2020/08/mind-milano-innovation-district-enel-x-vince-con-linnovazione-ed-e-partner-energetico-di-mind-

[142] https://www.e-distribuzione.it/archivio-news/2020/12/il-green-open-meter-per-l-ambiente.html

INTERVENCIONES

Se ha probado una serie de intervenciones para el sector energético que podrían aplicarse en el contexto urbano. La reducción de las emisiones en este sector se consigue por medio de intervenciones que tienen su impacto en las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero a través del uso de energías renovables en lugar de combustibles fósiles y las emisiones indirectas asociadas con la cadena de suministro de los equipamientos instalados.

- **Ciudades descarbonizadas y electrificadas:** el incremento de la producción de energías renovables es la manera más importante para evitar las emisiones relacionadas con el consumo de combustible. Sin embargo, muchas emisiones asociadas con el combustible en las ciudades están relacionadas con los usos finales de la energía que actualmente no dependen de la electricidad. Por tanto, para ampliar el alcance de las energías renovables, es necesario que la movilidad, la calefacción y la cocina se pasen a la electricidad, para que estén suministradas con energías renovables. Este paradigma general basado en las energías renovables, las redes inteligentes y el uso eléctrico final podría producir cero emisiones.

  Las ciudades pueden apoyar el desarrollo de las fuentes de energía renovables dentro de sus límites, como ya lo están haciendo muchas de ellas. Aunque hay muchas tecnologías renovables posibles, la más difundida en el entorno urbano es **la instalación de paneles solares en los tejados** de los edificios públicos y privados, gracias a su modularidad, menor impacto visual y la disponibilidad de la radiación solar en muchas latitudes.

El efecto de esta intervención puede variar considerablemente en función de la cantidad de espacio aprovechable para instalar los paneles solares, las limitaciones debidas a la protección histórica o artística de determinados edificios, la cantidad de posible radiación solar y las características de la instalación en el tejado. El objetivo de esta intervención es reducir el uso de combustibles fósiles en la producción de electricidad, teniendo en cuenta los diferentes aspectos de las ciudades debido a su situación geográfica y la disposición de los edificios en el entorno.

La producción renovable puede lograrse con soluciones de nueva generación dentro de los límites de las ciudades y **adquiriendo energía de plantas renovables** fuera de los límites de estas, como, por ejemplo, estableciendo contratos de compra de energía. Estos son contratos según los cuales la administración puede comprometerse a comprar energía de un proyecto renovable específico durante un largo periodo de tiempo. Esto tiene en cuenta la construcción de plantas eólicas capaces de cubrir las necesidades de electricidad del municipio,[143] incluidos edificios propiedad de la administración local, alumbrado público, transporte eléctrico y viviendas.

[143] Para las cuatro ciudades del estudio, el consumo municipal de electricidad se detalla en los siguientes documentos: Génova: Plan de acción por el clima y la energía sostenible de Génova; Milán: Piano Aria Clima di Milano; Glasgow: Estadísticas nacionales de emisiones de dióxido de carbono de entidades locales y regionales del Reino Unido: 2005-2019; Bogotá: balance energético, potencial energético de generación en la región central

- **La digitalización de los servicios en ciudades inteligentes** es otro importante motor para la transición urbana, ya que permite aprovechar todo el potencial de los macrodatos, la conectividad y la inteligencia artificial. Afecta a muchos aspectos de la vida urbana, como el uso de *smart meters* que pueden ayudar a los ciudadanos a ser más conscientes de su consumo y optimizarlo, lo que supone ventajas tanto económicas como ambientales y contribuye a reducir las emisiones de alcance 2 y alcance 3[144]. Aunque no se incluyen en la evaluación, a continuación se enumeran otras intervenciones útiles que deben considerarse:

  - Control en tiempo real de diversos parámetros urbanos (flujo de pasajeros, patrones de tráfico, espacio de estacionamiento libre, etc.) para optimizar las operaciones y disponer de una base estadística sólida con la que definir intervenciones nuevas;
  - Conectividad: desarrollo de una infraestructura digital fiable para que todas las ciudades puedan disfrutar de servicios a distancia como la administración electrónica, la sanidad a distancia y el teletrabajo.
  - Plataformas y herramientas que permiten a los ciudadanos acceder a la información, realizar propuestas, debatir y participar activamente en la vida de la ciudad.

Otra intervención útil, que va más allá del alcance de este estudio, es la tecnología relacionada con la **domótica**, que incluye la implementación de soluciones domésticas que controlan y gestionan los electrodomésticos y cuyo objetivo es reducir las necesidades energéticas de cualquier edificio, especialmente en relación con la calefacción invernal, la climatización veraniega y la iluminación. El control continuo y en tiempo real de algunos parámetros (temperatura, consumo de energía, etc.) puede hacer posible un uso optimizado de la energía y la detección de cualquier anomalía.

Ventajas de estas intervenciones

La transición a la economía circular no debe descuidar la calidad de vida de los ciudadanos, y el sector energético puede desempeñar un papel vital en ello. El desarrollo de las redes inteligentes y los *smart meters*, por ejemplo, y la difusión de la digitalización, facilitan un uso más eficiente de la energía, ya que reducen el despilfarro de energía y, por tanto, el coste para los ciudadanos, gracias a la disponibilidad de los recursos y la competitividad de nuevas tecnologías. Los ciudadanos incluso se pueden convertir en productores de electricidad, con la posibilidad de vender la energía sobrante de vuelta a la red y obtener beneficios económicos a cambio. El cambio a las fuentes de energía renovables y la electrificación del consumo benefician considerablemente la calidad de vida en las ciudades al reducir las emisiones y mejorar la calidad del aire y la salud de las personas.

Sin embargo, las ventajas no se limitan a esta dimensión. El uso de tecnologías eléctricas (cocinas de inducción, etc.) elimina las emisiones internas y los riesgos para la seguridad. Las soluciones plenamente digitales también contribuyen a reducir el tiempo y los recursos necesarios para llevar a cabo determinadas actividades y pueden ofrecer servicios a los más vulnerables, como, por ejemplo, sanidad a distancia, administración electrónica, etc. En cuanto a la resiliencia, el uso de fuentes renovables y la evolución hacia redes más inteligentes y flexibles pueden ayudar a reducir el riesgo de los problemas de suministro, como los apagones relacionados con fenómenos meteorológicos extremos, etc.

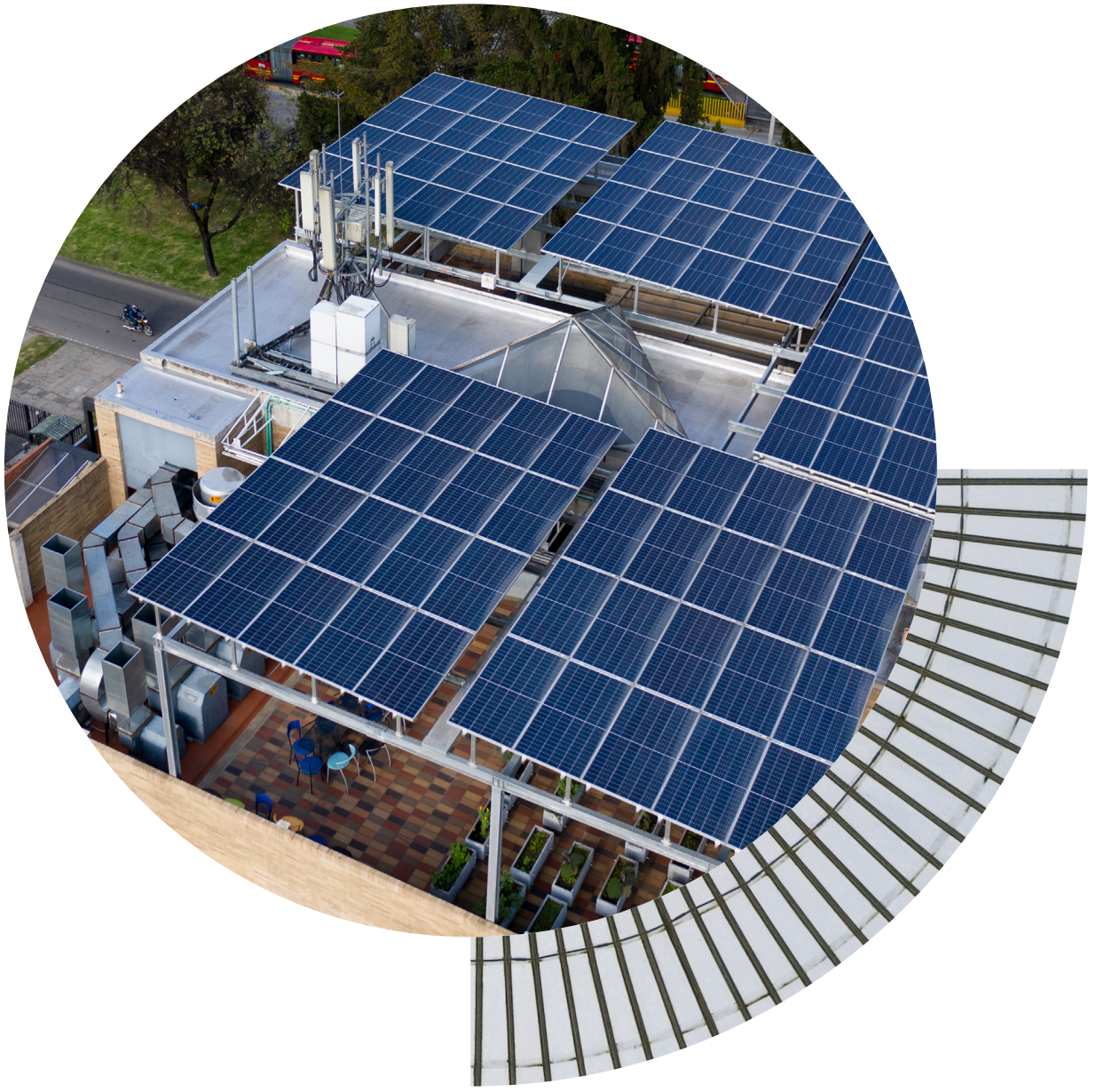
[144] A. Bagnasco, A. Vinci, F. Silvestro, G. Mosaico, *Soluzioni innovative per il risparmio energetico negli edifici del terziario* (Soluciones innovadoras para ahorrar energía en los edificios del sector terciario), Gestione Energia-FIRE, no. 1, 2020 y *Reducing household electricity demand through smart metering: The role of improved information about energy saving*, James Carroll, Seán Lyons, Eleanor Denny.

Las ciudades del estudio y los resultados

Los sistemas de energía sostenible de las cuatro ciudades del estudio, su disposición para adoptar la digitalización, el nivel de intervención examinado por análisis cuantitativo y la magnitud resultante de las oportunidades que ofrecen las iniciativas de economía circular promovidas por el informe se detallan en las siguientes secciones.

Las intervenciones aplicadas a diferentes contextos urbanos se han seleccionado por su reproducibilidad y de acuerdo con las indicaciones de los diferentes interesados. Se trata de intervenciones innovadoras y complejas cuyo objetivo es reducir el consumo de combustibles fósiles para la producción de energía aprovechando la producción local de energías renovables (solar y eólica) y la reducción del consumo.

Son valores de gran nivel que quieren aprovechar las oportunidades de descarbonización que suponen las ambiciosas iniciativas de cada ciudad conforme avanzan hacia un sistema circular.



Bogotá

La ciudad de Bogotá está muy abierta a las tecnologías más innovadoras, y esto es sin duda un punto fuerte para el sector energético. En consonancia con ello, se han instalado paneles fotovoltaicos en las plazas de estacionamiento y en los tejados de las oficinas del sistema de autobús de tránsito rápido Transmilenio para producir la energía que se consume de forma local.

En el sector privado, el aeropuerto de El Dorado instaló más de 10 000 paneles solares en 2019, lo que supone un 12 % de su consumo total (3 800 000 kWh al año). La adopción de este proyecto impide que se liberen 1375 tCO_2 a la atmósfera. En este ejemplo puede verse que en la ciudad de Bogotá D.C. los interesados creen que la descarbonización atañe principalmente al sector empresarial, cuyo objetivo es mejorar sus procesos de fabricación, recortar gastos y contribuir así a reducir la emisión de gases de efecto invernadero. Esto puede facilitar e incentivar la instalación generalizada de sistemas de producción energética, lo cual los hace cada vez más accesibles.

La ciudad también está comprometida con la eficiencia del consumo, empezando con iniciativas relacionadas con el alumbrado público.

La intervención más significativa en cuanto a la reducción de las emisiones de alcance 2 es la compra de energía de plantas renovables situadas fuera de los límites de la ciudad, que representan un 53 %. En comparación, un incremento mínimo del 0,21 % en las emisiones de alcance 3 puede referirse a todo el ciclo de vida del parque eólico terrestre. Los *smart meters* pueden ser otra importante intervención clave, pues pueden reducir el consumo doméstico de electricidad hasta un 8 %.

RESUMEN DE INTERVENCIONES E IMPACTO POTENCIAL EN EL CO_2

5 %	(alcance 2) reducción de las emisiones asociadas con el uso de combustibles fósiles para la producción de electricidad debido a la instalación de panel fotovoltaicos en los tejados
53 %	(alcance 2) reducción en la intensidad de las emisiones de electricidad debido a la compra de energía producida fuera de los límites de la ciudad en plantas renovables
8 %	(alcance 2) reducción en el consumo doméstico de electricidad debido a la instalación de uno *smart meter* por hogar

RESULTADOS PRINCIPALES

Reducción total de las emisiones basadas en el consumo de la ciudad por intervenciones en energía de 270 $ktCO_2e$	(0,6 %)
Reducción del alcance 2 de 378 $ktCO_2e$	(57,4 %)
Aumento del alcance 3 de 108 $ktCO_2e$	(0,3 %)

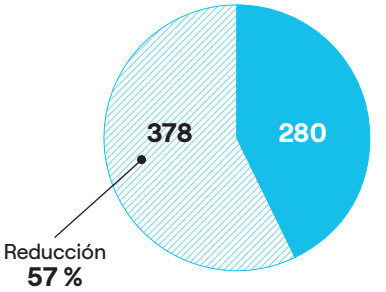
BOGOTÁ IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES EN EL ÁMBITO DE LOS SISTEMAS SOSTENIBLES DE ENERGÍA ($ktCO_2e$)

IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES SECTORIALES SOBRE LOS VALORES DE REFERENCIA DE LA CIUDAD*: REDUCCIÓN DEL **1 %**



Alcance 1
Alcance 2
Alcance 3

Impacto de las intervenciones sectoriales en el total de la ciudad
Emisiones de alcance 2



*Véase la página 16 del capítulo 2

Génova

Dentro del objetivo de reducir las emisiones de CO_2 en el sector de la energía, la ciudad de Génova podría poner en práctica medidas destinadas a incrementar la eficiencia energética general, la producción de energías renovables, el nivel de digitalización y DEASP, un plan específico para el puerto[145] (*Documento di pianificazione Energetico Ambientale del Sistema Portuale del mar ligure occidentale*, o Documento de planificación energética y ambiental del sistema portuario del mar de Liguria occidental), en el que se incluye el concepto de electrificación de los muelles. Además, la ciudad de Génova apoya la creación de comunidades energéticas fomentando la producción y consumo compartido de electricidad de fuentes renovables por parte de los ciudadanos y las pymes.

La reducción del consumo eléctrico de la ciudad también conlleva el control de su consumo. Desde este punto de vista, el uso de *smart metering* permite el estudio y puesta en marcha de estrategias de eficiencia energética a partir de datos más precisos de consumo. El *smart metering* de consumo es esencial no solo para las empresas de servicios públicos, sino también para que los consumidores puedan sensibilizarse y ajustar sus hábitos de consumo. Por último, el cambio a un mix eléctrico renovable es esencial para la descarbonización de la ciudad.

Una de las intervenciones más efectivas en cuanto a la reducción de las emisiones de alcance 2 es la instalación de paneles fotovoltaicos en los tejados de los edificios: esta intervención sería especialmente efectiva teniendo en cuenta la exposición solar de la ciudad de Génova por su situación geográfica. La instalación de paneles solares en solo el 15 % de los tejados de Génova supondría una reducción de emisiones de alcance 2 de 97 kCO_2e, lo cual es bastante. Además, esta intervención tendría pocos efectos en la reducción del alcance 3, ya que habría un impacto en todas las emisiones incluidas de combustibles fósiles para la cadena de suministro de la producción de electricidad.

[145] https://www.portsofgenoa.com/components/com_publiccompetitions/includes/download.php?id=1235:deasp-2020.pdf

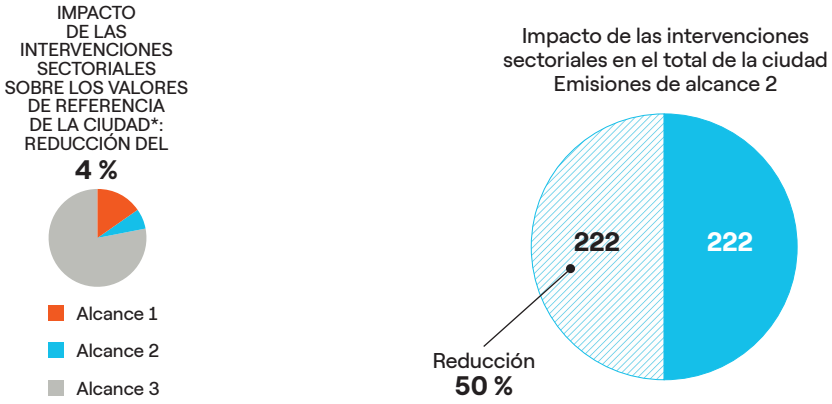
RESUMEN DE INTERVENCIONES E IMPACTO POTENCIAL EN EL CO_2

22 %	(alcance 2) reducción de las emisiones asociadas con el uso de combustibles fósiles para la producción de electricidad debido a la instalación de panel fotovoltaicos en los tejados
33 %	(alcance 2) reducción en la intensidad de las emisiones de electricidad debido a la compra de energía producida fuera de los límites de la ciudad en plantas renovables
8 %	(alcance 2) reducción en el consumo doméstico de electricidad debido a la instalación de un *smart meter* por hogar

RESULTADOS PRINCIPALES

Reducción total de las emisiones basadas en el consumo de la ciudad por intervenciones en energía de 233 $ktCO_2e$	(3,6 %)
Reducción del alcance 2 de 222 $ktCO_2e$	(50 %)
Reducción del alcance 3 de 11 $ktCO_2e$	(0,2 %)

GÉNOVA IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES EN EL ÁMBITO DE LOS SISTEMAS SOSTENIBLES DE ENERGÍA ($ktCO_2e$)



*Véase la página 18 del capítulo 2

PUERTO DE GÉNOVA

En una ciudad como Génova, que vive en estrecho contacto con su puerto, es esencial actuar en las infraestructuras portuarias para obtener resultados significativos en términos de reducción de emisiones.

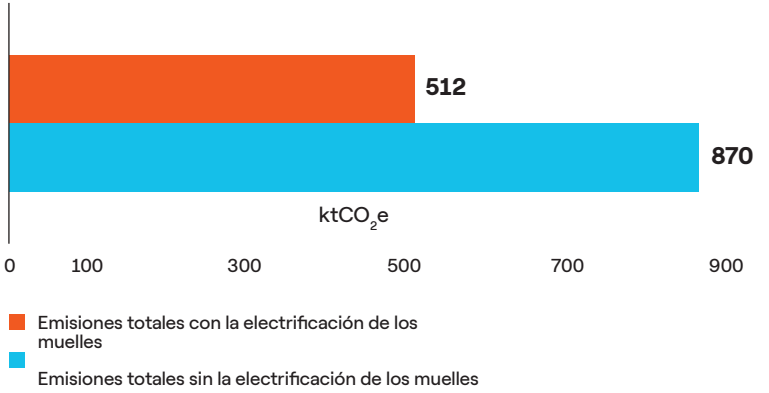
En este planteamiento de sostenibilidad y circularidad, el puerto desempeña un papel fundamental: los resultados más significativos pueden obtenerse mediante cold ironing (planchado en frío)[146], como se muestra en el caso del puerto de Los Ángeles, en California[147], que empezó a moverse hacia las cero emisiones en 2007 y actualmente es el puerto más avanzado en cuanto a la electrificación de los muelles.

La electrificación del puerto de Génova lleva siendo un tema recurrente desde hace varios años. Se trata de un importante paso hacia la sostenibilidad ambiental, ya que un buque que se carga y descarga en 10 horas genera unas emisiones de CO_2 equivalentes a las que emiten 25 automóviles en un año[148]. Además de CO_2, también se emiten otras sustancias a la atmósfera (como NOx, SOx, VOC, PM10 y PM2.5) y tampoco hay que olvidar la contaminación acústica que producen los generadores térmicos que, en una ciudad como Génova, tan cercana al puerto, pueden molestar.

Según los datos del Gestor de servicios energéticos italiano,[149] el mix energético de 2017 estaba compuesto de un 36 % de electricidad de fuentes renovables (hidráulica, solar, biomasa, eólica y geotérmica), el 42 % del gas natural y apenas el 1 % de la electricidad se producía con combustibles derivados del petróleo (nafta). Por el contrario, el 100 % de la electricidad producida por los buques para su propio consumo procede de la combustión de fuelóleo pesado.

La menor emisión del consumo eléctrico de los buques como resultado de la electrificación de los muelles en comparación con la producción energética de los motores térmicos situados a bordo supone una drástica reducción de las emisiones contaminantes a la atmósfera. Además, asociar las emisiones de los buques atracados al mix eléctrico permite una reducción progresiva con el tiempo debido al aumento de la cuota de la electricidad de las fuentes de energía renovables. Con un hipotético mix 100 % renovable, los buques atracados no producirían emisiones contaminantes deslocalizadas. Esto es vital para el objetivo de recortar las emisiones para 2030 y la descarbonización para 2050.

La electrificación total de los muelles del puerto de Génova (carga, ferris y cruceros) reduciría las emisiones anuales en casi 360 $ktCO_2e$, lo que equivale aproximadamente al 41 % de las emisiones procedentes del sistema portuario[150] (buques parados y en marcha, operadores del puerto y vehículos ligeros y pesados que transitan por el puerto).



[146] https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0965856418303264?token=A8002A7870CF2E43A1882756DADE62D1963EBAA9B46D490030C852A384BAB3FC06C49E9939B965ED32D01B82ED2D3F9E&originRegion=eu-west-1&originCreation=20211028143542

[147] https://www.portoflosangeles.org/environment/air-quality/alternative-maritime-power-(amp)

[148] *L'elettrificazione delle banchine dei porti del Mar Ligure Occidentale* - Puertos de Génova https://www.portsofgenoa.com/it/green-port/iniziative-green.html

[149] GSE, *Fonti rinnovabili in Italia e in Europa. Verso gli obiettivi del 2020*, febrero de 2018

[150] Elaborado por la Universidad de Génova a partir de los datos del DEASP (*Documento Energetico Ambientale Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale*)

Glasgow

El consumo de energía en los edificios e infraestructuras de Glasgow está dominado por el gas (65 %) y la electricidad (35 %)[151] que se suministra casi exclusivamente a través de los sistemas nacionales de distribución y transmisión de energía de la red. Sin embargo, la ciudad dispone de muchos recursos renovables locales, como energía eólica, solar, biomasa y geotérmica, que pueden facilitar la transición hacia una electricidad baja en carbono para la ciudad con un sistema de suministro energético descentralizado.

En los últimos años, Glasgow ha aumentado su capacidad local de generación de energías renovables. Se han aprovechado los recursos eólicos con una planta en Cathkin Bank, así como aerogeneradores menores en escuelas y en el túnel del Clyde. La ciudad también fomenta el hidrógeno verde y el almacenamiento energético con diversos proyectos, como la construcción del mayor electrolizador del Reino Unido junto a la planta eólica terrestre de Whitelee[152]. Los paneles fotovoltaicos de los edificios propiedad del ayuntamiento, las escuelas y las viviendas sociales de toda la ciudad aportan capacidad renovable adicional[153].

El potencial de utilizar la energía geotérmica en la ciudad ha quedado demostrado con un pequeño programa que emplea agua de minas para calentar 17 viviendas en Shettleston[154]. En el río Clyde también se está desarrollando el primer proyecto de bomba de calor con agua del Reino Unido para suministrar calefacción distrital a edificios existentes[155].

A pesar de estos nuevos programas y propuestas, es necesario seguir ampliando el sistema de energías renovables de Glasgow para satisfacer los picos de energía de la ciudad, y la estacionalidad de las fuentes de energía y las diferencias entre oferta y demanda (intermitencia) constituyen un reto, ya que la generación de energía eólica alcanza sus máximos en invierno y la de energía solar, en verano.

La energía residual también puede proporcionar electricidad y calefacción a hogares y empresas cercanos. El centro de energía renovable y reciclaje de Glasgow (GRREC) produce energía suficiente para suministrar a 22 000 hogares[156]. También puede aprovecharse el calor sobrante de los sistemas de aguas residuales de Glasgow y de instalaciones industriales como las cervecerías del centro de la ciudad. El calor residual y la energía renovable generada pueden suministrarse a los edificios a través de las redes energéticas distritales, como el programa de la villa de los deportistas de los Juegos de la Mancomunidad de 2014 de Glasgow[157] y la red de electricidad y calefacción de la Universidad de Glasgow[158]. El plan local de eficiencia energética y térmica del Ayuntamiento de Glasgow también explora la opción de ampliar las redes de energía distritales por toda la ciudad para hacer más local el suministro y reducir la pobreza energética[159].

Sin embargo, es importante que cualquier transición del sistema energético en Glasgow incorpore principios circulares como la reutilización del equipamiento y el material de generaciones anteriores de aerogeneradores y plataformas petrolíferas y gasísticas fuera de servicio. Se ha registrado una reducción en las emisiones de alcance 2 gracias a la compra de la energía producida fuera de los límites de la ciudad en plantas renovables, lo cual también se asocia con una pequeña reducción de alcance 3 en relación con la construcción del nuevo equipamiento.

[151] Proporción del consumo sin contar los productos del petróleo utilizados para el transporte. https://www.understandingglasgow.com/indicators/environment/energy_consumption

[152] https://www.scottishpower.com/news/pages/green_hydrogen_for_glasgow.aspx

[153] https://glasgow.gov.uk/article/19516/Glasgows-new-solar-schools-show-great-dividend

[154] https://www.gov.scot/publications/study-potential-deep-geothermal-energy-scotland-volume-2/pages/13/

[155] http://www.scottishenergynews.com/uks-first-water-source-heat-pump-project-for-district-heating-to-be-launched-on-the-clyde/

[156] https://www.glasgow.gov.uk/article/24081/Glasgow-Recycling-and-Renewable-Energy-Centre-Fully-Operational

[157] https://www.vitalenergi.co.uk/our-work/commonwealth-games-athletes-village-operation-maintenance/#:~:text=We%20designed%20%26%20built%20the%20low,a%20120%20bed%20care%20home

[158] https://www.gov.scot/publications/local-heat-energy-efficiency-strategies-phase-1-pilots-technical-evaluation-report/pages/3/

[159] https://www.gov.scot/publications/local-heat-energy-efficiency-strategies-phase-1-pilots-technical-evaluation-report/pages/3/

RESUMEN DE INTERVENCIONES E IMPACTO POTENCIAL EN EL CO_2

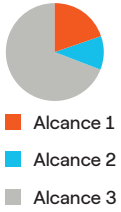
5 %	(alcance 2) reducción de las emisiones asociadas con el uso de combustibles fósiles para la producción de electricidad debido a la instalación de panel fotovoltaicos en los tejados
14 %	(alcance 2) reducción en la intensidad de las emisiones de electricidad debido a la compra de energía producida fuera de los límites de la ciudad en plantas renovables
8 %	(alcance 2) reducción en el consumo doméstico de electricidad debido a la instalación de un *smart meter* por hogar

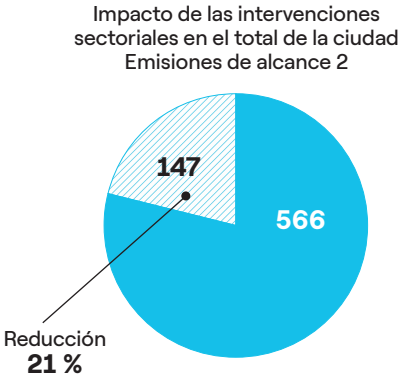
RESULTADOS PRINCIPALES

Reducción total de las emisiones basadas en el consumo de la ciudad por intervenciones en energía de 151 $ktCO_2e$	(1,7 %)
Reducción del alcance 2 de 147 $ktCO_2e$	(20,6 %)
Reducción del alcance 3 de 4,8 $ktCO_2e$	(0,1 %)

GLASGOW IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES EN EL ÁMBITO DE LOS SISTEMAS SOSTENIBLES DE ENERGÍA ($ktCO_2e$)

IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES SECTORIALES SOBRE LOS VALORES DE REFERENCIA DE LA CIUDAD*: REDUCCIÓN DEL **2 %**





*Véase la página 20 del capítulo 2

Milán

Las cuestiones de la energía renovable y la eficiencia energética son claves para los objetivos de transición ambiental fijados por el Ayuntamiento de Milán. Entre las acciones previstas a este respecto se incluye la descarbonización del entorno construido y de la producción de energía. Dentro del inventario de CO_2 de la ciudad, el consumo de electricidad es la primera fuente, ya que contribuye con el 50 % de las emisiones totales, el 37 % de las cuales se atribuyen a los sectores terciario y secundario.

El consumo de energía total de Milán en todos los sectores se debe al consumo de electricidad del 32 %. Por tanto, descarbonizar la producción de la electricidad es necesario para cumplir con los objetivos de reducción del 45 % de las emisiones fijados para 2030. En consonancia con estos objetivos, Milán promoverá la instalación masiva de sistemas solares fotovoltaicos para incentivar la producción de electricidad local. La producción descentralizada se llevará a cabo principalmente mediante el desarrollo de comunidades energéticas, la compra de energía con certificado verde y una mayor eficiencia en el uso de la energía en los sectores terciario y secundario mediante la implicación de los interesados. El Ayuntamiento también facilitará que los grandes usuarios privados que no puedan tener independencia energética se unan a asociaciones y consorcios que produzcan energía con certificado verde de fuentes solares, eólicas e hidroeléctricas.

La recuperación del calor de las aguas residuales también se considera una fuente de energía renovable estratégica, que puede utilizarse para suministrar a las redes locales o integrarse en las redes térmicas distritales por medio de bombas de calor. Entre las fuentes se incluyen las aguas residuales de las depuradoras y las aguas de las estaciones de bombeo de canalizaciones.

El tema de la domótica y las nuevas tecnologías para los edificios es vital para mejorar el rendimiento energético de las ciudades del futuro, y Milán no es ninguna excepción. Nuevos barrios inteligentes podrían proporcionar soluciones innovadoras, como el control y la optimización del consumo de energía de las viviendas, el control del consumo de los electrodomésticos, la optimización de la eficiencia de la calefacción y la iluminación, *smart meters* y redes inteligentes y el control del consumo de agua y calefacción.

Gracias a su situación geográfica, una de las intervenciones más efectivas para reducir las emisiones de alcance 2 es la instalación de paneles fotovoltaicos en los tejados de los edificios. Se ha registrado un incremento mínimo del alcance 3 debido a las emisiones incluidas en la vida útil de los paneles fotovoltaicos. Teniendo en cuenta su efecto sobre la reducción de las emisiones de alcance 2, en comparación con el aumento en las emisiones de alcance 3, la intervención sigue siendo muy eficiente.

RESUMEN DE INTERVENCIONES E IMPACTO POTENCIAL EN EL CO_2

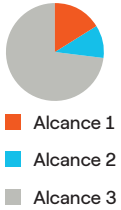
10 %	(alcance 2) reducción de las emisiones asociadas con el uso de combustibles fósiles para la producción de electricidad debido a la instalación de panel fotovoltaicos en los tejados
21 %	(alcance 2) reducción en la intensidad de las emisiones de electricidad debido a la compra de energía producida fuera de los límites de la ciudad en plantas renovables
8 %	(alcance 2) reducción en el consumo doméstico de electricidad debido a la instalación de un *smart meter* por hogar

RESULTADOS PRINCIPALES

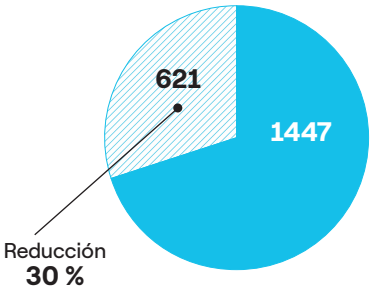
Reducción total de las emisiones basadas en el consumo de la ciudad por intervenciones en energía de 627 $ktCO_2e$	(3,3 %)
Reducción del alcance 2 de 621 $ktCO_2e$	(30 %)
Reducción del alcance 3 de 6 $ktCO_2e$	(0 %)

MILÁN IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES EN EL ÁMBITO DE LOS SISTEMAS SOSTENIBLES DE ENERGÍA ($ktCO_2e$)

IMPACTO DE LAS INTERVENCIONES SECTORIALES SOBRE LOS VALORES DE REFERENCIA DE LA CIUDAD*: REDUCCIÓN DEL **3 %**



Impacto de las intervenciones sectoriales en el total de la ciudad
Emisiones de alcance 2



*Véase la página 22 del capítulo 2

Principales pruebas

En esta sección hemos creado una base de pruebas para los administradores y los principales gestores de las ciudades en la que se muestra que las intervenciones basadas en los principios de la economía circular son necesarios para alcanzar la meta de cero emisiones. Nos centramos en tres sectores importantes y creamos valores de referencia totales de carbono para el año 2017 que proporcionan una perspectiva de emisiones basada en el consumo para cada ciudad. A continuación, comprobamos el impacto de las intervenciones que en nuestra opinión podrían ponerse en marcha para 2030 frente a la referencia de 2017 para comprender el impacto en las emisiones de alcance 1, 2 y 3.

Entorno construido

Las ciudades se enfrentan a retos diferentes en la descarbonización del entorno construido y, en todos los casos, los principios circulares ofrecen un marco para la reducción de las emisiones a lo largo de los ciclos de vida de los edificios. Los gobiernos municipales deben adoptar planteamientos sistémicos centrados en todo el ciclo de vida para comprender los puntos de referencia de los edificios existentes y la infraestructura energética antes de desarrollar planes y proyectos basados en zonas para descarbonizar todos los edificios. Con nuestro análisis hemos puesto de manifiesto ejemplos de proyectos que muestran la viabilidad de la circularidad dentro del entorno construido. Ahora es el momento de redimensionar estos ejemplos individuales por medio de acciones de futuro en toda la ciudad, incluida la creación de planes energéticos de áreas locales, el control del parque de edificios vacío y la puesta en práctica de normas y especificaciones de contratación circulares y pasaportes digitales de materiales.

Movilidad

Como era de esperar, un tema común en todas las ciudades es el potencial de reducir las emisiones de carbono si las personas se pasan al transporte público, al uso compartido y multipropiedad de automóviles, a la bicicleta y a caminar. El ritmo y el tipo de los cambios varían según los patrones de movilidad de partida y la geografía de las ciudades. El análisis de carbono también puso de manifiesto en la interconexión de la movilidad con los sectores del entorno construido, el urbanismo y la energía. La electrificación del transporte público local (autobuses eléctricos, etc.) y la promoción de la movilidad eléctrica privada gracias a la instalación de infraestructuras de carga y políticas específicas es uno de los recursos principales de las ciudades para descarbonizar el sector, especialmente si viene acompañada de la promoción del uso de las renovables. Una auténtica colaboración intersectorial es necesaria para fomentar los barrios de 15 minutos, para reducir las distancias que deben recorrer los ciudadanos entre sus lugares de vivienda, trabajo, educación y ocio. La reasignación de espacios ahora destinados al estacionamiento de vehículos privados es un paso necesario para incorporar carriles eficientes para el transporte público, vías ciclistas y peatonales e infraestructuras verdes en nuestras ciudades.

Sistemas energéticos

La descarbonización de los vectores energéticos para las ciudades es una necesidad vital que trasciende e incluye a todos los sectores, desde la calefacción de los edificios a la movilidad y al alumbrado público en las ciudades. Para esto, las ciudades pueden apoyar el desarrollo de fuentes de energía renovables no solo dentro de su territorio (promoviendo la instalación de paneles solares), sino también fuera de la ciudad, como, por ejemplo, la solución de contratos de compra de energía mencionada con plantas de energías renovables. Además de colaborar con los generadores y operadores de las redes de energía, las ciudades también pueden trabajar con grandes proveedores de infraestructuras cercanos para catalizar los cambios transformadores. De acuerdo con nuestro análisis, el puerto de Génova presenta un gran ejemplo, en el que la electrificación del puerto podría reducir las emisiones del sistema portuario un 41 % y catalizar una mayor descarbonización por toda Génova.

EL BANCO EUROPEO DE INVERSIONES (BEI)

«Al igual que la UE y el Banco del Clima, el BEI apoya proyectos con impacto en el clima y la sostenibilidad medioambiental.

Estamos especialmente centrados en fomentar la transición circular en las ciudades, ya que reconocemos su potencial como orígenes y catalizadores del cambio circular.

La transición circular de las ciudades implica a muchos sectores diversos, así como promotores y proyectos de diferentes tipos, con diferentes necesidades de ayuda, tanto financiera como de otro tipo. Hacen falta proyectos, contextos y objetivos claros para abordar correctamente los apoyos económicos. Con el fin de proporcionar conocimientos sobre las oportunidades de las ciudades circulares y el acceso a la financiación para los proyectos relacionados, el BEI y el Centro Europeo de Asesoramiento de Inversiones han preparado la Guía de financiación para ciudades circulares. Esta plataforma web incluye información sobre el contexto de las ciudades circulares, información para los solicitantes y prestadores de fondos y ejemplos de recursos de ciudades circulares para inspirar medidas y cambios.

Para apoyar aún más a las ciudades en su transición circular, el BEI, con financiación de la Unión Europea a través del Centro Europeo de Asesoramiento de Inversiones, ha lanzado recientemente el Centro para las Ciudades Circulares y el Instrumento de Asistencia Técnica para la Economía Circular».





4. Gobernanza y políticas

En el capítulo 3 presentamos nuestro análisis que demuestra los impactos de las intervenciones circulares en tres sectores importantes de las cuatro ciudades del estudio. Reconocemos que la transición a la economía circular no tendrá lugar de manera sectorial, pues todos los sectores están indisolublemente unidos y hacen falta medidas en todos ellos para reducir las emisiones totales. La importancia de la gobernanza a nivel municipal y el impacto de las medidas de los ayuntamientos que buscan la circularidad no deben ser ni infravalorados ni ignorados y, en este capítulo, exponemos algunas recomendaciones para los administradores y gestores de las ciudades.

La transición de modelos económicos lineales a circulares a nivel municipal y nacional precisará de planteamientos sistémicos que impliquen una amplia variedad de partes interesadas, ya que la economía circular abarca todos los elementos de todos los sectores, tanto públicos como privados. Las ciudades deben adoptar nuevos modelos de gobernanza que estimulen nuevos ecosistemas en los que los ciudadanos y todas las organizaciones (administradores, gestores, industrias, ONG, intelectuales) puedan colaborar y contribuir a acelerar el cambio hacia un paradigma económico totalmente nuevo.

Con el fin de mejorar y facilitar la implicación de la sociedad civil, debe permitirse a los ciudadanos y los profesionales de diferentes campos contribuir con sus conocimientos a la definición de políticas que afecten a todo el sector económico.

Acelerar el cambio hacia un paradigma económico totalmente nuevo también implica la inclusión de iniciativas locales, centros de conocimiento, ONG y residentes en todos los sectores.

En segundo lugar, el papel del gobierno local es importante para **sensibilizar** a los ciudadanos sobre la importancia de la participación activa y proporcionarles las herramientas necesarias para garantizar que la innovación y la sostenibilidad estén en el centro de todas las iniciativas.

Este compromiso es especialmente relevante en un planteamiento de gobernanza abierta que quiere hacer los procesos de toma de decisiones más transparentes y compartidos para promover la participación y acelerar la creación de asociaciones público-privadas. La participación, la transparencia y la rendición de cuentas se consideran atributos esenciales de la gobernanza abierta, ya que el sector público no tiene un monopolio sobre la creación de valor público, aunque en la mayoría de las situaciones tenga el papel principal de garantizar que se cree[160].

Entre los ejemplos más destacados de reforma de la gobernanza para apoyar la transición hacia la economía circular está el caso de los Países Bajos[161].

EL CASO DE LOS PAÍSES BAJOS

El **planteamiento del gobierno holandés** hacia la circularidad dio comienzo informando y **sensibilizando** a los ciudadanos y a todos los interesados sobre los principales retos ambientales y socioeconómicos de las ciudades para transmitir una sensación de urgencia. En este contexto, es más fácil desarrollar y poner en práctica una visión compartida y planificar medidas en busca de la circularidad. Un segundo requisito es centrarse en **oportunidades específicas del contexto**: aprovechar los innovadores más prometedores y radicales puede ser la clave para resolver problemas locales específicos, teniendo en cuenta las peculiaridades y necesidades de las ciudades de forma innovadora. En tercer lugar, una puesta en marcha con éxito precisa de **modelos de negocio** circulares sólidos y una división transparente de los costes y beneficios laborales para acelerar y redimensionar la transición.
La visión de Ámsterdam de convertirse en «una ciudad próspera, regeneradora e inclusiva para todos los ciudadanos respetando los límites del planeta»[162] pone a las personas en primer lugar y crea así un entorno en el que todos los residentes creen que sus aportaciones son importantes y sirven para alcanzar la visión.

Dentro de las ciudades, los nuevos marcos regulatorios, los incentivos, la financiación de la investigación, los sistemas de información, la concienciación y participación ciudadanas y la cooperación internacional son los **mecanismos de gobernanza** fundamentales que facilitan la transición hacia una economía circular. Más adelante en el estudio se dan algunos ejemplos.

Estos mecanismos presentan problemas críticos, en especial el hecho de que las medidas políticas o las líneas de acción podrían dividirse en varios departamentos y, por tanto, perder la profundidad y extensión que podrían tener. Las cuatro ciudades analizadas en este estudio (Bogotá, Génova, Glasgow y Milán) abordaron sus retos y encontraron soluciones que pueden ser reproducidas por otras ciudades para lograr una transición satisfactoria a la economía circular.

[160] Millard, J., (2018), *Open governance systems: Doing more with more*, Government Information Quarterly.

[161] https://sloanreview.mit.edu/article/six-lessons-from-amsterdams-smart-city-initiative/

[162] https://www.amsterdam.nl/en/policy/sustainability/circular-economy/

La gobernanza urbana puede mejorar la transición a la economía circular

Los principales pilares de las estrategias de la economía circular adoptados por las ciudades que hemos estudiado y que han aflorado de entrevistas con interesados de varios sectores (instituciones locales, empresas del sector privado y ONG), así como de análisis de políticas, se resumen a continuación. Proporcionan un marco útil para que todos los administradores y gestores de ciudades lo consideren y adopten.

1. **Establecer un planteamiento para toda la ciudad en materia de economía circular:** Una economía circular precisa de sistemas que aborden y fomenten nuevos modelos de negocio circulares y radicales. Por tanto, es importante que la administración local tenga una visión sistémica y colabore y coordine todos los sectores. Un planteamiento tradicional de ejecución de proyectos con divisiones organizativas no lleva a la circularidad ni sirve para conseguir las metas de cero emisiones, mientras que una visión completa para la ciudad da a los interesados la confianza para planificar a largo plazo.

   La visión debe ser a largo plazo, pero estar subdividida en fases intermedias con resultados y objetivos. Glasgow ha creado su Hoja de ruta hacia la economía circular para una década (2020-2030), y Ámsterdam ha fijado metas ambiciosas para 2050 con planes intermedios[163]. Al establecer la visión, los gobiernos municipales deben destacar las posibles barreras o las características únicas de la ciudad que puedan ser un obstáculo para la circularidad. Detectarlas pronto ayudará a controlar a largo plazo estos retos a lo largo de la planificación y la puesta en práctica.

   Zero Waste Scotland recomienda adoptar un planteamiento basado en el lugar en cuanto a la visión para la ciudad, utilizando los planes de otras ciudades como inspiración y adaptándolos a los problemas y prioridades locales[164]. Las ciudades también tienen que tener en cuenta los diferentes contextos en cada zona del municipio. En los centros urbanos hay mucha densidad, pero las zonas periurbanas, entre lo rural y lo urbano, pueden ser muy vulnerables y propensas a convertirse en espacios degradados, porque se caracterizan generalmente por una mezcla de funciones y están fragmentadas por grandes infraestructuras. Por tanto, añadir una dimensión espacial a la visión de la ciudad que tenga en cuenta los retos y oportunidades que presentan las diferentes zonas de la ciudad es un paso importante para definir una visión alcanzable.

2. **Las estrategias de economía circular deben formar parte del urbanismo en su conjunto:** las ciudades suelen adoptar estrategias separadas para la descarbonización, la resiliencia y la economía circular. Estas estrategias y los resultados a los que aspiran se superponen, y pueden conseguirse sinergias si se integran. Por ejemplo, las estrategias de economía circular pueden llevar tanto a la descarbonización como a la resiliencia. Es importante tener en cuenta los efectos de estas intervenciones y su alineamiento con los objetivos generales de la ciudad. Por ejemplo, el Plan por el aire y el clima de Milán establece respuestas para los retos del cambio climático y la reducción de la contaminación del aire, e incluye acciones específicas de la economía circular[165].

   Los planes de urbanismo y uso del suelo de la ciudad deben tener en cuenta la importancia del uso del espacio en la transición hacia la circularidad. Ahora es un momento perfecto para incluir la circularidad en el urbanismo, aprovechando que los gestores en todo el mundo buscan hacer revivir el ámbito local y poner en

[163] https://www.amsterdam.nl/en/policy/sustainability/circular-economy/

[164] https://www.zerowastescotland.org.uk/circular-economy/cities-and-regions

[165] https://www.comune.milano.it/piano-aria-clima

marcha barrios de 15 minutos. El diseño de ciudades densas en las que los edificios estén plenamente utilizados, se reduzcan las distancias de desplazamiento y se maximice la eficiencia del suministro energético debe constituir la base del urbanismo del futuro.

3. **Establecer objetivos y parámetros de economía circular:** la economía circular es un modelo económico que busca minimizar el uso de recursos. Precisa de sus propios conjuntos de indicadores para ayudar a hacer un seguimiento de los flujos de materiales y energía, la calidad de vida y la resiliencia, además de los flujos económicos. Por tanto, es importante asociar los objetivos generales y las iniciativas específicas con objetivos cuantitativos, y medir el rendimiento. Recopilar y compartir datos abiertos, como la calidad del aire en tiempo real, el rendimiento del transporte público y la disponibilidad de puntos de carga de vehículos eléctricos y otros servicios para los ciudadanos es un servicio vital y una base de información importante que, si se desarrolla debidamente, puede convertirse en una herramienta para el control y la mejora continua que permita a las administraciones tomar decisiones y establecer objetivos.

4. **Revelar el rendimiento circular de la ciudad** puede ser una herramienta muy efectiva para animar la participación activa de los ciudadanos, desarrollar y comunicar propuestas, y controlar su puesta en marcha. Algunos de los ejemplos más claros de este planteamiento figuran en las estrategias circulares de Ámsterdam y París. Ámsterdam empezó calculando la carga total de las materias primas y materiales que consume la ciudad junto con todos los residuos producidos con el fin de medir el impacto en las emisiones de CO_2 y los costes ambientales, y después establecer objetivos cuantificables. París ya ha elaborado dos hojas de ruta con indicadores precisos y objetivos para garantizar que sus progresos en cuanto a la circularidad se cuantifican y controlan[166].

Las ciudades deben demostrar apertura en cuanto a la fijación de parámetros y objetivos e ir más allá del PIB y los indicadores tradicionales de desarrollo para centrarse en los relacionados con la transición circular, como la cantidad de residuos, el uso de materias primas, la ocupación de los edificios, las tasas de reciclaje y reutilización, el estado de los hábitats y el entorno natural, las condiciones materiales de vida, la salud física y mental, la educación, las interacciones sociales, la seguridad económica y energética y la gobernanza y los derechos básicos.

Para garantizar que las estrategias circulares se incluyan en todos los aspectos de la economía, se han empleado marcos como el modelo de la rosquilla (como en Ámsterdam) para garantizar que se cumplen las necesidades de los ciudadanos mientras se respetan los límites del planeta[167]. Este modelo integral promueve un pensamiento sistémico de una manera más avanzada que el urbanismo tradicional.

Si los avances hacia determinados objetivos son más lentos o los cambios necesarios son mayores, pueden crearse grupos temáticos para priorizar las medidas en las áreas complejas. La proyección y el intercambio de conocimientos también podrían acelerar la transición en dichas áreas.

5. **Aprovechar nuevas oportunidades financieras:** el interés financiero por la sostenibilidad y, concretamente, por la economía circular, cada vez es mayor. Para los proyectos diseñados en el marco de la economía circular, hay diversas oportunidades de financiación, desde los subsidios, como los préstamos y las ayudas, a las inversiones de capital y soluciones más innovadoras como el micromecenazgo. Cada planteamiento de financiación tiene características específicas que se adaptan a diferentes tipos de inversiones; el Fondo por el

[166] https://cdn.paris.fr/paris/2019/07/24/38de2f4891329bbaf04585ced5fbdf0f.pdf

[167] https://www.amsterdam.nl/en/policy/sustainability/circular-economy/

Clima y la Energía de Ámsterdam (AKEF) y el Fondo por la Sostenibilidad son dos ejemplos de herramientas adoptadas para apoyar el Nuevo Plan por el Clima de Ámsterdam para reducir las emisiones de la ciudad[168].

Las administraciones municipales pueden ayudar a las empresas centradas en los principios de la circularidad formalizando su respaldo a la circularidad por medio del proceso de contratación. Las administraciones municipales también pueden trabajar con la industria y los reguladores industriales para incorporar parámetros circulares en los marcos existentes (entre los ejemplos se incluyen el grupo de trabajo sobre la transparencia financiera relacionada con el clima, el proyecto de transparencia del carbono y la iniciativa de objetivos científicos). Las administraciones municipales también pueden animar a los gobiernos nacionales a introducir medidas de apoyo, como tipos de interés y préstamo favorables para las reparaciones, reformas y modernizaciones con el fin de incentivarlas frente a la nueva construcción.

Por último, las ciudades deben centrarse en crear una economía de mercado que incentive las medidas circulares. Si sigue siendo más barato importar materiales o bienes nuevos en lugar de reutilizar o reconvertir los equipamientos existentes dentro de los límites de la ciudad, las empresas seguirán eligiendo la opción más viable desde el punto de vista económico.

6. **Contar con un plan de puesta en marcha:** las ciudades circulares con compromisos claros a largo plazo muestran el cambio para la transformación de una economía lineal a una circular, pero pueden experimentar tensiones de los interesados que exigen inmediatez. Las administraciones públicas locales, aunque trabajen hacia el desarrollo bien articulado de una economía circular a largo plazo, tienen que enfrentarse a muchos problemas relacionados con la comunicación efectiva y la satisfacción de las necesidades actuales. Por tanto, es importante definir y comunicar planes claros a largo plazo acompañados de planes detallados y coherentes para la actualidad, con el fin de iniciar una transformación efectiva sin dejar de controlar constantemente los efectos y resultados a corto plazo.

   Por ejemplo, para transformar el sistema productivo de manera circular y sostenible, es importante que la administración apoye a los interesados del sector privado, especialmente los más pequeños e innovadores, eliminando obstáculos financieros y normativos. La renovación de las prácticas de gestión existentes, la simplificación de los procesos de autorización y la definición de incentivos para la circularidad son algunas de las medidas auxiliares para la materialización de una transformación circular. Al mismo tiempo, las ventajas de la descarbonización deben ponerse constantemente de manifiesto para los ciudadanos y las empresas.

7. **Aumentar la sensibilización e inclusión de los interesados en el logro de los objetivos de la circularidad:** esto es vital para la puesta en marcha efectiva de las iniciativas de gobernanza. Esta interacción se ha visto, por ejemplo, en Glasgow, donde el Ayuntamiento y la Universidad de Glasgow trabajan juntos para comprender el punto de partida de la ciudad en cuanto a los principios de la economía circular y las medidas que deben adoptarse. Las asociaciones que acercan a las empresas entre sí también desempeñan un papel importante en el fomento de la participación. Por ejemplo, la Secretaría de Ambiente y la Cámara de Comercio de Bogotá han organizado grupos de trabajo que incluyen a los ciudadanos para el diagnóstico de las necesidades de la ciudad[169]. Assolombarda en Milán promueve la organización de talleres, cursos de formación y otras actividades para producir contenidos y herramientas que sensibilicen a las empresas asociadas sobre la

[168] https://www.amsterdam.nl/en/policy/sustainability/policy-climate-neutrality/

[169] https://efus.eu/about-us/bogota-chamber-of-commerce-ccb/

economía circular[170]. Assolombarda es una asociación empresarial intersectorial que promueve los intereses de sus socios, principalmente en relación con el desarrollo sostenible y el uso de las tecnologías para el bien.

La cocreación fomenta la participación de los ciudadanos, desde el diseño inicial de las soluciones hasta su puesta en marcha. Proporcionar información periódica a los ciudadanos, a través de sitios web accesibles o paneles digitales, puede ayudar a fomentar un sentido de responsabilidad compartido para las soluciones circulares[171]. Esto es importante para pasar a un modelo en el que los ciudadanos se sienten con el gobierno local como responsables de la toma de decisiones y no solo como beneficiarios de las intervenciones políticas.

Otra vía para implicar a los interesados es formar Urban Living Labs (ULL)[172] en los que parte de la ciudad se utilice como experimento urbano para mostrar intervenciones circulares y generar entusiasmo para planteamientos similares en el resto de la ciudad. Los interesados participan en un proceso de cinco pasos de coexploración, codiseño, coproducción, codecisión y cogobernanza. El Ayuntamiento de Turín ha abierto un ULL, simplificando así las condiciones de las empresas circulares y convirtiendo la ciudad en una zona de pruebas de la innovación circular[173]. Aarhus, Londres y Santander participan en OrganiCiti, donde parte del presupuesto del proyecto se aparta para las ideas propuestas por los ciudadanos[174].

8. **Desarrollar la capacidad de poner en marcha la transición a la economía circular:** para lograr el alcance de acciones requerido, la capacidad para crear actividades será importante para garantizar las habilidades necesarias; el conocimiento y la sensibilización ya existen en la ciudad. Las asociaciones entre el gobierno local y las instituciones educativas pueden ofrecer itinerarios de aprendizaje y formación en economía circular para mejorar las competencias de la población local, difundir los conocimientos e involucrar a las empresas locales mediante vías de contratación.

   Los gobiernos municipales también pueden apostar por la economía circular más allá de los límites metropolitanos analizando las cadenas de suministro, compartiendo conocimientos y experiencias. Esto requiere una cultura de apertura, en la que se compartan tanto los éxitos como los fracasos con otros administradores urbanos con el fin de promover el uso de técnicas de buenas prácticas, pero en la que además se impida la duplicación de esfuerzos y recursos en políticas e intervenciones que han demostrado ser menos acertadas.

[170] https://www.assolombarda.it/fs/201178111842_20.pdf

[171] https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frsc.2021.690458/full

[172] https://www.cogitatiopress.com/urbanplanning/issue/viewIssue/132/PDF132

[173] https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1460458220987278

[174] https://citymonitor.ai/community/can-co-creation-help-cities-find-new-way-solve-their-problems-1624

Unas políticas específicas pueden lograr los cambios necesarios

Dado que la Economía Circular implica un cambio sistémico, deben contemplarse intervenciones clave en todos los sectores. Por ejemplo, la ciudad de Ámsterdam tiene un enfoque de «conglomerado». Los conglomerados representan áreas de alto impacto en cada ciudad, por ejemplo, hoteles en los que convergen varios sectores como el entorno construido, la alimentación y la movilidad. Al mismo tiempo, existen campos de acción política claros por sector que las ciudades deben tener en cuenta.

Entorno construido:

1. **Regenerar los edificios e infraestructuras existentes**. Ha de reconsiderarse el enfoque hacia el crecimiento y la expansión urbanos: el enfoque «expansión urbana a través del uso del suelo» resulta insostenible no solo por el agotamiento de los recursos ambientales, sino por los mayores costes necesarios para prestar servicios a los ciudadanos, y construir y mantener infraestructuras, así como mayores tiempos de desplazamiento. Así, uno de los principales retos es regenerar los edificios y la infraestructura existente antes de construir nuevos. Las ciudades tendrán que identificar las áreas claves y estimular las inversiones públicas y privadas para revitalizar estas áreas. Antes de desmantelar o demoler edificios, los promotores y arquitectos deben demostrar que han realizado un riguroso análisis coste-beneficio comparando la reforma con la nueva construcción. Ha de darse prioridad a las reformas. De acuerdo con estos objetivos, la estrategia de ciudad circular de Ámsterdam permite crear nuevos distritos sostenibles y circulares como Buiksloterham en Ámsterdam, que surgió a partir de una zona industrial abandonada seleccionada por el ayuntamiento para tal fin[175].



2. **Contratación pública ecológica (CPE)**. Las ciudades deben aprovechar las políticas de CPE y utilizar su poder adquisitivo para crear una demanda de soluciones de construcción circular y sostenible. Las actuales políticas al respecto en la Unión Europea se centran en equipos informáticos, pero deben ampliarse para incluir el entorno construido. Esto debería incluir también los requisitos relacionados con el cálculo del carbono a lo largo de todo el ciclo de vida de las nuevas construcciones y las actividades de reforma.

3. **Demostradores y proyectos piloto**. Las ciudades pueden estimular la adopción de actividades de construcción circular desarrollando demostradores y proyectos piloto para promover la confianza en toda la cadena de valor y suministro, mostrando que los edificios y las infraestructuras circulares son técnicamente factibles y comercialmente viables. Por ejemplo, la ciudad de Lappeenranta (Finlandia) está claramente comprometida con ello, y ha probado y adaptado tecnologías de economía circular, así como modelos de negocio en colaboración con empresas innovadoras[176].

[175] https://www.amsterdam.nl/projecten/buiksloterham/

[176] https://uia-initiative.eu/en/uia-cities/lappeenranta

Movilidad

La movilidad es uno de los sectores más críticos, ya que define la vida de la ciudad en muchos sentidos: el modo en que las personas y las mercancías se desplazan por la ciudad influye en casi todas las decisiones que toman las empresas y los ciudadanos. En general, este es el sector en el que más ha avanzado el debate[177]. Las políticas más relevantes hacen referencia a:

1. **Apoyar la micromovilidad:** es importante reconocer que la movilidad no está limitada a los coches o al transporte público; existen muchas otras soluciones, como ir a pie o en bicicleta. A menudo, los ciudadanos las descartan por motivos como la distancia para llegar al destino y la continuidad, seguridad y placer del camino. Para que los desplazamientos a pie y en bicicleta se conviertan en una alternativa realista al coche, es necesario crear carriles exclusivos, que estén conectados en redes ampliadas y conectadas, y equipados con aparcamientos para bicicletas y lugares de descanso, etc. El papel del municipio es fundamental para hacer posible un cambio de hábitos generalizado en los ciudadanos, promoviendo así un verdadero cambio modal. Esto es lo que lleva haciendo un tiempo la ciudad de Bogotá mediante la mejora de la ciclovía de Bogotá, un proyecto que cierra al tráfico algunas calles de la ciudad en determinados días, creando una vía para ciclistas y peatones de más de 120 km.[178]

2. **Mejorar el transporte público:** el transporte público es uno de los medios de transporte más eficientes y debe ser la columna vertebral de la movilidad urbana. Gracias al análisis de la ciudad, es posible controlar los flujos reales de pasajeros y, por tanto, optimizar las operaciones de la flota para prestar un mejor servicio a los ciudadanos. El transporte público es clave para que la movilidad sea sostenible y asequible. A tal fin, muchas ciudades están adoptando planes de movilidad específicos que integran diferentes medios de transporte y redefinen la movilidad urbana como, por ejemplo, el plan de movilidad de Barcelona, que pretende promover un sistema de transporte público que permita la coexistencia de diferentes modos de desplazamiento y en el que se priorice y proteja a los peatones y a los ciclistas.[179]

3. **Vehículo compartido:** dado que los coches pasan la mayor parte del tiempo aparcados, grandes zonas de las ciudades están reservadas a los coches, no solo las calles, sino también las zonas de aparcamiento. Por ello, es necesario reducir el número de coches y aumentar su uso real mediante soluciones de vehículo compartido. Esto también crea oportunidades más asequibles para los ciudadanos. Por ejemplo, la ciudad de Copenhague ha decidido cofinanciar un sistema público para compartir bicicletas[180].

4. **Fomentar que todo sea eléctrico:** pasarse a la electricidad es fundamental para eliminar emisiones a nivel local y, con el crecimiento renovable, a nivel global. Todas las recomendaciones anteriores se enumeran en orden de eficiencia y la electrificación debe ser parte de intervenciones anteriores, como bicicletas, autobuses y vehículos eléctricos. En lo que respecta a los vehículos eléctricos, la adopción debe apoyarse en una amplia infraestructura de estaciones de carga, aparcamiento gratuito y acceso gratuito a las zonas de tráfico limitado. La ciudad de Santiago de Chile, por ejemplo, creó la mayor flota de autobuses eléctricos que existe fuera de China, aprovechando los innovadores sistemas de financiación y la colaboración con grandes productores y empresas de servicios públicos, así como una asociación con Zero Emissions Bus Rapid deployment Accelerator (ZEBRA)[181].

177 https://emf.thirdlight.com/link/8izw1qhml4ga-404tsz/@/preview/1?

178 https://www.idrd.gov.co/en/ciclovia-bogotana

179 https://www.barcelona.cat/mobilitat/en/about-us/urban-mobility-plan

180 https://bycyklen.dk/en/

181 https://www.c40.org/what-we-do/scaling-up-climate-action/transportation/zero-emission-rapid-deployment-accelerator-zebra-partnership/

Sistemas de energía sostenible

La descarbonización es un tema ampliamente debatido y muchas ciudades ya la persiguen activamente[182] aprovechando la electrificación limpia y la tecnología digital para armonizar los sistemas energéticos urbanos desde las redes inteligentes hasta las tecnologías que permiten la eficiencia energética[183]. Los potenciales ámbitos de actuación son:

- **Electrificar el consumo de energía:** las emisiones de los hogares (de calefacción y refrigeración), del transporte y de los puertos son una de las principales fuentes de contaminación del aire de las ciudades. Todas estas emisiones podrían evitarse con los avances en soluciones eléctricas como las bombas de calor, la movilidad eléctrica, el cold ironing (planchado en frío), etc. Debe acelerarse la adopción de estas tecnologías para alcanzar los objetivos de descarbonización. Las intervenciones municipales pueden influir en el comportamiento de consumo, como señala el Fondo de Eficiencia Energética del Alcalde de Londres (MEEF)[184] , que apoya, entre otros, proyectos de eficiencia energética y generación de energía renovable; el fondo de inversión, que está vinculado a la Comisión Europea, contribuye a los objetivos contra el cambio climático de la ciudad de Londres.

- **Aumentar la producción de energía renovable en las ciudades:** aunque las ciudades ya están conectadas a redes fiables de transmisión de la energía y no poseen grandes zonas dedicadas a la producción de energía renovable, sí tienen razones para apoyar el desarrollo de centrales fotovoltaicas integradas, ya que podrían suponer una buena oportunidad económica para los edificios públicos y privados. Los procedimientos para autorizar estas instalaciones deben ser sencillos y rápidos, para facilitar y apoyar la adopción de la energía fotovoltaica. Muchas ciudades en todo el mundo, como Malmö (Suecia) [185], se han comprometido a usar energía 100 % renovable para 2030; en algunos casos, ya lo han conseguido, como Basilea (Suiza), donde el 100 % de la energía renovable procede de la propia empresa de suministro eléctrico de la ciudad[186].

- **Orientación al análisis de datos y parámetros:** la economía circular es un enfoque cuantitativo, por lo que es importante medir y supervisar todos los parámetros claves disponibles en las ciudades para optimizar a corto plazo, y planificar y establecer objetivos a medio y largo plazo . Los sensores, los datos abiertos, los macrodatos y los análisis son motores para conseguir este objetivo. Una de las características de la estrategia circular de la ciudad de Ámsterdam es un enfoque abierto que aprovecha al máximo las plataformas y redes efectivas, como Amsterdam Smart City, New Amsterdam Climate (Nieuw Amsterdams Klimaat) y Circular City (Cirkelstad). Esto le permite aprovechar el aumento constante de la disponibilidad de los datos para tomar decisiones compartidas.[187]

- **Digitalizar:** a pesar de que muchos trabajos y servicios no pueden virtualizarse, la activación de algunos servicios y las comprobaciones en la red pueden gestionarse o prestarse a distancia, lo que contribuye a reducir el tiempo y el dinero invertidos.

[182] https://www.weforum.org/projects/systemic-efficiency

[183] https://www.arup.com/expertise/industry/energy/solar-pv

[184] https://www.london.gov.uk/what-we-do/environment/climate-change/zero-carbon-london/mayor-londons-energy-efficiency-fund

[185] https://malmo.se/Miljo-och-klimat/Energisatsningar/Klimatneutral-avfallsforbranning.html

[186] https://www.cdp.net/en/cities/world-renewable-energy-cities

[187] https://www.amsterdam.nl/en/policy/sustainability/circular-economy/

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)

«América Latina y el Caribe han sido una de las regiones más afectadas por la pandemia. No obstante, esto también nos brinda la oportunidad de reconstruir mejor, apoyando economías más resilientes, más inclusivas y con menos emisiones de carbono.

La economía circular desempeña un papel clave en la lucha contra el cambio climático. Para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, tenemos que cambiar ahora cómo producimos y consumimos los alimentos y los bienes. Además, la economía circular promociona el crecimiento económico y la inclusión social, que son ingredientes claves para la recuperación.

Queremos ayudar a las empresas de la región con sus estrategias en esta área y con instrumentos financieros que estén adaptados. Para ello, BID Invest está desarrollando una propuesta de valor compuesta de soluciones financieras innovadoras (que pueden combinar nuestro propio capital con financiación en condiciones favorables de donantes y movilizar fondos de otros inversores) y servicios consultivos.

También queremos facilitar el desarrollo de una taxonomía adecuada que pueda sostener un consenso en torno a la identificación, ejecución y financiación de proyectos, programas e iniciativas sobre los que pueda pivotar la adopción y adaptabilidad de las prácticas circulares, aunando esfuerzos con BID en su trabajo con los países, y con BID Lab en su búsqueda de soluciones innovadoras».



Conclusión

El presente estudio ha investigado el papel de la economía circular como motor de descarbonización de las ciudades. Nuestras investigaciones y análisis nos recuerdan que la huella de carbono de una ciudad y los impactos de las intervenciones para descarbonizar van más allá de las emisiones directas y abarcan las generadas fuera de los límites de la ciudad.

Las emisiones que se producen fuera de una ciudad debido a la generación de electricidad y a la demanda de recursos (alcance 2 y alcance 3) son, por lo general, mucho mayores que las que se producen dentro de los límites de la ciudad (alcance 1): en las ciudades consideradas en este estudio, las emisiones de alcance 2 y alcance 3 representaron alrededor del 80 % de las emisiones totales. Aunque el porcentaje exacto varía mucho entre las cuatro ciudades según sus diferentes actividades económicas, la importancia de las emisiones de alcance 2 y 3 demuestra que deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar políticas, estrategias y planes de acción para alcanzar el carbono neto cero.

Estudiamos los impactos de la descarbonización de una selección de intervenciones circulares para tres sectores: entorno construido, movilidad y sistemas de energía sostenible para cuatro ciudades (Bogotá, Génova, Glasgow y Milán). El análisis de la huella de carbono total de cada una de las cuatro ciudades demostró la importancia de la acción dentro y entre estos sectores, y creemos que esta acción debe ser sistémica en toda la economía y en todos los sectores. Sobre la base de nuestro análisis y de una serie de entrevistas con las partes interesadas de las ciudades del estudio, nos gustaría hacer las siguientes recomendaciones a los administradores urbanos:

1. Establecer un planteamiento para toda la ciudad en materia de economía circular.
2. Integrar las estrategias de economía circular disruptiva en la planificación general de la ciudad, combinando los planes económicos, energéticos y urbanos.
3. Adoptar objetivos y parámetros enfocados y multidimensionales, y supervisar activamente el progreso hacia la circularidad.
4. Aprovechar las oportunidades financieras nuevas y emergentes.
5. Aumentar la sensibilización de los interesados y su inclusión en la definición y el logro de los objetivos de circularidad.
6. Desarrollar capacidades para la transición circular en la ciudad y fuera de ella a través de la educación, la formación y el intercambio de conocimientos.

La transición de las ciudades hacia una economía circular es compleja pero necesaria y, sin ella, no se cumplirán totalmente los objetivos de cero neto. La economía circular representa el marco en el que realizar esta transición, y alcanzar diferentes objetivos económicos, medioambientales y sociales al mismo tiempo. Esta transición requiere un rediseño global de la ciudad en un proceso «integral» y debe incluir explícitamente otros aspectos claves entre sus objetivos, como la calidad de vida y la resiliencia, que deben estar en sinergia con todas las iniciativas adoptadas.

Una consideración clave es que esta transición ya no es un reto tecnológico, sino que requerirá la supresión de barreras en otras direcciones: un fuerte papel de la gobernanza abierta, la colaboración intersectorial continua, el crecimiento de las asociaciones público-privadas, etc.

Estas observaciones enfatizan aún más el papel central de las ciudades para resolver los retos mundiales. No son solo los lugares físicos donde se producen los impactos, sino que también cuentan con los medios y las organizaciones que pueden actuar para paliarlos. Muchas de las intervenciones consideradas en este estudio no las llevarán a cabo solo las ciudades, sino que serán implementadas por una amplia variedad de interesados, como empresas, instituciones, ciudadanos, universidades, etc.

Además de nuestras recomendaciones anteriores, nuestro análisis, las interacciones con las partes interesadas de la ciudad y la reflexión sobre la importancia de la economía circular para lograr ciudades descarbonizadas nos llevaron a las siguientes conclusiones y observaciones:

- **Las ciudades son actores globales:** una estrategia de reducción de las emisiones debe evaluar tanto las emisiones procedentes de la producción como las procedentes del consumo.

- **Una visión de la economía circular de la ciudad a largo plazo requiere una amplia base de apoyo:** para que se haga realidad, la transición de una ciudad requiere una perspectiva a largo plazo que va mucho más allá de los términos electorales. Por lo tanto, la participación de todas las partes interesadas es fundamental tanto en la fase de definición como en la de aplicación. Es importante que los residentes tomen conciencia de los objetivos y el rendimiento de la ciudad, y de cómo pueden contribuir, desde definir estrategias a participar directamente en la vida diaria como ciudadanos y consumidores.

- **El rediseño urbano es un proceso integrado con objetivos controlados:** la transición a una economía circular requiere una visión que implica a todos los sectores y partes interesadas de la ciudad. La visión debe ser tan única como el proceso para alcanzarla, y debe incluir todos los resultados que sean relevantes para la ciudad. Todos los resultados (descarbonización, residuo cero, resiliencia, ciudad de 15 minutos, inclusión social) pueden englobarse en una estrategia integrada, con indicadores claros que controlar, con el fin de aprovechar todas las sinergias para alcanzar una eficacia máxima. Como se muestra en este estudio, existe una sólida interrelación entre el entorno construido, la movilidad y la energía, y un enfoque integrado maximizará los beneficios.

- **La tecnología no es el problema:** las tecnologías que necesitamos ya están disponibles: son fiables y competitivas desde el punto de vista económico. La innovación ha progresado enormemente en los últimos años, tanto en soluciones físicas como en digitales, incluidas las energías renovables, los nuevos materiales sostenibles, las nuevas soluciones de construcción, los vehículos eléctricos, las tecnologías de reciclaje, la digitalización y los macrodatos, entre otros. Ahora, el reto es implementarlas a gran escala y a gran velocidad, para alcanzar los objetivos generales de descarbonización de la ciudad.

- **La colaboración es clave para superar barreras:** las tecnologías por sí solas no pueden garantizar el éxito de la transformación si el contexto general no las apoya. Las ciudades son entidades completas en las que coexisten diferentes necesidades, como actividades económicas, asuntos medioambientales, retos sociales y limitaciones históricas/arquitectónicas. Las tecnologías deben ocupar un lugar en el que puedan expresar todo su potencial para alcanzar los objetivos generales de la ciudad. Pasar de un modelo lineal a uno circular requiere cambios en economías que funcionan siguiendo una tradición de muchas décadas y que se aborden aspectos como los incentivos, las políticas, las normas, los hábitos, etc. Por tanto, la colaboración público-privada y la participación de partes interesadas relevantes es fundamental para identificar y eliminar todas las barreras.

Contribuidores

El presente estudio ha sido realizado por Enel, la Fundación Enel, como socio científico y Arup, junto con la Universidad Bocconi de Milán (Italia), la Universidad de los Andes en Bogotá (Colombia) y la Universidad de Génova (Italia).

Han colaborado en este estudio, en orden alfabético:

Ben Ashby (Arup)
Oliviero Baccelli (GREEN - Universidad Bocconi)
Edoardo Croci (GREEN - Universidad Bocconi)
Adriana Del Borghi (Universidad de Génova)
Federico Del Giudice (Enel)
Raffaele Galdi (GREEN - Universidad Bocconi)
Michela Gallo (Universidad de Génova)
Carla Giaume (GREEN - Universidad Bocconi)
Natalie Gravett (Arup)
Carol Lemmens (Arup)
Elena Lupis Crisafi (Enel)
Andy Mace (Arup)
Nicolás Martínez Gaona (Universidad de los Andes)
Luca Meini (Enel)
Tania Molteni (GREEN - Universidad Bocconi)
Mirco Monfardini (GREEN - Universidad Bocconi)
Nohora Irinna Moreno Santamaría (Universidad de los Andes)
Luca Moreschi (Universidad de Génova)
Carlo Papa (Fundación Enel)
Martin Pauli (Arup)
Rossella Petrazzuoli (Enel)
Francesca Pirlone (Universidad de Génova)
Valentina Prado (Universidad de los Andes)
Nicolò Silvestri (Universidad de Génova)
Ilenia Spadaro (Universidad de Génova)
Bart Van Hoof (Universidad de los Andes)
Tom Wardley (Arup)
Matthias Wechsler (Arup)
Christian Zulberti (Fundación Enel)

Revisores y contribuidores, en orden alfabético:

Richard Boyd (Arup)
Joanna Corrigan (Arup)
Paolo Cresci (Arup)
Jo da Silva (Arup)
Mariaelena Ferigo (Enel)
Sergio Gambacorta (Enel)
Alex Jimenez (Arup)
Giammichele Melis (Arup)
Fernanda Panvini (Enel)
Stefano Recalcati (Arup)
Keith Robertson (Arup)
Alan Thompson (Arup)
Monica Uribe (Enel Colombia)
Jeanette Von Hoffmann (Enel)

En la elaboración de este informe hemos utilizado datos sobre emisiones, datos económicos y estadísticas nacionales obtenidos de fuentes externas, como el GTAP, los gobiernos nacionales (Reino Unido, Italia y Colombia) y los municipios locales, así como datos obtenidos mediante una revisión bibliográfica más amplia. Los modelos elaborados con estos datos pueden ayudar a considerar posibles escenarios o resultados futuros, pero ningún modelo que intente proyectar el futuro puede hacerlo con certeza.

El Informe se basa en diversas hipótesis sobre el potencial de reducción de las emisiones de carbono y otras cuestiones, que deberán ser verificadas de forma independiente por los usuarios. Cualquier declaración o proyección de futuro en el Informe incluye todas las cuestiones que no son históricas y se basan en interpretaciones o evaluaciones de la información disponible en el momento de la redacción. Por su naturaleza, las afirmaciones o proyecciones prospectivas implican riesgo e incertidumbre porque se refieren a acontecimientos y circunstancias futuras. Hay una serie de factores que pueden hacer que los resultados y la evolución reales difieran sustancialmente de los expresados o implícitos en las declaraciones o proyecciones prospectivas.

Los hechos reales no suelen ocurrir como se espera, y las diferencias pueden ser importantes. Por lo tanto, no podemos hacer y no hacemos ninguna representación o garantía, expresa o implícita, con respecto a la exactitud o integridad de cualquier consejo de futuro, o cualquier modelo, proyecciones, previsiones, opiniones o estimaciones, y no aceptamos ninguna responsabilidad por la realización o no realización de los mismos. Las conclusiones son sensibles al tiempo y sólo son relevantes para las condiciones actuales en el momento de la redacción. No tenemos ninguna obligación de actualizar el informe para abordar las cuestiones que se plantean en él.

Para más información
circulareconomy@enel.com