

A decorative vertical bar on the left side of the page, consisting of a long olive green segment and a shorter, lighter green segment at the bottom.

RUTA DE DESCARBONIZACIÓN SANTIAGO DE CALI

TRABAJO DE GRADO

YENNIFER JHOHANANA RAMIREZ CUESTA
MAESTRIA EN GOBIERNO Y POLÍTICAS PÚBLICAS
ICESI

Contenido

1.	Planteamiento del problema.....	1
2.	Justificación	3
3.	Objetivo general.....	4
4.	Metodología	5
5.	Estado del Arte sobre la Descarbonización y la Transición Energética	5
6.	Diagnóstico de Santiago de Cali.....	11
7.	Prospectiva proyectos propuestos en la Ruta de Descarbonización Santiago de Cali	23
8.	Identificación de fuentes y/o mecanismos de financiamiento disponibles	28
9.	Actores clave en la implementación de la Hoja de Ruta hacia la Descarbonización en Santiago de Cali.	30
10.	Respaldo jurídico.....	33
11.	Escenarios.....	35
12.	Análisis del caso de Avellaneda – Argentina.....	38
13.	Lecciones aprendidas y buenas prácticas Avellaneda Argentina.....	45
14.	Conclusiones y Recomendaciones.....	47
15.	Referencias	49

Ruta de Descarbonización Santiago de Cali.

1. Planteamiento del problema

La ciudad de Santiago de Cali enfrenta un desafío ambiental derivado del aumento sostenido de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), el deterioro de sus ecosistemas y la creciente vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático. Factores como el crecimiento descontrolado del parque automotor, la deficiente gestión de residuos y el uso intensivo de fuentes de energía basadas en combustibles fósiles han convertido a la ciudad en un punto crítico en términos de contaminación y degradación ambiental.

En el 2015, Cali publicó su primer inventario completo de emisiones de GEI, revelando que sus habitantes emiten en promedio 2 toneladas de CO₂ por persona al año, por debajo del promedio nacional de 3,7 toneladas y del promedio latinoamericano de 2,1 toneladas. Las principales fuentes de emisiones en Cali incluyen actividades industriales, transporte, producción agropecuaria, deforestación y disposición de residuos sólidos y líquidos¹.

El sector del transporte es el principal emisor de GEI, con una flota vehicular mayoritariamente dependiente de combustibles fósiles y una infraestructura limitada para la movilidad sostenible.

La gestión de residuos sólidos sigue siendo un reto, con altos volúmenes de desechos enviados a rellenos sanitarios sin un aprovechamiento eficiente de materiales reciclables y orgánicos. Adicionalmente, el acceso a fuentes de energía limpia y la implementación de tecnologías de eficiencia energética son aún incipientes, lo que limita las oportunidades de transición hacia un modelo urbano más sostenible.

En paralelo, la ciudad enfrenta riesgos climáticos como inundaciones, deslizamientos y alteraciones en la disponibilidad de recursos hídricos, fenómenos que afectan la seguridad y bienestar de sus habitantes. La falta de articulación entre las instituciones responsables de la planificación ambiental, sumada a barreras financieras y regulatorias, dificulta la implementación de soluciones efectivas.

Ante este panorama, surge la necesidad de identificar estrategias viables que permitan reducir las emisiones de GEI, mejorar la resiliencia climática de la ciudad y garantizar un desarrollo sostenible, equilibrando los aspectos económicos, sociales y ambientales en el proceso de transformación urbana.

Con base a lo anterior, surge el siguiente interrogante: ¿Cómo diseñar una Hoja de Ruta para la descarbonización en Santiago de Cali?

¹ Informe Inventario de Emisiones de GEI. Santiago de Cali 2016 -2021

2. Justificación

El análisis de la problemática ambiental que enfrenta la ciudad de Cali es crucial para comprender los desafíos y oportunidades que conlleva la transición hacia un modelo de desarrollo sostenible. En un contexto donde el crecimiento urbano y económico ha generado un aumento sostenido de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), la identificación de estrategias viables de mitigación y adaptación se vuelve una prioridad para la formulación e implementación de políticas públicas efectivas.

A nivel local, la contaminación del aire, la deficiente gestión de residuos y la dependencia de fuentes de energía no renovables han intensificado la vulnerabilidad del territorio ante los efectos del cambio climático. El sector del transporte, como principal emisor de GEI, enfrenta serios retos en la promoción de alternativas sostenibles, mientras que la infraestructura urbana aún no responde a las necesidades de movilidad limpia y eficiente. Paralelamente, la insuficiencia de mecanismos de financiamiento, la fragmentación institucional y la falta de incentivos dificultan la implementación de soluciones sostenibles de largo plazo.

En el ámbito regional y nacional, Colombia ha asumido compromisos internacionales, como la reducción del 51% de las emisiones de GEI para 2030, en línea con el Acuerdo de París. Sin embargo, estos compromisos requieren la articulación de acciones concretas en ciudades como Cali, donde el cumplimiento de las metas climáticas nacionales depende de la adopción de políticas locales bien estructuradas. La ausencia de un marco regulatorio claro y de estrategias de financiamiento efectivas ha limitado la consolidación de iniciativas de descarbonización en la región, lo que pone en riesgo el cumplimiento de los objetivos ambientales del país.

Actualmente se realizan esfuerzos para proyectar a Cali como una ciudad Sostenible en un corto y mediano plazo. Se han creado planes e instrumentos relevantes como son: el Plan de Acción para Lograr Edificaciones Neto Cero Carbono en Santiago de Cali (2022) que se alinea con la Hoja de Ruta Nacional de Edificaciones Carbono Cero (2020), el Manual de Construcción Sostenible del Distrito de Santiago de Cali (2022), el Sello Cali Construye 3

Sostenible, el Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático para Santiago de Cali (2015), el Plan Integral de Cambio Climático para el Valle del Cauca PICC (2020), así como el Plan de Desarrollo del Distrito de Santiago de Cali (2024), entre otros documentos y planes que buscan lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS de la Agenda 2030, que orienta las acciones nacionales para contribuir al logro de los objetivos globales incluidos en el Acuerdo de París.

Este trabajo busca aportar al análisis y fortalecimiento de las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático en Cali, considerando los factores económicos, políticos y sociales que inciden en su implementación. La investigación permitirá identificar los obstáculos y oportunidades para la gestión efectiva de políticas ambientales, proporcionando insumos para la toma de decisiones informadas en el diseño de planes de acción climática.

En última instancia, la relevancia de este estudio radica en su contribución al debate sobre la sostenibilidad urbana, al tiempo que ofrece herramientas para la construcción de un modelo de gobernanza climática más eficiente, capaz de responder a los retos ambientales actuales y futuros de la ciudad.

3. Objetivo general

Diseñar una hoja de ruta para la descarbonización en Santiago de Cali tomando como referencia la experiencia de Avellaneda - Argentina, con el fin de adaptar estrategias viables y contextualizadas a las condiciones económicas, políticas y sociales de la ciudad.

3.1 Objetivos específicos:

- Diagnosticar las condiciones actuales de Santiago de Cali en materia de políticas ambientales y capacidades institucionales, con el fin de determinar los factores facilitadores y las barreras para la adopción de un modelo de descarbonización.

- Analizar los elementos clave del proceso de diseño e implementación en el caso de Avellaneda, Argentina, identificando sus estrategias, mecanismos de financiamiento y modelos de gobernanza.

4. Metodología

Para cumplir con los objetivos planteados en este trabajo de grado, se utilizará una metodología cualitativa, basada en el análisis documental, el estudio de caso y la recolección de información primaria y secundaria.

La investigación se desarrollará en tres momentos, cada uno con métodos específicos que permitirán garantizar la rigurosidad del estudio. El primer momento corresponde al Diagnóstico de Santiago de Cali en términos de descarbonización que incluirá el análisis de documentos oficiales sobre cambio climático, desarrollo sostenible y energía renovable en Cali y la revisión de bases de datos y reportes de emisiones de GEI en Cali; el segundo momento hace referencia a la revisión documental y análisis del caso de Avellaneda – Argentina, se revisarán los planes estratégicos, informes técnicos relacionados con la transición energética de Avellaneda y se identificarán buenas prácticas y lecciones aprendidas; finalmente, se propondrá una hoja de ruta para la descarbonización de Cali con base en los hallazgos de las fases anteriores.

5. Estado del Arte sobre la Descarbonización y la Transición Energética

De acuerdo con la revisión documental, se identificaron las siguientes categorías de análisis que contribuyeron al desarrollo del presente estado del arte: Transición Energética y Energías Renovables; Descarbonización y Cambio Climático; Movilidad y Transporte Sostenible, y Políticas Públicas y Gobernanza.

En los últimos años, el impacto del cambio climático ha llevado a gobiernos y sociedades a replantear sus modelos de desarrollo, posicionando la descarbonización y la transición energética como objetivos estratégicos fundamentales. En este contexto, la reducción de

emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se ha convertido en un compromiso global, impulsado por acuerdos internacionales como el Acuerdo de París (IPCC, 2021). Por consiguiente, la necesidad de transformar los sistemas energéticos tradicionales hacia modelos basados en fuentes renovables y prácticas sostenibles ha cobrado especial relevancia.

Además, aunque América Latina es responsable de aproximadamente el 10% de las emisiones globales, la región dispone de una oportunidad única para acelerar su transición hacia un modelo de cero emisiones netas. Esto se logra mediante el uso de energías renovables y políticas integradas de gestión del suelo, lo que no solo permite mitigar el cambio climático, sino también fomentar un desarrollo equilibrado en los ámbitos económico, social y ambiental (Vergara et al., 2016). De igual forma, la experiencia de ciudades como Avellaneda, Argentina, ilustra cómo el compromiso político y la cooperación multisectorial pueden sentar las bases para una transición energética exitosa.

En consecuencia, el presente estado del arte se propone analizar los principales conceptos, estrategias y desafíos asociados con la descarbonización y la transición energética, a fin de ofrecer una visión integradora y actualizada. Así, se busca sentar un precedente que facilite el diseño de políticas públicas efectivas y contextualizadas, capaces de promover un desarrollo sostenible en ciudades que le apuestan a la transición energética.

La descarbonización se ha convertido en un pilar fundamental dentro de las estrategias de desarrollo sostenible, impulsada por compromisos internacionales como el Acuerdo de París. América Latina, aunque es responsable de aproximadamente el 10% de las emisiones globales, tiene una oportunidad clave para acelerar su transición hacia un modelo de cero emisiones netas mediante el uso de energías renovables y políticas de gestión del suelo (Vergara et al., 2016).

El sector energético es responsable de una parte significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). La generación de energía en América Latina ya tiene una base importante de fuentes renovables, con más del 48% de su electricidad proveniente de fuentes limpias, principalmente hidroeléctrica (Vergara et al., 2016). Sin embargo, se requiere diversificación hacia tecnologías como la solar y la eólica para garantizar una transición 6

sostenible y resiliente al cambio climático.

Sumando a esto, el sector transporte representa uno de los principales desafíos en la reducción de emisiones. Se estima que la electrificación masiva del transporte podría reducir hasta 1,4 GtCO₂e² por año para 2050, lo que requiere incentivos económicos, reducción de subsidios a los combustibles fósiles y el desarrollo de infraestructura para la movilidad eléctrica (Vergara et al., 2016).

Ahora bien, para lograr una transición sostenible, es necesario contar con estudios de modelado energético que permitan evaluar el potencial de fuentes renovables y establecer escenarios a largo plazo. En el caso de Avellaneda, se realizó un análisis del sistema energético local, identificando el biogás, la energía solar fotovoltaica y la eólica como fuentes con mayor viabilidad para alcanzar la meta de 100% renovables al 2050 (ICLEI, 2024).

Para Linares (2018), la transición energética se define como un cambio significativo en el sistema energético de un país o región, afectando su estructura, fuentes de energía y costos. A lo largo de la historia, las transiciones han sido impulsadas por una combinación de factores tecnológicos, económicos y políticos. La transición actual, a diferencia de las anteriores, no está motivada por la escasez de recursos, sino por la necesidad de mitigar el cambio climático y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Sin embargo, la transición hacia una economía de carbono cero no solo requiere avances tecnológicos, sino también marcos regulatorios adecuados y mecanismos de financiamiento. Se identifican barreras como la falta de integración de políticas, la ausencia de mercados de carbono y la necesidad de incentivos financieros para proyectos de energía limpia (Vergara et al., 2016).

Desafíos y oportunidades en la descarbonización

² Gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente. Es una unidad de medida utilizada para cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

Más del 50% de la población mundial vive en ciudades, y en América Latina esta cifra es aún mayor. Las ciudades generan una alta demanda de recursos naturales, aumentando la presión sobre los ecosistemas. Entre los principales problemas ambientales urbanos se encuentran la contaminación del aire y el agua, la gestión ineficiente de residuos y la expansión descontrolada del suelo urbano (Sobrino et al., 2021).

Uno de los principales desafíos de la sostenibilidad urbana es la falta de integración de políticas públicas que consideren simultáneamente el desarrollo social, la equidad y la protección ambiental. En muchos casos, las ciudades han crecido sin una planificación adecuada, lo que ha generado desigualdades espaciales y dificultades para la provisión de servicios básicos (Sobrino et al., 2021).

Aunado a lo anterior, la transición energética enfrenta desafíos como la resistencia de sectores dependientes de los combustibles fósiles, la necesidad de inversión en infraestructura y la equidad en el acceso a la energía. Sin embargo, ofrece oportunidades en términos de sostenibilidad, reducción de la pobreza energética y generación de empleo verde. La clave está en políticas integradas y coordinadas internacionalmente (Linares, 2018).

Gobernanza y participación multisectorial

El éxito de la transición energética depende de la articulación entre distintos niveles de gobierno y la participación de la ciudadanía. En Avellaneda, se estableció un modelo de gobernanza que involucra al municipio, universidades, empresas y organizaciones sociales, permitiendo una planificación coordinada y adaptada a las necesidades del territorio (ICLEI, 2024).

Las políticas climáticas deben integrarse con las estrategias de desarrollo de cada país, garantizando una transición justa e inclusiva. Para ello, es necesario establecer reformas

fiscales, fortalecer el marco regulatorio y mejorar la cooperación entre el sector público y privado. Además, la protección de poblaciones vulnerables debe ser un eje central de las estrategias de descarbonización, garantizando que los costos de la transición no recaigan desproporcionadamente sobre los sectores más pobres (Banco Mundial, 2021).

Desde la década de 1990, la gobernanza global del cambio climático ha estado dominada por el paradigma del capitalismo verde, el cual busca compatibilizar la protección ambiental con el crecimiento económico a través de mecanismos de mercado, como los créditos de carbono y la inversión en tecnologías limpias (Gutiérrez Arguedas, 2020). Este modelo se ha consolidado con iniciativas como el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París, los cuales han promovido la mercantilización de la naturaleza mediante estrategias de descarbonización basadas en incentivos financieros y regulación de emisiones.

Financiación y sostenibilidad económica

Uno de los pilares de la implementación de estrategias de energía renovable es la identificación de mecanismos de financiamiento. La Hoja de Ruta de Avellaneda destaca la importancia de explorar fuentes de financiamiento público y privado, incluyendo inversiones internacionales, programas de cooperación y esquemas de incentivos fiscales para energías limpias (ICLEI, 2024).

De acuerdo con lo anterior, Sobrino (2021) postula que para que las ciudades logren ser sostenibles, es fundamental contar con mecanismos de financiamiento adecuados y con la participación de múltiples actores. La cooperación entre los sectores público y privado, así como la implementación de incentivos económicos para proyectos sostenibles, son clave para el éxito de estas estrategias (Sobrino et al., 2021).

El costo de implementar las estrategias de reducción de emisiones en América Latina y el Caribe es significativo, por lo que se necesitan mecanismos de financiamiento innovadores.

La emisión de bonos verdes y el establecimiento de impuestos ambientales son estrategias clave para movilizar inversiones del sector privado. Se estima que se requieren aproximadamente 1,9 billones de dólares en inversión anual en descarbonización entre 2021 y 2050 (Banco Mundial, 2021).

La transición energética es un proceso complejo que requiere esfuerzos coordinados entre gobiernos, empresas y la sociedad civil. Si bien existen desafíos estructurales, también se presentan oportunidades significativas para promover un desarrollo sostenible y resiliente. La clave para una transición exitosa radica en la implementación de políticas integradas, el acceso a financiamiento y la participación de todos los actores involucrados.

Finalmente, el marco normativo juega un papel clave en la consolidación de la transición energética. En Avellaneda, se han implementado ordenanzas municipales que regulan el alumbrado eficiente, el uso de energías renovables y la movilidad sostenible. Además, se destaca la adhesión a la Ley Provincial de Etiquetado de Eficiencia Energética y la promoción de la electromovilidad mediante incentivos fiscales (ICLEI, 2024).

En conclusión, la descarbonización y la transición energética se presentan como estrategias esenciales para enfrentar el cambio climático y promover un desarrollo sostenible. A pesar de los desafíos inherentes en términos de financiamiento, infraestructura y regulación, las experiencias de referencia, como la de Avellaneda, demuestran que es posible avanzar hacia modelos energéticos basados en fuentes renovables y prácticas de eficiencia. La integración de políticas públicas, el compromiso multisectorial y la innovación tecnológica se erigen como pilares fundamentales para lograr una transformación que no solo reduzca las emisiones de GEI, sino que también genere oportunidades económicas y fomente la equidad social. Este análisis subraya la importancia de continuar fortaleciendo estos procesos, adaptándolos a las condiciones específicas de cada región para construir un futuro energético más resiliente y sostenible.

6. Diagnóstico de Santiago de Cali

Con el fin de diseñar un Plan de acción efectivo para la Descarbonización de Cali, en un primer paso, se realizó la revisión de documentación oficial proporcionada por la Administración Distrital. A continuación, se presentan los principales documentos revisados:

Tabla 1. Consolidado de los principales documentos revisados.

Instrumento	Año	Nivel
Plan de Ordenamiento Territorial (POT) (Acuerdo 0373 de 2014)	2014	Distrital
Portafolio de Estrategias para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático Municipio de Santiago de Cali Valle del Cauca	2014	Distrital
Plan Integral de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático para Santiago de Cali	2015	Distrital
Estrategia Municipal de Desarrollo Bajo en Carbono para Cali	2015	Distrital
Identificación de Zonas y Formulación de Propuestas para el Tratamiento de Islas de Calor	2015	Distrital
Estudio para la Microzonificación Climática para el Municipio de Santiago de Cali	2015	Distrital
Plan Integral de Movilidad Urbana de Santiago de Cali - PIMU (Visión 2030)	2018	Distrital
Plan de Gestión Ambiental de Cali (PGAC)	2019	Distrital
Elaboración del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica de los Ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo (resumen ejecutivo)	2019	Distrital
Plan Integral de Cambio Climático para el Valle del Cauca PICC	2020	Departamental

NDC - Contribución Determinada a Nivel Nacional	2020	Nacional
Plan Integral de Gestión del Cambio Climático	2020	Distrital
Ajuste (actualización) del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Cali (resumen ejecutivo)	2021	Distrital
Manual de construcción Sostenible	2022	Distrital
Plan de Acción para Lograr Edificaciones Neto Cero Carbono en Santiago de Cali	2022	Distrital
Hoja de Ruta Nacional de Edificaciones Neto Cero Carbono	2022	Nacional
Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de Santiago de Cali	2023	Distrital
Plan de Desarrollo Distrital y Anexos	2024-2027	Distrital

Esta revisión permitió comprender el contexto de la ciudad, identificar oportunidades y posibilidades reales para acciones transformadoras en cuanto a sus emisiones y trayectorias, además de identificar de forma preliminar los principales riesgos climáticos de la ciudad.

Posteriormente, se realizó una identificación de los actores que tienen participación en las acciones climáticas en Santiago de Cali. En la tabla 2 se presentan todas las entidades identificadas en la revisión de instrumentos.

6.1 Contexto de la Ciudad.

El Distrito Especial de Santiago de Cali se encuentra en una ubicación estratégica en la zona sur del Valle del Cauca, próximo a la costa del océano Pacífico, en la cuenca del río Cauca, delimitada por la cordillera Occidental y la cordillera Central de la región andina. Cali es la capital del departamento del Valle del Cauca y representa uno de los principales polos económicos, culturales, agrícolas e industriales de la nación. Es la tercera urbe con mayor población en Colombia, con una cifra estimada de 2.283.846 habitantes y una superficie aproximada de 560.300 hectáreas.

Desde 2018, con la entrada en vigor de la Ley 1933, adquirió el estatus de Distrito Especial, lo que descentraliza su administración y permite la conformación de localidades para fortalecer una gobernanza territorial más equitativa y eficaz³. En la actualidad, Cali se proyecta como un modelo de desarrollo inclusivo, resiliente y sostenible, con una visión de Distrito que la posiciona como uno de los epicentros de acción climática en Colombia. En octubre de 2024, la ciudad fue sede de la COP16⁴, un evento clave para la promoción de avances significativos en la conservación global de la biodiversidad y la protección del medio ambiente.

6.2 Condiciones Climáticas y Calidad Ambiental Urbana.

La ubicación geográfica de Cali, en la franja del ecuador, hace que su clima sea tropical, sin embargo, dado el rango de altitudes que va desde los 950 msnm en el valle del río Cauca, hasta los

4.070 msnm en el Parque Nacional Natural (PNN) Los Farallones, se presentan cuatro microclimas: clima cálido semihúmedo, clima cálido semiárido, clima templado semi húmedo, y clima templado semiárido. El 83% de las 560.300 hectáreas que ocupa el área urbana y de expansión se encuentran en climas cálidos con temperaturas promedio de 24°C. El 17% del área restante se encuentra en clima templado con temperaturas promedio de 23°C que no difieren tanto de las características climáticas de los climas cálidos⁵. La caracterización climática de Cali y sus alrededores, se hace con base en datos recopilados de la Estación de Meteorológica Cañavalejo

- Edificio CVC y la Estación HDA Las Glorias, referidas en el Manual de Construcción Sostenible del Distrito de Santiago de Cali. La temperatura promedio anual varía entre 22°C y 24°C en el oriente del Municipio que incluye toda la zona urbana y algunos corregimientos. En el occidente las temperaturas varían entre los 16°C hasta los 7,5°C. Los cambios en la

³ Alcaldía de Santiago de Cali (19 de Julio de 2024). Cali Distrito Especial Deportivo, Cultural, Turístico, Empresarial y de Servicios. <https://www.cali.gov.co/distrito especial/>

⁴ COP16 Colombia Paz con la Naturaleza. <https://www.dnp.gov.co/cop16/index.html>

⁵ Manual de Construcción Sostenible del Distrito de Santiago de Cali (2022)

temperatura media que se proyectan a futuro en el Municipio (período de 2011 - 2040), oscilan entre 0,8°C a 1°C en el área oriental urbana, mientras que en la zona occidental los cambios de temperatura proyectados oscilan entre 0,5°C y 0,8°C, a excepción de la zona que limita con el municipio de Buenaventura, donde el cambio estaría entre 0°C y 0,5 °C. Para el período 2041-2070, la zona que tendrá mayor cambio de temperatura será la del área oriental urbana, con un aumento estimado entre 1,61°C y 1,8 °C.

La precipitación media mensual en el Distrito presenta un régimen bimodal, con períodos lluviosos entre marzo y mayo, y entre octubre y noviembre, y un promedio anual de 1.200 mm; según datos presentados en el Portafolio de Medidas de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático (CIAT y CVC, 2015), se esperan a futuro aumentos en precipitación que van desde el 10% hasta el 30% (períodos 2011 a 2040 y 2041-2070)⁶. Adicionalmente el distrito cuenta con una humedad promedio que varía entre 70% y 84% en los distintos períodos anuales. El Distrito cuenta con

560.300 hectáreas, divididas en 22 comunas de la zona urbana y 15 corregimientos de la rural. El 21% corresponde a superficie urbana y un alto porcentaje del total adicional incluye cinco áreas protegidas de reservas naturales y parques nacionales (PNN). El espacio público efectivo por habitante en la ciudad de Cali es de 3,45 m²/hab.

La ciudad enfrenta desafíos ambientales importantes, con problemas que van desde la contaminación del aire hasta la degradación de sus ecosistemas naturales. La calidad del aire representa una preocupación creciente debido al aumento de vehículos y a la expansión urbana descontrolada, lo que ha incrementado los niveles de emisión de contaminantes. Adicionalmente, la deforestación en áreas cercanas y la contaminación de ríos y quebradas, como el río Cauca, amenazan la biodiversidad y los recursos hídricos de la región. En los últimos años se han implementado programas de reforestación y concientización ambiental, sin embargo, es necesario un mayor compromiso por parte de la ciudadanía y las autoridades para asegurar que un desarrollo Sostenible y resiliente asegure la protección y preservación de los recursos naturales y el medio ambiente.

6.3 Amenazas y riesgos.

⁶ Portafolio de Estrategias para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC (2015)

De acuerdo con los escenarios de Cambio Climático evaluados en el Portafolio de Medidas de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático y el POT⁷, así como el estudio de islas de calor realizado para el territorio, es posible suponer la incidencia de varias amenazas de forma generalizada: Estas corresponden a inundaciones, remoción en masa, vendavales, cambios en la oferta hídrica, cambios en la regulación hídrica y niveles freáticos, incendios forestales, cambios en la aridez, cambios en la escorrentía y olas de calor impulsados por cambios drásticos en la temperatura. Entre los aspectos mencionados anteriormente, las inundaciones y los deslizamientos son riesgos que pueden afectar la seguridad y bienestar de los ciudadanos. El desarrollo de algunos sectores de Cali se produjo ocupando zonas de la llanura de inundación del río Cauca, que, en consecuencia, históricamente han sido susceptibles de verse afectados por desbordamientos e inundaciones derivadas del aumento en caudal del río durante las temporadas de lluvias. Debido a lo anterior, la gestión del agua se perfila como un desafío para la ciudad, ya que también implica un riesgo adicional derivado de los cambios previstos en el régimen de precipitación.

Estos cambios incrementan la probabilidad de inundaciones y deslizamientos, así como sus consecuencias asociadas, como enfermedades respiratorias y dengue, entre otras. A su vez, se han pronosticado pérdidas en la capacidad de regulación hídrica de las cuencas, lo cual afectaría el agua disponible para consumo humano y para los sectores productivos. Adicionalmente, la contaminación generalizada podría impactar la salud pública y el equilibrio ecológico de la región. Se han identificado altos niveles de contaminantes en el río Cauca derivados de vertimientos de aguas residuales domésticas, escombros y actividad minera ilegal. Así mismo, la contaminación del aire se suma a los riesgos mencionados, esta deriva principalmente de la actividad automotora que incrementa las emisiones de material particulado causando enfermedades respiratorias a grupos poblacionales sensibles.

El Distrito Especial de Santiago de Cali enfrenta múltiples riesgos climáticos y ambientales que amenazan la seguridad, la salud pública y la disponibilidad de agua. Entre los mayores desafíos están las inundaciones y deslizamientos en zonas vulnerables, agravados por el Cambio Climático y un régimen de precipitación cambiante. La contaminación del agua y del

⁷ Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Santiago de Cali (Acuerdo 0373 de 2014)

aire, intensificada por vertimientos y emisiones de vehículos, eleva el riesgo de enfermedades en la población y afectación del medio ambiente, por lo que las acciones de adaptación deberán encaminarse a responder a los retos mencionados.

6.4 Panorama Socioeconómico y Perspectivas de la Ciudad.

Cali tiene una población de aproximadamente 2.2 millones de habitantes según el último censo realizado en el año 2018 (DANE). Tiene una tasa de crecimiento poblacional cercana al 2% para un estimado aproximado de 2.3 habitantes por hectárea para el 2027. Sin embargo, se ha identificado una tendencia de desaceleración de su crecimiento en los últimos años⁸, con un aumento en la proporción de personas mayores de 65 años y una disminución en la proporción de jóvenes menores de 14 años, lo que indica que es una ciudad con una tendencia importante de su población al envejecimiento.

Se estima que, del total de la población, el 51,2% son mujeres y el 48,8% hombres. Según el mismo censo realizado por el DANE, de la población censada, el 14,6% se auto reconoció como afrocolombianos, el 0,5% como indígenas y el 84,8% no perteneciente a ningún grupo étnico. El mayor porcentaje de la población está conformado por la franja etaria comprendida entre los 15 y 59 años (64%)⁹, el segundo grupo principal está conformado por personas entre los 0 y los 14 (22,6%), y la población mayor de 59 años comprende el 13,3%. Así mismo, la ciudad cuenta con alto porcentaje de migrantes que ha registrado un aumento cercano al 50% durante los últimos 15 años. El tipo de vivienda mayoritario en Cali está conformado por apartamentos, seguido de casas; según cifras del DANE el total de viviendas censadas se conforma por 364.168 apartamentos,

302.358 casas, 23.273 cuartos y 139 viviendas étnicas. La mayoría de estas viviendas cuentan con los servicios básicos de energía eléctrica, acueducto, alcantarillado, recolección de basuras, gas natural y 72% con internet, por lo que la mayoría de la población censada cuenta con servicios básicos.

Se estima que el 59% de la población caleña con edad para trabajar están empleados, siendo

⁸ Cali Cómo Vamos, Boletines de Calidad de Vida (2024). <https://www.calicomovamos.org.co/demografia>

⁹ DANE (2024) <https://sitios.dane.gov.co/cnpv/#/>

mayoritario el porcentaje de hombres (70%), con respecto al de mujeres. En general, la percepción ciudadana respecto al mercado laboral puede considerarse negativa, aproximadamente solo 19 de cada 100 habitantes estuvo de acuerdo en que en Cali es fácil encontrar trabajo. En términos educativos, los profesionales con posgrado tienen las mayores tasas de participación en el mercado laboral, mientras que aquellos con menor nivel educativo presentan tasas más bajas de ocupación.

En términos de pobreza y desigualdad, según datos recientes, una parte de la población vive por debajo de la línea de pobreza, con condiciones socioeconómicas que varían drásticamente entre diferentes zonas de la ciudad, manifestándose en la brecha de acceso a servicios básicos, educación, y oportunidades laborales, situación que se ve agravada por factores como el desplazamiento forzado y la migración, que incrementan las necesidades sociales y económicas en la ciudad, y que aportan a que las problemáticas de inseguridad aumenten, siendo esta una de las mayores preocupaciones actuales en la ciudad. Actualmente se realizan esfuerzos para proyectar a Cali como una ciudad Sostenible en un corto y mediano plazo.

Se han creado planes e instrumentos relevantes como son el Plan de Acción para Lograr Edificaciones Neto Cero Carbono en Santiago de Cali (2022) que se alinea con la Hoja de Ruta Nacional de Edificaciones Carbono Cero (2020), así como el Plan de Desarrollo del Distrito de Santiago de Cali (2024), el Manual de Construcción Sostenible del Distrito de Santiago de Cali (2022), el Sello Cali Construye Sostenible, el Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático para Santiago de Cali (2015), el Plan Integral de Cambio Climático para el Valle del Cauca PICC (2020), entre otros documentos y planes que buscan lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS de la Agenda 2030, y la Estrategia 2050 que orienta las acciones nacionales para contribuir al logro de los objetivos globales incluidos en el Acuerdo de París.

A continuación, se exponen los actores que tienen incidencia en las acciones climáticas de Santiago de Cali.

Tabla 2. Actores estratégicos

ID	Entidad / Actores
A1	Academia
A2	Entidades financieras
A3	Cámara de comercio de Cali
A4	Comité Directivo de Distritos Térmicos de Santiago de Cali
A5	Comunidad urbana y rural
A6	Concejo de Cali
A7	Congreso de la República
A8	Consejo Municipal de Gestión del riesgo de Desastres (CMGRD)
A9	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC)
A10	Departamento Administrativo de Planeación Municipal (DAPM)
A11	Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA)
A12	Subdirección de Planeación Territorial (SPT)
A13	Empresa de Desarrollo y Renovación Urbana (EDRU)
A14	Empresas de aseso
A15	Empresas Municipales de Cali (EMCALI)
A16	Empresa de Servicios Públicos de Aseo de Cali (EMSIRVA)
A17	Gremios económicos
A18	Medios de comunicación
A19	Metrocali
A20	Oficina de Participación Ciudadana Oficina de Comunicaciones -Oficina asuntos étnicos y afro
A21	Organizaciones No Gubernamentales (ONG)
A22	Parques Nacionales Naturales de Colombia
A23	Personería de Cali
A24	Secretaría de Cultura y Turismo
A25	Secretaria de Desarrollo Económico
A26	Secretaría de Desarrollo Territorial y Participación Ciudadana
A27	Secretaría de Gestión del Riesgo de Emergencias y Desastres
A28	Secretaría de Gobierno
A29	Secretaria de Infraestructura
A30	Fondo de Energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE)
A31	Secretaría de Salud Pública Departamental y Municipal, secretaria de Educación
A32	Secretaría de Movilidad
A33	Secretaría de Vivienda Social y Hábitat
A34	Unidad Administrativa de Servicios Públicos (UAESP)
A35	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
A36	Departamento Nacional de Planeación

De acuerdo con las memorias de un taller realizado el 03 de Septiembre del 2024 denominado “Escenarios climáticos de Santiago de Cali” dirigido por la firma AECOM, se identificaron líneas estratégicas para la Descarbonización de la ciudad, priorizando los sectores de Transporte, Residuos y Energía, que son clave para reducir los GEI. En este taller se realizó un ejercicio de mapeo para identificar cuáles son los actores estratégicos para implementar las acciones climáticas que conduzca a Cali en la ruta de la Descarbonización en los horizontes 2030-2040-2050. Se llevó a los participantes a establecer el grado de interés e influencia de los actores para cada uno de los sectores, como se presenta a continuación:

- Sector Transporte

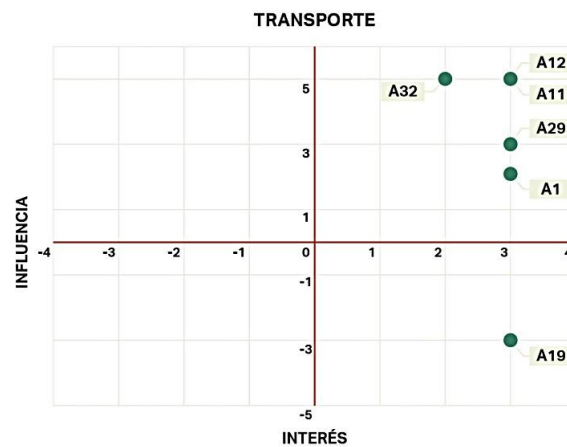


Figura 1: Mapeo de actores estratégicos para la acción climática en el sector Transporte

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente DAGMA a través de su Grupo de Calidad del Aire hace seguimiento al comportamiento de contaminante, realiza el control y seguimiento a las fuentes móviles y promueve los Planes Empresariales de Movilidad Sostenible.

El Departamento Administrativo de Planeación Municipal es el eje de la planificación territorial, encargado de coordinar la formulación de los proyectos y diseñar la estructura técnica de los proyectos, adicionalmente, un actor estratégico en el sector transporte es la Secretaría de la Movilidad que en el marco de las acciones climáticas, tiene como propósito

garantizar mejores condiciones en la movilidad de personas y bienes en el área urbana y rural, dando prioridad a la movilidad no motorizada (peatón y bicicleta) y al transporte público optimizado sobre el transporte privado, en el marco de criterios de sostenibilidad ambiental y socioeconómica y seguridad vial. Lo anterior, a través de estructurar, ejecutar y hacer seguimiento a Planes de Acción relacionados con transporte no motorizado, transporte de pasajeros en todas sus modalidades, elaborar los estudios técnicos, formular las estrategias, planes y programas en materia de seguridad vial, con el propósito de reducir la contaminación ambiental.

La Secretaría de Infraestructura es el organismo encargado del diseño y desarrollo físico de los proyectos de construcción de Infraestructura de las vías, puentes, andenes, espacio público y mobiliario urbano complementario a las vías, y la ciclo- infraestructura y, el mantenimiento de la malla vial en Cali. Junto con la Secretaría de Movilidad están desarrollan acciones apalancadas en programas e infraestructura para la movilidad Sostenible y el desarrollo de programas que promuevan el uso de medios alternativos de Transporte, y Metro Cali es la entidad pública encargada del diseño, construcción y puesta en marcha del Sistema Integrado de Transporte Masivo de la ciudad de Cali. Enmarcado en el Plan de Desarrollo Distrital 2024—2027 tiene el objetivo de ampliar su flota actual en 400 buses eléctricos a 2050.

- Sector Energía.

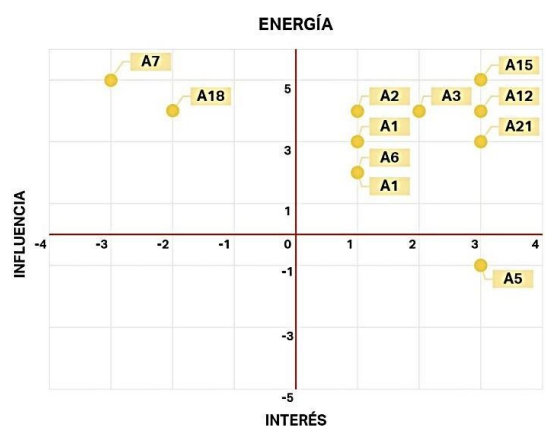


Figura 2: Mapeo de actores estratégicos para la acción climática en el sector Energía

EMCALI es la entidad que tiene un mayor interés e influencia en la toma de decisiones para descarbonizar la ciudad, puesto que tiene entre sus funciones: la prestación del servicio público domiciliario de energía, prestación y operación del servicio de alumbrado público, prestación de servicios de optimización de sistemas de iluminación y recursos energéticos, la ejecución, explotación, así como la administración en proyectos de generación de todo tipo de energías. En línea con el sector transporte, EMCALI también tiene entre sus funciones los servicios de atención a la movilidad eléctrica y en línea con el sector Residuos, EMCALI podrá prestar los servicios producción de energía eléctrica a partir de los residuos y excedentes del tratamiento de aguas residuales en la PTAR y el aprovechamiento de la biomasa para generación de energía renovable a partir de la prestación del servicio público de aseo. En la actualidad, enmarcada en las funciones anteriormente expuestas, EMCALI apoya en la instalación de servicios de autogeneración solar para grandes, medianas, pequeñas y microempresas que dispongan de un espacio al interior de sus instalaciones para el montaje de plantas menores de 1.000 kW. Se encuentra desarrollando la Granja solar Mulaló ubicada en Yumbo, que tendrá una capacidad instalada de 70 MW hora pico, con la cual se podrán atender las necesidades en promedio de 11.000 viviendas y el apoyo a proyectos de autogeneración a pequeña escala o generación distribuida (GD) para que los usuarios puedan producir energía y vender energía.

Los Cooperantes (entidades financieras) también son actores que pueden tener influencia en la promoción y desarrollo de proyectos que aporten a la Descarbonización de la matriz energética. En particular se puede destacar el papel del FENOGE, que busca establecer mecanismos de financiación para el desarrollo de las Fuentes no convencionales de Energía y articular la acción de la academia, los gremios, la banca local, la banca internacional, la banca multilateral y los organismos internacionales en términos de financiación, cooperación y la asistencia de recursos, entre otros. Por otra parte, la Banca multilateral y de segundo piso (BID, CAF, Findeter) apalanca proyectos que contribuyan a la adaptación al Cambio Climático. Las iniciativas de Descarbonización tanto del sector energía, como de los sectores transporte y residuos, requieren del involucramiento del Departamento Administrativo de Planeación Municipal en su papel de liderar el proceso

de gestión estratégica y prospectiva para alcanzar el desarrollo integral Sostenible de Cali.

Por otra parte, el Concejo Distrital de Cali tiene el papel de aprobación de créditos, discusión de proyectos estratégicos y supervisión de las finanzas del municipio. Si bien el DAGMA no fue identificado como actor estratégico, hace parte de la estrategia de Distritos Térmicos junto con el MADS, EMCALI y la empresa Gases de Occidente.

- Sector residuos.

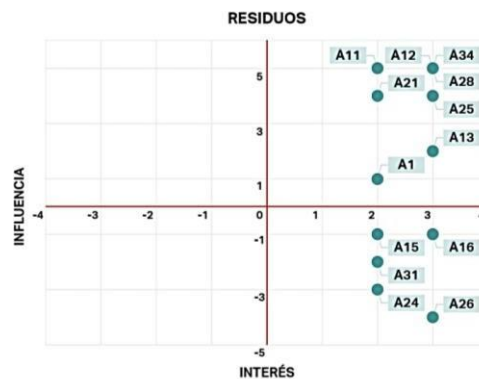


Figura 3: Mapeo de actores estratégicos para la acción climática en el sector Residuos

En el mapeo realizado por los participantes del taller Escenarios climáticos de Santiago de Cali (Figura 3), las entidades que tendrían una mayor influencia e interés en las acciones para mitigar los GEI en Cali asociados a Residuos son la Secretaría de Gobierno, la UAESP y el Departamento administrativo de Planeación Municipal - DAPM . Tanto para el Sector de residuos como el de transporte y Energía, el DAPM es el eje de la planificación territorial, encargado de coordinar la formulación de los proyectos y diseñar la estructura técnica de los proyectos. Con respecto a residuos sólidos, la UAESP tiene la función de diseño de las estrategias, planes y programas para el manejo integral de los residuos sólidos y dirigir y coordinar la prestación de los servicios públicos respectivos e implementar el control, la infraestructura del esquema de aprovechamiento de residuos sólidos domiciliarios y el esquema de aprovechamiento de residuos de construcción y de demolición.

La UAESP se encuentra desarrollando el proyecto Parque Ambiental y Tecnológico para el aprovechamiento de residuos sólidos que será un espacio físico dotado de infraestructura y equipamiento para el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos mediante tecnologías limpias y que contará con un punto limpio para realizar la separación y alistamiento de los Escombros o Residuos de Construcción y Demolición -RCD para su transformación en Eco- materiales.

La EDRU como responsable de desarrollar programas de desarrollo urbano en la ejecución de proyectos tanto de reordenamiento o mejoramiento integral, como de asentamientos de desarrollo incompleto o de desarrollo progresivo, tiene la responsabilidad de gestionar los RCD que se generan en estas intervenciones.

El DAGMA fue parte de la actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos sólidos y es corresponsable de la implementación de los Sistemas de Gestión Integral de los Residuos Sólidos y, a través del grupo de Gestión de Residuos Sólidos tiene entre sus funciones realizar labores de seguimiento a las actividades que generen Residuos de Construcción y Demolición (RCD), mitigar el riesgo de inundaciones que causa la disposición inadecuada y que afecta los sumideros y la red hídrica de Cali, la sensibilización y educación ambiental a las comunidades de Cali con respecto a la adecuada separación en la fuente y disposición de los residuos sólidos, actividades de inspección, vigilancia y control.

EMCALI, si bien fue identificada como entidad de baja influencia, es la entidad responsable de la prestación del servicio público domiciliario de aseo, además del retiro de residuos sólidos inadecuadamente dispuestos como parte del aseguramiento del servicio de alcantarillado.

7. Prospectiva proyectos propuestos en la Ruta de Descarbonización Santiago de Cali

A continuación, se presentan los proyectos identificados y propuestos por la firma AECOM en el marco de la COP16.

Transporte:

Para el Sector Transporte, se plantean tres (3) acciones: 1-Estrategias para la promoción de

modos de transporte activos y compartidos, 2-Revolución eléctrica en movimiento a través de la expansión y renovación del parque automotriz, y 3-Tren de Cercanías del Valle (TCV).

1. Estrategias para la promoción de modos de transporte activos y compartidos

Esta acción promueve estrategias de micro movilidad como bicicletas, monopatines o similares, así como también incluye la promoción del transporte compartido como propuesta para reducir las emisiones GEI relacionadas a la movilidad y transporte. Los beneficios que se incluyen como parte de la implementación de esta acción son principalmente el acceso a movilidad eficiente y la reducción de emisiones; aplicando esta acción en un 100% al año 2050, se pretende lograr una reducción total de 587.043 TonCO₂eq/año.

2. Revolución eléctrica en movimiento a través de la expansión y renovación del parque automotriz.

Este proyecto impulsa la renovación y expansión del parque automotriz del Distrito de Cali, a través de la incorporación de nuevos vehículos eléctricos tanto para el sistema de transporte público como privado, tiene un componente importante en la reducción de las emisiones y contaminantes atmosféricos, y con su implementación en un 100% al año 2050 se estima una reducción de emisiones GEI igual a 328.983 TonCO₂eq/año.

3. Tren de cercanías del Valle.

El Tren de Cercanías del Valle es uno de los proyectos que ya existen como parte de las apuestas y propuestas del Distrito, sin embargo, los procesos para su implementación aún no se encuentran implementados. Este proyecto es incorporado al Plan Maestro y busca lograr mayor eficiencia en el transporte de carga y de pasajeros entre Cali y su periferia.

Este proyecto incentiva el desarrollo y la renovación urbana con un sistema integrado ciudad-región, que promueve la conservación del medio ambiente, la gestión social, la inclusión y la equidad. Entre los beneficios incluidos con la implementación de este proyecto se encuentra la mejora en la calidad de vida de las personas al incrementar la eficiencia en el transporte urbano y regional, con una reducción aproximada del 33% en trayectos, al menos una disminución en 2.900 accidentes, alrededor de entre 4000 y 5000 nuevos puestos de trabajo, mayor edificabilidad en las áreas de influencia y aproximadamente 1'000.000 de personas 24

beneficiadas, esto implica además ventajas y rendimientos económicos así como mayores oportunidades. Este proyecto significará la reducción en emisiones como material particulado, óxido de nitrógeno, óxido de azufre, entre otros contaminantes primarios y secundarios derivados del transporte existente actualmente.

Energía

Para el Sector Energía, se plantean tres (3) acciones: 1-Edificaciones Sostenibles, 2-Comunidades Energéticamente Autónomas, y 3-Soluciones de Climatización Urbana para la Sostenibilidad. A continuación, se presenta cada una de estas.

1. Edificaciones Sostenibles.

Este proyecto se enfoca en el sector de la edificación, plantea la aplicación de criterios de sostenibilidad y bioclimática a las edificaciones aportando beneficios como eficiencia energética, eficiencia en agua, reducción de costos operativos en todo el Ciclo de Vida de la edificación, bienestar y confort para los ocupantes y la resiliencia al Cambio Climático en las construcciones. Se alinea con esfuerzos nacionales y distritales, los cuales han realizado adelantos importantes como son la creación de manuales y normativas que incentiven y exigen la aplicación de estos criterios para las nuevas construcciones. Se estima que con su implementación progresiva en los horizontes de tiempo establecidos y al año 2050 en un 100% se reduzca anualmente un total de 230.743 Ton CO₂eq/año derivadas de las construcciones nuevas.

2. Comunidades energéticamente autónomas.

Este proyecto se alinea con dos proyectos existentes en el Distrito de Santiago de Cali: por un lado, Hogares Sostenibles, y por otro Ecobarrios. El primero ha consistido principalmente en la implementación de paneles solares fotovoltaicos en viviendas, lo que permite a las familias generar su propia energía; además, este proyecto promueve la eficiencia energética mediante la sustitución de bombillas convencionales por bombillas LED para usuarios de estratos 1 y 2. Así mismo, se desarrolla un plan de acción para la disposición de paneles solares obsoletos, que incluye directrices para su recolección, reciclaje y manejo ambientalmente responsable. 25

Este componente garantiza que, al final de su vida útil, los paneles solares se gestionen de manera que se minimice su impacto ambiental, promoviendo así un ciclo de vida sostenible. Por otro lado, el proyecto Ecobarrios consiste en desarrollar comunidades sostenibles y resilientes diseñadas para reducir tanto la huella de carbono como la huella hídrica; se basa en la implementación de procesos de restauración ecológica e integración de infraestructura verde y azul, que incluyen acciones como arborización, compostaje, sistemas de riego y huertas urbanas.

Este proyecto en conjunto potencia ambas iniciativas (Hogares Sostenibles y Ecobarrios), y busca darles continuidad en otros sectores o barrios del Distrito diferentes a donde ya se han implementado, entre los principales beneficios que supone la implantación del proyecto Comunidades Energéticamente Autónomas, se encuentran la reducción de emisión de GEI, la resiliencia al Cambio Climático, la eficiencia en recursos naturales y la eficiencia energética, así como la convivencia y cohesión social. Para el año 2050, se espera que con su implementación en un 100% se produzca una reducción anual de 230.743 Ton CO₂eq/ año.

3. Soluciones de Climatización Urbana para la Sostenibilidad.

Este proyecto se alinea con una iniciativa que ya se ha planteado para la ciudad de Cali denominada Distritos Térmicos, consiste en una solución eficiente para satisfacer las necesidades de climatización de sectores urbanos, incluyendo edificaciones industriales, comerciales, de servicios y administrativas; la implementación de un Distrito Térmico implica múltiples beneficios entre los que se destacan la reducción significativa del consumo de energía y la mejora de la eficiencia en el uso de recursos, así como beneficios en salud y bienestar, inclusión de la sociedad civil en los procesos de la ciudad, el incremento de áreas verdes y la reducción en los costos de los servicios públicos básicos. Con su implementación en un 100% para cinco (5) Distritos Térmicos en el año 2050 se estima un total de reducción anual de 6.000 Ton CO₂eq/año.

Residuos

Para el Sector Residuos, se plantean dos (2) acciones: 1- BioEnergía a través de la transformación de residuos en energía y 2 - Eco-Cañaveralajo.

1. BioEnergía a través de la transformación de residuos en energía.

Este proyecto se enfoca en aprovechar los residuos sólidos orgánicos urbanos producidos en Cali y en 28 municipios del distrito, los cuales actualmente son dispuestos en el relleno sanitario El Guabal. El objetivo de esta propuesta es generar energía eléctrica a partir de dichos residuos. De las aproximadamente 1.878,27 toneladas/día el porcentaje de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) orgánicos es de 52% (promedio generado a partir del porcentaje producido por cada una de las 22 comunas). Se propone instalar un digestor anaeróbico que descomponga la materia orgánica para producir biogás, para posteriormente purificarlo y convertirlo en biometano de calidad que pueda inyectarse a la red de gas natural. Entre sus principales beneficios se encuentran la Mitigación de la generación de gases de efecto invernadero, la resiliencia ante el Cambio Climático, y la disminución de riesgos de explosiones y derrumbes, así como la correcta disposición y aprovechamiento de residuos del Distrito. Con su implementación en un 100% para el año 2030 se estima una reducción total anual de 45.521 Ton CO₂eq/año, y para el año 2050 de 47.081 Ton CO₂eq/año.

2. Eco-Cañaveralejo.

El proyecto consiste en optimizar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR Cañaveralejo para tratar el 100% de las aguas residuales provenientes de Cali. Se proponen conducirlas a un tratamiento secundario, previniendo que la materia orgánica llegue a los cuerpos de agua receptores y se descompongan con la consecuente emisión de GEI. En una segunda etapa, la propuesta incluye convertir esta materia orgánica residual en biogás y a su vez, en electricidad a partir de motores de cogeneración incluidos en el proyecto. Su implementación será gradual con un 30% al 2030 y un 100% al 2040; se pretende una reducción anual de 566.387 Ton CO₂eq/año para el año 2050. Entre los principales beneficios que incluye la realización de esta propuesta se incluyen la mitigación de GEI y la resiliencia al Cambio Climático.

8. Identificación de fuentes y/o mecanismos de financiamiento disponibles

Para el actual Plan de Desarrollo de Cali, aproximadamente el 11% del presupuesto de 2024 estuvo destinado a programas centrados en la gestión de ecosistemas, mitigación del Cambio Climático, movilidad sostenible y gestión del riesgo ante desastres naturales. La dimensión denominada «Cali – Nuestra Casa Común» ha asignado 413 mil millones de pesos, de los cuales el 73% (303 mil millones) se destinan a movilidad multimodal. A medida que se conozcan más detalles sobre el alcance de esta iniciativa de movilidad, se podrá evaluar mejor su contribución a las metas de descarbonización en términos de infraestructura y opciones de transporte urbano.

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA), como entidad encargada de la adaptación y mitigación frente al Cambio Climático, registró 31 proyectos en su banco de proyectos con un presupuesto de 37,6 mil millones de pesos, lo que representó el 1% del presupuesto total de 2024. De forma similar, la gestión del riesgo de desastres contó con una asignación inicial del mismo monto para ese año. En cuanto a infraestructura, la asignación presupuestal representó el 3,7% del total previsto para 2024. No obstante, estos montos no pueden considerarse suficientes para medir su impacto directo en la adaptación y mitigación del cambio climático, ya que es necesario evaluar si el gasto público realmente se alinea con estos objetivos.

A través del desarrollo económico, por ejemplo, podrían surgir oportunidades de contribuir a las metas de descarbonización. Específicamente, con los incentivos para la reconversión productiva, eficiencia energética e hídrica, se incidirá positivamente en las metas de reducción de emisiones de GEI.

Ante las limitaciones fiscales, Cali puede explorar estrategias de financiamiento mixto y herramientas de apalancamiento financiero para cubrir los costos de proyectos esenciales para la sostenibilidad de la ciudad:

a. Creación de un fondo de financiamiento climático local.

Cali podría establecer un fondo de financiamiento climático que funcione como plataforma para atraer y gestionar recursos para proyectos de descarbonización. Este fondo puede 28

estructurarse con aportes de diferentes fuentes, incluyendo el sector público y el privado, y gestionar financiamiento de agencias multilaterales y organismos de cooperación internacional.

b. Emisión de bonos verdes.

Los bonos verdes representan una herramienta útil para movilizar financiamiento en el mercado de capitales, dirigido específicamente a proyectos sostenibles. Cali podría explorar la emisión de bonos verdes, respaldados por flujos de ingresos futuros de los proyectos. La emisión de bonos no sólo ampliaría la base de financiamiento, sino que también atraería a inversionistas interesados en proyectos de impacto ambiental positivo.

c. Asistencia técnica y financiamiento de organismos internacionales.

La asistencia técnica y los préstamos de instituciones multilaterales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) y la Corporación Financiera Internacional (IFC) pueden ser fundamentales para estructurar proyectos. Estos organismos no sólo proporcionan recursos financieros, sino también apoyo en la estructuración de proyectos para que cumplan con los estándares internacionales de sostenibilidad y elegibilidad para financiamiento verde.

d. Participación en mercados de carbono.

Cali tiene el potencial de incursionar en los mercados de carbono como parte de sus iniciativas de descarbonización. Los proyectos de infraestructura de bajo carbono, como los Distritos Térmicos y las bicicletas eléctricas, pueden generar créditos de carbono que la ciudad podría comercializaren mercados nacionales e internacionales. Esto no solo generaría ingresos adicionales, sino que también contribuiría a la visibilidad de Cali en el ámbito de la sostenibilidad urbana.

e. Alianzas Público-Privadas (APP).

Las APP representan una herramienta importante para aliviar la carga financiera del gobierno local al compartir los costos y riesgos con el sector privado. Cali podría explorar alianzas con empresas que compartan la visión de sostenibilidad urbana y estén dispuestas a

invertir en infraestructura verde.

9. Actores clave en la implementación de la Hoja de Ruta hacia la Descarbonización en Santiago de Cali.

La macro actividad más importante que se recomienda en un horizonte de corto plazo es la conformación de un Grupo de Financiamiento Verde. Se propone un equipo que sea catalizador, promotor y asesor técnico para el Departamento Administrativo de Gestión de Medio Ambiente de Cali.

De acuerdo con lo propuesto por la firma AECOM, se deben establecer acciones estratégicas que respondan a la consolidación de la Ruta. A continuación, se presentan las acciones y los actores clave.

Evaluación y planeación estratégica

Objetivo: Definir los objetivos de descarbonización, analizar la viabilidad técnica y económica de cada proyecto, y establecer una visión conjunta para el financiamiento climático en Cali.

Actividades clave

1. Análisis de línea base:

Evaluar el nivel actual de emisiones de gases de efecto invernadero de la ciudad y los sectores clave, y establecer metas de reducción.

2. Priorización de proyectos:

Determinar qué proyectos tendrán mayor impacto en la reducción de emisiones y establecer un orden de prioridad.

3. Identificación de necesidades de financiamiento:

Estimar el costo de cada proyecto, desglosando los gastos en fases de desarrollo, infraestructura y operación.

Actores involucrados

- Alcaldía de Santiago de Cali y Concejo Distrital
- Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA)
- Secretaría de Infraestructura y Movilidad
- Consultores ambientales y financieros
- Expertos en sostenibilidad y economía circular

Potenciales fondos de financiamiento

- **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** (Colombia) para estudios preliminares de impacto ambiental.
- **Fondos de Cooperación Técnica** del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Corporación Andina de Fomento (CAF) para asistencia en planificación estratégica y estudios de viabilidad.

Estructuración de proyectos y diseño financiero

Objetivo: Establecer una estructura clara para cada proyecto, diseñando modelos financieros que maximicen la atracción de financiamiento climático y la rentabilidad.

Actividades clave 1. Estructuración de proyectos: Definir la tecnología, proveedores y requerimientos técnicos específicos de cada proyecto. 2. Desarrollo de modelos financieros: Elaborar un análisis de costo-beneficio, con escenarios de retorno de inversión y flujos de caja proyectados. 3. Evaluación de impactos climáticos: Documentar los impactos esperados en reducción de emisiones y en la resiliencia urbana. 4. Creación de mecanismos de financiamiento mixto: Identificar y estructurar posibles alianzas público-privadas (APP) o modelos de cofinanciación.	Actores involucrados • Secretaría de Infraestructura, Movilidad y Vivienda • Empresas de servicios públicos de Cali • Entidades privadas interesadas en APP • Bancos comerciales y asesores financieros especializados	Potenciales fondos de financiamiento • Banco Mundial e IFC (Corporación Financiera Internacional): Apoyo para la estructuración de proyectos y análisis financieros. • Fondo Verde para el Clima (GCF): Fondos para proyectos con impacto en la reducción de emisiones. • Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) y Fondo de Prosperidad Climática del BID: Para proyectos de infraestructura de transporte y energía.
--	---	--

Creación de un fondo de financiamiento climático local

Objetivo: Establecer un fondo local de financiamiento climático que permita canalizar recursos hacia los proyectos de descarbonización, centralizando el financiamiento y facilitando la inversión.

Actividades clave 1. Constitución del fondo: Definir la estructura y gobernanza del fondo, designando un equipo técnico especializado en gestión de fondos climáticos. 2. Gestión de capital inicial: Buscar capital semilla de entidades nacionales e internacionales, como fondos climáticos y de sostenibilidad. 3. Establecimiento de criterios de inversión: Definir los criterios de asignación de recursos en función del impacto climático y el potencial de descarbonización. 4. Atraer aportes del sector privado: Generar mecanismos de incentivos para atraer inversión del sector privado, como la emisión de bonos verdes.	Actores involucrados • Alcaldía de Santiago de Cali y DAGMA • Ministerio de Hacienda y Crédito Público • Sector privado y entidades financieras • Organismos internacionales (BID, CAF, GCF)	Potenciales fondos de financiamiento • DAGMA por medio de los proyectos del Plan Operativo Anual de Inversiones – POAI. • Fondo de Adaptación y el Fondo Verde para el Clima (GCF): Para capital inicial del fondo y desarrollo de proyectos. • Global Environment Facility (GEF): Financiamiento para apoyo a la estructura administrativa y operación del fondo. • BID Lab: Apoyo para asistencia técnica y fortalecimiento de capacidades.
--	---	--

Aplicación a convocatorias de financiamiento

Objetivo: Asegurar financiamiento para los proyectos a través de convocatorias climáticas nacionales e internacionales, además de explorar el mercado de bonos verdes para proyectos de infraestructura sostenible.

Actividades clave 1. Identificación de convocatorias relevantes: Priorizar convocatorias de financiamiento climático abiertas, como aquellas ofrecidas por el BID, CAF y el Fondo Verde para el Clima. 2. Presentación de proyectos en convocatorias: Elaborar propuestas detalladas, alineadas con los objetivos y requisitos de cada convocatoria. 3. Emisión de bonos verdes: Realizar la estructuración y emisión de bonos verdes, orientados específicamente a proyectos como la electrificación del transporte público o la generación de energía a partir de residuos sólidos.	Actores involucrados • Fondo de Financiamiento Climático Local • Secretaría de Hacienda de Cali • Asesores legales y financieros en emisión de bonos • Banco de la República y la Superintendencia Financiera (regulación de bonos)	Potenciales fondos de financiamiento • Findeter • Fondos de Inversión de Impacto • Fondo para la Vida y la Biodiversidad, por ser un instrumento financiero que permitirá transitar hacia una economía baja en carbono • Fondo Nacional Ambiental, enfocado en financiación por demanda de proyectos de inversión ambiental. • Banco Mundial, BID y CAF: Aportes financieros y asistencia técnica para convocatorias específicas.
---	--	--

Seguidamente, a mediano plazo se espera contar con capacidades técnicas robustas para la gestión del financiamiento climático. En esta se pueden retomar los avances de macro actividades iniciadas en el corto plazo, tales como la solicitud de créditos concesionales para proyectos de adaptación al Cambio Climático por causas como inundaciones, olas de calor, incendios forestales, entre otros.

Créditos concesionales para proyectos de adaptación, Alianzas Público – Privadas.

Se podrá contar con las condiciones para la constitución de bonos verdes, sociales y sostenibles. Constituir un bono en Colombia implica articular toda una arquitectura de actores públicos y privados y, es un proceso gradual que toma tiempo.

Finalmente, el horizonte a largo plazo se puede entender como la fase posterior al año 2030, este se constituirá como el periodo de consolidación de la experiencia técnica y financiera, se tendrá presencia en el mercado de carbono y la disponibilidad de una cartera o portafolio de proyectos para la descarbonización de Cali hacia el 2050.

Siguiendo el propósito de constituir un modelo progresivo de finanzas combinadas (fondo mixto), Cali podrá asegurar que cuenta con actores públicos y privados dispuestos a seguir trabajando por forjar una ciudad cada vez más resiliente y baja en carbono. La consolidación permitirá lograr la estructuración de un mecanismo de finanzas combinadas enfocado en aprovechar distintas fuentes de financiamiento para estructurar y financiar la implementación de proyectos en la cartera.

10. Respaldo jurídico

La legislación colombiana ha desarrollado un marco regulatorio que incentiva y facilita el financiamiento verde y la ejecución de proyectos sostenibles. Algunos de los principales instrumentos normativos incluyen:

- Ley 1715 de 2014: Fomenta el uso de energías renovables no convencionales mediante

incentivos fiscales y tarifarios. Aplica a proyectos de energía solar, eólica, geotérmica y biomasa.

- Ley 1964 de 2019: Establece incentivos para la movilidad eléctrica, incluyendo exenciones tributarias y acceso preferencial a créditos para la adquisición de vehículos eléctricos.
- Decreto 2041 de 2014: Regula los permisos y licencias ambientales, especialmente en proyectos que impactan el entorno natural.
- Ley 1931 de 2018: Establece los lineamientos para la gestión del Cambio Climático en Colombia, creando mecanismos de apoyo para la implementación de proyectos de mitigación y adaptación.
- Resolución 40066 de 2021 (CREG): Promueve la eficiencia energética y la modernización de la infraestructura eléctrica, permitiendo el uso de Distritos Térmicos y sistemas de cogeneración.

Papel del Concejo Municipal en la implementación del Plan de Descarbonización

1. Función normativa: adopción de políticas públicas y marcos regulatorios locales

El Concejo tiene la competencia para expedir los acuerdos municipales que formalicen, respalden o viabilicen institucionalmente los proyectos estratégicos contemplados en la hoja de ruta del Plan Maestro.

- Incorporar el Plan de Descarbonización en el Plan de Desarrollo Distrital y en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) mediante acuerdos.
- Aprobar instrumentos normativos relacionados con incentivos tributarios verdes, regulación del uso del suelo para infraestructura sostenible y formalización de zonas de protección ambiental.
- Establecer normas para la implementación del Sello Cali Sostenible, la gestión de residuos o las edificaciones carbono neutro.

2. Función presupuestal y fiscal: aprobación del gasto e inversiones climáticas.

El Concejo es el encargado de autorizar operaciones de endeudamiento, incorporar proyectos en el presupuesto y vigilar la ejecución de recursos públicos:

- Autorizar empréstitos con banca multilateral (BID, CAF, etc.) para financiar proyectos de infraestructura verde, energías limpias o transporte eléctrico.
- Aprobar vigencias futuras para la financiación de proyectos con impacto a 2030-2050.
- Controlar la destinación de recursos en el presupuesto anual y del Plan Operativo Anual de Inversiones (POAI) para cumplir metas de descarbonización.

3. Función de control político: seguimiento y evaluación de la hoja de ruta

El Concejo ejerce control político sobre el cumplimiento al Plan de Desarrollo Municipal y proyectos financiados con recursos públicos.

- Cita a secretarios de despacho (DAGMA, Planeación, Hacienda, Movilidad) para rendir cuentas sobre los proyectos y metas del PMD.
- Solicita información técnica y financiera sobre ejecución de metas climáticas (reforestación, movilidad eléctrica, etc.).
- Promueve audiencias públicas con la ciudadanía y actores clave, para verificar impactos sociales y ambientales.

11. Escenarios

A continuación, se presentan cuatro escenarios en el marco de la implementación de la Ruta de Descarbonización en Santiago de Cali.

Escenario 1: Integración Área Metropolitana (Escenario Óptimo)

Supuesto principal: El área metropolitana del Sur Occidente Colombiano se consolida institucionalmente y articula una gobernanza climática efectiva.

Características:

- Se establece una autoridad metropolitana ambiental y de planificación, integrando los planes de ordenamiento territorial y de movilidad sostenible.
- Se armonizan políticas de descarbonización entre Cali y los municipios metropolitanos, optimizando inversión y reducción de GEI.
- Se prioriza la ejecución de proyectos regionales como el Tren de Cercanías del Valle, parques tecnológicos ambientales y corredores verdes intermunicipales.
- Se logra acceso coordinado a financiación nacional e internacional (BID, CAF, GCF), lo que mejora la calificación crediticia metropolitana.
- La AMSO a través de la subdirección de medio ambiente tendría a cargo la estructuración de los proyectos y el estudio de financiación con recursos de sobretasa ambiental y cooperación internacional.

Escenario 2: Implementación Fragmentada (Escenario Intermedio)

Supuesto principal: Cali avanza en sus planes de descarbonización, pero con escasa articulación con el resto del área metropolitana.

Características:

- Cada municipio avanza de forma autónoma, sin integrar visiones estratégicas ni inversiones conjuntas.
- Cali ejecuta algunos de sus proyectos prioritarios (electromovilidad, edificación neto cero carbono), pero no logra resolver del todo el problema de residuos ni movilidad regional.
- Las brechas socioambientales se amplían entre Cali y sus municipios vecinos.

Escenario 3: Estancamiento y Vulnerabilidad Climática (Escenario Crítico)

Supuesto principal: No se consolida la figura metropolitana ni se logra ejecutar con continuidad

el Plan Maestro.

Características:

- Cambios políticos desarticulan la hoja de ruta climática.
- Alta fragmentación institucional y ausencia de liderazgo metropolitano.
- El déficit fiscal y la carga de deuda impiden asumir nuevos compromisos financieros verdes.
- Persistencia de riesgos ambientales (inundaciones, calor urbano, pérdida hídrica).

Escenario 4: Liderazgo Climático Distrital Autónomo

Supuesto principal: Cali, como Distrito Especial, asume de forma autónoma el liderazgo de la acción climática, sin esperar la consolidación del Área Metropolitana ni depender de los municipios vecinos.

Cali implementa su Plan de Descarbonización con recursos propios, cooperación internacional y mecanismos innovadores de financiación verde, como bonos climáticos locales, alianzas público-privadas y captación de cooperación técnica.

A continuación, se presenta propuesta base para un modelo de gobernanza para Santiago de Cali.

Nivel Estratégico – Dirección y coordinación

Instancia	Función	Observaciones
Comisión de Descarbonización del Distrito de Cali (CDDC)	Órgano directivo y rector del Plan. Formula políticas, fija metas, articula sectores.	Presidida por el Alcalde, con participación del DAPM, DAGMA, Hacienda, Movilidad, Infraestructura, UAESP, EMCALI y delegados del Área Metropolitana.
Consejo Consultivo Metropolitano de Acción Climática	Instancia asesora regional. Promueve articulación con municipios del área metropolitana.	Incluye representantes de municipios, sector privado, universidades y ciudadanía.
Comisión Primera del Concejo Municipal	Revisión periódica de avances, seguimiento presupuestal y control político.	Propone ajustes normativos o presupuestales para el cumplimiento de metas.

Nivel Operativo – Ejecución e implementación

Instancia	Función	Observaciones
Secretarías técnicas sectoriales (Transporte, Energía, Residuos)	Implementan los proyectos de su eje sectorial (Tren de cercanías, PTAR, Granja solar, etc.).	Conformadas por delegados técnicos y operadores como Metrocali, EMCALI, EDRO.
Unidad Técnica del Plan Maestro Cali Sostenible	Equipo operativo intersectorial responsable de seguimiento técnico, indicadores y MRV (Medición, Reporte y Verificación).	Puede operar como una oficina temporal del DAPM o DAGMA, con recursos del BID.
Sector privado	Nodo articulador de empresas comprometidas con reducción de huella de carbono, ecoeficiencia y financiación verde.	Promueve iniciativas como: techos solares en industrias, movilidad eléctrica empresarial, reciclaje, bonos verdes, energías renovables y proyectos piloto de economía circular.
Comités Territoriales Locales por Comuna y Corregimiento	Implementación territorial, socialización y seguimiento comunitario a los proyectos.	Espacios de cogestión con JAC, organizaciones sociales y actores productivos.

Nivel Participativo – Control social y corresponsabilidad

Instancia	Función	Observaciones
Red Ciudadana de Monitoreo Climático (ReCaliClima)	Observatorio cívico y técnico que evalúa avances, emite alertas y recomendaciones.	Podría ser coordinado por universidades locales (ICESI, Univalle) con ONGs ambientales.
Foro anual por la Descarbonización de Cali	Rinde cuentas a la ciudadanía, promueve la innovación y la educación ambiental.	Se realiza cada año con informes públicos, ferias, premios y mesas de evaluación.

12. Análisis del caso de Avellaneda – Argentina.

El presente apartado analiza la estrategia de transición energética de la ciudad de Avellaneda, Argentina, cuyo objetivo es alcanzar el 100% de abastecimiento energético a partir de fuentes renovables para el año 2050. Este plan, impulsado por el gobierno local en conjunto con ICLEI 38

– Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, se desarrolla en el marco de la lucha contra el cambio climático y la necesidad de transformar la matriz energética.

Avellaneda, ubicada en la provincia de Santa Fe, es una ciudad con una fuerte base agroindustrial, lo que influye en su estrategia de transición energética. El diagnóstico inicial reveló que el sector energético representa el 38.39% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), lo que justifica la necesidad de adoptar energías renovables.

Línea Base del Sistema Energético

Actualmente, Avellaneda depende de múltiples fuentes energéticas:

- Electricidad suministrada por la Empresa Provincial de Energía (EPE) y la Cooperativa COSEPAV.
- Biomasa y biogás, con la Central Térmica de Biogás Avellaneda que genera el 50% de la electricidad consumida en la ciudad.
- Gas natural y combustibles fósiles, utilizados principalmente en el sector residencial y el transporte.

Potencial de Generación de Energías Renovables

El modelado energético del Instituto Fraunhofer identificó que Avellaneda tiene un potencial de generación renovable superior a su demanda energética, con énfasis en:

- Biomasa y biogás provenientes de residuos agrícolas y ganaderos.
- Energía solar fotovoltaica, con la capacidad de instalar paneles en techos urbanos y áreas rurales.
- Energía eólica, viable en zonas rurales de baja productividad agrícola.

Además, se diseñaron siete escenarios para evaluar la viabilidad de la transición energética, considerando variables como el precio del biometano, la demanda de energía y la participación de energía eólica.

Los siete escenarios considerados en el estudio sobre la transición energética en Avellaneda al

2050 son los siguientes:

1. **Escenario base:** Considera una demanda energética promedio, precios medios de combustibles y una participación del 20% de energía eólica en el suministro eléctrico. La energía fotovoltaica es la principal fuente con un 61%, seguida por la cogeneración con biometano (19%).
2. **Escenario de costo mínimo:** Se optimiza la estructura del sistema energético con el menor costo posible. La energía eólica tiene una participación del 40%, y la fotovoltaica del 42%.
3. **Escenario de alta demanda:** Se proyecta un incremento del 55% en la demanda energética respecto al escenario base, lo que implica una mayor necesidad de generación y almacenamiento.
4. **Escenario sin energía eólica:** Se elimina la participación de la energía eólica en la matriz energética y se aumenta el uso de otras fuentes renovables como la solar fotovoltaica y la cogeneración con biometano.
5. **Escenario con precios elevados de combustibles:** Se analiza un contexto en el que los costos de los combustibles fósiles son altos, lo que favorece una transición más acelerada hacia energías renovables.
6. **Escenario con precios reducidos de combustibles:** Considera un mercado donde los combustibles fósiles son más baratos, lo que podría dificultar la inversión en energías renovables.
7. **Escenario de negocios como siempre (BAU, Business as Usual):** Representa una continuidad del sistema actual sin cambios significativos en la transición energética.

El escenario base fue seleccionado como la estrategia de referencia, proyectando: 61% de electricidad proveniente de energía solar fotovoltaica, 19% de cogeneración de biometano, 20% de energía eólica. Se espera un incremento del 17% en la demanda total de energía para 2050, debido al crecimiento poblacional y la electrificación del transporte.

Estrategia de Implementación

La hoja de ruta se estructura en tres ejes estratégicos:

1. Eficiencia Energética (EE)

- Reducción del consumo en sectores públicos y privados.
- Implementación de alumbrado LED y mejoras en edificaciones.

Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS vinculados:



2. Tecnologías para Energías Renovables (ER)

- Desarrollo de plantas de biogás y parques solares.
- Incentivos para la generación distribuida de energía renovable.

Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS vinculados:



3. Transporte y Movilidad Sostenible (TM)

- Fomento de la electromovilidad con una meta de 50% de camiones impulsados por hidrógeno en 2050.

- Expansión de ciclovías y transporte público sostenible.

Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS vinculados:



Gobernanza y Participación Multisectorial

El éxito de la hoja de ruta depende de un modelo de gobernanza participativo y articulado, donde actores locales, regionales, nacionales e internacionales desempeñan roles complementarios en la planificación e implementación del proyecto la construcción de la Hoja de Ruta involucró la participación de actores públicos y privados en momentos clave del proceso, a través de talleres, reuniones de diálogo y sesiones de trabajo para la construcción de un marco sólido de compromisos y una amplia base de legitimidad social en la comunidad. Los principales actores involucrados fueron el gobierno municipal y nacional; cooperativas; negocios; industria; academia e institutos de investigación; agencias de cooperación internacional, ONG locales, asociaciones profesionales y organizaciones sociales; instituciones financieras; entre otros.

- Gobierno Local como Líder del Proceso.

El Ejecutivo Municipal de Avellaneda lidera el proyecto con la coordinación de ICLEI Argentina. Sus funciones clave incluyen: Definir y validar las estrategias de transición energética, coordinar con actores locales y nacionales para la implementación de proyectos, generar un marco normativo local que incentive el uso de energías renovables y monitorear y evaluar el avance del plan.

El Concejo Municipal, por su parte, aprueba normativas y regula la transición energética dentro del municipio.

- Participación del Gobierno Provincial y Nacional.

El gobierno nacional juega un papel clave en:

- ✓ Regulación y financiamiento: Establecen políticas y proporcionan incentivos para energías renovables.
- ✓ Acceso a recursos y subsidios: Facilitan programas de inversión y financiamiento a nivel provincial y nacional.
- ✓ Articulación de políticas energéticas: Alinean la hoja de ruta con los compromisos climáticos nacionales.

Entidades como la Secretaría de Energía de la Nación, el Consejo Federal de Energía y los entes reguladores nacionales (ENARGAS y ENRE) apoyan en la regulación y marco normativo.

- Participación del Sector Privado

El sector privado es un socio estratégico en la transición energética, al proporcionar tecnología, infraestructura y financiamiento.

Actores clave:

- ✓ COSEPAV (Cooperativa de Servicios Públicos de Avellaneda):
Suministra electricidad y colabora en la implementación de energías renovables.
Central Térmica Biogás Avellaneda: Genera el 50% de la energía eléctrica consumida en la ciudad.
- ✓ Industria local: Empresas como Vicentin S.A.I.C. y la Unión Agrícola de Avellaneda Coop. Ltda. apoyan con residuos agrícolas y ganaderos para biogás.
- ✓ Proveedores de tecnología en energías renovables: Empresas asociadas a la Cámara Argentina de Energías Renovables (CADER) ofrecen soluciones en biomasa, energía solar y eficiencia energética.

- Rol de la Academia y Centros de Investigación

Las universidades y centros tecnológicos aportan investigación y formación para la

transición energética.

- Universidades involucradas:

- ✓ Universidad Tecnológica Nacional (UTN) – Regional Reconquista.
- ✓ Universidad Nacional del Litoral (UNL) – Centro Universitario Reconquista Avellaneda (CURA).
- ✓ Universidad de la Cuenca del Plata – Avellaneda.
- ✓ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Funciones principales:

- ✓ Estudios sobre eficiencia energética y tecnologías renovables.
- ✓ Desarrollo de modelos energéticos y simulaciones de escenarios.
- ✓ Formación de técnicos especializados en energías renovables.

- Participación de Organizaciones de la Sociedad Civil

Las ONG y organizaciones sociales cumplen un rol en la sensibilización y educación de la ciudadanía.

Actores principales:

- ✓ Asociación para el Desarrollo Regional (ADR) y Fundación Progresar Avellaneda: Promueven programas de educación ambiental.
- ✓ Asociación Civil Impulsar Avellaneda (ACIA): Apoya la implementación de proyectos comunitarios en energías renovables.
- ✓ Organización Civil Sustenta Litoral: Desarrolla estrategias de reducción de emisiones y consumo eficiente de energía.

Funciones:

- ✓ Educación ambiental y promoción de hábitos sostenibles.

- ✓ Creación de redes de participación comunitaria.
- ✓ Control ciudadano y monitoreo de avances del proyecto.

13. Lecciones aprendidas y buenas prácticas Avellaneda Argentina

Lecciones Aprendidas:

1. Importancia del consenso y la planificación participativa
 - El juego "Estrategia de Transición Energética Sostenible" (SETS) permitió a los actores locales visualizar escenarios posibles y generar consensos sobre la ubicación de proyectos energéticos sin afectar áreas de alto valor ecológico.
2. Ubicación estratégica de proyectos renovables
 - Se identificaron áreas de baja productividad y escasa población como óptimas para energía eólica y solar, evitando impactos negativos en zonas ecológicas sensibles.
3. Diversificación de la matriz energética
 - Se concluyó que una combinación de energía solar fotovoltaica, biogás y biodiesel para el transporte pesado es la solución más viable para 2050, maximizando los recursos locales.
4. Necesidad de formación y capacitación técnica
 - La falta de profesionales calificados en energías renovables impide la rápida adopción de tecnologías limpias. Se requiere la vinculación entre academia, gobiernos y empresas para cerrar esta brecha.
5. Barrera de acceso a financiamiento
 - Los altos costos iniciales y la falta de financiamiento limitan la adopción de energías renovables, especialmente en países en desarrollo.
6. Resistencia social y cultural al cambio

- Se identificó desinformación sobre los beneficios de las energías renovables y falta de confianza en su viabilidad económica, lo que genera resistencia entre la población.

7. Dificultades normativas y regulatorias

- La falta de normativas específicas y procesos administrativos complejos obstaculizan la implementación de proyectos de generación distribuida.

Buenas Prácticas:

1. Gobernanza multinivel y colaboración interinstitucional.

- La articulación entre distintos niveles de gobierno y actores locales permitió una planificación más efectiva y el acceso a apoyo técnico.

2. Estrategia de incentivos financieros y fiscales.

- Se promovieron incentivos como reducción de impuestos y créditos accesibles para fomentar la inversión en energías renovables.
- Creación de redes de proveedores y vinculación público-privada.
- Se impulsó la generación de redes de proveedores locales de tecnología para energías renovables y la participación de empresas en el proceso.

3. Desarrollo de capacidades técnicas y educativas.

- Se implementaron programas de formación técnica y capacitaciones para instaladores de paneles solares y biodigestores.

4. Uso de tecnologías eficientes y soluciones basadas en la naturaleza.

- Se incentivó la adopción de iluminación LED, medidores inteligentes y tecnologías de climatización eficiente en edificios públicos y privados.

5. Participación comunitaria y sensibilización.

- Se promovieron actividades educativas y de divulgación para involucrar a la comunidad en la transición energética.

6. Flexibilidad y adaptación al contexto local.

- Se diseñó la hoja de ruta considerando las particularidades socioeconómicas y ambientales de Avellaneda, lo que aumentó su aceptación y viabilidad.

14. Conclusiones y Recomendaciones

Normativas e incentivos nacionales, como la Ley 1715 de 2014 y la Ley 1931 de 2018 ofrecen incentivos para el desarrollo de energías renovables y la implementación de prácticas de eficiencia energética, así como para la estructuración de proyectos climáticos. Aprovechar estos incentivos permitirá a Cali reducir costos y facilitar la implementación de proyectos de alto impacto en reducción de emisiones.

Agencias Multilaterales e Internacionales: Instituciones como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Corporación Andina de Fomento (CAF) y el Banco Mundial brindan no solo brindan financiamiento, sino también asistencia técnica en la estructuración de proyectos sostenibles. Estos organismos apoyan la planificación, implementación y monitoreo de proyectos climáticos mediante fondos, préstamos concesionales y herramientas de mitigación de riesgo.

Se propone que, en la hoja de ruta de finanzas combinadas a largo plazo, se inicie en el corto plazo con la constitución de un fondo y empresa público – privada para el financiamiento climático. Este sería un hito estratégico que le daría sustento técnico, legal y financiero a todos los esfuerzos de la ciudad para que los proyectos de los planes de desarrollo se alineen a la descarbonización.

La ciudad deberá buscar con sus equipos jurídicos las mejores alternativas jurídicas que permitan el flujo de recursos públicos como recursos de libre destinación del Sistema General de Participaciones, recursos de las tasas ambientales, recursos de proyectos del POAI. En la medida que se cuente con estos recursos para el capital inicial para este fondo de financiamiento, se podrán apalancar más recursos de fondos de inversión de impacto, banca multilateral y

cooperación internacional.

Los proyectos de descarbonización en Cali se alinean directamente con varios de los ODS, incluyendo el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) y el ODS 13 (Acción por el Clima). Esta alineación no solo fortalece la posición de Cali para acceder a financiamiento internacional, sino que también permite a la ciudad contribuir a la agenda global de sostenibilidad y desarrollo.

Tener como referencia las lecciones aprendidas y las buenas prácticas del caso de Avellaneda Argentina permitirá consolidar una estrategia de gobernanza en la que diferentes sectores de la sociedad tales como gobierno (nacional, regional y local), academia, sector privado, Organizaciones sociales etc., hagan parte de la aprobación, construcción e implementación los proyectos.

La administración Distrital de Santiago de Cali tiene el desafío a través del Alcalde de poner a discusión el Plan de Descarbonización en la junta directiva de la AMSO y consolidar sinergias institucionales para su aprobación.

15. Referencias

- Vergara, W., Fenhann, J. V., & Schletz, M. C. (2016). *Carbono Cero América Latina - Una vía para la descarbonización neta de la economía regional para mediados de este siglo: Documento de visión*. UNEP DTU Partnership.
- ICLEI. (2024). *Hoja de Ruta hacia el 100% de Energías Renovables en Avellaneda, Argentina*. ICLEI – Gobiernos Locales por la Sostenibilidad.
- Gutiérrez Arguedas, A. (2020). *Capitalismo verde y energías “limpias”: Costa Rica como laboratorio mundial de descarbonización*. Anuario del Centro de Investigación y Estudios Políticos, 11, 195-228. <https://doi.org/10.15517/aciep.v0i11.43238>
- Sobrino, J., Garrocho, C., Graizbord, B., Brambila, C., & Aguilar, A. G. (2021). *Ciudades sostenibles en México: una propuesta conceptual y operativa*. El Colegio de México.
- Linares, P. (2018). *La transición energética*. Ambiental, 125, 20-31.
- ICLEI – Gobiernos Locales por la Sustentabilidad. (2024). *Recomendaciones de Políticas Locales: Hacia la Transición 100% Energías Renovables*.
- Mundial, G. B. (2022). *Hoja de ruta para la acción climática en américa latina y el caribe*. Grupo Banco Mundial, Washington DC.
- García-Sánchez, D. (2020). *La energía renovable como motor de una economía descarbonizada e inclusiva hacia el 2050: Consideraciones de política pública en Costa Rica*. Revista de Política Económica y Desarrollo Sostenible, 6(1), 1-20. <https://doi.org/10.15359/peds.6- 1.6>

López Astudillo, A., Garzón Morales, D., & Monsalve Castillo, Z. (2024). *Descarbonización de la economía: Casos de éxito en diferentes sectores económicos orientados hacia la E2050*. Universidad Icesi. <https://doi.org/10.26507/paper.3706>

Banco Mundial. (2021). *Hoja de ruta para la acción climática en América Latina y el Caribe (2021-2025)*. Banco Mundial.

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). (2023). *Guía para Financiamiento de Proyectos de Energía Limpia y Eficiencia Energética en América Latina*. Viena: ONUDI.

Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Santiago de Cali (2014)Superintendencia Financiera de Colombia. (s.f.). *Regulación para emisión de bonos verdes en el mercado colombiano*. Recuperado de [https://www. superfinanciera.gov.co](https://www.superfinanciera.gov.co).

World Bank Group. (2021). *State and Trends of Carbon Pricing*. Washington, D.C.: World Bank. Disponible en: [https:// openknowledge.worldbank.org](https://openknowledge.worldbank.org)