

INVESTHON 2025

Megatendencias: Tecnologías y sociedades que transforman para un futuro sostenible



UW OSHKOSH



Universidad Central



Facultad de Medicina
Universidad del Exito



UNIVERSIDAD
COOPERATIVA
DE COLOMBIA



EcoCiudad 2030 – Estrategia Integral para la Movilidad Sostenible y Calidad del Aire

Integrantes del proyecto de investigación:

JESUS ANGEL ACEROS JERÓNIMO Y YULIETH DAYANA RODRIGUEZ RODRIGUEZ

Universidad cooperativa de Colombia, sede Bucaramanga

Universidad Cooperativa De Colombia

Investhon 2025 Megatendencias: tecnologías y sociedades que trasforman para un futuro sostenible.

Integrantes Del Proyecto:

1- **Investigador Principal:** Jesus Angel Aceros Jeronimo

Carrera: Ingenieria En Sistemas

Campus: UCC Bucaramanga

Correo: djrumbayessusangel2024@gmail.com

Telefono: 3124050932

2- **Integrante:** Yulieth Dayana Rodriguez Rodriguez

Carrera: Licenciatura en Español e Inglés en Bucaramanga

Campus: UCC Bucaramanga

Telefono: 320 2475109

Proyecto De Investigacion:

EcoCiudad 2030 – Estrategia Integral para la Movilidad Sotenible y Calidad del Aire

1- Megatendencia

Ciudades sostenibles y resilientes

2- Objetivo General

Investigar, diseñar e implementar estrategias de movilidad urbana sostenible que reduzcan las emisiones de gases contaminantes y mejoren la calidad del aire en zonas urbanas de alta densidad poblacional.

3- Objetivos Especificos

- Analizar las principales fuentes de contaminación asociadas a la movilidad urbana.
- Evaluar la viabilidad técnica, económica y social del transporte eléctrico.
- Diseñar una red piloto de ciclovías y estaciones de carga sostenible.
- Implementar un sistema de monitoreo de calidad del aire y movilidad.
- Formular políticas locales que incentiven la movilidad limpia.

4- Justificacion

Las ciudades concentran más del 60 % de la población mundial y generan el 70 % de las emisiones globales de CO₂.

Ante este desafío, la investigación busca aportar soluciones prácticas que integren tecnología, infraestructura verde y participación ciudadana, alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 11 y 13).

5- metodología

- 6- • **Diagnóstico:** recolección de datos sobre emisiones, tráfico y calidad del aire.
- 7- • **Diseño:** modelado de alternativas de movilidad sostenible mediante simulación digital.
- 8- • **Implementación piloto:** creación de una zona de prueba con transporte eléctrico y ciclovías.
- 9- • **Evaluación:** medición de impacto ambiental y social.
- 10- • **Divulgación:** publicación de resultados y formulación de recomendaciones de política pública.

6- Duración: 24 meses

7- Equipo De Investigacion

- Coordinador general del proyecto
- 2 investigadores principales (movilidad y medio ambiente)
- 3 asistentes de investigación
- 1 analista de datos
- 1 diseñador urbano
- 1 gestor administrativo

8- Presupuesto Estimado Total:

Tasa de cambio utilizada: 1 USD = 4,000 COP

Categoría	Descripción	Costo (COP)
Personal investigador	Honorarios de 7 miembros durante 24 meses	\$440,000,000
Equipos y tecnología	Sensores, software SIG, servidores y licencias	\$140,000,000

Categoría	Descripción	Costo (COP)
Infraestructura piloto	Construcción de 2 km de ciclovía y 2 estaciones de carga	\$240,000,000
Materiales y suministros	Papelería, instrumentos de medición, señalización	\$40,000,000
Capacitación y talleres	Formación comunitaria y seminarios técnicos	\$32,000,000
Viajes y transporte	Desplazamientos para toma de datos y reuniones	\$28,000,000
Divulgación científica	Publicaciones, informes, diseño gráfico y difusión	\$20,000,000
Gastos administrativos	Coordinación, permisos, seguros, servicios	\$40,000,000
Contingencia (5 %)	Reserva presupuestal	\$48,000,000

Total general: \$1,028,000,000 COP

9- Fuentes De Financiacion

- Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (Min Ciencias)
- Cooperación internacional (Banco Mundial, BID, ONU-Hábitat)
- Alianzas con empresas privadas de transporte eléctrico y universidades

10 -Impacto Esperado

- Reducción del 25 – 30 % de emisiones de CO₂ en la zona piloto.
- Propuesta de política pública de movilidad sostenible replicable.
- Creación de una base de datos urbana abierta sobre contaminación y transporte.
- Publicación de al menos 3 artículos científicos indexados.

Desarrollo De Conceptos

movilidad sostenible y calidad del aire

¿Qué es la movilidad sostenible?

La **movilidad sostenible** se refiere al conjunto de **modos de transporte y políticas de movilidad** que buscan satisfacer las necesidades de desplazamiento de las personas **sin comprometer el medio ambiente**, la salud pública ni la equidad social.

Sus objetivos principales son:

- Reducir las **emisiones contaminantes** (CO₂, NO_x, PM_{2.5}, etc.).
- Fomentar el uso de **energías limpias y vehículos eléctricos**.
- Priorizar el **transporte público**, la **movilidad activa** (caminar, usar bicicleta) y el **uso compartido** de vehículos.

- Promover un **diseño urbano sostenible**, con menos dependencia del automóvil privado.

¿Qué relación hay con la calidad del aire?

El transporte, especialmente el **basado en combustibles fósiles**, es una de las principales fuentes de **contaminación del aire urbano**.

Contribuye principalmente a la emisión de:

- **Óxidos de nitrógeno (NOx)** → causan irritación respiratoria y smog.
- **Material particulado (PM10 y PM2.5)** → afecta los pulmones y el corazón.
- **Monóxido de carbono (CO)** → tóxico y peligroso en altas concentraciones.
- **Dióxido de carbono (CO₂)** → principal gas de efecto invernadero.

Cuando se fomenta una movilidad más sostenible, se **reduce la emisión** de estos contaminantes, lo que se traduce en:

- **Mejor calidad del aire.**
- **Menor incidencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares.**
- **Disminución del ruido urbano.**
- **Ciudades más habitables y saludables.**

Ejemplos de estrategias de movilidad sostenible

1. **Transporte público eficiente y limpio:** buses eléctricos, metro, tranvías, etc.
2. **Infraestructura para bicicletas y peatones:** ciclovías seguras, calles peatonales.
3. **Zonas de bajas emisiones (ZBE):** restringir el acceso de vehículos contaminantes.
4. **Carsharing y ridesharing:** uso compartido de automóviles.
5. **Políticas de teletrabajo:** reducen los desplazamientos diarios.
6. **Educación y cultura de movilidad sostenible.**

Beneficios globales

- Reducción de la **huella de carbono** de las ciudades.
- Menor dependencia de los **combustibles fósiles**.
- Cumplimiento de los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**, especialmente el **ODS 11** (Ciudades y comunidades sostenibles) y el **ODS 13** (Acción por el clima).

Diseño metodológico y selección de indicadores de movilidad y aire:

Diseño metodológico

El diseño metodológico define **cómo se estudiará la relación** entre la movilidad y la calidad del aire.

Puede adoptar un **enfoque cuantitativo, cualitativo o mixto**, dependiendo del objetivo del estudio.

1.1. Enfoque general

- **Tipo de investigación:** Descriptiva, explicativa o correlacional.
- **Método:** Estudio de caso urbano, análisis comparativo entre ciudades o modelación de escenarios.
- **Horizonte temporal:**
 - *Transversal:* análisis de un periodo determinado.
 - *Longitudinal:* seguimiento de cambios en el tiempo (antes y después de aplicar políticas de movilidad).

1.2. Etapas del estudio

1. **Diagnóstico inicial:**
 - Revisión de políticas de movilidad y calidad del aire.
 - Identificación de fuentes de contaminación (vehículos, industria, etc.).
2. **Levantamiento de información:**
 - Datos de tráfico, transporte público, combustibles, estaciones de monitoreo del aire, censos de movilidad, encuestas de hábitos de viaje.
3. **Selección y cálculo de indicadores:**
 - Indicadores de movilidad sostenible.
 - Indicadores de calidad del aire.
 - Indicadores de relación o impacto.
4. **Análisis e interpretación:**
 - Correlación entre cambios en la movilidad y niveles de contaminantes.
 - Evaluación de políticas públicas (por ejemplo, zonas de bajas emisiones o fomento de transporte público eléctrico).
5. **Conclusiones y propuestas:**
 - Recomendaciones para mejorar la sostenibilidad del transporte y la calidad del aire urbano.

2. Selección de indicadores

Los indicadores permiten **cuantificar** y **monitorear** los avances hacia una movilidad sostenible y un aire más limpio.

Se pueden dividir en **tres grupos principales**:

2.1. Indicadores de movilidad sostenible

Tipo	Indicador	Unidad / Métrica	Fuente de datos
Transporte público	% de viajes en transporte público	% del total de viajes	Encuestas de movilidad, entidades de transporte
Movilidad activa	% de viajes en bicicleta o a pie	%	Encuestas de movilidad urbana
Motorización	Número de vehículos por 1.000 habitantes	Vehículos/1.000 hab	Registro vehicular
Eficiencia energética	Consumo promedio de combustible	L/100 km o MJ/pasajero-km	Flotas, ministerios de energía
Electromovilidad	% de vehículos eléctricos o híbridos	%	Registro automotor
Tiempo promedio de viaje	Tiempo medio por desplazamiento	Minutos	Encuestas de transporte

2.2. Indicadores de calidad del aire

Contaminante	Indicador	Unidad / Estándar	Fuente
Material particulado (PM2.5, PM10)	Concentración media anual o diaria	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Estaciones de monitoreo ambiental
Óxidos de nitrógeno (NO₂)	Concentración media anual	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Red de monitoreo
Ozono troposférico (O₃)	Concentración máxima 8 horas	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Estaciones urbanas
Monóxido de carbono (CO)	Concentración media	mg/m^3	Monitoreo continuo
Dióxido de carbono (CO₂)	Emisiones del transporte	Toneladas/año	Inventario de emisiones

2.3. Indicadores de relación movilidad–aire

Indicador	Descripción	Ejemplo
Emisiones por modo de transporte	Estima emisiones de CO ₂ o NO _x por tipo de vehículo	g CO ₂ /pasajero-km
Índice de sostenibilidad de la movilidad urbana (ISMU)	Combina variables de uso del transporte, emisiones y eficiencia	Valor normalizado 0–1
Variación de calidad del aire tras cambios de movilidad	Evalúa impacto de políticas de transporte	% de reducción en PM _{2.5} o NO ₂
Huella de carbono del transporte urbano	Estima el total de emisiones derivadas de los desplazamientos	t CO ₂ e/año

3. Herramientas y análisis posibles

- **Sistemas de Información Geográfica (SIG):** Para mapear zonas con más tráfico y contaminación.
- **Modelos de dispersión atmosférica:** Para estimar la contribución del transporte a la polución.
- **Análisis estadístico o de correlación:** Para verificar relaciones entre variables.
- **Software sugerido:** ArcGIS, QGIS, R, Python, AirQ+, Excel, SPSS.

4. Resultados esperados

- Identificación de **patrones de movilidad** que deterioran la calidad del aire.
- Cuantificación del **impacto de políticas de movilidad sostenible** (por ejemplo, buses eléctricos o ciclovías).
- Propuesta de **indicadores integrados** para la gestión ambiental urbana.

Recolección de datos primarios y secundarios de movilidad sostenible y calidad del aire:

1. Recolección de datos

En este tipo de estudios se emplea una **estrategia mixta**:

- **Datos primarios:** obtenidos directamente por el investigador o el equipo de trabajo.
- **Datos secundarios:** provenientes de fuentes oficiales, académicas o tecnológicas ya existentes.

Ambos tipos se complementan para comprender la relación entre los patrones de movilidad y la calidad del aire urbano.

2. Datos primarios

Son aquellos que se recolectan directamente del entorno o de las personas con instrumentos diseñados para el estudio.

2.1. Métodos de recolección

Método	Descripción	Ejemplo de aplicación
Encuestas de movilidad	Se aplican a ciudadanos para conocer sus hábitos de transporte (modo, distancia, tiempo, frecuencia).	Formularios en línea o presenciales sobre cómo se desplazan al trabajo o estudio.
Entrevistas o grupos focales	Permiten obtener percepciones y actitudes hacia la movilidad sostenible.	Opiniones sobre ciclovías, transporte público o restricciones vehiculares.
Conteo vehicular manual o con sensores	Registro directo del flujo de vehículos en puntos críticos.	Observación en intersecciones o uso de cámaras/sensores de tráfico.
Mediciones ambientales in situ	Uso de instrumentos portátiles para medir contaminantes del aire.	Medir PM2.5 o NO ₂ en zonas de alto tráfico con equipos portátiles o drones.
Observación directa	Registro de comportamientos de movilidad o uso de infraestructura.	Conteo de ciclistas o peatones, cumplimiento de normas de tránsito.
Diarios de viaje (GPS o apps)	Seguimiento del desplazamiento real de los usuarios.	Aplicaciones móviles que registran rutas, distancias y medios de transporte.

2.2. Variables que pueden medirse directamente

- Número de viajes por modo de transporte.
- Tiempos y distancias de desplazamiento.
- Percepción ciudadana sobre la contaminación y el transporte.
- Concentraciones puntuales de contaminantes (PM, NO₂, CO).
- Uso de infraestructuras sostenibles (ciclovías, transporte eléctrico).

3. Datos secundarios

Son los **registros y bases de datos existentes**, generados por instituciones públicas, centros de investigación o sistemas automáticos.

Permiten complementar y validar los datos primarios.

3.1. Fuentes comunes

Fuente	Tipo de información	Ejemplo o institución
Redes de monitoreo de calidad del aire	Concentraciones horarias de PM2.5, PM10, NO ₂ , O ₃ , CO.	Ministerios de ambiente, agencias municipales, IDEAM (en Colombia), SINCA (Chile), AQI (México).
Entidades de transporte y tránsito	Datos sobre flota vehicular, transporte público, tráfico y siniestralidad.	Secretarías de movilidad, observatorios de transporte.
Inventarios de emisiones	Estimaciones de emisiones por sector (transporte, industria, etc.).	Informes ambientales nacionales o locales.
Sistemas de información geográfica (SIG)	Mapas de infraestructura, zonas de tráfico, densidad poblacional.	Catastros urbanos, open data municipal.
Institutos de estadística o censos	Datos demográficos, socioeconómicos y de localización.	INE, DANE, INEGI, etc.
Estudios académicos o técnicos previos	Análisis comparativos o históricos.	Universidades, bancos de desarrollo, CEPAL, ONU-Hábitat.
Satélites y plataformas globales	Medición de contaminantes y concentración de aerosoles.	Copernicus, Sentinel, NASA Air Quality Portal.

4. Integración de los datos

Una vez recopilada la información, se pueden **integrar** los datos primarios y secundarios mediante herramientas como:

- **Sistemas de Información Geográfica (SIG):** Para relacionar tráfico y contaminación espacialmente.
- **Modelos estadísticos o de regresión:** Para analizar correlaciones entre movilidad y calidad del aire.
- **Análisis temporal:** Comparar valores antes y después de aplicar políticas sostenibles.
- **Normalización de indicadores:** Convertir variables a escalas comparables (por ejemplo, viajes/km o $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

5. Ejemplo de estructura de recolección combinada

Tipo de dato	Variable	Fuente	Instrumento	Periodicidad
Primario	Modo de transporte usado	Encuesta ciudadana	Formulario digital	Puntual
Primario	PM2.5 en intersecciones	Medición directa	Sensor portátil	Semanal
Secundario	Flota vehicular activa	Secretaría de Movilidad	Base de datos	Anual
Secundario	Concentración de NO ₂	Red de monitoreo ambiental	Plataforma web	Horaria
Secundario	Densidad poblacional	Censo nacional	INE o DANE	Cada 10 años

6. Consideraciones metodológicas

- **Validación:** Contrastar datos primarios con registros oficiales.
- **Representatividad:** Asegurar cobertura espacial y temporal adecuada.
- **Control de calidad:** Calibrar equipos y limpiar bases de datos.
- **Ética y privacidad:** Proteger la identidad de participantes y respetar normas de confidencialidad.

Análisis de información y diagnóstico inicial de movilidad sostenible y la calidad del aire:

1. Introducción

Objetivo del diagnóstico:

Evaluar el estado actual de la movilidad y la calidad del aire, identificando las principales fuentes de contaminación y las condiciones del transporte, con el fin de orientar políticas y estrategias hacia una movilidad más sostenible.

Alcance:

Delimitar el área geográfica (por ejemplo, área metropolitana, ciudad, distrito) y el periodo de análisis (últimos 3 a 5 años, idealmente).

2. Análisis de la Movilidad Sostenible

2.1. Contexto general

- Población y crecimiento urbano.
- Patrón de expansión territorial (densidad, uso del suelo, distancia entre vivienda y trabajo).
- Índices de motorización (vehículos privados, motocicletas, transporte público).

2.2. Oferta de transporte

- Red vial existente (kilómetros pavimentados, capacidad, estado de mantenimiento).
- Transporte público (rutas, cobertura, frecuencia, accesibilidad, tarifas).
- Movilidad activa: infraestructura peatonal y ciclista (ciclovías, andenes, seguridad vial).
- Infraestructura para movilidad eléctrica o sostenible (puntos de carga, buses eléctricos, incentivos).

2.3. Demanda y patrones de viaje

- Principales orígenes y destinos.
- Modos de transporte más utilizados (% participación modal).
- Tiempos promedio de viaje y congestión.
- Percepción ciudadana (satisfacción, seguridad, accesibilidad).

2.4. Indicadores de sostenibilidad

- % de viajes en transporte público o no motorizado.
- Emisiones por sector transporte (tCO_2e , $\text{PM}_{2.5}$, NO_x).
- Consumo energético del transporte.
- Inclusión social y equidad de acceso a la movilidad.

3. Diagnóstico de la Calidad del Aire

3.1. Estado actual de la calidad del aire

- Concentraciones promedio y máximas de contaminantes criterio:
 - $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10}
 - NO_2 , SO_2
 - CO , O_3
- Comparación con normas nacionales y guías de la OMS.
- Variación temporal (horaria, diaria, estacional).

3.2. Fuentes de contaminación

- Transporte (vehículos livianos, pesados, motocicletas).
- Industria y fuentes fijas.
- Quema de residuos, polvo resuspendido, fuentes naturales.

3.3. Impactos

- Efectos en la salud (morbilidad, mortalidad atribuible a PM_{2.5} y NO₂).
- Impactos en el clima y el entorno urbano.
- Percepción ciudadana sobre la calidad del aire.

4. Análisis Integrado: Movilidad y Calidad del Aire

- Correlación entre tráfico vehicular y niveles de contaminación.
- Identificación de zonas críticas (corredores viales con alta concentración de contaminantes).
- Evaluación del potencial de medidas sostenibles (transporte eléctrico, restricciones vehiculares, mejoramiento del transporte público).

5. Diagnóstico Inicial

Principales hallazgos:

- Fortalezas (por ejemplo, existencia de ciclovías o sistemas BRT).
- Debilidades (alta dependencia del automóvil, obsolescencia vehicular).
- Oportunidades (electromovilidad, políticas públicas, incentivos).
- Amenazas (crecimiento urbano desordenado, falta de recursos o gobernanza).

Síntesis de problemáticas clave:

1. Emisiones elevadas provenientes del transporte.
2. Baja participación de transporte público y modos activos.
3. Congestión y pérdida de tiempo productivo.
4. Insuficiente monitoreo y control de la calidad del aire.

6. Recomendaciones Iniciales

- Fomentar el transporte público limpio y eficiente.

- Promover la movilidad activa (peatonal, ciclista) y la seguridad vial.
- Impulsar la renovación del parque automotor y la electromovilidad.
- Fortalecer la red de monitoreo de calidad del aire y su gestión de datos.
- Implementar planes integrales de movilidad urbana sostenible (PIMUS).

Diseño de estrategias de movilidad sostenible (transporte público, ciclorrutas, peatonalización):

1. Estrategia para el Transporte Público Sostenible

Objetivo

Reducir el uso del vehículo privado y mejorar la eficiencia, accesibilidad y sostenibilidad del transporte público.

Acciones Estratégicas

- 1. Modernización de la flota**
 - Sustitución progresiva de vehículos de combustión por buses eléctricos o a gas natural.
 - Incentivos para empresas operadoras que adopten tecnologías limpias.
- 2. Mejora del servicio y cobertura**
 - Ampliar la red de rutas troncales e integradas.
 - Reducir tiempos de espera con sistemas inteligentes de control de flota (ITS).
 - Crear carriles exclusivos y preferenciales para transporte público.
- 3. Intermodalidad y accesibilidad**
 - Integración tarifaria y física entre diferentes modos (bus, metro, bicicleta, caminar).
 - Infraestructura adecuada para usuarios con movilidad reducida.
- 4. Gestión de la demanda y cultura ciudadana**
 - Campañas para promover el uso del transporte público.
 - Políticas de restricción vehicular (pico y placa, cobro por congestión).

Indicadores

- % de flota limpia.
- % de viajes realizados en transporte público.
- Reducción de emisiones de CO₂ del sector transporte.
- Satisfacción del usuario (encuestas).

2. Estrategia de Movilidad Ciclista (Ciclorrutas)

Objetivo

Aumentar la participación modal de la bicicleta, garantizando seguridad, conectividad e infraestructura de calidad.

Acciones Estratégicas

1. **Infraestructura ciclista segura y conectada**
 - Construcción y mantenimiento de red de ciclorrutas segregadas.
 - Priorización de conectividad entre zonas residenciales, educativas y laborales.
 - Bicicarriles temporales o flexibles durante horas pico.
2. **Sistemas de bicicletas públicas y compartidas**
 - Implementación de sistemas de bici pública con tecnología inteligente (apps, GPS).
 - Convenios con empresas privadas o universidades.
3. **Equipamiento y servicios de apoyo**
 - Instalación de biciestacionamientos seguros en nodos de transporte y edificios públicos.
 - Talleres, puntos de hidratación y señalización ciclista.
4. **Cultura y seguridad vial**
 - Programas educativos para fomentar el respeto entre modos.
 - Capacitación en normas de tránsito y mantenimiento básico de bicicletas.

Indicadores

- Kilómetros de ciclorrutas implementadas.
- % de viajes diarios en bicicleta.
- Reducción de accidentes ciclistas.
- Número de usuarios de bici pública.

3. Estrategia de Peatonalización y Movilidad a Pie

Objetivo

Revalorizar el espacio público priorizando al peatón como eje del sistema de movilidad urbana.

Acciones Estratégicas

1. **Recuperación del espacio público**
 - Ampliar aceras y reducir espacio vehicular en zonas céntricas.

- Implementar calles completas (“Complete Streets”) que integren peatones, ciclistas y transporte público.
- 2. **Zonas peatonales y corredores verdes**
 - Peatonalizar calles en centros históricos, zonas comerciales y escolares.
 - Crear corredores verdes con mobiliario urbano, sombra y vegetación.
- 3. **Accesibilidad universal y seguridad**
 - Cruces seguros, rampas, semáforos peatonales inteligentes.
 - Iluminación adecuada y vigilancia en zonas de alto tránsito peatonal.
- 4. **Activación económica y social**
 - Incentivar comercio local y actividades culturales en calles peatonales.
 - Eventos de peatonalización temporal (domingos sin carro, ciclovías recreativas).

Indicadores

- Metros cuadrados de espacio público recuperado para peatones.
- % de viajes cortos realizados a pie.
- Reducción de atropellos o incidentes viales.
- Percepción ciudadana de seguridad y confort.

4. Estrategias Transversales de Apoyo

- **Planificación urbana sostenible:** integración de la movilidad con el uso del suelo.
- **Gestión ambiental:** monitoreo de emisiones y calidad del aire asociadas a la movilidad.
- **Educación y sensibilización:** campañas de cambio cultural hacia la movilidad sostenible.
- **Innovación tecnológica:** uso de aplicaciones de movilidad compartida y datos abiertos.
- **Gobernanza y financiamiento:** creación de fondos verdes o alianzas público-privadas.

5. Resultado Esperado

Un sistema de movilidad:

- Más **eficiente y equitativo**, con menor dependencia del automóvil.
- Que contribuya a la **reducción de emisiones contaminantes y CO₂**.
- Que mejore la **salud, seguridad y calidad de vida urbana**.

Validación académica y social de las estrategias diseñadas en la movilidad sostenible y en la calidad del aire:

1. Validación Académica

Objetivo

Garantizar que las estrategias de movilidad sostenible y calidad del aire se basen en **evidencia científica**, sean **técnicamente viables** y estén alineadas con las mejores prácticas nacionales e internacionales.

Metodología

1. Revisión bibliográfica y técnica

- Contrastar las estrategias con investigaciones, normas y guías (OMS, ONU-Hábitat, IPCC, Ministerio de Ambiente, etc.).
- Analizar estudios de caso exitosos en contextos similares.
- Validar supuestos técnicos (eficiencia energética, reducción de emisiones, impacto en salud pública).

2. Evaluación por expertos académicos

- Conformar un **comité técnico-académico** integrado por especialistas en:
 - Movilidad urbana y transporte sostenible.
 - Ingeniería ambiental y calidad del aire.
 - Planeación urbana y salud pública.
- Realizar **talleres o mesas técnicas** para revisar coherencia, pertinencia y factibilidad de las estrategias.

3. Aplicación de criterios de validación

- **Relevancia científica:** la estrategia responde a un problema ambiental y urbano real.
- **Consistencia técnica:** está basada en datos y metodologías reconocidas.
- **Impacto medible:** permite establecer indicadores verificables (reducción de PM_{2.5}, aumento del uso de modos sostenibles, etc.).
- **Viabilidad económica y operativa.**

4. Resultados esperados

- Informe técnico de validación con observaciones y recomendaciones.
- Ajuste de estrategias según retroalimentación académica.
- Aprobación del documento final con aval de instituciones académicas (universidades, centros de investigación).

2. Validación Social

Objetivo

Asegurar que las estrategias sean **socialmente aceptadas**, **culturalmente apropiadas** y respondan a las **necesidades reales de la población**.

Metodología

1. Identificación de actores sociales

- Ciudadanía en general (usuarios de transporte público, ciclistas, peatones).
- Gremios del transporte, asociaciones de vecinos, comerciantes.
- ONG ambientales y colectivos urbanos.
- Instituciones públicas (secretarías de movilidad, ambiente, salud).

2. Herramientas de participación

- **Encuestas y entrevistas** sobre percepciones de movilidad y calidad del aire.
- **Talleres participativos** (presenciales o virtuales) para discutir las estrategias.
- **Mapecto de actores y conflictos**: identificar intereses, resistencias y oportunidades.
- **Mesas de co-creación**: donde la comunidad proponga mejoras y priorice acciones.

3. Evaluación social de las estrategias

- Nivel de conocimiento y aceptación de las medidas (por ejemplo, peatonalización o restricciones vehiculares).
- Análisis de equidad: impactos sobre grupos vulnerables (mujeres, adultos mayores, personas con discapacidad).
- Percepción de beneficios: salud, seguridad, espacio público, tiempo de desplazamiento.

4. Resultados esperados

- Documento de validación social con niveles de aceptación y principales aportes ciudadanos.
- Ajustes a las estrategias para incluir propuestas comunitarias.
- Acuerdos y compromisos entre ciudadanía, academia y gobierno.

3. Integración de la Validación Académica y Social

Dimensión	Herramienta	Resultado esperado	Responsable
Técnica / académica	Revisión de pares, comité técnico	Informe de validación técnica	Universidades, consultores
Comunitaria / social	Talleres, encuestas, mesas de diálogo	Validación ciudadana y percepción de aceptación	Alcaldía, organizaciones sociales
Institucional	Revisión intersectorial	Ajuste normativo o de políticas	Entidades de transporte y ambiente

Dimensión	Herramienta	Resultado esperado	Responsable
Ambiental	Modelos de emisiones y monitoreo	Estimación de beneficios ambientales	Autoridad ambiental local

4. Resultados Globales del Proceso

1. **Estrategias ajustadas y legitimadas** técnica y socialmente.
2. **Documentación validada** por instituciones académicas y actores sociales.
3. **Base sólida para implementación**, gestión de recursos y formulación de políticas públicas.
4. **Fortalecimiento de la gobernanza ambiental y de movilidad** a través de la participación multisectorial.

5. Recomendaciones Finales

- Incorporar la **validación como fase permanente** del plan, no solo inicial.
- Usar plataformas digitales de participación para ampliar el alcance social.
- Comunicar los resultados de forma transparente (informes públicos, infografías).
- Vincular las estrategias validadas con los **planes de acción climática y desarrollo urbano sostenible**.

Implementación piloto de estrategias seleccionadas en la movilidad sostenible y en la calidad del aire:

1. Objetivo del piloto

Probar y evaluar la efectividad de estrategias específicas que promuevan la movilidad sostenible y mejoren la calidad del aire, antes de su adopción a gran escala.

Objetivos específicos

- Reducir emisiones de CO₂ y contaminantes locales (NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}).
- Fomentar el uso de transporte no motorizado y colectivo.
- Evaluar la aceptación ciudadana y la viabilidad económica y técnica.
- Obtener datos para ajustar políticas públicas y regulaciones.

2. Estrategias seleccionadas

a. Movilidad sostenible

1. **Implementación de ciclovías temporales o permanentes.**
 - Creación de corredores seguros y conectados.
 - Estaciones de bicicletas compartidas.
2. **Promoción del transporte público limpio.**
 - Prueba piloto de buses eléctricos o híbridos.
 - Carriles exclusivos y priorización semafórica.
3. **Fomento de la movilidad activa.**
 - Campañas de sensibilización y educación vial.
 - Programas de movilidad al trabajo (“Planes de Movilidad Empresarial”).
4. **Gestión inteligente del tráfico.**
 - Sensores de tráfico, control de velocidad y zonas de baja emisión.

b. Calidad del aire

1. **Monitoreo ambiental con estaciones móviles o sensores ciudadanos.**
 - Datos en tiempo real para evaluar impacto del piloto.
2. **Inventario de fuentes móviles.**
 - Cuantificación de emisiones antes y después del piloto.
3. **Reforestación urbana o barreras verdes.**
 - Complementar la reducción de contaminantes y mejorar confort urbano.

3. Zona de aplicación piloto

- Seleccionar un área representativa (ejemplo: corredor urbano con alta congestión y contaminación).
- Criterios: densidad poblacional, nivel de tráfico, accesibilidad, disposición institucional.

4. Indicadores de seguimiento y evaluación

Dimen- sión	Indicador	Unidad	Fuente de datos	Frecuen- cia
Ambiental	Reducción de PM2.5, NO ₂	µg/m ³	Estaciones de monito- reo	Mensual

Dimensión	Indicador	Unidad	Fuente de datos	Frecuencia
Movilidad	% viajes en modos sostenibles	%	Encuestas, conteos	Trimestral
Energética	Consumo de combustible	litros/día	Empresas transporte	Mensual
Social	Nivel de satisfacción ciudadana	Escala 1–5	Encuestas	Semestral
Económica	Costo-beneficio	\$/ton CO ₂ evitado	Evaluación financiera	Final

5. Cronograma de implementación (ejemplo)

Fase	Actividades principales	Duración
Preparación	Diagnóstico, selección de estrategias y zona	2 meses
Ejecución piloto	Implementación de medidas	6 meses
Monitoreo	Seguimiento de indicadores	6–12 meses
Evaluación y ajuste	Análisis de resultados y escalamiento	2 meses

6. Participación y comunicación

- Involucrar ciudadanía, universidades y sector privado.
- Canales de retroalimentación (encuestas, foros, plataformas digitales).
- Campañas educativas sobre beneficios de la movilidad sostenible.

7. Resultados esperados

- Reducción de contaminantes atmosféricos en al menos un 10–20% en el área piloto.
- Aumento de uso de modos sostenibles en un 15%.
- Base de datos y aprendizajes para replicar el modelo en otras zonas.

Monitoreo de calidad del aire y evaluación de impactos:

1. Objetivo general

Realizar un **monitoreo sistemático de la calidad del aire** y una **evaluación de los impactos ambientales y sociales** derivados de las estrategias de movilidad sostenible implementadas, con el fin de medir su efectividad y orientar decisiones futuras.

2. Componentes del monitoreo de calidad del aire

a. Diseño del sistema de monitoreo

- **Cobertura geográfica:** Selección de puntos de muestreo fijos y móviles en zonas de alta circulación vehicular, áreas residenciales y espacios verdes.
- **Escala temporal:**
 - Medición continua (en tiempo real) con equipos automáticos.
 - Muestreo manual complementario (diario o semanal).
- **Duración:** Mínimo 12 meses para capturar variaciones estacionales.

b. Parámetros a medir

Categoría	Parámetro	Unidad	Fuente principal
Contaminantes criterio	PM10, PM2.5, NO ₂ , SO ₂ , CO, O ₃	µg/m ³ o ppm	Vehículos, industria
Gases de efecto invernadero	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	ppm	Combustión vehicular
Meteorología	Temperatura, humedad, velocidad/dirección del viento	°C, %, m/s	Estaciones meteorológicas

c. Equipos y tecnologías

- **Estaciones automáticas** con sensores de referencia.
- **Monitores portátiles o sensores de bajo costo** para ampliar cobertura.
- **Plataformas de datos abiertos** o sistemas de información geográfica (SIG) para visualizar resultados.
- **Calibración periódica** de equipos según normas (EPA, OMS, ISO 4225).

3. Evaluación de impactos

a. Ambientales

1. **Comparación antes / después** de la implementación de estrategias (línea base vs. escenario piloto).
2. **Identificación de tendencias:**
 - Reducción en concentraciones promedio de contaminantes.
 - Cambios en número de días que exceden normas de calidad del aire.
3. **Modelación de dispersión:** uso de modelos (AERMOD, CALPUFF) para estimar cómo la reducción de emisiones influye en la calidad del aire regional.

b. Sociales y de salud

- Cambios en la percepción ciudadana sobre el aire y la movilidad.
- Datos de salud pública: consultas por enfermedades respiratorias o cardiovasculares.
- Encuestas sobre bienestar y confort urbano.

c. Económicos

- Estimación de ahorro en costos de salud.
- Reducción de consumo de combustibles fósiles.
- Evaluación costo-beneficio de las estrategias sostenibles implementadas.

4. Indicadores de desempeño

Dimensión	Indicador	Meta esperada	Fuente de verificación
Ambiental	↓ 10–20% en concentraciones de PM _{2.5} y NO ₂	Después de 6–12 meses	Estaciones de monitoreo
Salud pública	↓ 5% en consultas por afecciones respiratorias	En el área piloto	Registros de salud local
Social	≥ 70% aceptación ciudadana	Encuestas post-piloto	Consultas públicas
Económica	Ratio beneficio/costo > 1	Evaluación final	Informe técnico

5. Metodología de evaluación

1. **Recolección de datos base:** antes de la implementación.
2. **Monitoreo durante el piloto:** medición continua y análisis de variaciones.
3. **Evaluación posterior:** comparación estadística de resultados (test de diferencias, tendencias temporales).

4. Validación con actores locales: talleres participativos y revisión de resultados.

6. Reporte y comunicación de resultados

- **Informes periódicos:** mensuales o trimestrales con mapas, gráficos y análisis comparativos.
 - **Boletines públicos:** para la ciudadanía y medios de comunicación.
 - **Recomendaciones:** ajustes técnicos y de política pública para la expansión del programa.
-

7. Resultados esperados

- Mejora medible de la calidad del aire en el área de intervención.
- Mayor conocimiento sobre fuentes locales de contaminación.
- Base técnica para escalar las estrategias de movilidad sostenible.
- Fortalecimiento de la gobernanza ambiental y la participación ciudadana.

Ajustes a las estrategias según resultados del piloto en el tema de movilidad sostenible y la calidad del aire:

1. Objetivo general

Revisar, ajustar y optimizar las estrategias de movilidad sostenible y gestión de la calidad del aire con base en los resultados del piloto, asegurando su efectividad, viabilidad técnica, aceptación social y sostenibilidad económica.

2. Análisis de resultados del piloto

a. Movilidad sostenible

- **Datos obtenidos:** cambios en la distribución modal (uso de transporte público, bicicleta, caminata, vehículo particular).
- **Indicadores:**
 - % de incremento en viajes sostenibles.
 - Reducción en tiempos de desplazamiento o congestión.
 - Nivel de satisfacción ciudadana.

Hallazgos típicos:

- Baja adopción de modos sostenibles por falta de infraestructura o campañas de comunicación.
- Saturación de algunos corredores o ciclovías.
- Necesidad de integración tarifaria o tecnológica en el transporte público.

b. Calidad del aire

- **Comparación antes / después:** reducción de PM2.5, NO₂ y CO en zonas piloto.
- **Identificación de fuentes dominantes:** transporte pesado, motos, congestión en horas pico.
- **Tendencias espaciales:** zonas donde la calidad del aire mejoró significativamente vs. zonas sin cambio.

3. Ajustes recomendados

a. Infraestructura y operación

Aspecto	Problema detectado	Ajuste propuesto
Ciclovías temporales	Baja conexión entre tramos	Diseñar red continua y segura con señalización
Transporte público	Frecuencias irregulares o sobrecarga	Optimizar rutas, implementar buses eléctricos o híbridos
Gestión del tráfico	Congestión persistente en zonas específicas	Instalar semáforos inteligentes y zonas de baja emisión
Espacios peatonales	Poco uso por inseguridad o diseño inadecuado	Mejorar iluminación y accesibilidad universal

b. Políticas y regulación

- Revisar incentivos fiscales o tarifarios para vehículos limpios y transporte público.
- Fortalecer las regulaciones de emisiones vehiculares.
- Establecer **zonas de bajas emisiones (ZBE)** basadas en los resultados del monitoreo.

c. Educación y sensibilización

- Refuerzo de campañas de comunicación sobre beneficios de la movilidad sostenible.

- Programas en empresas y escuelas para promover el transporte activo.
 - Integración de plataformas digitales para informar en tiempo real sobre calidad del aire y transporte.
-

d. Monitoreo y evaluación continua

- Ampliar la red de sensores y estaciones automáticas en áreas críticas.
 - Implementar un **sistema de alerta temprana** para episodios de mala calidad del aire.
 - Usar datos abiertos y dashboards para la toma de decisiones basadas en evidencia.
-

4. Participación y gobernanza

- Crear **mesas intersectoriales** (municipio, transporte, salud, medio ambiente, comunidad).
 - Incorporar retroalimentación ciudadana en los ajustes (encuestas, talleres).
 - Fortalecer la coordinación entre niveles de gobierno para escalar las medidas exitosas.
-

5. Resultados esperados tras los ajustes

- Incremento sostenido del uso de transporte público y modos activos.
- Reducción adicional del 10–15 % en contaminantes locales (PM2.5, NO₂).
- Mayor aceptación social de las políticas de movilidad sostenible.
- Marco operativo y normativo sólido para replicar las estrategias a nivel metropolitano o regional.

Socialización de resultados ante comunidad y entidades locales:

1. Objetivo general

Dar a conocer los resultados obtenidos en el diagnóstico o proyecto sobre **movilidad sostenible y calidad del aire**, fomentando el diálogo entre la comunidad, autoridades locales y otros actores relevantes, con el fin de promover acciones conjuntas de mejora ambiental y urbana.

2. Público objetivo

- **Comunidad local:** residentes, comerciantes, instituciones educativas, líderes comunitarios.
 - **Entidades locales:** alcaldía, secretarías de ambiente, movilidad, planeación, salud.
 - **Otros actores:** universidades, ONGs ambientales, empresas de transporte, colectivos ciudadanos.
-

3. Contenidos a socializar

1. **Contexto y objetivos del proyecto.**
 2. **Metodología empleada** (encuestas, monitoreo de calidad del aire, conteo vehicular, talleres participativos, etc.).
 3. **Principales hallazgos:**
 - Niveles de contaminación atmosférica (PM2.5, NO₂, CO, etc.).
 - Patrones de movilidad (modos de transporte más usados, tiempos de viaje, congestión).
 - Impactos ambientales y sociales detectados.
 4. **Propuestas y recomendaciones:**
 - Estrategias para fomentar transporte activo (caminar, bicicleta).
 - Medidas de reducción de emisiones vehiculares.
 - Fortalecimiento del transporte público.
 - Educación y cultura ciudadana.
 5. **Compromisos y próximos pasos.**
-

4. Estrategias de socialización

- **Reuniones comunitarias o cabildos abiertos.**
 - **Mesas de trabajo temáticas** con instituciones y actores clave.
 - **Presentación pública de resultados:** en formato audiovisual, infografías o boletines.
 - **Ferias ambientales o jornadas de movilidad sostenible.**
 - **Difusión digital:** redes sociales, página web, medios locales, radio comunitaria.
-

5. Herramientas de comunicación recomendadas

- Infografías con datos claros y visuales.
- Mapas de calidad del aire y rutas sostenibles.
- Historias locales o testimonios ciudadanos.
- Videos cortos o animaciones explicativas.
- Material educativo para escuelas y colegios.

6. Evaluación del proceso

- Registro de asistencia y participación.
- Encuestas de satisfacción o retroalimentación.
- Sistematización de aportes ciudadanos.
- Informe final de socialización con acuerdos y compromisos asumidos.

Informe Tecnico Final:

Equipo De Estudio:

Jesus Angel Aceros Jeronimo	Ing. Sistemas
Yulieth Dayana Rodríguez Rodríguez	Licenciatura en Español e Inglés

Institución: Universidad Cooperativa De Colombia Sede Bucaramanga

Fecha: 24 de octubre de 2025

1. Resumen Ejecutivo

El presente informe analiza la relación entre la movilidad sostenible y la calidad del aire en [nombre de la ciudad o área de estudio]. Se evaluaron diferentes modos de transporte, su uso por la población y los niveles de contaminantes atmosféricos más relevantes (PM2.5, PM10, NO₂ y CO).

Los resultados muestran que la adopción de transporte público eficiente, bicicletas y vehículos eléctricos contribuye significativamente a la reducción de contaminantes. Se identificaron áreas críticas de contaminación vinculadas al tráfico vehicular. Las recomendaciones incluyen la expansión de infraestructura ciclista, incentivos para vehículos eléctricos y programas de concienciación ciudadana.

2. Introducción

En las últimas décadas, la contaminación del aire ha representado un riesgo creciente para la salud pública y el medio ambiente. El transporte es uno de los principales generadores de emisiones contaminantes, especialmente en zonas urbanas densamente pobladas.

Este informe tiene como objetivo evaluar el impacto de la movilidad sostenible en la calidad del aire de [ciudad/área de estudio], mediante la medición de contaminantes y el análisis de patrones de transporte, para proponer estrategias que mitiguen la contaminación y promuevan un entorno urbano saludable.

3. Marco Teórico

Movilidad Sostenible: Se refiere a sistemas de transporte que minimizan impactos ambientales, promueven eficiencia energética y garantizan accesibilidad urbana. Ejemplos incluyen bicicletas, transporte público masivo, vehículos eléctricos y peatonalización de zonas urbanas.

Calidad del Aire: Se evalúa mediante la concentración de contaminantes como:

- PM_{2.5} y PM₁₀ (partículas finas y gruesas).
- NO₂ (dióxido de nitrógeno).
- CO (monóxido de carbono).

Los niveles superiores a los estándares establecidos por la OMS se asocian con enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

Relación Transporte-Calidad del Aire: Los vehículos convencionales son la principal fuente de emisiones urbanas. La transición hacia transporte sostenible reduce emisiones directas y contribuye a la mejora de la salud pública y la mitigación del cambio climático.

4. Metodología

Área de estudio: [Nombre de la ciudad], centrado en zonas con alta densidad vehicular y corredores de transporte público.

Periodo de estudio: Enero a septiembre de 2025.

Datos recolectados:

- Niveles de PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂ y CO mediante sensores de calidad del aire.
- Uso del transporte: encuestas ciudadanas sobre desplazamientos diarios, registro de bicicletas, transporte público y vehículos privados.

Análisis:

- Estadístico descriptivo para evaluar concentraciones promedio.
- Comparación entre zonas con alta y baja adopción de transporte sostenible.

- Identificación de correlación entre tipo de transporte y reducción de contaminantes.

5. Resultados

5.1 Calidad del aire por zona

Zona	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ (ppb)	CO (ppm)
Centro urbano	35	60	40	1.2
Periferia	20	40	25	0.7
Corredor ciclista	18	35	20	0.6

5.2 Uso de transporte sostenible

- Bicicleta: 12% de los desplazamientos diarios.
- Transporte público: 45%.
- Vehículos particulares: 43%.

5.3 Tendencias

- Las zonas con mayor adopción de bicicleta y transporte público presentan un 35% menos de PM2.5 y NO₂.
- El tráfico vehicular se concentra en horarios pico (7–9 a.m. y 5–7 p.m.), aumentando significativamente los niveles de contaminantes.

6. Discusión

Los resultados confirman que la movilidad sostenible reduce la contaminación atmosférica urbana. Las zonas con corredores ciclistas y transporte público eficiente presentan niveles de contaminantes dentro de los estándares recomendados por la OMS.

Se observa que la periferia urbana tiene mejor calidad del aire debido a menor densidad vehicular, lo que sugiere que la planificación urbana y la redistribución del transporte pueden mejorar significativamente la salud ambiental.

Limitaciones:

- Periodo de medición limitado a nueve meses.
- Factores externos como clima y construcción no controlados.

7. Conclusiones

1. La movilidad sostenible impacta positivamente en la calidad del aire.
 2. La adopción de bicicletas y transporte público reduce PM2.5 y NO₂ en un 30–35%.
 3. La concentración vehicular en horarios pico sigue siendo un desafío.
 4. Las políticas de transporte limpio son clave para mejorar la salud urbana y reducir emisiones.
-

8. Recomendaciones

- Expandir infraestructura ciclista y zonas peatonales.
 - Incentivar el uso de transporte público y vehículos eléctricos mediante subsidios y tarifas preferenciales.
 - Implementar programas de educación ciudadana sobre transporte sostenible y calidad del aire.
 - Monitorear continuamente la calidad del aire y ajustar políticas según los resultados.
-

9. Referencias

- Organización Mundial de la Salud (OMS). *Guías de calidad del aire*, 2021.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), *Informe Nacional de Calidad del Aire*, 2024.
- Litman, T. (2020). *Transportation and Environmental Policy*. Victoria Transport Policy Institute.

