



Estrategias desde la gerencia de proyectos para la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos: análisis de percepciones ciudadanas, barreras socioeconómicas en Medellín

Diana Norela Bedoya Garcés

Alejandro Hernández Velásquez

Modalidad de Opción de Grado Monografía

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

**Mayo 16 del 2026**

Estrategias desde la gerencia de proyectos para la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos: análisis de percepciones ciudadanas, barreras socioeconómicas en Medellín

Diana Norela Bedoya Garcés

Alejandro Hernández Velásquez

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesora

Ivonne Tatiana Muñoz Martínez

Magíster en Administración

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

**Mayo 16 del 2026**

<b>Índice</b>	<b>3</b>
<b>Lista de tablas</b>	<b>6</b>
<b>Lista de figuras</b>	<b>7</b>
<b>Lista de anexos</b>	<b>8</b>
<b>Resumen</b>	<b>9</b>
<b>Abstract</b>	<b>10</b>
<b>Introducción</b>	<b>111</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>133</b>
1.1 Descripción del problema	133
1.2 La pregunta de investigación	144
1.3 Los objetivos de investigación	144
1.3.1 Objetivo general	144
1.3.2 Objetivos específicos	<b>¡Error! Marcador no definido.4</b>
1.4 Justificación de la investigación	155
<b>2. MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>177</b>
<b>2.1. Marco de Antecedentes</b>	<b>177</b>
<b>2.2. Marco Teórico</b>	<b>211</b>
2.2.1 Transición energética como proceso sociotécnico	211
2.2.2 Teoría de difusión de innovaciones	211
2.2.3 Gobernanza energética urbana	222
2.2.4 Innovación social y transición energética	233
2.2.5 Integración de enfoques teóricos	243
2.2.6 Gerencia de proyectos aplicada a la transición energética	244
<b>2.3. Marco normativo</b>	<b>255</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b>	<b>276</b>

	4
<b>3.1. Enfoque y alcance de la investigación</b>	<b>276</b>
<b>3.2. Población y muestra</b>	<b>287</b>
3.2.1. Definición de la población	288
3.2.1.1 Componente Cuantitativo	288
3.2.1.2. Componente Cualitativo	288
3.2.2. Cálculo y selección de la muestra	298
3.2.2.1. Componente Cuantitativo	298
3.2.2.2. Componente Cualitativo	299
<b>3.3. Instrumentos</b>	<b>29</b>
3.3.1. Componente Cuantitativo	29
3.3.1.1. Criterios de inclusión	29
3.3.1.2. Criterios de exclusión	29
3.3.2. Componente Cualitativo	29
3.3.2.1. Criterios de inclusión	30
3.3.2.2. Criterios de exclusión	30
<b>3.4. Descripción de procedimientos</b>	<b>30</b>
3.4.1. Componente Cuantitativo	30
3.4.2. Componente Cualitativo	311
3.4.3. Diseño de la propuesta	321
<b>3.5. Análisis de información</b>	<b>332</b>
3.5.1. Componente cuantitativo	332
3.5.2. Componente cualitativo	344
<b>3.6. Consideraciones éticas</b>	<b>355</b>
3.6.1. Análisis de consideraciones éticas	355
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>366</b>
<b>4.1 Componente cuantitativo</b>	<b>366</b>

Estrategias desde la gerencia de proyectos para la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos: análisis de percepciones ciudadanas, barreras socioeconómicas en Medellín

	5
4.1.1 Datos sociodemográficos	366
4.1.2 Nivel de conocimiento	377
4.1.3 Percepción de energías limpias	387
4.1.4 Barreras económicas	388
4.1.5 Disposición de adopción	398
4.1.6 Relación entre variables	409
<b>4.2. Componente cualitativo</b>	<b>411</b>
<b>4.3. Estrategias de intervención</b>	<b>444</b>
<b>5. DISCUSIÓN</b>	<b>465</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>517</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b>	<b>547</b>
<b>8. REFERENCIAS</b>	<b>567</b>
<b>Anexos</b>	<b>623</b>

## Lista de Tablas

Tabla 1. Matriz de codificación para datos cuantitativos	33
Tabla 2. Matriz de codificación para datos cualitativos	34
Tabla 3. Características sociodemográficas de la población objeto de estudio	37
Tabla 4. Nivel de conocimiento de energías limpias	38
Tabla 5. Percepción de los participantes sobre las energías limpias	38
Tabla 6. Barreras económicas	39
Tabla 7. Disposición de adopción de los participantes	40
Tabla 8. Respuestas de las entrevistas y codificación	43
Tabla 9. Respuestas de las entrevistas y codificación	46

## **Lista de Figuras**

<b>Figura 1.</b> Correlación de Spearman entre variables	41
<b>Figura 2.</b> Porcentaje de incidencia por categoría	43

## **Lista de Anexos**

<b>Anexo 1.</b> Encuesta del componente cuantitativo sobre la adopción de tecnologías de energía limpia en Medellín	53
<b>Anexo 2.</b> Encuesta del componente cualitativo	54

## Resumen

A pesar de contar con un marco normativo favorable y un potencial técnico evidente, la adopción de energías renovables en los hogares de Medellín continúa siendo limitada. Esta investigación tuvo como propósito comprender las causas de este fenómeno y proponer estrategias desde la gerencia de proyectos, a partir del análisis de la percepción ciudadana y las barreras socioeconómicas presentes en el contexto urbano. Se empleó un enfoque mixto con alcance descriptivo-correlacional, encuestando 40 usuarios y entrevistando 20 expertos del sector energético. Los resultados evidencian una paradoja: aunque el 82.5% no utiliza energías limpias, existe alta disposición hacia su adopción. La percepción ciudadana es favorable, pero la accesibilidad es baja, siendo el costo inicial la principal barrera. Como respuesta, se plantean estrategias de financiamiento, alfabetización y gestión institucional. Se concluye que la transición energética depende de generar condiciones adecuadas más que de modificar percepciones.

**Palabras clave:** gerencia de proyectos; barreras socioeconómicas; energías renovables; percepción ciudadana; transición energética.

## **Abstract**

Despite having a favorable regulatory framework and clear technical potential, the adoption of renewable energy in households in Medellín remains limited. This research aimed to understand the causes of this phenomenon and to propose strategies from a project management perspective, based on the analysis of citizen perception and the socioeconomic barriers present in the urban context. A mixed-methods approach with a descriptive-correlational scope was employed, surveying 40 users and interviewing 20 experts in the energy sector. The results reveal a paradox: although 82.5% do not use clean energy, there is a high willingness to adopt it. Citizen perception is favorable; however, accessibility is low, with initial cost identified as the main barrier. In response, strategies related to financing, education, and institutional management are proposed. It is concluded that the energy transition depends more on creating enabling conditions than on changing perceptions.

**Keywords:** citizen perception; energy transition; project management; renewable energies; socioeconomic barriers.

## Introducción

En el panorama global actual, la transición hacia modelos sostenibles ha dejado de ser una opción para convertirse en una prioridad inaplazable. El uso intensivo de combustibles fósiles y la creciente demanda energética han impulsado la búsqueda de alternativas limpias, donde la energía solar fotovoltaica brilla como una solución prometedora.

Sin embargo, en ciudades con la complejidad de Medellín, el avance tecnológico choca con una realidad silenciosa: a pesar de contar con incentivos legales y un potencial técnico evidente, la adopción de estas energías en los hogares sigue siendo limitada. Esta brecha sugiere que los obstáculos no son solo cables o paneles; existen barreras invisibles en la economía, la cultura y la percepción de los ciudadanos que esta investigación busca desentrañar bajo la pregunta: ¿Qué factores determinan realmente que un hogar en Medellín decida dar el paso hacia la energía renovable?

La relevancia de este estudio trasciende el ámbito académico para situarse en el corazón del desarrollo urbano. Comprender qué condiciona la transición energética permite diseñar estrategias más humanas y efectivas, que no solo promuevan la tecnología, sino que conecten con las necesidades reales de la población. Al integrar teorías sobre la difusión de innovaciones y la gobernanza, la investigación aporta una visión sistémica que reconoce al usuario como el protagonista del cambio.

El objetivo central es, por tanto, analizar este fenómeno de manera integral. Se pretende identificar no solo cuánto sabe la población, sino cómo perciben los beneficios y qué miedos o dificultades encuentran al imaginar un sistema solar en su propio techo.

La literatura científica sostiene que cambiar la matriz energética de una ciudad es un proceso socialmente complejo (Geels, 2014; Rogers, 2003). No basta con que la tecnología exista; factores como la confianza en las instituciones y las condiciones económicas son los que finalmente inclinan la balanza (Schulte et al., 2021).

Para capturar esta complejidad, se adopta un enfoque mixto. Por un lado, la voz de la ciudadanía se recoge a través de encuestas cuantitativas que permiten medir tendencias

Estrategias desde la gerencia de proyectos para la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos: análisis de percepciones ciudadanas, barreras socioeconómicas en Medellín

generales. Por otro lado, la visión estratégica se obtiene mediante entrevistas a expertos y funcionarios, quienes aportan la interpretación de las dinámicas institucionales. Esta combinación permite que el análisis estadístico dialogue con la realidad social y política del sector.

Se espera que los resultados revelen patrones claros sobre cómo los habitantes de Medellín interactúan con la idea de la energía limpia. Identificar estas barreras —sean de conocimiento, económicas o de confianza— es el primer paso para proponer recomendaciones que fortalezcan las políticas públicas.

En última instancia, esta investigación aspira a ser una hoja de ruta para construir una Medellín más sostenible y resiliente, donde la tecnología solar deje de ser una novedad lejana y se convierta en una herramienta cotidiana para mejorar la calidad de vida y proteger el entorno urbano.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción del problema**

En general, problemas como el cambio climático han generado que se genere una motivación adicional para proponer e implementar medidas que posibiliten una transición hacia sistemas energéticos sostenibles, debido a que es necesario reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2023), es importante adoptar energías renovables para alcanzar la neutralidad de carbono hacia mediados del presente siglo.

En América Latina, aunque se han generado avances en materia de transición energética, no son suficientes debido a los problemas que siguen existiendo de infraestructura, regulación e inversión (Banco Interamericano de Desarrollo, 2024). En Colombia, se viene impulsando el uso y desarrollo de energías limpias; sin embargo, su implementación extensiva aún tiene inconvenientes técnicos, económicos y culturales (UPME, 2022).

En el contexto local, Medellín se posiciona como una ciudad innovadora en términos de sostenibilidad urbana. No obstante, la adopción de energías limpias y renovables no ha alcanzado un nivel apropiado para que sea eficiente. Estudios previos han identificado diferentes factores que están influyendo en que esto suceda, tales como desconocimiento por parte de la ciudadanía, altos costos iniciales (EPM, 2022).

Adicionalmente, en la actualidad se presentan desafíos importantes por la desconexión que tienen los diferentes actores públicos y civiles, generando una baja implementación de políticas que faciliten la implementación de energías limpias. La falta de diálogo entre actores genera un impacto negativo en la transición energética y en el acceso que las personas puedan tener a estas.

Lo anterior genera consecuencias negativas, ya que siguen persistiendo desigualdades para el acceso a estas energías, se sigue dependiendo de fuentes de energía tradicionales, sigue persistiendo la vulnerabilidad ambiental y el desarrollo sostenible no crece.

## **1.2 La pregunta de investigación**

¿Qué estrategias desde la gerencia de proyectos pueden facilitar la adopción de tecnologías de energía limpia en Medellín, considerando las percepciones ciudadanas y las barreras socioeconómicas presentes en el contexto urbano?

## **1.3 Los objetivos de investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Proponer estrategias desde la gerencia de proyectos que faciliten la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos, a partir del análisis de las percepciones ciudadanas y las barreras socioeconómicas presentes en Medellín.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar las percepciones ciudadanas y las barreras socioeconómicas e institucionales asociadas a la adopción de tecnologías de energía limpia en Medellín, mediante el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, para comprender los factores que condicionan su implementación en el contexto urbano.
- Diseñar estrategias de intervención desde la gerencia de proyectos que promuevan la adopción de tecnologías de energía limpia en Medellín, mediante la integración de los resultados del análisis diagnóstico, para facilitar una transición energética sostenible y socialmente viable en el contexto urbano.

## 1.4 Justificación de la investigación

En la actualidad, la transición hacia energías limpias ha dejado de ser un debate técnico para convertirse en una prioridad global. Si bien organismos como la International Energy Agency (IEA, 2023) la sitúan como el eje de la sostenibilidad, es fundamental comprender que este cambio no ocurre solo en los laboratorios, sino en el tejido mismo de nuestras ciudades. Sin embargo, existe una paradoja persistente: a pesar de la urgencia climática y los avances en ingeniería, la llegada de estas tecnologías a los hogares sigue siendo un proceso lento y desigual, especialmente en las urbes de economías en desarrollo (UNEP, 2022).

Esta brecha nos indica que la transición energética no es un fenómeno puramente tecnológico, sino un proceso profundamente humano. No basta con que una solución sea eficiente; es necesario que las personas la perciban como accesible y comprensible dentro de su cultura y valores. Como han señalado Ajzen (1991) y Rogers (2003), existe una distancia crítica entre "querer" ser sostenible y "poder" implementar dicha sostenibilidad en la vida diaria, un fenómeno donde las actitudes positivas chocan frecuentemente con las limitaciones de la realidad cotidiana.

En entornos con una identidad tan vibrante y compleja como Medellín, donde el crecimiento acelerado convive con marcadas desigualdades, el análisis de la percepción ciudadana cobra una relevancia ética y práctica. En estos contextos, factores como el costo de implementación, el acceso a la información y el respaldo institucional pueden influir significativamente en la adopción de energías limpias (Geels, 2011). Entender la energía como un sistema "sociotécnico" significa reconocer que los cables y las celdas fotovoltaicas están conectados a las aspiraciones y preocupaciones de la gente.

A pesar de los esfuerzos normativos, las políticas públicas a menudo parecen distantes de la ciudadanía. La baja visibilidad de los programas y la persistencia de barreras económicas generan una desconexión entre el decreto y la práctica social (CEPAL, 2020). Por ello, la academia no puede limitarse a evaluar la disponibilidad de herramientas; debe sumergirse en las condiciones de vida que facilitan o bloquean su uso.

Bajo esta premisa, la presente investigación adopta un enfoque mixto para dar voz a los actores del cambio. Al integrar métodos cuantitativos con la riqueza de los relatos cualitativos

Estrategias desde la gerencia de proyectos para la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos: análisis de percepciones ciudadanas, barreras socioeconómicas en Medellín

(Creswell & Clark, 2018), buscamos trascender la visión fría del dato para comprender las experiencias y significados que los individuos le otorgan a la energía limpia.

En última instancia, este estudio se justifica por su compromiso social: generar evidencia empírica que humanice el diseño de políticas públicas. Al identificar qué motiva y qué detiene al ciudadano, los resultados permiten construir estrategias de promoción más equitativas y cercanas (Sovacool, 2016). En síntesis, no buscamos simplemente describir una realidad técnica, sino aportar luz sobre un proceso complejo donde la innovación solo cobra sentido cuando logra transformar, positivamente, la vida de las personas.

## **2. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1. Marco de Antecedentes**

En las últimas décadas, la transición energética ha salido como un problema importante a tener en cuenta a nivel mundial, sobre todo porque cada vez cobra más relevancia el cambio climático y, por ende, la necesidad de bajar las emisiones de gases de invernadero que dañan la capa de ozono, lo que genera un aumento paulatino de la temperatura del planeta (Bernal-Zuñiga et al., 2018). Es en las ciudades donde se emiten la mayoría de este tipo de gases, sobre todo ciudades grandes e industrializadas que tienen muchas fábricas y medios de transporte, los cuales siguen siendo alimentados con combustibles tradicionales. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2023), todo lo que comprende las zonas urbanas genera aproximadamente un 70% de dióxido de carbono, lo que las pone en un punto clave para implementar estrategias de mitigación. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2022) fue categórico al mencionar que hay que implementar sistemas energéticos sostenibles tan pronto como sea posible.

En algunos casos la tendencia parece estar cambiando, debido a que hay países de tradición industrial que han aumentado el uso de energías renovables gracias a una considerable inversión que han venido haciendo las últimas dos décadas. Estos países han promovido políticas de apoyo que generan motivación en las empresas o personas, ya que son acreedores de beneficios económicos que a la larga los terminan beneficiando por diferentes aspectos. Energías como la fotovoltaica, eólica y solar han sido mayormente implementadas y también han reducido sus costos (IRENA, 2020; REN21, 2023). Este crecimiento ha sido impulsado no solo por avances tecnológicos, sino también por políticas públicas orientadas a la descarbonización y a la diversificación de las matrices energéticas. Sin embargo, diversos estudios coinciden en que la transición energética no es únicamente un proceso técnico, sino que involucra transformaciones sociales, económicas e institucionales complejas.

Sin embargo, es indispensable conocer que el paso hacia nuevas energías limpias es un proceso que involucra diferentes dimensiones, ya sea social, económica o cultural. Es un error pensar que esta transición es meramente técnica y, por lo tanto, debe verse desde un enfoque multinivel socio-técnico-económico, en el que influyen la sociedad, la tecnología

disponible y los recursos (Geels, 2014). La transición energética no solo involucra a empresas y consumidores, sino también a una gama más amplia de actores, como grupos de la sociedad civil, medios de comunicación, residentes locales, autoridades locales, departamentales y nacionales (Farla et al., 2012).

En el entorno urbano, el enfoque ya no está solo en instalar paneles, sino en cómo se genera una solución integral. Investigaciones recientes, como las de Kobashi et al., (2021), subrayan que el verdadero potencial para reducir emisiones en nuestras ciudades reside en la sintonía entre tres pilares: los sistemas solares, la capacidad de almacenamiento y la movilidad eléctrica. Estas soluciones, conocidas como sistemas energéticos integrados, permiten optimizar el uso de recursos y mejorar la eficiencia energética (Kammen & Sunter, 2016). El reto es, ante todo, humano y organizacional: exige una coordinación impecable entre el sector público y las empresas privadas, además de una voluntad firme para invertir en la infraestructura que sostendrá el futuro de ciudades como Medellín.

En la región de América Latina, la transición energética no es una fórmula estándar; tiene un rostro y una urgencia particular. Existe una ventaja geográfica inmejorable: recursos solares, eólicos e hidroeléctricos. De hecho, como señala la CEPAL (2023), América Latina ya presume de tener una de las matrices eléctricas más limpias del planeta, lo que demuestra que está poniendo de su parte en el tema de tecnologías verdes. Sin embargo, la desigualdad y la capacidad institucional de los diferentes actores son una realidad difícil de ignorar. El reto no es solo la falta de recursos, sino la debilidad de las instituciones para convertir ese potencial natural en políticas que realmente lleguen a todos.

Si bien América Latina está avanzando en la adopción de energías limpias, aún faltan aspectos por incorporar. Según el informe de REN21 (2023), aunque los recursos naturales están ahí, aún existen desafíos para atraer inversiones constantes y para implementar tecnologías novedosas en entornos urbanos. Esta transición, sin embargo, no puede ser solo técnica; por lo tanto, el Banco Mundial (2023) destaca que los países en desarrollo deben fortalecer sus capacidades institucionales para garantizar una transición energética inclusiva y sostenible.

Uno de los aspectos más relevantes en la literatura regional es el papel de los factores sociales en la adopción de tecnologías energéticas. Según investigadores como Schulte et al., (2022), la decisión de adoptar tecnología solar en las casas depende mucho de la percepción

Estrategias desde la gerencia de proyectos para la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos: análisis de percepciones ciudadanas, barreras socioeconómicas en Medellín

de utilidad, de las normas sociales y de la confiabilidad que den las empresas prestadoras del servicio. Al final, esto reafirma lo que Dearing (2009) mencionaba hace dos décadas: una innovación se implanta en la sociedad solo si encaja con la cultura, si facilita la vida y si sus beneficios son fácilmente observables.

Más allá de lo social, Sudamérica tiene un gran potencial técnico para la generación de energía solar. Narváez (2023) confirma que en esta región existen niveles de irradiación solar favorables, lo que pone a América del Sur en una posición privilegiada para liderar el cambio hacia energías limpias. Sin embargo, esto no es suficiente, porque este potencial aún se ve impedido por las barreras económicas y regulatorias, generando que el avance no sea tan efectivo.

En Colombia, la transición hacia energías limpias ha dejado de ser una promesa para convertirse en una hoja de ruta oficial, impulsada sobre todo por nuevas leyes y grandes proyectos de infraestructura. Según la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2022), el país está logrando que su matriz energética sea más variada, dándole finalmente un espacio real al sol y al viento. Sin embargo, todavía queda una tarea pendiente: que esa revolución energética baje de los grandes parques solares y llegue realmente a los techos de nuestras casas y edificios en las ciudades.

A pesar del entusiasmo por las energías limpias, instalar paneles solares en las ciudades colombianas presenta diferentes dificultades. En Medellín, Rodríguez (2019) deja claro que los altos costos de instalación y el no saber cómo funciona la tecnología hacen que los ciudadanos no accedan a adquirir tecnologías limpias. Pero el problema no es solo técnico o económico; como señala Di Pietro (2022), existe un "cortocircuito" institucional donde la falta de coordinación entre las entidades impide que las buenas ideas se conviertan en políticas que funcionen de verdad.

Por otro lado, la literatura también ha resaltado la importancia de la gobernanza energética en la transición hacia sistemas sostenibles. Este concepto trasciende la simple administración de recursos; se define como el tejido de interacciones entre gobiernos, empresas y comunidades en la mesa de decisiones. Como señala el World Economic Forum (2022), una gobernanza robusta es el único mecanismo capaz de asegurar que las políticas públicas no sean solo directrices verticales, sino procesos participativos que involucren activamente a la sociedad en el cambio de paradigma energético

En este sentido, las comunidades energéticas han emergido como una alternativa innovadora para promover la adopción de energías renovables. Este modelo trasciende la figura del consumidor pasivo, permitiendo que los ciudadanos asuman un rol activo en la generación, gestión y consumo de su propio recurso energético. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, 2022), estas iniciativas tienen el potencial de democratizar el acceso y optimizar los costos operativos. No obstante, su escalabilidad depende de una arquitectura regulatoria robusta que proteja y formalice estas formas de organización colectiva.

En América Latina, el desarrollo de comunidades energéticas aún se encuentra en etapas iniciales. La CEPAL (2023) señala que, aunque existen experiencias exitosas, estas iniciativas enfrentan barreras relacionadas con la regulación, la financiación y la capacidad técnica. No obstante, representan una oportunidad para promover modelos energéticos más inclusivos y sostenibles.

A nivel global, organizaciones como la OECD (2018) y las Naciones Unidas (2018) han enfatizado la importancia de financiar la transición energética y de garantizar el acceso universal a la energía sostenible. Estos esfuerzos se enmarcan en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente en el ODS 7, que busca garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna.

En síntesis, los antecedentes revisados muestran que la transición energética es un proceso multidimensional que involucra factores tecnológicos, sociales, económicos y normativos. En el caso de Medellín, aunque existen avances en materia de sostenibilidad, persisten barreras que limitan la adopción de energías limpias. Estas barreras justifican la necesidad de investigaciones que analicen de manera integral la interacción entre percepción ciudadana, políticas públicas e infraestructura técnica, con el fin de proponer estrategias que faciliten una transición energética sostenible en el contexto urbano.

## **2.2. Marco Teórico**

### **2.2.1 Transición energética como proceso sociotécnico**

La transición energética se define como un proceso orientado hacia la descarbonización y la eficiencia; trasciende la implementación de nuevas infraestructuras para convertirse en un fenómeno de sostenibilidad integral. Este proceso no puede entenderse únicamente como un cambio tecnológico, sino como una transformación que involucra dimensiones sociales, económicas y políticas (Geels, 2014).

El enfoque sociotécnico invita a ver la energía no como una red de cables, sino como un tejido vivo donde la tecnología, las leyes y las personas están intrínsecamente conectadas. En este sentido, Geels (2014) plantea la perspectiva multinivel, la cual distingue entre nichos de innovación, regímenes sociotécnicos y el entorno o paisaje socioeconómico.

La transición energética no es un evento lineal, sino un proceso de cambios simultáneos y profundamente interdependientes. Sovacool (2016) menciona que este fenómeno exige una sincronía entre la innovación tecnológica, la evolución de las políticas públicas y la transformación de los comportamientos sociales; un desajuste en cualquiera de estos ejes puede frenar el avance del sistema completo. En el ámbito urbano, esta complejidad se intensifica debido a la concentración de población, infraestructura y consumo energético (IEA, 2023).

En consecuencia, la transición energética en ciudades como Medellín debe entenderse como un proceso multidimensional que requiere la articulación entre innovación tecnológica, políticas públicas y participación ciudadana.

### **2.2.2 Teoría de difusión de innovaciones**

Comprender la transición hacia energías limpias exige mirar más allá del panel solar y enfocarse en el usuario. Para ello, la Teoría de Difusión de Innovaciones propuesta por Rogers (2003) sigue siendo el marco de referencia esencial. Esta teoría explica que la tecnología no se expande por su propia inercia, sino a través de un proceso de comunicación y aceptación

dentro de un tejido social. Según Rogers (2003), la adopción de una innovación depende de cinco atributos: ventaja relativa, compatibilidad, complejidad, posibilidad de prueba y observabilidad. Estos factores influyen directamente en la decisión de adopción de tecnologías como los sistemas solares fotovoltaicos.

La transición hacia energías limpias en las ciudades no es un proceso de simple adquisición técnica, sino un fenómeno de validación social. Como sugieren Ha & Kumar (2021), la adopción de estas tecnologías en contextos urbanos está mediada por una tríada de factores críticos: la percepción de beneficios tangibles, la confianza en las instituciones que promueven el cambio y, fundamentalmente, las normas sociales que rigen el comportamiento colectivo.

Esto confirma que la disponibilidad de paneles solares es insuficiente si no existe una aceptación social robusta que respalde la inversión. Bajo esta lógica, la ciudad funciona como un escenario de visibilidad. La interacción entre individuos y la exposición a experiencias exitosas actúan como catalizadores del cambio. Además, la interacción entre individuos y la visibilidad de experiencias exitosas pueden acelerar los procesos de adopción tecnológica (Rogers, 2003).

### **2.2.3 Gobernanza energética urbana**

La gobernanza energética urbana trasciende la simple administración técnica; se define como el ecosistema de interacciones entre actores públicos, privados y la sociedad civil para la gestión del recurso. Como argumenta Di Pietro (2022), este enfoque reconoce que la transición no es un mandato unidireccional, sino un proceso de corresponsabilidad que exige la participación activa de múltiples estamentos sociales para ser legítimo y viable.

Bajo esta lógica, diversos estudios subrayan que la gobernanza opera como un proceso multinivel. Según el World Economic Forum (2022), las decisiones no ocurren en silos, sino que se desplazan en escalas que van desde la micropolítica local hasta los compromisos climáticos globales. En este entramado, la coordinación institucional surge como el factor determinante: sin una alineación clara entre lo que se legisla y lo que se ejecuta, las políticas energéticas pierden su capacidad de impacto.

Finalmente, la efectividad de este modelo recae en la agencia de los gobiernos locales. Su capacidad para diseñar e implementar políticas públicas no solo depende de recursos técnicos, sino de su habilidad para articular intereses contrapuestos. Como advierte nuevamente Di Pietro (2022), la fragmentación o la falta de diálogo entre los actores involucrados constituye el principal "cuello de botella" que limita el éxito de las estrategias de descarbonización en el territorio.

#### **2.2.4 Innovación social y transición energética**

La innovación social trasciende la mera adopción de dispositivos técnicos; se define como la arquitectura de nuevas prácticas y modelos organizativos diseñados para mitigar desafíos socioambientales complejos. En el sector eléctrico, este fenómeno cobra vida a través de las comunidades energéticas y los proyectos de autogeneración distribuida. Como señala IRENA (2022), estas iniciativas no solo tecnifican el entorno, sino que proponen una reingeniería de la relación entre la sociedad y sus recursos básicos.

Este cambio de paradigma permite que el ciudadano abandone su rol tradicional de consumidor pasivo para transformarse en un prosumidor (productor y consumidor) con capacidad de agencia. Según las Naciones Unidas (2021), esta transición es la piedra angular para la democratización del sistema energético, donde la gestión descentralizada fortalece la resiliencia local y la equidad en el acceso.

No obstante, el despliegue de estas soluciones enfrenta una tríada de barreras críticas. De acuerdo con la CEPAL (2023), la implementación de estos modelos en economías en desarrollo se ve condicionada por marcos regulatorios rígidos, mecanismos de financiación asimétricos y brechas persistentes en la capacidad técnica. Superar estos obstáculos es el desafío fundamental para que la innovación social deje de ser una excepción y se convierta en el estándar de la transición regional.

### **2.2.5 Integración de enfoques teóricos**

La complejidad de la transición energética no puede abordarse desde una sola perspectiva; requiere una arquitectura teórica que conecte lo estructural, lo social y lo político. Esta integración permite una comprensión sistémica donde el cambio no es solo técnico, sino profundamente humano y organizacional.

Al triangular estos enfoques, logramos una hoja de ruta clara en cuanto a la dimensión estructural (Geels, 2014), la dimensión humana (Rogers, 2003) y la dimensión política (Di Pietro, 2022). Esta convergencia es particularmente crítica en contextos urbanos como Medellín. En la capital antioqueña, la transición no depende únicamente de la disponibilidad de infraestructura, sino de una coordinación precisa entre la regulación vigente, la voluntad institucional y la aceptación ciudadana. Entender esta tríada es fundamental para transformar a Medellín en un referente regional de sostenibilidad inclusiva.

### **2.2.6 Gerencia de proyectos aplicada a la transición energética**

La gerencia de proyectos se revela como una herramienta esencial para dar estructura y vida a las iniciativas de energía limpia, especialmente en ciudades donde las realidades sociales y económicas se entrelazan de forma compleja. En este marco, cada intervención se concibe como un esfuerzo con propósito y límites claros, diseñado para transformar una intención en un resultado tangible que beneficie directamente al entorno urbano (PMI, 2021).

Un pilar fundamental en este camino es el reconocimiento de las personas y organizaciones que dan vida al sistema: los actores clave o *stakeholders*. Entender quiénes son, qué necesitan y cómo se ven afectados, desde las familias en sus hogares hasta las entidades públicas y empresas del sector, es lo que permite que un proyecto sea acogido y respetado por la comunidad. Como sugieren Freeman (1984) y el PMI (2021), el éxito de la transición energética no reside solo en la tecnología, sino en la capacidad de armonizar los intereses de todos los involucrados.

Para asegurar que las acciones no sean aisladas, el uso de herramientas como el marco lógico permite trazar un hilo conductor transparente entre los problemas detectados y los beneficios

esperados. Este método garantiza que cada actividad tenga un sentido claro y responda directamente a las necesidades del diagnóstico, algo vital cuando se busca generar un impacto social positivo (Ortegón et al., 2005).

La planificación, por su parte, se entiende como el mapa que organiza el talento, el tiempo y los recursos disponibles. No se trata solo de administrar cifras, sino de optimizar los esfuerzos para que las soluciones lleguen de manera eficiente a quienes más las necesitan (Kerzner, 2017). Finalmente, los procesos de seguimiento y evaluación cierran este ciclo de aprendizaje, permitiendo verificar si las estrategias realmente están derribando los muros identificados y si la adopción de tecnologías limpias está transformando, paso a paso, la realidad de la ciudad (PMI, 2021).

En conjunto, este enfoque gerencial permite trascender el plano de los deseos para entrar en el terreno de las realidades posibles. Al combinar el rigor técnico con la sensibilidad social, la transición energética deja de ser un concepto abstracto para convertirse en un conjunto de metas alcanzables y sostenibles en el tiempo.

### **2.3. Marco normativo**

El despliegue de la transición energética en Colombia no es un evento fortuito que surgió de la noche a la mañana, sino el resultado de un avance legislativo sobre todo durante la última década. Este marco normativo ha transitado desde una visión centrada en el ahorro operativo hacia una política de Estado integral que busca descarbonizar la matriz energética y diversificar sus fuentes, respondiendo tanto a la urgencia climática global como a las necesidades de competitividad interna.

La base de este proceso se halla en la Ley 697 de 2001. En un momento donde la prioridad era la eficiencia, esta norma introdujo el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un pilar estratégico. Más que una restricción, esta ley planteó que optimizar el consumo es una herramienta de competitividad económica y una vía primaria para mitigar el impacto ambiental de los combustibles fósiles (Ministerio de Minas y Energía, 2001).

El verdadero cambio de paradigma ocurrió con la Ley 1715 de 2014. Esta Ley apareció como la primera pieza legislativa en la historia energética reciente de Colombia. Su propósito fue derribar las barreras de entrada para las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), como la solar y la eólica. Al introducir incentivos tributarios agresivos — deducciones de renta y exclusiones de IVA—, la ley transformó la inversión en energías limpias de un idealismo ambiental a una oportunidad financiera viable. No obstante, como señala la UPME (2022), la efectividad de esta norma ha enfrentado desafíos relacionados con la regulación técnica y la armonización entre las entidades del sector.

Para operativizar estas leyes, el Decreto 570 de 2018 introdujo las subastas energéticas, un mecanismo que inyectó competencia y permitió la entrada de nuevos jugadores al mercado eléctrico colombiano. Esta hoja de ruta se fortaleció con la Ley 2099 de 2021, que elevó la transición energética a rango de política de Estado, integrando conceptos modernos como el almacenamiento de energía, el hidrógeno verde y la digitalización del sector.

En el plano estratégico, el Plan Energético Nacional 2020–2050 de la UPME actúa como la brújula del sector, proyectando un sistema resiliente y diversificado para las próximas tres décadas. Este esfuerzo interno se alinea con imperativos internacionales como el Acuerdo de París (Naciones Unidas, 2015) y el ODS 7 (Naciones Unidas, 2021), que exigen una transición justa y un acceso universal a energía moderna.

A pesar de la solidez del soporte institucional, la literatura científica advierte sobre una brecha entre la norma y la práctica. Mientras ciudades como Medellín, a través de EPM (2022), lideran la ejecución de proyectos piloto, persisten obstáculos críticos. Como argumenta Di Pietro (2022), las barreras económicas, el desconocimiento técnico y la fragmentación entre actores institucionales siguen limitando la velocidad de adopción de tecnologías limpias en los entornos urbanos.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Enfoque y alcance de la investigación**

Esta investigación adopta un enfoque mixto, diseñado para trascender la superficie del fenómeno y alcanzar una comprensión multidimensional de la transición energética en contextos urbanos. Al integrar métodos cuantitativos y cualitativos, el estudio no solo busca medir el alcance del cambio, sino también desentrañar las motivaciones humanas que lo impulsan.

El componente cuantitativo actúa como el termómetro del sistema; mediante la recolección de datos estructurados a través de encuestas, permite dimensionar variables críticas como el nivel de alfabetización energética, la percepción de beneficios tangibles y la disposición real de los ciudadanos hacia las tecnologías sostenibles. Esta ruta facilita un análisis estadístico riguroso, identificando las correlaciones que definen las tendencias de adopción en la ciudad.

Por otro lado, el componente cualitativo aporta la profundidad necesaria para interpretar el "porqué" de las cifras. Esta fase permite explorar las narrativas, opiniones y, fundamentalmente, las barreras subjetivas que enfrentan los habitantes. Es aquí donde el contexto social y cultural cobra relevancia, permitiendo entender la energía no solo como un recurso técnico, sino como una práctica integrada en la cotidianidad.

Como sostienen Hernández et al., (2018), el valor del enfoque mixto reside en la combinación de fortalezas: mientras el dato aporta generalización y precisión, la cualitativa ofrece riqueza interpretativa. Esta visión integral es la que permite analizar con éxito tanto los factores medibles como las complejas dinámicas sociales que determinan el ritmo de la transición energética actual.

## **3.2. Población y muestra**

### **3.2.1. Definición de la población**

La población objeto de estudio se define de manera diferenciada según el enfoque metodológico adoptado en la investigación.

#### **3.2.1.1 Componente Cuantitativo**

La población objeto son los usuarios residenciales del servicio de energía eléctrica de la zona urbana de Medellín, específicamente aquellos pertenecientes a zonas urbanas de estratos 3, 4 o 5. La razón es que estos representan el núcleo de la demanda energética y poseen el mayor potencial de convertirse en prosumidores (productores y consumidores) mediante tecnologías como los sistemas solares fotovoltaicos. La idea es analizar variables relacionadas con el conocimiento, la percepción y la disposición hacia el uso de energías renovables.

#### **3.2.1.2. Componente Cualitativo**

La población está integrada por expertos del sector energético y funcionarios públicos. Estos actores clave poseen el conocimiento técnico y la trayectoria en la formulación de políticas que rigen el rumbo de la ciudad. La inclusión de estos actores permite obtener una visión más profunda sobre los factores institucionales, regulatorios y técnicos que influyen en la adopción de energías limpias en el contexto urbano.

La selección de estas dos poblaciones responde a la lógica del enfoque mixto, en donde no se buscan datos aislados, sino una sinergia entre el análisis estadístico de la percepción ciudadana y la interpretación experta de los líderes estratégicos, permitiendo así una comprensión más integral del fenómeno de estudio (Hernández & Mendoza, 2018).

### **3.2.2. Cálculo y selección de la muestra**

#### **3.2.2.1. Componente Cuantitativo**

Se definió una muestra de 100 usuarios residenciales en la zona urbana de Medellín. Más que buscar una representatividad estadística total, esta selección se basa en un muestreo no probabilístico por conveniencia, diseñado para identificar con precisión las tendencias, patrones y relaciones entre las variables clave de la transición energética (Etikan et al., 2016).

Debido a que este estudio de corte descriptivo-correlacional, el foco principal no es la generalización masiva, sino la comprensión profunda de las percepciones, el conocimiento y la disposición ciudadana hacia las energías renovables. Una muestra de 100 participantes es técnicamente robusta para ejecutar análisis estadísticos descriptivos y correlaciones básicas que otorguen validez a los objetivos planteados.

Finalmente, este tamaño de muestra garantiza la viabilidad operativa del proyecto, equilibrando el acceso efectivo a la población, la disponibilidad de los ciudadanos y los tiempos de recolección, asegurando así un proceso investigativo riguroso y ejecutable.

#### **3.2.2.2. Componente Cualitativo**

Se ha proyectado la participación de entre 10 a 15 expertos y funcionarios públicos vinculados directamente al ecosistema energético de Medellín. Esta cifra, lejos de ser arbitraria, responde a criterios de pertinencia y representatividad estratégica, asegurando que cada voz aporte una perspectiva única sobre el fenómeno de estudio.

### **3.3. Instrumento(s)**

#### **3.3.1. Componente Cuantitativo**

Los instrumentos que se aplicaron para la recolección cuantitativa de los datos se encuentran en el anexo 1. Este se basa en una encuesta que tiene el objetivo de conocer las variables sociodemográficas, el nivel de conocimiento y la percepción de los participantes de

Estrategias desde la gerencia de proyectos para la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos: análisis de percepciones ciudadanas, barreras socioeconómicas en Medellín

Medellín sobre las tecnologías de energía limpia. Las preguntas fueron tipo Likert (1-5) (Likert, 1932) y las variables medidas se nombran en la encuesta a continuación:

#### **3.3.1.1. Criterios de inclusión**

- Ser mayor de edad (18 años o más).
- Tener estrato socioeconómico de 3, 4 o 5.
- Residir en zona urbana de la ciudad de Medellín.
- Ser usuario del servicio de energía eléctrica.
- Aceptar participar voluntariamente en la investigación.

#### **3.3.1.2. Criterios de exclusión**

- Personas menores de edad.
- Habitantes de zonas rurales.
- Personas que no sean responsables o usuarios del servicio de energía.
- Encuestas incompletas o con respuestas inconsistentes.

#### **3.3.2. Componente Cualitativo**

Se realizaron entrevistas semiestructuradas y el diseño de estas encuestas se mencionan en el anexo 2. Estas consistieron en narrativas sobre: barreras sociales y culturales, opiniones sobre políticas públicas, experiencias con tecnologías limpias.

#### **3.3.2.1. Criterios de inclusión**

- Contar con formación o experiencia en el sector energético.
- Tener relación con temas de políticas públicas, energías renovables o sostenibilidad.
- Experiencia mínima de 2 años en el área.
- Aceptar participar voluntariamente.

### **3.3.2.2. Criterios de exclusión**

- Personas sin experiencia o conocimiento en el sector energético.
- Funcionarios sin relación con temas energéticos.
- Participantes que no completen la entrevista.

## **3.4. Descripción de procedimientos**

### **3.4.1. Componente Cuantitativo**

Se aplicó un cuestionario estructurado dirigido a los usuarios residenciales del servicio de energía eléctrica en zonas urbanas de la ciudad de Medellín.

La aplicación del instrumento se realizó de manera virtual, a través de plataformas digitales como formularios en línea, lo que permitirá facilitar el acceso a los participantes y optimizar el tiempo de recolección de la información. El uso de formularios en línea, difundidos estratégicamente a través de redes sociales, correo electrónico y canales digitales, no solo optimiza los tiempos de respuesta, sino que facilita que el ciudadano participe desde la comodidad de su entorno, eliminando barreras geográficas y de agenda.

Para garantizar la calidad de la información, el instrumento pasó primero por una prueba piloto. Este paso permite verificar que las preguntas sean claras y que el tiempo de respuesta sea justo, realizando los ajustes necesarios antes del lanzamiento oficial.

### **3.4.2. Componente Cualitativo**

Se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con líderes y funcionarios del sector energético. Más que una lista rígida de preguntas, estos encuentros de 20 a 30 minutos se plantearon como conversaciones fluidas y amenas.

La selección de estos perfiles se realizó mediante un muestreo intencional, priorizando a quienes poseen la trayectoria técnica necesaria para iluminar los retos de la transición energética. Los encuentros fueron de manera virtual a través de videollamadas.

### **3.4.3. Diseño de la propuesta**

El diseño de las estrategias para impulsar las energías limpias en Medellín se concibió como un ejercicio de escucha activa y aplicación práctica. En este proceso, los resultados del diagnóstico no fueron tratados como cifras aisladas, sino como la base humana sobre la cual se cimentaron las propuestas de intervención. De este modo, la evidencia recolectada en el territorio se convirtió en la brújula que guio cada decisión, asegurando que el análisis y la acción formaran una unidad coherente y con propósito.

En una fase inicial, se buscaron los puntos de encuentro entre los datos estadísticos y los relatos ciudadanos. Esta integración permitió comprender que, más allá de las gráficas, existen experiencias cotidianas donde se interconectan la sostenibilidad y las barreras reales que frenan el cambio. Al reconocer esta dualidad, el estudio pudo identificar patrones de comportamiento que reflejan fielmente las aspiraciones y los temores de los habitantes frente a la tecnología fotovoltaica.

Posteriormente, el proceso avanzó hacia una jerarquización de las necesidades sociales. En lugar de un abordaje genérico, se priorizaron aquellas problemáticas que impactan con mayor fuerza el día a día de las personas y que presentan una oportunidad real de transformación en el entorno urbano. Este enfoque permitió que el análisis se centrara en factores que, además de ser críticos para la ciudadanía, pudieran ser gestionados con la precisión y el rigor que exige la gerencia de proyectos.

A partir de este orden de prioridades, se articularon acciones diseñadas para derribar los muros identificados. Bajo una visión gerencial, se evaluó no sólo la eficacia técnica de cada propuesta, sino también su viabilidad y el papel de los actores involucrados, garantizando que cada solución planteada fuera una respuesta directa y lógica a las preocupaciones expresadas por la población.

Finalmente, las estrategias se sometieron a un riguroso examen de pertinencia frente a la realidad de Medellín. Este último paso aseguró que las propuestas no se quedaran en el plano de la teoría académica, sino que estuvieran listas para ser implementadas en escenarios reales, respondiendo con consistencia a los hallazgos del estudio y, sobre todo, a la posibilidad de transformar el futuro energético de la ciudad desde una perspectiva equitativa y humana.

### 3.5. Análisis de información

Las herramientas para el procesamiento y análisis de la información recolectada se realizaron teniendo en cuenta el diseño metodológico descriptivo-correlacional y el enfoque mixto de esta investigación, así como las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas propuestas por Sampieri & Torres (2018).

#### 3.5.1. Componente cuantitativo

Los datos recolectados se transfirieron a una matriz donde cada respuesta fue codificada numéricamente, con el fin de facilitar el análisis estadístico, estandarizar los datos y reducir errores de interpretación.

**Tabla 1.** Matriz de codificación para datos cuantitativos.

Variable	Tipo	Codificación
Datos sociodemográficos	Categórica	- Edad: 1 = 18-25. 2 = 26-35. 3 = 36-50. 4 = 51+  - Género: 1 = Masculino, 2 = Femenino.  - Estrato socioeconómico: 1 = 2, 2 = 3, 3 = 4
Nivel de conocimiento	Ordinal	1 = Muy bajo a 5 = Muy alto
Percepción de energía limpia	Ordinal	1 = Muy negativa a 5 = Muy positiva

Estrategias desde la gerencia de proyectos para la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos: análisis de percepciones ciudadanas, barreras socioeconómicas en Medellín

Barreras económicas	Ordinal	1 = Muy baja a 5 = Muy alta
Disposición de adopción	Binaria	0 = No, 1 = Sí

Fuente: elaboración propia.

Los datos fueron organizados por categorías y se visualizó la distribución de frecuencias en base a sus porcentajes. Como medidas de tendencia central, se calculó la media para todos los datos y se realizó un análisis de correlación de Pearson o Spearman para conocer la relación entre variables (Sampieri & Torres, 2018).

Estos análisis fueron realizados en Graphpad Software (2025) por su capacidad para ejecutar estadística descriptiva y análisis de correlación de manera dinámica

### 3.5.2. Componente cualitativo

Mediante este método, se exploraron las dimensiones sociales y políticas que no son evidentes en números. Para ello, se codificaron los datos de las entrevistas y grupos focales en categorías de la siguiente manera (Bernal, 2022):

- **Codificación abierta:** Identificación de ideas clave en las entrevistas y agrupación en palabras clave.
- **Clasificación en categorías:** Se establecieron categorías analíticas como:  
Barreras económicas, barreras sociales, percepción
- **Integración:** Se generaron las relaciones entre categorías y la construcción de patrones interpretativos.

**Tabla 2.** Matriz de codificación para datos cualitativos.

Respuesta	Código	Categoría
-----------	--------	-----------

“Es muy costoso”	Costo alto	Barrera económica
“No sé cómo funciona”	Desconocimiento	Barrera social
“Ayuda al ambiente”	Beneficio ambiental	Percepción

Fuente: elaboración propia.

La combinación de estas herramientas robustece el presente estudio y permite que se respondan a la pregunta de investigación sobre las estrategias integradas para una transición energética sostenible (Ley 1715 de 2014).

### **3.6. Consideraciones éticas**

#### **3.6.1. Análisis de consideraciones éticas**

En primer lugar, se garantizó el respeto por la dignidad, los derechos y el bienestar de los participantes. En este sentido, la participación en este estudio fue completamente voluntaria, y los participantes podían retirarse en cualquier momento sin ningún tipo de consecuencia. Antes de la recolección de la información, se presentó a los participantes un consentimiento informado, en el cual se explicaron los objetivos de la investigación, el uso de los datos y las condiciones de participación.

Asimismo, se aseguraron la confidencialidad y el anonimato de la información recolectada. Los datos obtenidos fueron utilizados exclusivamente con fines académicos y no se divulgó información que permitiera identificar a los participantes. En el caso de las entrevistas, cualquier registro (audio o escrito) fue utilizado únicamente para el análisis de la investigación y fue resguardado de manera segura.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Componente cuantitativo**

Respondiendo al objetivo específico número uno sobre, caracterizar las percepciones ciudadanas y las barreras socioeconómicas e institucionales asociadas a la adopción de tecnologías de energía limpia en Medellín, se llevaron a cabo el siguiente análisis de datos para el componen cuantitativo (inciso 4.1) y cualitativo (inciso 4.2).

#### **4.1.1 Datos sociodemográficos**

Las entrevistas para el componente cuantitativo se realizaron en 40 personas de la población de la zona urbana de Medellín perteneciente a los estratos 3, 4 y 5. Como se observa en la Tabla 3, la muestra presenta una distribución relativamente equilibrada en términos de edad. La mayoría de los participantes pertenecen a una generación joven y adulta, lo que representa el 65% de las edades entre los 18 y los 35 años, un segmento que en entornos urbanos suele estar más familiarizado y abierto a los cambios tecnológicos. Asimismo, la distribución por género fue homogénea (52.5% hombres y 47.5% mujeres), lo que reduce posibles sesgos de representación.

En cuanto al estrato socioeconómico, la mayor concentración en niveles medios (estrato 3: 45%) sugiere que los resultados reflejan principalmente la percepción de sectores con capacidad económica limitada pero potencialmente interesados en innovación tecnológica.

Este perfil sociodemográfico es clave, ya que representa el segmento poblacional donde la transición energética suele enfrentar mayores tensiones entre interés y capacidad de adopción.

**Tabla 3.** Características sociodemográficas de la población objeto de estudio.

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)
Edad	18–25	12	30%
	26–35	14	35%
	36–50	9	22.5%
	51+	5	12.5%
Género	Masculino	21	52.5%
	Femenino	19	47.5%
Estrato	3	18	45%
	4	14	35%
	5	8	20%

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2 Nivel de conocimiento

En cuanto a lo que los ciudadanos realmente saben sobre las energías limpias, el panorama es de un optimismo moderado. No se parte de cero, pero tampoco hay un dominio total del tema. La energía solar es, sin duda, la tecnología que mejor se entiende. Es el referente principal y la cara más reconocible de la transición energética para la mayoría (media  $\approx 3.4$ ), en contraste con un bajo conocimiento de programas gubernamentales (media  $\approx 2.5$ ) (Tabla 4).

Los individuos comprenden “qué es” la tecnología, pero no “cómo acceder a ella”, lo que genera una brecha funcional en la toma de decisiones. Esto sugiere que el conocimiento, aunque necesario, no es suficiente para impulsar la adopción.

**Tabla 4.** Nivel de conocimiento de energías limpias.

<b>Variable</b>	<b>Media</b>
Energías limpias	3.1
Energía solar	3.4
Programas gobierno	2.5

Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.3 Percepción de energías limpias**

La Tabla 5 muestra que la percepción hacia las energías limpias es altamente positiva, especialmente en dimensiones como el beneficio ambiental (media  $\approx$  4.5) y la mejora en la calidad de vida (media  $\approx$  4.0). Sin embargo, la accesibilidad presenta una media significativamente menor ( $\approx$  2.7).

Las energías limpias han alcanzado legitimidad social, pero aún no son percibidas como una opción realista. Esta brecha entre valoración y accesibilidad constituye un punto crítico en la transición energética.

**Tabla 5.** Percepción de los participantes sobre las energías limpias.

<b>Variable</b>	<b>Media</b>
Beneficio ambiental	4.5
Inversión largo plazo	4.1
Accesibilidad	2.7
Calidad de vida	4.0

Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.4 Barreras económicas**

Tal como se presenta en la Tabla 6, las barreras alcanzan valores elevados, destacándose el costo inicial (media  $\approx$  4.6) como el principal obstáculo, seguido por la falta de apoyo gubernamental ( $\approx$  4.2) y la insuficiencia de información ( $\approx$  4.0).

Los resultados confirman que la transición energética no está limitada por factores tecnológicos, sino por condiciones estructurales, especialmente económicas e institucionales. El costo opera como una barrera de entrada crítica que restringe la adopción incluso en contextos de alta aceptación.

**Tabla 6.** Barreras económicas.

<b>Barrera</b>	<b>Media</b>
Costo	4.6
Apoyo gobierno	4.2
Información	4.0
Técnica	3.4

Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.5 Disposición de adopción**

La Tabla 7 evidencia uno de los hallazgos más relevantes del estudio: mientras que la disposición de adopción es alta (media  $\approx$  4.2), el uso real de energías limpias es considerablemente bajo (17.5%). Esta diferencia pone en evidencia una brecha significativa entre intención y comportamiento.

Los individuos manifiestan una clara intención de adoptar estas tecnologías, pero factores externos limitan su implementación. Esto sugiere que la adopción no depende únicamente de variables individuales, sino de condiciones contextuales que habilitan o restringen la acción.

**Tabla 7.** Disposición de adopción de los participantes.

<b>Variable</b>	<b>Resultado</b>
Uso actual	7 (17.5%)
No uso	33 (82.5%)
Implementación	4.2

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.6 Relación entre variables

La figura 1 de correlaciones permite observar, de manera sintética, la dinámica relacional entre los principales factores que influyen en la disposición de adopción de energías limpias. En ella se representan los coeficientes de correlación de Spearman, cuyos valores oscilan entre -1 y 1, indicando tanto la dirección como la intensidad de las asociaciones.

El hallazgo más contundente es el estrecho vínculo entre la percepción y la disposición de adopción ( $r = 0.69$ ,  $p < 0.001$ ). Esta cifra revela que el motor principal no es puramente técnico, sino actitudinal: cuando las personas asocian lo "verde" con una mejora en su calidad de vida y sostenibilidad, su intención de cambio se dispara. Esta asociación fuerte sugiere que la aceptación social ya ha ganado terreno y se ha consolidado como el pilar fundamental del modelo.

Por su parte, el conocimiento también juega un papel relevante, aunque más discreto de lo que suele asumirse ( $r = 0.58$ ,  $p < 0.001$ ). Los datos indican que estar informado ayuda, pero no es el factor determinante. La información actúa aquí como un facilitador, una base necesaria que despeja el camino, pero que por sí sola no garantiza que el usuario dé el paso final si no existe una convicción previa.

En la otra cara de la moneda aparecen las barreras percibidas, cuya relación con la adopción es, como se esperaba, inversamente proporcional ( $r = -0.55$ ,  $p < 0.001$ ). Es un recordatorio de que el entusiasmo y el conocimiento chocan de frente con muros económicos e institucionales. Este efecto inhibitor es crítico: confirma que, por muy positiva que sea la actitud de la población, las limitaciones estructurales tienen el poder de congelar la transición energética.

Finalmente, la solidez estadística de estos resultados ( $p < 0.001$ ) descarta que estemos ante coincidencias azarosas; estamos frente a patrones reales y profundos de la población. En conjunto, el análisis dibuja un escenario de tensiones donde la adopción no es un proceso lineal, sino el resultado de un equilibrio entre el impulso de la percepción positiva y el freno de las barreras externas.

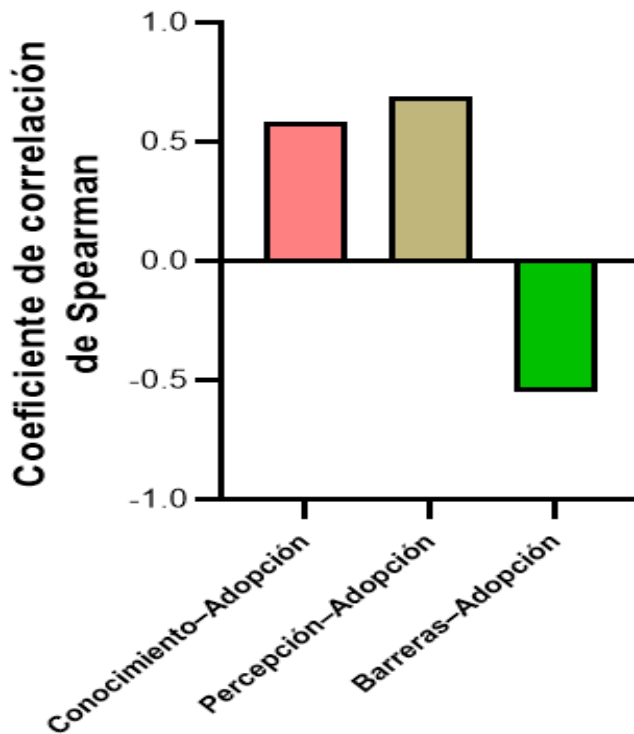


Figura 1. Correlación de Spearman entre variables.

#### 4.2. Componente cualitativo

La tabla 8 constituye el resultado de una fase de codificación y categorización, procesos fundamentales en esta investigación con componente cualitativo. Este procedimiento permite la reducción de datos textuales para facilitar la interpretación de fenómenos sociales complejos, en este caso, la adopción de energías renovables.

El análisis sigue una lógica inductiva basada en la Teoría Fundamentada, donde la información transita desde la particularidad del discurso individual hacia la generalización conceptual. Este proceso se divide en tres dimensiones estructurales:

- Dimensión Textual (Respuesta): Representa el corpus narrativo obtenido mediante instrumentos de recolección (entrevistas o encuestas de respuesta abierta). En este nivel, se preserva la literalidad del participante, capturando percepciones sobre costos, beneficios y barreras institucionales.

- **Dimensión Analítica (Código):** Corresponde a la codificación abierta. Se asignan etiquetas conceptuales de primer orden a cada fragmento de texto. Este paso permite la síntesis de la información; por ejemplo, la recurrencia de preocupaciones financieras se sistematiza bajo el código de "Costo alto".
- **Dimensión Sintética (Categoría):** Representa la codificación axial. En esta etapa, los códigos se agrupan en familias semánticas o dimensiones analíticas superiores. Este nivel de abstracción permite organizar los hallazgos en ejes temáticos como "Barrera económica", "Institucional" o "Percepción", los cuales sirven de base para la discusión de resultados.

Las entrevistas semiestructuradas se realizaron con líderes sociales y funcionarios relacionados con el sector energético. En total, se llevaron a cabo 20 entrevistas, cuyas respuestas pasaron por un proceso de codificación abierta y se resumieron en las siguientes categorías:

- **Percepción:** Cómo perciben y sienten las personas la llegada de nuevas tecnologías.
- **Barrera económica:** Los desafíos monetarios que influyen en la toma de decisiones.
- **Barrera social:** La fuerza del entorno y la comunidad en la adopción de cambios.
- **Adopción:** ¿Qué tan listos y motivados están los usuarios para dar el paso?
- **Institucional:** La influencia de las reglas de juego y el apoyo del sector público.
- **Barrera técnica:** Los obstáculos prácticos y de infraestructura que aún persisten.

**Tabla 8.** Respuestas de las entrevistas y codificación.

N°	Respuesta	Código	Categoría
1	Es muy costoso instalar paneles solares	Costo alto	Barrera económica
2	Es una buena alternativa energética	Beneficio	Percepción
3	El gobierno debería apoyar más estas iniciativas	Falta apoyo	Institucional
4	Creo que ayudan mucho al medio ambiente	Beneficio ambiental	Percepción
5	Sí las usaría si fueran más económicas	Intención	Adopción
6	Falta información clara para la ciudadanía	Desinformación	Barrera social
7	Me preocupa la inversión inicial	Costo alto	Barrera económica
8	No sé si realmente funcionan bien	Desconfianza	Barrera social
9	Son importantes para el futuro	Importancia	Percepción
10	El acceso es difícil para personas de bajos ingresos	Acceso limitado	Barrera económica
11	Debería haber más incentivos	Falta apoyo	Institucional
12	Es una buena alternativa energética	Beneficio	Percepción

13	No hay suficiente divulgación	Desinformación	Barrera social
14	El costo es el mayor problema	Costo alto	Barrera económica
15	Sí estaría dispuesto a adoptarlas	Intención	Adopción
16	El costo es el mayor problema	Costo alto	Barrera económica
17	Es positivo para el planeta	Beneficio	Percepción
18	No hay asesoría técnica suficiente	Falta técnica	Barrera técnica
19	Sería útil en el hogar	Utilidad	Percepción
20	Sí estaría dispuesto a adoptarlas	Intención	Adopción

Fuente: elaboración propia.

La figura 2 evidencia el porcentaje de incidencia de todas las seis categorías mencionadas anteriormente. La categoría de Percepción lidera los resultados con un 30% de incidencia, lo que confirma que las creencias y visiones personales son el factor más determinante para el cambio. En segundo lugar, las barreras económicas representan un 25%, subrayando que el costo y la financiación siguen siendo una preocupación central para los ciudadanos y expertos. Tanto las barreras sociales como la adopción (la voluntad de integrar estas tecnologías) comparten un 15% de incidencia cada una, mostrando un equilibrio entre los retos del entorno comunitario y la apertura al cambio. Curiosamente, los factores institucionales (10%) y las barreras técnicas (5%) aparecen al final de la lista.

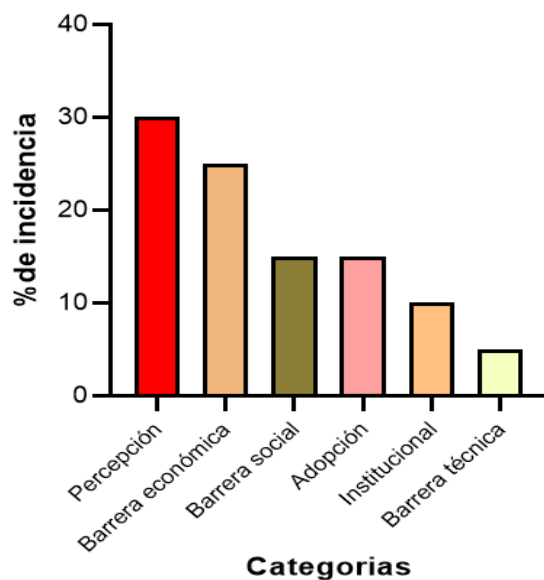


Figura 2. Porcentaje de incidencia por categoría.

### **4.3. Estrategias de intervención**

Respondiendo al objetivo específico número 2, orientado al diseño de estrategias de intervención desde la gerencia de proyectos para promover la adopción de tecnologías de energía limpia en Medellín, se estructuró una propuesta basada en principios metodológicos del Project Management Institute (PMI, 2021), integrando herramientas de planificación, gestión de stakeholders, seguimiento y evaluación de proyectos.

A partir de los hallazgos obtenidos en los componentes cuantitativo y cualitativo, se identificó que la baja adopción de energías limpias no responde a una percepción negativa por parte de la ciudadanía, sino a la presencia de barreras económicas, institucionales, informativas y técnicas que limitan la capacidad de implementación en los hogares urbanos. En consecuencia, las estrategias formuladas se diseñaron bajo una lógica de intervención estructurada, considerando fases de planificación, ejecución, monitoreo y evaluación.

En primer lugar, se propone una estrategia de financiamiento verde orientada a reducir las barreras económicas asociadas a la instalación de tecnologías de energía limpia. Desde el enfoque de gerencia de proyectos, esta estrategia contempla la identificación de stakeholders clave, incluyendo entidades financieras, administración pública, empresas del sector energético y comunidad beneficiaria. Asimismo, se plantea la estructuración de un esquema de financiación progresiva sustentado en el ahorro energético generado por los sistemas implementados.

Dentro de la fase de planificación, se definen actividades relacionadas con la gestión de alianzas público-privadas, análisis de viabilidad financiera y definición de indicadores de cobertura y acceso. Durante la fase de seguimiento, se propone monitorear variables como número de hogares beneficiados, reducción de costos energéticos y porcentaje de recuperación de inversión.

En segundo lugar, se formula una estrategia de alfabetización energética comunitaria con el propósito de fortalecer el conocimiento ciudadano sobre energías limpias y facilitar la toma de decisiones informadas. Esta estrategia incorpora procesos de gestión de comunicaciones y gestión del conocimiento, promovidos desde la gerencia de proyectos para garantizar la apropiación social de la información.

Estrategias desde la gerencia de proyectos para la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos: análisis de percepciones ciudadanas, barreras socioeconómicas en Medellín

La propuesta contempla el desarrollo de talleres barriales, herramientas digitales de simulación de ahorro energético y campañas pedagógicas orientadas a diferentes grupos poblacionales. Desde la perspectiva metodológica, se establecen cronogramas de intervención, responsables institucionales y mecanismos de evaluación de impacto mediante indicadores de participación, nivel de comprensión y percepción ciudadana.

Como tercera línea estratégica, se plantea el fortalecimiento de la articulación institucional mediante la implementación de una “ventanilla única” para la atención de trámites relacionados con tecnologías de energía limpia. Esta estrategia responde a los problemas de fragmentación institucional identificados durante la investigación.

Desde el enfoque PMBOK, esta intervención incorpora procesos de gestión de integración y gestión de stakeholders, buscando optimizar la coordinación entre entidades públicas, sector privado, academia y ciudadanía. Adicionalmente, se propone la conformación de una mesa técnica interinstitucional encargada de supervisar la ejecución de programas, prevenir duplicidad de procesos y facilitar la toma de decisiones conjuntas.

Finalmente, se diseña una estrategia de acompañamiento técnico y seguimiento posterior a la implementación dirigida a fortalecer la confianza ciudadana en el uso de tecnologías renovables. Esta estrategia incluye procesos de diagnóstico inicial, asesoría técnica, supervisión de instalación y monitoreo posterior al funcionamiento de los sistemas energéticos.

Desde la gerencia de proyectos, esta línea de acción incorpora mecanismos de control de calidad, gestión de riesgos y evaluación de satisfacción de usuarios, permitiendo verificar el cumplimiento de objetivos y garantizar la sostenibilidad operativa de las intervenciones realizadas.

De manera transversal, las estrategias propuestas se articulan mediante una estructura de gestión basada en:

- Identificación de actores involucrados,
- Planificación de actividades,
- Asignación de responsabilidades,

Estrategias desde la gerencia de proyectos para la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos: análisis de percepciones ciudadanas, barreras socioeconómicas en Medellín

- Seguimiento mediante indicadores,
- Control de riesgos,
- Evaluación de resultados.

En conjunto, esta propuesta no solo responde al diagnóstico técnico y social identificado en la investigación, sino que traduce los principios de la gerencia de proyectos en acciones concretas orientadas a facilitar la transición energética en Medellín. De esta manera, se plantea una ruta metodológica viable para fortalecer la adopción de tecnologías de energía limpia desde una perspectiva sostenible, participativa y territorialmente articulada.

**Tabla 9.** Aplicación metodológica del enfoque PMBOK

<b>N°</b>	<b>Grupo de procesos PMBOK</b>	<b>Aplicación en la propuesta</b>
1	Inicio	Identificación de barreras y stakeholders
2	Planificación	Diseño de estrategias, cronograma e indicadores
3	Ejecución	Implementación de programas comunitarios
4	Monitoreo y control	Seguimiento de indicadores de adopción
5	Cierre	Evaluación de resultados y sostenibilidad

Fuente: elaboración propia.

## 5. DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación ofrecen una imagen bastante clara, aunque no por eso menos compleja, de lo que está ocurriendo en Medellín con la transición hacia energías limpias. Y lo primero que salta a la vista es una paradoja que no es nueva en la literatura, pero que aquí se confirma con datos propios: la gente está convencida de que las energías limpias son buenas, las valora, las quiere, pero no las usa. Solo el 17.5% de los encuestados reportó utilizarlas actualmente, frente a una disposición de adopción que promedió 4.2 sobre 5. Esa brecha no es un error del instrumento; es, precisamente, el fenómeno central que este estudio buscaba entender.

Rogers (2003), en su teoría de difusión de innovaciones, anticipó hace décadas que la aceptación social de una tecnología no garantiza su adopción. Para que una innovación se instale en la vida cotidiana, necesita superar una serie de filtros que van más allá del entusiasmo inicial: compatibilidad con el contexto de vida, posibilidad real de prueba y observabilidad de resultados. Lo que este estudio encontró en Medellín encaja perfectamente con ese diagnóstico: la energía solar ya tiene legitimidad social (beneficio ambiental con media de 4.5; inversión a largo plazo con 4.1), pero la accesibilidad percibida apenas alcanza 2.7. En otras palabras, la tecnología ya ganó el debate cultural, pero perdió la batalla económica.

Ese resultado no sorprende si se contrasta con lo que Schulte et al. (2021) documentaron en contextos europeos: la decisión de instalar sistemas fotovoltaicos residenciales está mediada no solo por la percepción de beneficios, sino por las normas sociales y la confianza en las instituciones que promueven el cambio. En Medellín, la falta de apoyo gubernamental fue calificada con una media de 4.2 como barrera, y el costo inicial escaló hasta 4.6, el valor más alto de toda la encuesta. Estos números hablan de un sistema que todavía no logra conectar la voluntad ciudadana con las condiciones que la harían posible.

Desde el marco sociotécnico de Geels (2014), esto se explica como una resistencia del régimen establecido frente a los nichos de innovación. El sistema energético convencional, con sus infraestructuras, sus actores consolidados y sus inercias regulatorias, no cede espacio fácilmente. Y los datos cualitativos de esta investigación refuerzan esa lectura: el 10% de las respuestas en las entrevistas apuntó a factores institucionales como obstáculo, y la categoría de "falta de apoyo" apareció de forma recurrente en los discursos de los participantes. No se

trata de mala voluntad ciudadana, sino de un entorno institucional que aún no genera las condiciones suficientes para que el cambio ocurra.

Hay un hallazgo del análisis correlacional que merece atención especial. La relación entre percepción y disposición de adopción resultó ser la más fuerte del modelo ( $r = 0.69$ ,  $p < 0.001$ ), por encima incluso del conocimiento ( $r = 0.58$ ). Esto tiene implicaciones directas para el diseño de estrategias: si se quiere mover la aguja de la adopción, invertir únicamente en campañas informativas no es suficiente. La evidencia sugiere que trabajar sobre la percepción, sobre cómo las personas se imaginan viviendo con esta tecnología en su propio hogar, tiene más poder transformador que simplemente transmitir datos técnicos. Ha y Kumar (2021) llegaron a conclusiones similares en contextos de Asia del Sur, donde la confianza en las instituciones locales y la visibilidad de experiencias exitosas cercanas resultaron más determinantes que el nivel de información disponible.

La correlación negativa entre barreras percibidas y disposición de adopción ( $r = -0.55$ ,  $p < 0.001$ ) complementa este panorama. Las barreras no son solo obstáculos prácticos; tienen un efecto inhibitorio sobre la actitud misma. Cuando alguien percibe que el costo es inalcanzable o que el Estado no va a ayudar, esa percepción no solo le impide actuar: le quita las ganas de intentarlo. Esto conecta con lo que Ajzen (1991) planteó en la teoría del comportamiento planificado: el control conductual percibido, es decir, la creencia de que uno puede o no puede hacer algo, es uno de los predictores más robustos de la intención de acción. Si las personas sienten que la energía limpia no es para ellas, difícilmente van a buscar cómo acceder a ella.

El componente cualitativo añade capas de profundidad a estas cifras. La categoría de percepción lideró los resultados con un 30% de incidencia, confirmando que las creencias y los significados asociados a las energías limpias son el terreno donde se juega gran parte del proceso de adopción. Pero ese terreno está tensionado: junto a frases como "es una buena alternativa" o "es positivo para el planeta", aparecen con igual fuerza expresiones como "no sé si realmente funcionan bien" o "falta información clara". Hay apertura, pero también desconfianza. Y esa desconfianza, como señala Di Pietro (2022), suele ser el síntoma de un sistema de gobernanza que no ha logrado llegar a la ciudadanía de manera efectiva.

Esto tiene resonancia directa con el marco de gobernanza energética urbana. El World Economic Forum (2022) advierte que la transición energética en ciudades requiere una coordinación que vaya desde las políticas nacionales hasta el acompañamiento en el barrio.

Cuando esa cadena se rompe, cuando la norma existe, pero no se ve reflejada en servicios, incentivos ni acompañamiento concreto, la ciudadanía pierde la confianza en que el sistema la respaldará. Y esa pérdida de confianza, en este estudio, se traduce en el 82.5% de personas que aún no da el paso.

Las estrategias de intervención propuestas en el capítulo de resultados responden directamente a este diagnóstico. El programa de financiamiento verde busca desmontarla principal barrera estructural identificada: el costo inicial. La apuesta por la alfabetización comunitaria ataca la brecha entre conocimiento técnico y comprensión práctica. La "ventanilla única" responde al problema de fragmentación institucional que los expertos señalaron con insistencia. Y el acompañamiento técnico post-instalación apunta a construir la confianza que la ciudadanía necesita para sentirse segura al tomar una decisión de esta magnitud. Cada estrategia, vista en conjunto, no es un catálogo de buenas intenciones, sino una respuesta articulada a barreras que fueron identificadas empíricamente.

Desde la perspectiva de la gerencia de proyectos, este estudio también deja una lección metodológica importante. El uso del marco lógico como herramienta de diseño, tal como lo proponen Ortegón et al. (2005), permite trazar con claridad el hilo entre el problema diagnosticado y la acción propuesta. Pero lo que los datos de esta investigación añaden es que ese hilo debe pasar por las percepciones y los significados de los actores involucrados. La gerencia de proyectos que no escucha a la comunidad termina diseñando soluciones técnicamente correctas, pero socialmente ajenas. El PMI (2021) ya lo señalaba al insistir en la gestión de *stakeholders* como pilar del éxito de cualquier proyecto: los proyectos de transición energética no son la excepción.

En cuanto al impacto en el campo de estudio, este trabajo aporta evidencia empírica desde un contexto urbano latinoamericano que suele estar subrepresentado en la literatura especializada. La mayoría de los estudios sobre adopción de energías limpias provienen de contextos europeos o norteamericanos, donde las condiciones económicas, institucionales y culturales difieren sustancialmente de las de ciudades como Medellín. Que los patrones encontrados aquí, como la supremacía de la percepción sobre el conocimiento como predictor de adopción, coincidan con hallazgos de otras latitudes, da solidez al argumento de que ciertas dinámicas del proceso de transición energética son transversales, aunque sus causas y sus soluciones tengan un rostro local.

Estrategias desde la gerencia de proyectos para la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos: análisis de percepciones ciudadanas, barreras socioeconómicas en Medellín

Por último, esta investigación abre al menos tres rutas para futuros trabajos. La primera es indagar con mayor profundidad en las diferencias de adopción según estrato socioeconómico, pues la concentración de la muestra en estrato 3 sugiere que hay una historia diferente en estratos más bajos que este estudio no alcanzó a capturar. La segunda es evaluar el impacto real de programas de financiamiento verde ya existentes en Colombia, para contrastar si los modelos propuestos en la literatura realmente reducen las barreras identificadas en este diagnóstico. La tercera es explorar el papel de las comunidades energéticas, un modelo que IRENA (2022) y la CEPAL (2023) destacan como prometedor para Latinoamérica, pero que en Medellín aún no ha sido estudiado con la profundidad que merece.

## 6. CONCLUSIONES

El primer objetivo de esta investigación dejó una imagen que, leída con cuidado, resulta más reveladora que cualquier cifra aislada. En Medellín la energía limpia ya ganó el debate cultural, pero todavía no ha ganado la batalla de la viabilidad cotidiana. Los ciudadanos de estratos 3, 4 y 5 que participaron en el estudio reconocen el valor ambiental de estas tecnologías y las asocian con una mejor calidad de vida. La media de percepción frente al beneficio ambiental alcanzó 4.5 sobre 5, y la visión de estas energías como una inversión a largo plazo obtuvo 4.1. Esos números no son menores, hablan de una población que ya internalizó el discurso de la sostenibilidad y que no necesita ser convencida de que el cambio es necesario.

El problema aparece cuando esa misma población mira hacia sus propias condiciones concretas. La accesibilidad percibida cayó a 2.7 y las barreras económicas dominaron el diagnóstico con una contundencia que no deja margen a la interpretación; el costo inicial alcanzó una media de 4.6, la falta de apoyo gubernamental se ubicó en 4.2 y la escasez de información llegó a 4.0. No son barreras menores ni anecdóticas, son obstáculos estructurales que la ciudadanía siente con fuerza en su vida diaria y que ninguna campaña de sensibilización puede resolver por sí sola.

Lo que el análisis correlacional añade a este cuadro es igualmente significativo. La relación inversa entre barreras percibidas y disposición de adopción ( $r = -0.55$ ) confirmó que estas limitaciones no solo impiden la acción, la desaniman. Cuando alguien percibe que el sistema no le va a ayudar y que el costo está fuera de su alcance, esa percepción opera como un freno antes incluso de que se tome ninguna decisión. El resultado más visible de ese mecanismo es la brecha entre el 82.5% que no usa energías limpias y el 4.2 de disposición promedio para adoptarlas; hay intención, pero las condiciones la bloquean.

El componente cualitativo completó ese diagnóstico con las voces de quienes conocen el sistema desde adentro. Las entrevistas con líderes y funcionarios del sector energético confirmaron que la fragmentación institucional es una barrera tan real como el costo de los paneles. La falta de coordinación entre actores, la debilidad de los mecanismos de divulgación y la ausencia de un acompañamiento cercano al ciudadano generan una distancia entre lo que la ley promete y lo que la gente efectivamente encuentra cuando intenta dar el paso. En ese

espacio entre la norma y la práctica es donde se pierde gran parte del potencial de transformación que Medellín tiene para la transición energética.

En síntesis, caracterizar las percepciones y las barreras de esta ciudad no arrojó un panorama de indiferencia ni de rechazo. Al contrario, reveló una ciudadanía dispuesta, pero detenida por condiciones que escapan a su control individual. Esa es, quizás, la conclusión más importante de este primer objetivo; el problema no está en las personas, sino en el entorno que las rodea.

Por su parte, el segundo objetivo de esta investigación tomó los hallazgos del diagnóstico y les dio forma de propuesta. No se trató de construir un catálogo de buenas intenciones, sino de diseñar respuestas específicas a barreras específicas, bajo una lógica de gerencia de proyectos que exige coherencia entre el problema identificado y la acción propuesta.

En primer lugar, la estrategia de financiamiento verde nació directamente del hallazgo más contundente del estudio, el costo inicial como barrera número uno. Proponer un esquema de pagos que se alimenta del ahorro generado por la propia instalación no es solo una solución financiera inteligente; es una manera de hacer que la tecnología deje de sentirse como un lujo y empiece a percibirse como una decisión asequible. Desde la gerencia de proyectos, esto implica construir alianzas con el sector financiero y con el gobierno local, definir indicadores claros de seguimiento y garantizar que el beneficio llegue realmente a las familias y no se diluya en la complejidad burocrática.

En segundo lugar, la estrategia de alfabetización comunitaria respondió a algo que los datos mostraron con claridad: saber que la energía solar existe no es lo mismo que entender cómo funciona en el propio techo. La brecha entre el conocimiento general (media de 3.1) y el conocimiento de programas gubernamentales concretos (media de 2.5) reveló que hay un vacío funcional en la información disponible. Llevar el conocimiento a los barrios, en formatos accesibles y con herramientas que permitan visualizar ahorros reales, es una inversión en confianza que ninguna campaña masiva puede reemplazar.

En tercer lugar, ante la fragmentación institucional que tanto los datos cuantitativos como las entrevistas señalaron, la propuesta de la ventanilla única de gestión apunta a convertir un laberinto de trámites en un proceso acompañado. Que el ciudadano tenga un solo

punto de contacto donde encuentre información, orientación técnica y acceso a incentivos no es un lujo administrativo, es la condición mínima para que la voluntad de adoptar se convierta en acción real. Y para que esa ventanilla funcione, la estrategia propone una mesa de articulación entre academia, gobierno y empresa privada que asegure que todos los esfuerzos caminen en la misma dirección.

En cuarto lugar, el servicio de acompañamiento técnico cerró el ciclo al reconocer que la instalación no es el final del proceso, sino el comienzo de una relación entre el usuario y la tecnología que puede generar nuevas dudas y necesidades. Construir confianza antes, durante y después de la instalación es lo que transforma una experiencia puntual en un cambio sostenido en el tiempo.

Vistas en conjunto, las cuatro estrategias no son iniciativas paralelas, son piezas de un mismo sistema que ataca las barreras económicas, informativas, institucionales y técnicas de manera articulada. Su valor no reside únicamente en la coherencia interna, sino en que fueron diseñadas desde la evidencia recogida en el territorio, con las herramientas conceptuales de la gerencia de proyectos y con la convicción de que la transición energética en Medellín es posible si se gestiona con rigor, con sensibilidad social y con voluntad real de llegar a quienes más lo necesitan.

## 7. RECOMENDACIONES

Todo proceso investigativo tiene sus bordes, y este no es la excepción, pues pudieron evidenciarse ciertas limitaciones. La primera de ellas a señalar es el tamaño y el perfil de la muestra cuantitativa. Los 40 participantes encuestados, concentrados en estratos 3, 4 y 5 de la zona urbana, ofrecen una mirada valiosa pero parcial. Quedan por fuera las voces de los estratos más bajos, donde las barreras económicas probablemente se expresan con mayor intensidad y donde las estrategias de intervención necesitarían ajustes considerables para ser pertinentes. Investigaciones futuras deberían ampliar tanto el tamaño de la muestra como su diversidad socioeconómica, de modo que los hallazgos puedan tener una mayor capacidad de generalización hacia el conjunto de la ciudad.

Una segunda limitación tiene que ver con el alcance del componente cualitativo. Las 20 entrevistas realizadas con líderes y funcionarios del sector energético permiten una aproximación valiosa a la dimensión institucional del problema, pero no capturan la perspectiva de actores comunitarios de base ni de usuarios que ya han instalado sistemas de energía limpia y pueden hablar desde la experiencia vivida. Incorporar esas voces en futuros estudios enriquecería sustancialmente la comprensión del proceso de adopción, especialmente en lo que tiene que ver con las barreras sociales y culturales que este estudio apenas comenzó a esbozar.

Una tercera limitación es la naturaleza transversal del diseño. Esta investigación ofrece una fotografía del momento actual, pero la transición energética es un proceso que se mueve en el tiempo. Estudios longitudinales que hagan seguimiento a los mismos actores en distintos momentos permitirían entender cómo evolucionan las percepciones, si las barreras identificadas se mantienen estables o cambian con el contexto regulatorio y económico, y si las estrategias propuestas generan el impacto esperado una vez implementadas.

Por otra parte, los resultados de esta investigación tienen implicaciones concretas para quienes toman decisiones en el campo de la política energética y la gerencia de proyectos en Medellín. El hallazgo de que la percepción ciudadana es el predictor más fuerte de la disposición de adopción debería reorientar el énfasis de las campañas institucionales. No basta con informar, hay que construir experiencias cercanas y visibles que permitan a las personas imaginarse usando estas tecnologías en su propia vida cotidiana. Las ferias barriales, los

proyectos piloto en espacios públicos y los testimonios de vecinos que ya dieron el paso pueden ser más efectivos que un folleto técnico.

Para los gerentes de proyectos que trabajan en este sector, los datos subrayan la importancia de diseñar desde las barreras reales y no desde los supuestos teóricos. El esquema de financiamiento propuesto en este estudio, en el que los pagos se estructuran a partir del ahorro generado por la instalación, responde directamente a lo que la ciudadanía identificó como su principal obstáculo. Implementar ese modelo requiere alianzas entre el sector público, las entidades financieras y las empresas instaladoras, y esa articulación es precisamente el tipo de reto que la gerencia de proyectos está equipada para gestionar, siempre que se ponga la gestión de *stakeholders* en el centro del proceso y no como un trámite secundario.

A nivel de política pública, los resultados sugieren que la normativa existente en Colombia, sólida en el papel, necesita mecanismos de aterrizaje más efectivos en el contexto urbano. La brecha entre lo que la Ley 1715 de 2014 y la Ley 2099 de 2021 prometen y lo que los ciudadanos perciben como apoyo real del gobierno (media de 4.2 en la escala de barreras) indica que hay un problema de traducción entre la norma y la práctica social. Simplificar los trámites, crear puntos de atención accesibles y garantizar una comunicación clara sobre los incentivos disponibles son acciones concretas que podrían reducir esa brecha sin requerir nuevas leyes.

Llevar a cabo este trabajo fue, en muchos sentidos, un proceso de aprendizaje que fue más allá de los libros y los datos. Desde el inicio quedó claro que investigar la transición energética no es solo un ejercicio técnico, es adentrarse en las aspiraciones, los miedos y las condiciones reales de vida de las personas. Esa comprensión cambió la manera de formular preguntas, de analizar las respuestas y de proponer soluciones.

Uno de los desafíos más importantes fue integrar coherentemente los resultados cuantitativos y cualitativos. Al principio, los números y los relatos parecían hablar idiomas distintos. Con el tiempo, y a medida que el análisis avanzaba, fue emergiendo una imagen más nítida, los datos estadísticos señalaban dónde estaban los problemas y las entrevistas explicaban por qué existían. Aprender a hacer dialogar esas dos dimensiones fue, sin duda, uno de los mayores aprendizajes metodológicos del proceso.

Estrategias desde la gerencia de proyectos para la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos: análisis de percepciones ciudadanas, barreras socioeconómicas en Medellín

Por último, debe decirse que este trabajo también fortaleció la convicción de que la gerencia de proyectos tiene un papel real y necesario en los grandes desafíos sociales. No como una caja de herramientas abstractas, sino como una disciplina que, cuando se aplica con sensibilidad al contexto, puede organizar esfuerzos colectivos, articular actores con intereses distintos y convertir diagnósticos en acciones concretas. La transición energética en ciudades como Medellín lo necesita; no le faltan ideas ni voluntad ciudadana, lo que requiere es una mejor gestión de los recursos, los tiempos y las alianzas que hacen posible el cambio.

## REFERENCIAS

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2024, 6 de marzo). Transición energética en América Latina y el Caribe. <https://www.iadb.org/es/noticias/transicion-energetica-en-america-latina-y-el-caribe>
- Banco Mundial. (2023, 20 April). Scaling up to phase down: Financing energy transition in developing countries [Siaran pers]. <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2023/04/20/scaling-up-to-phase-down-financing-energy-transition-in-developing-countries>
- Bernal, C. A. (2022). *Metodología de la investigación* (pp. 182-253). Pearson Educación.
- Bernal-Zúñiga, J. (2018). Derecho a la energía y pobreza energética en México. *Boletín mexicano de derecho comparado*, 51(152), 569-601. <https://doi.org/10.22201/ijj.24484873e.2018.152.12919>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2023). Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2023: El financiamiento de una transición sostenible: inversión para el crecimiento y el enfrentamiento del cambio climático. Naciones Unidas. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/67989-estudio-economico-america-latina-caribe-2023-financiamiento-transicion>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2023). La transición energética en América Latina y el Caribe [Infografía]. <https://www.cepal.org/es/infografias/la-transicion-energetica-america-latina-caribe>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Dearing, J. W. (2009). Applying diffusion of innovation theory to intervention development. *Research on Social Work Practice*, 19(5), 503–518. <https://doi.org/10.1177/1049731509335569>

Estrategias desde la gerencia de proyectos para la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos: análisis de percepciones ciudadanas, barreras socioeconómicas en Medellín

Decreto 570 de 2018. [Ministerio de Minas y Energías]. Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con los lineamientos de política pública para la contratación a largo plazo de proyectos de generación de energía eléctrica y se dictan otras disposiciones. 23 de marzo del 2018.

Di Pietro, S. (2022). Processes of urban transition to autonomous decentralized systems of renewable energy. *Estudios Demográficos Y Urbanos*, 37(3), 807-837.  
<https://doi.org/10.24201/edu.v37i3.2073>

Empresas Públicas de Medellín (EPM). (2022). Informe de sostenibilidad 2022.  
<https://www.epm.com.co/content/dam/epm/institucional/informes-de-sostenibilidad-historicos-/informe-de-sostenibilidad-2022.pdf>

Farla, J., Markard, J., Raven, R. & Coenen, L. (2012). Sustainability transitions in the making: A closer look at actors, strategies and resources. *Tech Forecasting and Social Change*. 79 (6): 991-998. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.02.001>

Freeman, R. E. (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Pitman.

Geels, F. W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), 24–40.  
<https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>

Geels, F. W. (2014). Regime resistance against low-carbon transitions: Introducing politics and power into the multi-level perspective. *Theory, Culture & Society*, 31(5), 21–40.  
<https://doi.org/10.1177/0263276414531627>

Geels, F. W., Sovacool, B. K., Schwanen, T., y Sorrell, S. (2017). The socio-technical dynamics of low-carbon transitions. *Joule*, 1(3), 463–479.  
<https://doi.org/10.1016/j.joule.2017.09.018>

GraphPad Software. (2023). *GraphPad Prism* (Versión 10.0.0) [Software de computación].  
<https://www.graphpad.com>

Ha, Y-L. & Kumar, S. (2021). Investigating decentralized renewable energy systems under different governance approaches in Nepal and Indonesia: How does governance fail?

Estrategias desde la gerencia de proyectos para la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos: análisis de percepciones ciudadanas, barreras socioeconómicas en Medellín

Energy Research & Social Science. 80 (102214).

<https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102214>

Hernández, R., & Mendoza, C.P. (2018). Recolección y análisis de datos en la ruta cualitativa. En Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (pp. 310-386). McGraw-Hill.

International Energy Agency (IEA). (2023). *World Energy Outlook 2023*.

<https://www.iea.org>

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2020). Renewables in cities: Determinants of progress. [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Oct/IRENA\\_Renewables\\_in\\_cities\\_2020.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Oct/IRENA_Renewables_in_cities_2020.pdf)

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2022). World energy transitions outlook 2022: 1.5°C pathway. <https://www.irena.org/Digital-Report/World-Energy-Transitions-Outlook-2022>

IPCC. (2022). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P. R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, & J. Malley (Eds.)]. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157926>

Kammen, D. & Sunter, D. (2016). City-integrated renewable energy for urban sustainability.

Kerzner, H. (2017). Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling (12th ed.). Wiley.

Science, American Association for the Advancement of Science. 352 (6288). DOI: 10.1126/science.aad9302

Ley 697 de 2001. Por la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía y se promueve la utilización de energías alternativas. Congreso de la República de Colombia, Diario Oficial No. 44.573.

Estrategias desde la gerencia de proyectos para la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos: análisis de percepciones ciudadanas, barreras socioeconómicas en Medellín

Ley 1715 de 2014. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. Congreso de la República de Colombia, Diario Oficial No. 49.150.

Ley 2099 de 2021. Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones. Congreso de la República de Colombia, Diario Oficial No. 51.731.

Likert, R. (1932). Una técnica para la medición de actitudes. *Arch Psychology*. 22(140):55

Naciones Unidas. (2021). Theme report on energy transition: Towards the achievement of SDG 7 and net-zero emissions. <https://www.un.org/en/conferences/energy2021/reports>

Naciones Unidas. (2021). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2021 [The Sustainable Development Goals Report 2021]. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. [https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2021\\_Spanish.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2021_Spanish.pdf)

Naciones Unidas. (2015). Acuerdo de París (versión en español). Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático – UNFCCC. [https://unfccc.int/sites/default/files/spanish\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf)

Narváez, G., Gualotuña, M., & Guasumba-Codena, J. (2023). Climate change impact on photovoltaic power potential in South America. *Environmental Science and Pollution Research International*, 30(3), 5603–5618. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22533-3>

Organisation for Economic Co-operation and Development, UN Environment Programme, & World Bank Group. (2018). *Financing climate futures: Rethinking infrastructure*. OECD Publishing.

Ortegón, E., Pacheco, J. F., & Prieto, A. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. CEPAL.

Project Management Institute (PMI). (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) (7th ed.)*. PMI.

REN21. (2023). *Renewables 2023 global status report: Energy demand*. [https://www.ren21.net/gsr-2023/modules/energy\\_demand](https://www.ren21.net/gsr-2023/modules/energy_demand)

Estrategias desde la gerencia de proyectos para la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos: análisis de percepciones ciudadanas, barreras socioeconómicas en Medellín

Rodríguez, H. (2009). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Rev de Ingeniería de la Universidad de los Andes*. 28 (1).

Schulte, E., Scheller, F., Sloot, D., & Bruckner, T. (2021). A combined planning and diffusion model for residential photovoltaics: An integrated approach for the German housing stock. *Journal of Cleaner Production*, 328, 129524.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129524>

Sovacool, B. K. (2016). How long will it take? *Energy Research & Social Science*, 13, 202–215.  
<https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.020>

United Nations Environment Programme (UNEP). (2022). *Emissions Gap Report 2022*.  
<https://www.unep.org>

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2022). Plan energético nacional 2020–2050.  
[https://docs.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PEN\\_2020\\_2050/Plan\\_Energético\\_Nacional\\_2020\\_2050.pdf](https://docs.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PEN_2020_2050/Plan_Energético_Nacional_2020_2050.pdf)

World Economic Forum. (2022). *Fostering effective energy transition 2022 edition (Insight Report)*. [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Energy\\_Transition\\_Index\\_2022.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Energy_Transition_Index_2022.pdf)

## **Anexos**

**Anexo 1.** Encuesta del componente cuantitativo sobre la adopción de tecnologías de energía limpia en Medellín.

### **ENCUESTA: ADOPCIÓN DE ENERGÍA LIMPIA EN MEDELLÍN**

#### **Sección 1: Datos sociodemográficos**

1. Edad:

18–25,  26–35,  36–50,  51+

2. Género:

Masculino,  Femenino,  Otro

3. Estrato socioeconómico:

2,  3,  4

#### **Sección 2: Nivel de conocimiento**

(ESCALA: 1 = Muy bajo | 5 = Muy alto)

4. ¿Qué tanto conocimiento tiene sobre energías limpias?

5. ¿Qué tanto conoce sobre energía solar?

6. ¿Conoce programas del gobierno sobre energías renovables?

#### **Sección 3: Percepción de energías limpias**

(1 = Muy en desacuerdo | 5 = Muy de acuerdo)

7. Las energías limpias ayudan al medio ambiente

8. Son una buena inversión a largo plazo

9. Son accesibles para la población

10. Mejoran la calidad de vida

Sección 4: Barreras económicas

(1 = Nada importante | 5 = Muy importante)

11. Alto costo inicial
12. Falta de información
13. Falta de apoyo del gobierno
14. Dificultades técnicas

Sección 5: Disposición de adopción

15. ¿Usa actualmente alguna energía limpia?

- Sí,  No

16. ¿Estaría dispuesto a implementarla?

(1 = Nada dispuesto | 5 = Muy dispuesto)

**Anexo 2.** Encuesta del componente cualitativo.

ENTREVISTA. Sección 1: Contexto

1. ¿Qué entiende usted por energía limpia?
2. ¿Ha escuchado sobre su uso en Medellín?

Sección 2: Percepción

3. ¿Qué opinión tiene sobre las energías limpias?
4. ¿Cree que son importantes para la ciudad? ¿Por qué?

Sección 3: Barreras

5. ¿Qué dificultades cree que existen para implementarlas?
6. ¿Qué factores limitan su adopción en su comunidad?

Sección 4: Políticas públicas

Estrategias desde la gerencia de proyectos para la adopción de tecnologías de energía limpia en contextos urbanos:  
análisis de percepciones ciudadanas, barreras socioeconómicas en Medellín

7. ¿Conoce iniciativas del gobierno sobre energías limpias?
8. ¿Cree que son suficientes?

#### Sección 5: Adopción

9. ¿Estaría dispuesto a usar energía limpia?
10. ¿Qué necesitaría para hacerlo?

Los datos previamente recolectados fueron preparados y depurados antes de su procesamiento para su correcto análisis.

Se hizo una revisión de encuestas incompletas, eliminación de respuestas inconsistentes, codificación inicial de variables y todo fue organizado en una base de datos en formato tabular.