

VALORACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DE LOS EFECTOS GENERADOS POR LA
CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA SALUD DE LOS HABITANTES EN EL ÁREA
URBANA DE VILLAVICENCIO – META, COLOMBIA

ALEJANDRA GONZÁLEZ PÉREZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2017

VALORACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DE LOS EFECTOS GENERADOS POR LA
CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA SALUD DE LOS HABITANTES EN EL ÁREA
URBANA DE VILLAVICENCIO – META, COLOMBIA

ALEJANDRA GONZÁLEZ PÉREZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniera Ambiental

Asesora

LEIDY JOHANA ARIZA MARÍN

Economista. Msc. Gestión Ambiental Sostenible

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2017

Autoridades Académicas

P. JUAN OBALDO LÓPEZ SALAMANCA O.P.

Rector General

P. MAURICIO ANTONIO CORTÉS GALLEGO O.P.

Vicerrector Académico General

P. JOSÉ ARTURO RESTREPO RESTREPO O.P.

Rector Sede Villavicencio

P. FERNANDO CAJICÁ GAMBOA O.P.

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN

Secretaria de División Sede Villavicencio

YÉSICA NATALIA MOSQUERA BELTRÁN

Decana Facultad de Ingeniería Ambiental

Nota de Aceptación

YÉSICA NATALIA MOSQUERA BELTRÁN

Decana de Facultad

LEIDY JOHANA ARIZA MARÍN

Directora Trabajo de Grado

YURY TATIANA CÁRDENAS HERNÁNDEZ

Jurado

DIANA ESPERANZA GÓMEZ GÓMEZ

Jurado

Villavicencio, 13 de octubre de 2017

A mi abuelo, por ser la persona que con tanta sabiduría y experiencia en su corazón, logró llenarse de orgullo y felicidad por las metas cumplidas en mi vida académica. Gracias abuelo por todo tu apoyo y lamento que no estés presente en el logro que con tantas ansias me querías ver, en mi ceremonia de graduación.

Agradecimientos

A mi directora de grado, Msc. Leidy Johana Ariza Marín, por su constante ayuda y motivación en la elaboración de mi tesis y su incondicional apoyo en el desarrollo de mi formación profesional e investigativa. Por confiar y creer en mí al brindarme un acercamiento a la temática de valoración ambiental y servicios ecosistémicos, un área que logró generar pasión en mí. Por ser una de las personas que mayor admiración genera en mí y en sus estudiantes con su increíble inteligencia y bondad, al ser un rol íntegro, tanto a nivel profesional como personal.

A la Ingeniera Yesica Natalia Mosquera Beltrán, por haber marcado una etapa de mi camino universitario al abrirme las puertas a la temática de calidad del aire, la rama de la ingeniería ambiental que tanto entusiasmo ha generado en mí. Por toda la exigencia y conocimiento impartido, la cual constituyó la línea base para esta tesis.

Por último pero no menos importante, a mi familia y mis profesores en general. Gracias por ser el pilar fundamental de todo lo que soy hoy en día, por su constante apoyo en mi formación académica y personal.

Todo el presente trabajo de grado ha sido posible por ellos. Muchas gracias a cada uno de ustedes.

Contenido

	Pág.
Resumen.....	1
1 Introducción	3
2 Planteamiento del problema.....	4
3 Objetivos.....	7
3.1 Objetivo General	7
3.2 Objetivos específicos.....	7
4 Justificación	8
5 Alcance	11
6 Antecedentes	12
7 Marco referencial	16
7.1 Marco Teórico	16
7.2 Marco Conceptual	19
7.3 Marco Legal	22
8 Metodología	24
8.1 Fase I: Recopilación de datos.....	24
8.2 Fase II: Evaluación de la percepción social	25
8.3 Fase III: Estimación del valor económico.....	27
8.4 Fase IV: Análisis de variables.....	30
9 Resultados y análisis	31
9.1 Percepción social.....	31
9.2 Valoración económica.....	42
9.3 Análisis de variables.....	43
10 Discusión de resultados.....	46
Conclusiones	47
Recomendaciones	49
Referencias bibliográficas.....	50
Anexos	58

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1. Pasos para la implementación de la transferencia de valores	21
Tabla 2. Caracterización de la población.....	32
Tabla 3. Promedio de concentraciones por contaminante y estación para el 2013.....	44

Lista de Figuras

Pág.

Figura 1. Muestreo por bola de nieve de forma discriminatoria. Alejandra González Pérez.	27
Figura 2. Respuestas de conocimiento de la contaminación del aire –CA.	33
Figura 3. Principales causas de la contaminación atmosférica mencionadas por la población	34
Figura 4. Factores cercanos a la población	34
Figura 5. Influencia de otros factores sobre la percepción del estado de la calidad del aire	35
Figura 6. Percepción del estado de la calidad del aire por barrio	36
Figura 7. Conocimiento de la autoridad ambiental en la ciudad.....	36
Figura 8. Mapa de análisis semántico sobre contaminación atmosférica (CA: Calidad del aire; VE: Valoración económica).....	40
Figura 9. Mapa de análisis semántico sobre políticas públicas	41

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo 1. Formato del instrumento de encuestas	58
Anexo 2. Conocimiento de calidad del aire por barrio	59
Anexo 3. Percepción de la contaminación del aire por barrio	59
Anexo 4. Seguimiento a políticas por barrio	60

Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar el valor económico, la percepción social de los efectos ocasionados por contaminación atmosférica sobre la salud de los habitantes y el seguimiento a políticas de control en cinco sectores de la ciudad de Villavicencio. Así, mediante el método de transferencia de beneficios se obtuvo un valor total dispuesto a pagar de COP\$8.500 millones anuales para disminuir la contaminación atmosférica en la ciudad, la cual podría llegar a evitar, mediante estrategias de descontaminación, 6.318 casos de afectaciones respiratorias, 36 casos de muerte por Infección Respiratoria Aguda –IRA anuales, 73.455 casos anuales de IRA, de los cuales 28.168 corresponden a menores de 5 años. Por otra parte, se aplicaron 400 encuestas semi-estructuradas para conocer la percepción social de los habitantes, encontrando que más del 60% de la población percibe el estado de calidad del aire en la ciudad como regular y el 98% considera que ésta afecta la calidad de vida. Asimismo, en todos los sectores más del 59% reconoce al transporte como el principal problema de contaminación atmosférica, y se identificó que los ciudadanos poseen un escaso empoderamiento de la problemática, ya que más del 79% de la población no identifica la autoridad ambiental encargada, ni reconoce ninguna medida de seguimiento y control. De igual manera, los resultados permitieron corroborar el impacto que perciben los habitantes por contaminación atmosférica, además de reconocer que se está fallando en uno de los elementos más importantes de participación ciudadana, la cual puede ser usada eficientemente para lograr acciones dentro de los procesos de política pública para mejorar la condición ambiental de la ciudad.

Clasificación JEL: Q51, Q53, Q58

Palabras Clave: Transferencia de beneficios, calidad del aire, percepción social, políticas públicas

Abstract

The objective of the present study was to determine the economic value as well as the social perception of the effects caused by atmospheric pollution on the health of the inhabitants as well as the follow up to control policies in five sectors of the city of Villavicencio. Thus, through the Benefit Transfer method, a total value of COP\$8,500 million was obtained annually to reduce the air pollution in the city, which could lead to prevent through decontamination strategies 6.318 cases of respiratory affectation, 36 annual cases of death by lower respiratory tract infections (LRTI), 73,455 annual cases of hospitalization by LRTI, of which 28,168 are children under the age of 5. On the other hand, 400 semi-structured surveys were applied to recognize the social perception of the inhabitants, finding that more than 60% of the population perceives the state of air quality in the city as regular and 98% consider that it affects quality of life. In addition, in all the sectors more than 59% recognize transport as the main problem of air pollution, and it was identified that citizens have a weak empowerment of the problem, since more than 79% of the population does not identify the responsible environmental authority, nor do they recognize any monitoring and control measures. In the same way, the results allowed to corroborate the impact that the inhabitants perceive by atmospheric pollution, besides recognizing that it is failing in one of the most important elements of citizen participation, which can be used efficiently to achieve actions within the public policy processes to improve the city's environmental condition.

JEL Classification: Q51, Q53, Q58

Keywords: Benefit Transfer, air quality, social perception, public policies.

1 Introducción

La mayoría de los estudios en el campo de la contaminación del aire y su relación con los efectos en la salud son realizados principalmente por países desarrollados; sin embargo, a medida que la calidad del aire en las ciudades latinoamericanas se deteriora, se ha convertido en un tema de vital importancia. La valoración de estos impactos permite proveer elementos importantes a los tomadores de decisiones para la eficiente implementación de políticas públicas y adecuadas medidas de control de la contaminación (Castillo, 2010). En Colombia, la autoridad ambiental ha logrado promover la ejecución de estas valoraciones, así como su incorporación a la evaluación de proyectos, pero esta se ha visto limitada ya que en el país hay escasez de información para las valoraciones (Conpes, 2005).

La implementación de proyectos y medidas de control de la contaminación del aire no exitosos se deben tanto a la ineficiente capacidad de gestión por las entidades ambientales, como al limitado conocimiento del problema por la población (Ariza, Franco, & Sanchez, 2014). Es por ello, que surge la necesidad de orientar procesos de participación ciudadana al seguimiento de políticas en cuanto a la contaminación atmosférica, además de conocer cómo perciben este problema con el fin de empoderar a la comunidad para la toma de decisiones.

Dado el contexto anterior, el presente estudio se llevó a cabo en Villavicencio, específicamente en los barrios Alborada, Multifamiliares los Centauros, Montecarlo, Manantial, y Centro, debido a la concentración de industrias, malla vial, núcleo poblacional y la presencia de contaminantes atmosféricos que exceden las normas de calidad ambiental vigentes (Cormacarena, 2013). Como aproximación a la comprensión de esta compleja problemática ambiental, se ha planteado como objeto de investigación determinar el valor económico de los efectos ocasionados por la contaminación del aire sobre la salud, así como la percepción social de los habitantes en los barrios ya mencionados.

2 Planteamiento del problema

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud *“el aire limpio es un requisito básico de la salud y el bienestar humano. Sin embargo, su contaminación sigue representando una amenaza importante para la salud en todo el mundo”* (OMS, 2005), ya que según un estudio realizado por la misma organización, cada año se registran más de dos millones de muertes prematuras relacionadas con la contaminación del aire tanto en espacios abiertos como cerrados, siendo más de la mitad proveniente de los países en desarrollo (OMS, 2002). Así mismo, la contaminación del aire no sólo afecta a la salud de los habitantes (Bascom et al., 1996; Kampa & Castanas, 2008; Pope III & Dockery, 2006), sino que ocasiona daños –aunque de menor impacto– a los materiales (Rabl & Spadaro, 1999) y recursos naturales, disminución de la producción agrícola, la visibilidad y pérdida de la productividad, lo que conlleva a grandes pérdidas económicas y ambientales, y por ende en la calidad de vida (Cifuentes, Rizzi, Jorquera, & Vergara, 2004; Ortiz Durán, Rojas Roa, & others, 2013).

En Colombia, la contaminación del aire ha sido una de las problemáticas de mayor preocupación en los últimos diez años (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2010). Los costos anuales en salud –junto a la contaminación del agua– equivalen al 2% del PIB nacional, cifra que sería más alta si se tuvieran en cuenta los problemas en la salud ocasionados en el sector minero por el uso de mercurio y otros productos químicos tóxicos (OCDE -Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2014). Asimismo, a través de una encuesta realizada en 2008, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible reconoció que el 67% de los encuestados consideran la contaminación como problema ambiental y un 52% de ese porcentaje opinan que la contaminación del aire es el principal problema (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2010).

A partir de aquellos costos anuales estimados y la percepción social entorno a la problemática del aire, surge la necesidad de ampliar el campo de la investigación en el área temática de calidad del aire en las principales ciudades del país, en concreto las ciudades pertenecientes al Meta ya que es uno de los mayores emisores de gases de efecto invernadero en el país ocasionadas por el

sector transporte, manufacturero, minero energético, entre otros (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA, 2016). Actualmente, Villavicencio cuenta con escasos estudios en la temática, por lo que recientemente fue puesta en funcionamiento la red de monitoreo de calidad del aire en la ciudad. Sin embargo, la autoridad ambiental realizó monitoreos de contaminación atmosférica en 2013 (Cormacarena, 2013), los cuales indican que el material particulado (PM_{10}) y las Partículas Suspendidas Totales (PST) son las de mayor preocupación en la ciudad por superar los máximos permitidos en la normatividad colombiana.

Por otro lado, el estudio realizado en 2014 por el Grupo de Investigación en Gestión Ambiental Sostenible (GIGAS) (Trujillo-González & Torres-Mora, 2015) encontró que el sedimento que se deposita en las vías de la ciudad, contiene altos niveles de metales pesados, en especial plomo; superando a ciudades con mayor número de habitantes en Brasil (L. L. G. Martínez & Poletto, 2014) y China (Shi et al., 2010; Wei & Yang, 2010). Este material contaminado, puede ser elevado por movimientos de masas de aire que permiten su transporte hacia el sistema respiratorio humano y hacia los sectores poblacionales contiguos al de mayor impacto. Asimismo, los factores hidrológicos ocasionan la escorrentía de este material hacia importantes afluentes como el río Ocoa; impactando de forma tóxica el ambiente y generando un posible peligro en la salud pública de la ciudad (Trujillo-González & Torres-Mora, 2015; Universidad de los Llanos, 2014). Por esta razón, se identifica que una posible causa al registro de los niveles altos de PM_{10} y metales pesados pueden ser ocasionados por los sectores productivos más importantes del municipio de Villavicencio, los cuales son las ladrilleras, molineras y talleres de reparación mecánica; aglomerando marcas comerciales como Montecarlo, Catira y Arroz del Llano, además de un gran número de talleres de reparación de automotores diesel (Alcaldía de Villavicencio, 2014).

Teniendo en cuenta los diversos efectos mencionados anteriormente tanto a nivel mundial, nacional y municipal, es pertinente realizar una evaluación que permita estimar el valor económico de los impactos en la salud ocasionado por la contaminación atmosférica (Cifuentes et al., 2004; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2010); permitiendo ser base para estudios más profundos en torno al análisis de costo-beneficio, otorgando factores clave a los tomadores de decisiones para evaluar la eficiencia de las políticas y medidas para el control de la

contaminación atmosférica (Castillo, 2010). Cabe destacar que aunque se ha promovido en Colombia la valoración como principal criterio de la inversión en proyectos ambientales, sigue existiendo escasa información en el área para realizar ese tipo de evaluaciones (Castillo, 2010; Conpes, 2005); en especial las ciudades como Villavicencio que no cuentan con datos robustos en la recién instalada red de monitoreo de calidad del aire, poseen escasa información de la percepción de la comunidad entorno a la contaminación atmosférica, y una baja actividad de investigación en este componente por parte de los entes regionales, investigadores, institutos de investigación, y entes de educación superior. Por esta razón, surge la necesidad de realizar un acercamiento a los impactos de la contaminación del aire en la salud y la percepción de los habitantes de la ciudad con respecto a la dimensión mencionada integrando el factor económico, social y ambiental desde una perspectiva holística.

3 Objetivos

3.1 Objetivo General

Valorar económicamente los efectos generados por la contaminación del aire y la percepción social sobre la salud de los habitantes del área urbana de Villavicencio.

3.2 Objetivos específicos

- Evaluar la percepción de la población en relación a los impactos de la contaminación atmosférica en la dimensión salud por medio de entrevistas semi-estructuradas.
- Estimar el valor económico de los impactos ocasionados por la contaminación del aire en la dimensión abordada, usando la metodología de transferencia de beneficios.
- Analizar la relación existente entre la percepción social, el valor económico de los impactos negativos en la salud y los niveles de emisión de contaminantes registrados en los monitoreos de calidad de aire en el área de estudio.

4 Justificación

La contaminación atmosférica tiene un gran impacto a nivel mundial, afectando diferentes dimensiones o características del entorno como los efectos sobre la vegetación generando una alteración en funciones metabólicas y tejidos vegetales, manifestándose como necrosis foliar (Marcano, 2012). También afecta las infraestructuras por medio del depósito de material particulado con diferentes componentes que provoca la corrosión de los metales con la ayuda de la humedad y la temperatura ocasionando decoloración, envejecimiento, agrietamiento y la degradación de infraestructuras y monumentos con alto valor histórico-artístico. Por otro lado, la contaminación atmosférica genera efectos sobre la visibilidad debido a que las partículas dispersadas en el aire absorben la luz solar lo que reduce la claridad de visión. Asimismo, se afectan los ecosistemas por medio de fenómenos como las lluvias ácidas que conlleva a la acidificación del agua y suelo, como también daños en los bosques produciendo una pérdida en la vitalidad y haciéndolos más sensibles a plagas (Marcano, 2012). Por supuesto que los efectos no sólo son regionales sino mundiales, como el efecto invernadero y la capa de ozono alterando la temperatura media global y así desencadenando un sinnúmero de eventos en todos los ecosistemas. Sin embargo, la contaminación atmosférica a través de sus efectos en diferentes dimensiones termina afectando en gran magnitud a la salud humana de forma directa e indirecta.

Los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud son de gran importancia, ya que aumenta el riesgo de contraer enfermedades como cáncer de pulmón, accidentes cerebrovasculares, neumonía, cardiopatías, y bronquitis crónica; además de aumentar los casos de ataques de asma, dificultad para respirar e irritación en los ojos, lo cual conlleva a altos gastos en medicamentos, aumento de la morbilidad por causas respiratorias, disminución del desarrollo de actividades y ausencias en el ámbito laboral (OMS, 2002). Conforme al estudio realizado por el Banco Mundial y el Instituto de Mediciones y Evaluaciones de Salud (World Bank and Institute for Health Metrics and Evaluation, 2016), en el año 2013 se perdieron aproximadamente 5,5 millones de vidas a nivel mundial a causa de estas enfermedades, generando un costo por fallecimiento superior a US\$ 5,11 billones. Para el mismo año, la economía mundial se vio afectada en costos aproximados a US\$225.000 millones en pérdidas por ingreso a laborar, lo cual

permite comprender el impacto económico de la contaminación del aire. Según el informe “Las consecuencias económicas de la contaminación del aire” de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD, 2016), estimó que para el año 2060 las muertes causadas por la contaminación del aire representarán entre US\$18 billones y US\$25 billones, por efectos en la salud, daños materiales, disminución de la productividad agrícola y la visibilidad, pérdida de la productividad, entre otros.

En un contexto más específico, en Colombia los efectos ocasionados en la salud por la contaminación del aire –al igual que el agua– equivalen aproximadamente al 2% del PIB nacional (OCDE -Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2014); es decir, la contaminación del aire genera un costo de más de \$1.500 billones de pesos anuales (Franco-Escobar, 2014). Otros estudios demuestran que la contaminación del aire es culpable de aproximadamente 6.000 muertes prematuras y 7.400 nuevos casos de bronquitis crónica en el país (Franco-Escobar, 2014; Larsen, 2004). Además, una estimación realizada para 2010 y 2020 en Bogotá, a partir de la disminución de los niveles de material particulado a lo establecido como límite en la Resolución 610 de 2010, obtuvo beneficios de aproximadamente 180 mil millones de pesos en costos de enfermedad y 21,5 billones de pesos en mortalidad, representados en servicios hospitalarios (Ortiz Durán et al., 2013). Es por ello que la implementación de una perspectiva económica en la preservación de los componentes ambientales es pertinente para lograr una calidad ambiental, en especial para la ciudad de Villavicencio que hace parte del segundo departamento con mayor emisión de gases de efecto invernadero en el país con aproximadamente 21.2 millones de toneladas de CO₂, tomadas del sector forestal, agrícola, transporte, manufacturero, y minero energético (IDEAM et al., 2016).

En ese sentido, el presente trabajo tiene como principal objetivo realizar un acercamiento a la estimación de los costos económicos y perspectiva social en el sector de la salud por contaminación atmosférica en el área urbana de Villavicencio, debido a que concentra el núcleo urbano, áreas industrializadas y densidad de tráfico vehicular; además permitiendo relacionar los valores obtenidos tanto con los aspectos de la calidad del aire percibido por la comunidad como con los registros de monitoreo de contaminación del aire en el área de estudio. Esta investigación logrará representar un adelanto en la valoración económica del componente aire en la ciudad,

debido a que los estudios desarrollados en el sector son escasos y están relacionados tan sólo con la medición de los contaminantes ya que la ciudad recién estableció su red de monitoreo de calidad del aire; además brindará un aporte en el enfoque de valoración ambiental del país al establecer un acercamiento sobre el tema en una de sus principales ciudades. Los resultados obtenidos en el estudio beneficiarán a la comunidad científica, en especial a los investigadores regionales que podrán realizar pesquisas más amplias en el campo de la valoración de la calidad del aire; además ayudará a proporcionar una información útil a los tomadores de decisión de los entes territoriales y organizaciones, permitiendo evaluar la eficiencia de las políticas y medidas para el control de la contaminación del aire en la ciudad; así mismo, la comunidad se beneficiará al considerar los resultados de la investigación en cuanto al valor económico y la percepción social como principal criterio para la inversión en proyectos ambientales.

5 Alcance

El presente trabajo de grado se desarrolló dentro de un periodo de seis meses donde se realizó tanto la valoración económica y la de percepción social mediante 400 encuestas a cinco barrios del área urbana de Villavicencio: Alborada, Multifamiliares los Centauros, Montecarlo, Manantial, y el Centro, estos fueron seleccionados debido a su ubicación, la cual permite abarcar significativamente el municipio, puesto que estos representan además los barrios donde se realizó el monitoreo de 2013-2014 por parte de la autoridad ambiental Cormacarena.

6 Antecedentes

La contaminación atmosférica es uno de los problemas ambientales de mayor preocupación a nivel mundial (Romero Placeres, Diego Olite, & Álvarez Toste, 2006), generando altos impactos en el ambiente y la salud, como problemas cardiovasculares, respiratorios, y cancerígenos (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2010; Romero Placeres et al., 2006). En este contexto, surge la necesidad de estimar sus efectos sobre los grupos sociales y las actividades económicas, de manera que resulta pertinente emplear métodos de valoración que faciliten la comprensión de los impactos y la toma de decisiones. De acuerdo con García & Alvarez Valenzuela (2014) y Cifuentes et al. (2004), la valoración integra las perspectivas económicas y ambientales, además de socioculturales lo que permite contar con indicadores del bienestar de la sociedad, para proporcionar información y facilitar la evaluación de políticas y toma de decisiones en materia de regulación ambiental.

Existe una gran cantidad de métodos que han sido aplicados para estimar los impactos económicos de la contaminación del aire (Bell, Davis, Gouveia, Borja-Aburto, & Cifuentes, 2006). Sin embargo, el aspecto de mayor relevancia para la aplicación de métodos en las investigaciones a nivel mundial es la afectación en la salud. Uno de los estudios más importantes se realizó en los Estados Unidos por la USEPA, la cual elaboró dos estudios prospectivos con análisis de Costo Beneficio y el método de función de daño para la Ley de Aire Limpio en los periodos 1970-1990 (US Environmental Protection Agency, 1997) y 1990-2020 (US Environmental Protection Agency, 1999), implementada como política efectiva para contrarrestar los efectos de la contaminación del aire en el país por medio de la valoración económica a futuro. Por otro lado, en Taiwan, se realizó una evaluación contingente por la técnica de disposición a pagar (DAP) en 1997 (Alberini et al., 1997); sin embargo, ésta técnica se diferenció por haber seleccionado personas que han sufrido una enfermedad respiratoria en vez de personas al azar, lo cual logró obtener valores más significativos y mejor representados.

En Latinoamérica se destacan tres países que se han convertido en líderes de investigación en el área de valoración de calidad del aire: Chile, México y Brasil (Catalán Vázquez, 2006). En el

Informe para el Diálogo Regional de Política del Banco Interamericano de Desarrollo (Cifuentes et al., 2004) se reúnen varios casos de estudio en las principales ciudades de Chile, México y Brasil.

Para la ciudad de Santiago de Chile, se aplicó el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA) para los años 1997 (CONAMA R.M., 1997) y 2000 (CONAMA R.M., 2001), aplicando la metodología de Análisis Costo Beneficio (ACB). De acuerdo a cada beneficio directo, se usó una técnica diferente. En el mejoramiento de la salud se usó la técnica de función de daño para estimar el valor asociado a una muerte evitada. Para la disminución en los daños a materiales, se tomó el tipo de material de la superficie externa de las infraestructuras registrado en censos anteriores, calculando así los costos evitados por manutención de las mismas. En cuanto al aumento de la productividad agrícola, se tomó una cuenca del río Malpocho por tener una gran cantidad de superficie cultivada y se calculó los costos asociados a los daños en la vegetación por medio de la función dosis-respuesta y estimación por pérdida en los costos de comercialización. Para el año 2000, se volvió a estimar el beneficio en la salud con algunas modificaciones en los cálculos, y se complementó con un estudio de valoración contingente para estimar la disposición a pagar de los ciudadanos por una mejora en la visibilidad. El estudio demostró una alta sensibilidad a los métodos y cálculos aplicados, ya que los beneficios en la salud aumentaron en un 1000% con las metodologías del PPDA del año 2000; es decir que los beneficios aumentan en más de un orden de magnitud, de acuerdo a los diferentes supuestos usados en los análisis.

En la Ciudad de México se han realizado diversos estudios en el campo de valoración de calidad del aire, de los cuales se destacan tres: primero, el estudio realizado por el Banco Mundial y el Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Libre de Amsterdam en el 2000 (Cesar et al., 2000), el cual considera cuatro escenarios posibles de disminución de la contaminación por medio de la interpolación espacial de contaminantes. Para los impactos sobre la salud se tomó la disminución de mortalidad adulta, la cual se ve expresada en el aumento de la esperanza de vida; y para la mortalidad infantil, se tomó el número de casos registrados. Los resultados obtenidos muestran una alta sensibilidad a los métodos de transferencia de valores y a los supuestos usados,

ya que los beneficios por disminución de PST pueden variar desde 158 millones de dólares a 1.500 millones de dólares.

Segundo, la investigación realizada en el 2002 del Premio Nobel de Química Mario Molina (2002), estableció un solo escenario para la reducción del 10% de ozono (O_3) en cuanto a disminución de casos de muerte y bronquitis aguda; y para material particulado (PM_{10}) por reducción en los casos de muerte y el número de días restringidos para la actividad diaria. Para ese mismo estudio en 2002, Molina midió los beneficios de la disposición de pago (DAP) transfiriendo valores de Estados Unidos. Por último, el estudio de McKinley et al. (2003) consistió en la reducción de los índices de mortalidad y morbilidad, por medio del método DAP para evaluar los beneficios de cinco medidas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, las cuales son: i) renovación de los vehículos para taxis; ii) la ampliación de las líneas del Metro; iii) el implemento de buses híbridos; iv) disminución de las pérdidas de gas licuado; v) sistema de cogeneración (energía y calor). En cuanto a los resultados de la investigación, se obtuvo una escasa disposición a pagar, contrario a los estudios anteriormente mencionados; cabe resaltar que es el único estudio que implementa medidas para la reducción de contaminantes. De modo que surge la incertidumbre de la efectividad de éstas en situaciones reales.

En Sao Paulo se han realizado importantes estudios de los impactos sociales de la contaminación como la investigación realizada en 1999 por da Costa y Saldiva et al. (1999) que lograron estimar los efectos en la salud y los costos de la contaminación en la ciudad. Otro muy importante es la evaluación ex-post de los beneficios por la implementación del Programa de Control de la Contaminación Atmosféricas de Fuentes Móviles para su tercera fase en 2002 (Braga et al., 2002; Ortiz & Serôa da Motta, 2002). Para estos dos estudios se aplicaron las mismas técnicas de un único escenario de reducción de los contaminantes en el aire y sus efectos en la salud por medio de la transferencia de valores. Como resultado se obtuvo un alto beneficio en la DAP por evitar la muerte prematura, en especial para los habitantes mayores de 65 años, en contraste con los pocos beneficios obtenidos a partir de los gastos de admisiones hospitalarias. Entre tanto, en Colombia las investigaciones referentes a la valoración de la contaminación del aire son escasas; sin embargo, los trabajos de investigación en ésta área son, en su mayoría,

realizados en Bogotá, como el caso de Carriazo (2000) que relaciona el impacto de la contaminación atmosférica sobre el precio de las viviendas en la capital. Mientras que en la tesis de maestría de Maturana (2000) se utilizó el método de disponibilidad a pagar por los daños ocasionados por la contaminación atmosférica en la salud. Asimismo, Lozano (1998) realizó la estimación de reducción de contaminantes en la ciudad en 1998 con la función concentración – respuesta y DAP. Lozano encontró que un aumento del 10% en las concentraciones de NO_2 ocasiona un incremento de 40 admisiones hospitalarias. Por otro lado, Arrieta (2006) en el 2006 analizó los costos asociados al mejoramiento de la calidad del combustible en el país. Luego Llinás (2008) en 2008 realizó una DAP, obteniendo una baja disposición a pagar para mejorar la calidad del aire, lo cual pudo haber sido ocasionado por el desconocimiento de las personas a los costos que éstas generan. Asimismo, Castillo (2010) hace uso de las mismas técnicas, obteniendo beneficios económicos evitados en atenciones hospitalarias de 16 billones de pesos y la reducción cerca de 28,000 hospitalizaciones en menores de 5 años.

En Pereira, Martínez y Varela (2012), usaron la metodología costos evitados, a través de la cual identificaron que el aumento del 1% de Material Particulado (PM_{10}), podría incrementar 2,32% la morbilidad de Infección Respiratoria Aguda (IRA) en mayores de 5 años. Para el 2013, Ortiz-Durán y Rojas-Roa (2013) modificaron la metodología usada por Castillo (2010), dando resultados igualmente altos para PST y PM_{10} , en especial la reducción de hospitalización de los menores de un año en la ciudad de Bogotá. En Bucaramanga, Pardavé y Jerez (2014) utilizaron el método de valoración contingente para el año 2013, lo cual dio un valor de aceptación alto por parte de los habitantes. En Cali, Franco (2014) realizó una valoración de los beneficios del día sin carro mediante el uso de la función concentración – respuesta, obteniendo que el aumento del 1% en la concentración máxima de CO, incrementa los casos por IRA en 1.3% y ahorros de costos para la sociedad y los sistemas de salud por encima de \$7.000 millones de pesos anuales (pesos de 2010). Para Medellín, Gaviria y Martínez (2014) analizaron la DAP de los individuos, reconociendo cuatro grupos de individuos: con preferencias establecidas, con costos evitados, con ambos y sin disposición a pagar; resultando en una modificación dependiendo de las características que presente la persona como la edad, el nivel de ingreso, presentación de síntomas o enfermedad y la exposición al contaminante.

7 Marco referencial

7.1 Marco Teórico

La valoración económica del medio ambiente es importante en la búsqueda del desarrollo sustentable porque constituye un factor clave en la toma de decisiones por parte de las instituciones ambientales en cuanto a políticas públicas sobre el uso, manejo, protección y conservación de los ecosistemas (Múnera, 2006; Restrepo, 2006). Además, Kristrom (Kriström, 1995) establece que la principal razón para la valoración de los bienes que carecen de mercado, es porque probablemente se hará un uso más eficiente de dichos bienes si muestran un precio (Múnera, 2004).

En las últimas décadas, las metodologías de valoración económica ambiental han tenido un extenso desarrollo (Múnera, 2004), ya que antes se consideraba como imprudente, además de imposible a la hora de cuantificar los aspectos intangibles como los servicios que soportan la vida humana (Múnera, 2006; Restrepo, 2006). Asimismo, desde la teoría económica se reconoce que los recursos naturales son cuantificados de forma inadecuada con respecto a los beneficios de otras actividades productivas, puesto que frecuentemente se le asigna un valor más bajo (Múnera, 2006). Sin embargo, en la actualidad se cuenta con herramientas como valoración contingente, disposición a pagar (DAP), y costo de viaje, muy confiables para calcular las pérdidas o ganancias; aunque, su aplicación es costosa y toma un tiempo considerable, a diferencia de la aplicación del método de transferencia de beneficios o de valores (Fernando Carriazo, Ibáñez, & García, 2003).

La transferencia de beneficios es reconocida como una metodología útil en proyectos que posean un presupuesto limitado debido a que no se necesita el levantamiento de datos en el lugar de estudio, sino que se toma como base los datos ya estudiados en otro sitio con las mismas características al lugar de transferencia (Fernando Carriazo et al., 2003). También resulta beneficioso pues es una metodología que ahorra una gran cantidad de tiempo ya que no recurre a

la exhausta recopilación de datos de campo o información primaria (Fernando Carriazo et al., 2003). Asimismo, favorece los estudios con escasa información debido a que sólo requiere datos básicos de los aspectos sociales, económicos, ambientales y culturales del lugar de estudio para realizar la transferencia más oportuna (Castillo, 2010).

Por otro lado, esta metodología cuenta con cuatro limitaciones. Primero, la confiabilidad de los resultados es determinada por la calidad y cantidad de los estudios base (Fernando Carriazo et al., 2003; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2003). Segundo, el espectro de información es restringido por los estudios escasos de valoración de bienes ambientales (Fernando Carriazo et al., 2003). Tercero, los estudios realizados con información primaria no están diseñados para la aplicación de la transferencia, lo cual genera dificultades entre el estudio original y el de política o intervención (Rosenberger & Loomis, 2001). Cuarto, esta metodología debe ser aplicada solo cuando la necesidad de precisión en las medidas de bienestar es baja (Navrud, 2004).

Asimismo, la metodología de transferencia de valores asume que tanto el sitio de estudio como el de intervención son iguales, y esto conlleva a la estimación de valores con un margen de error o una incertidumbre (Fernando Carriazo et al., 2003; Castillo, 2010). Navrud y Bergland consideran que la metodología no es adecuada para países con distintos niveles de ingreso y calidad de vida (2004). Es por ello, que el paso más importante de la metodología consiste en una revisión completa de la literatura para lograr encontrar el sitio de estudio con mayor similitud al sitio de intervención.

Por otro lado, existen dos métodos de transferencia de beneficios los cuales son por función o por valor. Brouwer (2000) afirma que la transferencia de valores puede generar errores hasta del 475%, mientras que la transferencia de funciones de 56%. Por otra parte, Barton (Barton, 2002) establece que los errores de la metodología por valor son hasta el 56% y el de función hasta el 228%. Sin embargo, las investigaciones en la temática de valoración no han seleccionado un método sobre otro, pues los errores que se generan en la transferencia no son concluyentes a favor de ninguno (Fernando Carriazo et al., 2003).

Según Shrestha y Loomis (Shrestha & Loomis, 2001), la metodología por función posibilita el control de las variables que difieren entre el sitio de estudio y el de política. Sin embargo, se requiere una base de datos completa similar a un estudio a partir de información primaria (Fernando Carriazo et al., 2003). Mientras que la transferencia por valores favorece a los estudios con información, presupuesto y tiempo limitado (Castillo, 2010).

A partir de los beneficios que presenta la valoración económica del ambiente en cuanto a la evaluación de la eficiencia de políticas y medidas de control, es necesario integrar estas acciones con estrategias de participación enfocados a conocer cómo la comunidad comprende y percibe el problema. Para ello, existen diferentes tipos de herramientas que se ajustan al tipo de información que se quiera obtener, el público encuestado y el tema de investigación (Ariza et al., 2014). Siendo así, las entrevistas semi-estructuradas resultan ser la herramienta más adecuada para ser aplicada al estudio, ya que ésta permite establecer una conexión más cercana, generando una charla cómoda y tranquila donde el entrevistado no se siente presionado por un cuestionario formal, sino que por el contrario se genera una conversación amena; llegando a lograr obtener mayor información del entrevistado que por otros métodos (Durand, 2008).

Para Flores (2010) *“la percepción ambiental aporta información esencial para determinar las ideas que el sujeto forma del medio ambiente, así como sus actitudes hacia él”*, por ello es importante estudiar las percepciones debido a que muchas veces lo que se observa con frecuencia no coincide de igual manera al mundo real, bien sea porque estos aspectos fueron distorsionados u omitidos.

Dado el contexto anterior, el método de transferencia de beneficios resulta ser la metodología con mejor aplicación a las condiciones actuales de la ciudad en estudio. Además de integrar el factor económico y ambiental, también se aborda el problema desde una perspectiva social, fortaleciendo la información base para la toma de decisiones y el criterio para inversiones en proyectos ambientales (Ariza et al., 2014).

La presente propuesta de trabajo plantea la hipótesis de investigación de que existe un valor económico por la disminución de la contaminación atmosférica; así como niveles altos de

percepción social y bajo seguimiento de políticas de control de la contaminación atmosférica en la ciudad de Villavicencio.

7.2 Marco Conceptual

Dado que el propósito central de este trabajo de grado estará puesto en la valoración económica de los efectos en la salud ocasionados por la contaminación atmosférica, será necesario plantear algunos ejes conceptuales sobre los que se pueda apoyar el contenido del trabajo.

Para empezar, se podría definir la contaminación del aire como *“la presencia de sustancias en el aire en cantidades y duración tal que pueden alterar la salud y el bienestar humano, así como el funcionamiento de los ecosistemas”* (Horne, 2006). Esta categoría de contaminación ambiental ocasiona afectaciones en las infraestructuras, pérdidas en las actividades productivas, ausencias laborales, y en la salud (Ortiz Durán et al., 2013); siendo ésta última la más importante por su afectación directa a la calidad de vida humana con ataques de asma, irritación en los ojos, bronquitis crónica, accidentes cerebrovasculares, entre otros (OMS, 2002).

En consecuencia, diferentes investigadores a nivel mundial han venido implementando la valoración económica a cada uno de los efectos ocasionados por la contaminación ambiental. Esta valoración es definida como *“todo intento de asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por recursos ambientales, independientemente de si existen o no precios de mercado que nos ayuden a hacerlo”* (Barbier, Acreman, & Knowler, 1997). Por lo tanto, el objetivo principal de la valoración económica del medio ambiente es estimar una medida monetaria a aquellos bienes y servicios ambientales no mercadeables (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2003). Además, pueden ser integrados con aspectos económicos y financieros para facilitar la toma de decisiones acertadas y ser guía para políticas públicas, aplicación de impuestos, asignación de subsidios, estrategias de conservación del recurso, medidas de control, y principal criterio para la inversión de proyectos ambientales (Tomasini, 2000).

En los últimos treinta años se ha promovido la aplicación de metodologías de valoración económica que estiman las pérdidas ocasionadas por una afectación a los servicios ecosistémicos, la disposición a pagar por mantener los beneficios recibidos por cierto bien, o por evitar los costos ambientales por el inadecuado uso de los recursos que genera cierta actividad (Múnera, 2006).

La metodología usada en el presente trabajo es la Transferencia de Beneficios (TB), la cual hace referencia a *"la adaptación de información derivada desde una investigación original para la aplicación de ésta en un contexto diferente de estudio"* (Rosenberger & Loomis, 2001); es decir que se transfiere el valor económico estimado de un sitio donde un estudio ya se ha realizado al sitio de interés o intervención (sitio de la política) (Múnera, 2006). Esta metodología ha sido aplicada porque en muchas situaciones no es práctico recopilar información primaria para realizar la valoración económica. Por ello, la aplicación de los datos y resultados generados en sitios similares es una alternativa muy útil por restricciones presupuestarias, de información, y límites de tiempo (Múnera, 2006). Por otro lado, esta metodología tiene sus limitaciones en la obtención de resultados sesgados ya que el sitio de estudio difiere en aspectos sociales, culturales, económicos y ambientales al sitio de intervención (Castillo, 2010). Sin embargo, la recopilación de información primaria puede ser primordial para grandes proyectos calificados de particularmente complicados, irreversibles o políticamente sensibles (Múnera, 2006).

Existen dos métodos para la transferencia de valores (Tabla 1): (i) transferencia de beneficios de un único estudio; y (ii) transferencia de un valor promedio. La primera se basa en solo un estudio el cual es lo suficientemente relevante y similar al sitio de política. El segundo consiste en aproximar los valores obtenidos del sitio de política en relación al conjunto de estudios tanto relevantes como similares al sitio en cuestión y calcula los valores con la media. Este último momento estadístico corresponde a la única diferencia en la aplicación de los dos métodos (Fernando Carriazo et al., 2003).

Tabla 1.

Pasos para la implementación de la transferencia de valores.

Transferencia de beneficios de un único estudio	Transferencia de un valor promedio
a. Identificar el recurso o servicio afectado por la acción ambiental propuesta.	a. Identificar el recurso o servicio afectado por la acción ambiental propuesta.
b. Realizar una revisión bibliográfica extensa.	b. Realizar una revisión bibliográfica extensa.
c. Evaluar la relevancia y aplicabilidad de los datos provistos en los sitios de estudio.	c. Evaluar la relevancia y aplicabilidad de los datos provistos en los sitios de estudio.
d. Seleccionar una medida de bienestar de uno de los estudios analizados.	d. Calcular la media, mediana e intervalos de confianza del 95% para los beneficios provistos en los estudios relevantes.
e. Transferir la medida de los beneficios y agregar la medida para la población beneficiada.	e. Agregar los beneficios para el total de la población beneficiada.

Nota: Se comparan las dos metodologías para la transferencia de valores/beneficios. Adaptado de Rosenberger & Loomis, 2001.

En las últimas décadas el estudio de la percepción ha sido objeto de creciente interés dentro del campo de la valoración económica ambiental (Ariza et al., 2014). El concepto de percepción socioambiental ha ido siendo desarrollado como *“un proceso de aprendizaje que produce conocimiento o experiencia sobre el entorno”* (Durand, 2008). Mientras que Arizpe y Paz (1993), Lazos y Paré (2000) se apoyan en la definición dada por Whyte, quien dice que la percepción como *“la experiencia directa sobre el medio ambiente [...] y la información indirecta que recibe (un individuo) a través de otros individuos, de la ciencia y de los medios masivos de comunicación”* (Whyte, 1985). Las personas tienden a reconocer mejor las formas imperceptibles en que el medio afecta sus actividades cuando sus condiciones se vuelven más sensibles a su entorno. Por lo que Flores (2010) afirma que los psicólogos ambientales se refieren al proceso de percepción social en el ambiente como complejo y dinámico, además de un proceso activo y no pasivo.

La percepción socioambiental se clasifica a partir de la realidad, los cuales pueden funcionar por medio de símbolos y patrones establecidos (sociales, económicos, culturales, políticos, entre otros), ya que cada persona observa de manera distinta el ambiente que lo rodea y lo caracteriza de acuerdo a su historia de vida (Flores & Herrera Reyes, 2010). Para la clasificación de las percepciones de la población con respecto a cierto bien o servicio, se establecen diferentes

escalas como Likert, Vigesimal, Max Diff, entre otras; logrando así un mejor manejo de la información obtenida.

El estudio de las perspectivas sociales sobre su entorno puede ayudar a explicar cómo los ciudadanos entienden su ambiente de alguna manera, qué aspectos en específico aprecian o rechazan, y cómo estas experiencias pueden llegar a determinar lo que se considera ambientalmente adecuado o permitido (Durand, 2008). Es por ello que la ejecución de estudios de percepción para los efectos en el ambiente puede dar a conocer el estado de la participación ciudadana en procesos de política pública, logrando ayudar a la construcción colectiva de soluciones eficientes; esto dependerá en gran medida del compromiso ciudadano en el apoyo de estrategias, planes y políticas (Ariza et al., 2014).

7.3 Marco Legal

Colombia posee una amplia normatividad ambiental, principalmente en lo que se refiere a estándares de emisión, control de la contaminación y protección del recurso aire. Sin embargo, los límites máximos de emisión e inmisión de contaminantes permitidos es menos restrictiva a la normatividad de aire en otros países, lo que podría estar demostrando la necesidad de una actualización y mayor atención al cuidado de este recurso (Martínez Carmona & Varela Montoya, 2012).

En Colombia, la Constitución Política establece en el artículo 79 que los ciudadanos tienen como derecho fundamental gozar de un ambiente sano. En el artículo 80, el estado debe planear el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales y prevenir los factores de deterioro ambiental. Por ello es de vital importancia proteger el recurso aire, puesto que es indispensable para el desarrollo de la vida humana.

Por otro lado, la Ley General del Ambiente (99 de 1993) reglamenta en el artículo 5, numeral 43 que el Ministerio de Medio Ambiente debe establecer metodologías de valoración de los costos económicos del deterioro y de la conservación del medio ambiente y de los recursos renovables. En el artículo 31 se establece que dentro de las funciones de las CAR's se debe seguir la

evaluación, control y seguimiento ambiental a los usos de los RRNN. Luego en el artículo 65, se reglamenta que los municipios y distritos deben coordinar y dirigir actividades de control y vigilancia sobre actividades contaminantes del aire; así mismo, deben ejecutar el control a las emisiones contaminantes.

En el decreto 948 de 1995 (modificado parcialmente por el decreto 2107 de 1995, decreto 2622 de 2000, y posteriormente por el decreto 979 de 2006) se reglamenta la protección y control de la calidad del aire, especificando las emisiones generadas por las diferentes fuentes contaminantes y las funciones de las autoridades ambientales en el tema. Luego en el decreto 1200 de 2004 se determinan los instrumentos de planificación ambiental, estableciendo los indicadores mínimos de gestión, ambientales y de impacto que deben considerar las CAR's.

Asimismo, la resolución 1048 de 1999 fija los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles a gasolina o diesel, en condición de prueba dinámica, a partir del año modelo 2001. La resolución 601 de 2006 (modificada posteriormente por la resolución 610 de 2010) la cual establece la norma de calidad de aire y niveles máximos permisibles con el fin de garantizar un ambiente sano y minimizar los riesgos ocasionados sobre la salud humana por la concentración de contaminantes; y luego se establece la resolución 910 de 2008 en cuanto a niveles permisibles de emisiones para fuentes móviles. Después se adopta el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire dado por la resolución 650 de 2010.

Por último, dentro de los documentos CONPES, se genera el documento 3344 de 2005 el cual plantea los lineamientos para la formulación de la política de prevención y control de la contaminación del aire.

8 Metodología

La revisión bibliográfica inicial permitió identificar y tomar como base las metodologías propuestas por la U.S. Environmental Protection Agency (EPA, 2004), y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible sobre metodologías para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales (MADS, 2003). Además del apoyo en el estudio realizado por Castillo (2010) y Ariza (2014) para la ciudad de Bogotá.

La metodología del presente proyecto tiene como variables de estudio tres tipos: independientes, dependientes, e intervinientes; para la primera, se estudia la variable ambiental de Partículas Suspendidas Totales (PST); en la segunda se hace referencia a la variable de salud sobre morbilidad; y para la última, se toma la variable social sobre nivel de percepción de la calidad del aire sobre la salud y seguimiento a políticas de control. La metodología descrita a continuación corresponde al cumplimiento de los objetivos y está dividida en cuatro fases:

8.1 Fase I: Recopilación de datos

La información de los niveles de contaminación atmosférica en la ciudad fue solicitada ante la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial de la Macarena – Cormacarena, la cual brindó los resultados obtenidos en el monitoreo del año 2013, siendo éste el monitoreo de calidad del aire más reciente realizado por la Corporación. El contaminante analizado en el presente trabajo fue PST, por ser uno de los contaminantes con mayor nivel de concentración en los muestreos, al superar el límite establecido por la normatividad colombiana. Además, se tomaron cinco de los seis barrios establecidos en los monitoreos, debido a que uno de ellos hace parte de la zona rural de la ciudad. Los barrios que fueron objeto de estudio son: Alborada, Multifamiliares los Centauros, Montecarlo, Manantial, y Centro.

Asimismo, se tomó la información epidemiológica proporcionada por la Secretaría de Salud de Villavicencio para el mismo periodo. Dentro de esta información, se tuvo en cuenta la

morbilidad y mortalidad por Infecciones Respiratorias Agudas –IRA en adultos y menores de 5 años.

Los datos de población fueron tomados de la proyección poblacional desarrollada por el DANE a partir del censo realizado en 2005 para los años 2010-2020. Para datos más específicos como en los barrios seleccionados, se tomó la información de las entrevistas realizadas a presidentes de Juntas de Acción Comunal (Fase II) ya que los datos de población de la alcaldía no logran abarcar ese nivel de detalle, por lo que los líderes comunitarios representan la fuente más confiable en este caso.

8.2 Fase II: Evaluación de la percepción social

Como segunda fase del proyecto, se requirió el diseño y aplicación de una entrevista semi-estructurada debido a su ventaja de mayor obtención de información. Estas entrevistas y encuestas fueron realizadas a personas que están relacionadas directa o indirectamente con la problemática que aborda el proyecto a partir de muestreos de aleatoriedad simple y por bola de nieve. Por una parte, las encuestas fueron aplicadas a la comunidad perteneciente a los barrios: Alborada, Multifamiliares los Centauros, Montecarlo, Manantial, y el Centro. Estas estuvieron orientadas a la caracterización de la población, así como el conocimiento de la contaminación atmosférica y la percepción del entrevistado sobre la calidad del aire en su entorno y su impacto en la salud. Asimismo, se incluyeron preguntas sobre el seguimiento de cada persona a las acciones y políticas del control de la contaminación del aire en la ciudad. Las preguntas fueron de tipo abiertas, cerradas como dicotómicas (sí – no), en escala Likert (bueno – regular – malo), y mixtas. Durante el diseño de las encuestas, se realizó una prueba piloto que permitió corroborar que las preguntas estuvieran relacionadas con los objetivos de estudio, además de lograr ser entendidas por la persona encuestada.

Toda la información obtenida en las encuestas a la población fue reunida y estandarizada en un solo formato de base de datos para su ingreso en el software estadístico PASW (SPSS Inc., 2009). Luego, se procedió a una valoración de la información con los entrevistadores, con el fin de garantizar el ingreso correcto de cada una de los datos a la base, en especial aquellos datos en

formato de escritura. A partir de esta base, se realizó en el programa PASW un análisis de estadística descriptiva como frecuencias y tablas de contingencia, lo que permitió establecer el porcentaje de cada una de las variables y su posterior análisis.

Para la muestra poblacional, se aplicó el método probabilístico de muestreo aleatorio simple para el total de la población que suma los cinco barrios seleccionados. Este método se caracteriza por su simpleza y conservación de la aleatoriedad en grupos pequeños (por ello la selección de algunos barrios), con el fin de obtener una muestra de menor tamaño pero de igual forma representativa. Para realizar las encuestas el personal se debió desplazar a los lugares con gran afluencia de personas que facilitara la aleatoriedad de la muestra, tales como parques públicos, mercados, y zonas comerciales (Ariza et al., 2014).

Para el caso de muestreo aleatorio simple, su expresión viene dada por:

$$n = k^2 * p * q * N / (e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q \quad [1]$$

Donde N es el tamaño de la población, k es la constante que depende del nivel de confianza a escoger, e es el error muestral deseado, p es la proporción de individuos que poseen la característica del estudio, q es la proporción de individuos que no poseen la característica del estudio, y n es el tamaño muestral (Lagares & Puerto, 2001).

Por otra parte, se identificaron los investigadores que trabajaron en temas de contaminación atmosférica en el municipio a partir de la revisión bibliográfica realizada, pero debido a que en la ciudad ésta temática es escasamente investigada, se decidió ampliar el foco de estudio a investigadores ambientales, específicamente en el área de gestión ambiental. Así pues, se decidió aplicar el muestreo no probabilístico de bola de nieve o en cadena, el cual consiste en pedirle al sujeto que recomiende otras personas que puedan estar interesadas y que concuerden con un perfil similar (Figura 1). Esta técnica es muy práctica y eficiente porque además de disminuir los costos y lograr acceder a personas de difícil identificación, genera confianza con los sujetos ya que el entrevistador es recomendado dentro de las redes de contactos del entrevistado (Blanco & Castro, 2007).

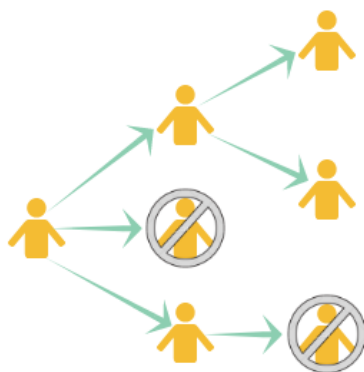


Figura 1. Muestreo por bola de nieve de forma discriminatoria por Alejandra González Pérez.

Así pues, se realizaron cinco entrevistas a investigadores en la temática de gestión ambiental y calidad del aire. Asimismo, se establecieron cinco preguntas de tipo abierta, dicotómica y mixta, dirigidas principalmente a la percepción de la contaminación del aire en la ciudad y sobre el seguimiento a políticas públicas en el tema. Estas entrevistas fueron realizadas de manera presencial y grabadas para la posterior elaboración de un análisis semántico en el software ATLAS.ti (Scientific Software Development GmbH, 2011), el cual permitió analizar las palabras claves de mayor repetición entre los entrevistados y por ende, las de mayor importancia en torno a la temática. Una vez transcritas las entrevistas a formato de texto para su ingreso al software, se prosiguió a segmentar en formato de citas la información brindada por los entrevistados. Luego, se realizó la codificación de las categorías, la cual viene representada por una palabra o frase corta que representa en esencia una porción de la información (Saldaña, 2009). Cada código fue vinculado con otros códigos para establecer sus relaciones y poder generar una red conceptual, brindando así la posibilidad de establecer un análisis semántico a partir de la información brindada por los entrevistados.

8.3 Fase III: Estimación del valor económico

Para esta fase, se consultó la mayor cantidad de estudios de valoración de la calidad del aire calculados a partir de información primaria con metodologías como valoración contingente y costos de viaje. También se tuvieron en cuenta las metodologías disponibilidad a pagar - DAP, debido a que permite valorar elementos intangibles como la pérdida de bienestar asociada con el

dolor y el sufrimiento de la enfermedad, además de su importancia en términos de evaluación de políticas públicas e inversión de proyectos ambientales (Ariza et al., 2014). A pesar de considerarse estudios realizados en Latinoamérica, donde se supone que la población de estudio tiene características similares a las de estos países (Ariza et al., 2014), se priorizan los estudios de valoración económica a nivel nacional, puesto que significa una disminución en el margen de error al contar con mayor número de similitudes económicas, sociales, culturales y ambientales entre el lugar de estudio y el lugar de origen.

A partir del estudio base obtenido en la revisión bibliográfica, se procedió a utilizar la metodología de transferencia de valores; la cual consiste en trasladar o extrapolar un valor económico calculado a partir de uno o varios estudios desarrollados en un entorno con condiciones sociales y económicas similares a las de Villavicencio (F. Carriazo, 2000; Castillo, 2010). Depende de la cantidad de estudios que se relacionen en aspectos sociales, económicos, culturales y ambientales al sitio de estudio, lo que determina la aplicabilidad de la transferencia de beneficios por el método de un único estudio o valor promedio; ya que si tan solo un estudio cumple con las condiciones apropiadas para la transferencia a la ciudad de Villavicencio, se utiliza la de un único estudio. Si por lo contrario, más de un estudio es apropiado, entonces se procede a realizar el cálculo de un momento estadístico como la media o la mediana (Tabla 1).

Así pues, mediante una revisión bibliográfica detallada se permitió conocer que el estudio realizado por Pardavé & Jerez (2014) en la ciudad de Bucaramanga con metodología de Disposición a Pagar (DAP), es el más apropiado para la transferencia de valores al municipio de Villavicencio, puesto que comparten cierta similitud poblacional, económica, ambiental y cultural. Esta adecuada selección genera mayor confiabilidad de los resultados obtenidos en la transferencia de valores del presente trabajo. Debido a que la metodología de dicho estudio fue aplicada en el año 2013, se realizó una indexación de valores a partir del Índice de Precios al Consumidor estimado por el DANE (2017), la cual consiste en llevar un valor económico en un punto del tiempo a otro, tomando el interés o índice de crecimiento para efectuar una correcta equivalencia económica (SIC, 2012). Siendo así, se utilizó la ecuación a continuación para transferir el valor:

$$VT = VH \left(\frac{IPC \text{ actual}}{IPC \text{ inicial}} \right) \quad [2]$$

Donde VT corresponde al valor a transferir, VH monto cuyo valor se obtuvo inicialmente, IPC Índice de Precios al Consumidor (SIC, 2012).

Por otro lado, Brouwer (2000) muestra que es posible calcular la diferencia o el error entre el valor del estudio base y el valor transferido, a partir del valor transferido (V_{ti}) y el valor inicial (V_{pj}), en la siguiente ecuación:

$$\delta_{ij} = \left((V_{ti} - V_{pj}) / V_{pj} \right) * 100 \quad [3]$$

Una vez aplicadas estas fórmulas, se prosiguió a transferir el valor a la ciudad de estudio. Así pues, teniendo en cuenta los valores calculados por el estudio base y las variables seleccionadas, se estimó el valor dispuesto a pagar por la población de Villavicencio de manera lineal, es decir, multiplicando el valor obtenido por la indexación de valores por la población urbana de Villavicencio.

[4]

$$N^{\circ} \text{ malestar pulmonar} = 0,0326 (Muestra \text{ PST} - Standar \text{ PST}) (Población)$$

Adicionalmente, se utilizó la ecuación brindada por Matos Barrionuevo (2010), la cual determina el número de casos de malestar pulmonar, es decir, enfermedades respiratorias como ataques asmáticos y enfermedades vías aéreas, en relación con la concentración de PST. Así pues, la anterior formula toma una muestra en específico del contaminante, el estándar del contaminante según la normatividad colombiana y la muestra poblacional como variables para estimar el número de casos.

8.4 Fase IV: Análisis de variables

Una vez obtenido los resultados en las fases anteriores, se procedió a realizar un análisis de las variables tanto cuantitativas como cualitativas a partir de su importancia, coherencia y relación directa con los resultados de las otras variables. Las variables cuantitativas analizadas fueron: muestreos de Cormacarena, valor económico transferido, y morbilidad por afectaciones respiratorias. Las variables cualitativas fueron: percepción social de los ciudadanos y entrevistas a expertos. Así pues, por una parte se analizó especialmente la percepción social de los habitantes y las entrevistas a expertos, en relación a los registros de contaminación atmosférica registrados por Cormacarena en los años 2013-2014. De igual manera, se analizó la importancia de la aplicación del valor económico obtenido con lo registrado por Cormacarena, las percepciones sociales y las entrevistas a expertos.

9 Resultados y análisis

9.1 Percepción social

› Entrevistas a la comunidad

A partir de la información brindada por los presidentes de Junta de Acción Comunal de los barrios Alborada, Multifamiliares los Centauros, Montecarlo, Manantial, y el Centro, con respecto a la densidad poblacional, se aplicó un muestreo aleatorio simple para el total de la población de los cinco barrios, dando como total 2465 viviendas. Según lo establecido por el DANE, en promedio en el departamento del Meta viven 4 personas por vivienda (2005), es decir que el tamaño poblacional es de 9860 habitantes. Siendo así, se calculó una muestra de 387 personas, la cual fue aproximada a 400 personas para facilitar la distribución de las encuestas entre los barrios de estudio y el personal encuestador.

La prueba piloto de este instrumento fue de 20 encuestas realizadas de forma aleatoria a habitantes de una zona con alta presencia de tráfico vehicular. A partir de esta prueba, se logró ajustar algunas preguntas mejorando su coherencia, lenguaje y estructura para finalmente tener el instrumento de encuesta adecuado. Así pues, cada encuesta estuvo conformada por 17 preguntas (Anexo 1) y se realizaron 80 encuestas por barrio, es decir un total de 400 encuestas.

La caracterización de la población encuestada se presenta en la Tabla 2. En la distribución de edad, se observa que el porcentaje más alto es en personas mayores de 55 años, con un 23%; sin embargo, se presenta una gran similitud entre las demás edades, manteniendo la muestra de una manera casi homogénea, entre 17% y 21%. A nivel socioeconómico, predominan los estratos 2 y 3, ya que los barrios de estudio en su mayoría pertenecen a estos estratos. De igual forma, se destaca que el 78% de la población encuestada reside o trabaja en la zona de estudio, por lo que permanece una importante parte del día en el sector.

Tabla 2.

Caracterización de la población.

Característica	Categoría	Porcentaje (%)
Género	Femenino	47
	Masculino	53
Edad	18-25	17
	26-35	21
	36-45	19
	46-55	20
	+55	23
Estrato socioeconómico	1	19,7
	2	38
	3	40
	4	2
	5	-
	6	0,3
Ocupación	Empleado	31
	Estudiante	5
	Independiente	40
	Pensionado	13
	Ama/o de casa	3
	Otro	8
Motivo de permanencia en la zona de estudio	Estudia	0,5
	Reside	47
	Trabaja	31
	Transeúnte	21,5
Tiempo de permanencia diaria	1-6	26
	7-13	23
	14-19	6
	20-24	45

Nota: Se muestran la caracterización básica realizada a la población encuestada con su respectivo porcentaje por Alejandra González Pérez.

En cuanto a la sección de la encuesta sobre conocimiento de la contaminación del aire (Figura 2), el 85% de las personas encuestadas afirmaron conocer el término, además de conocer tanto las causas como los efectos de este tipo de contaminación, con 88% y 96% respectivamente. Estos resultados parecen ser una constante independiente del barrio de estudio al que pertenecían los encuestados, ya que los resultados se mantuvieron prácticamente de manera homogénea en cada uno de los barrios según los porcentajes conseguidos sobre conocimiento de la contaminación atmosférica (Anexo 2).

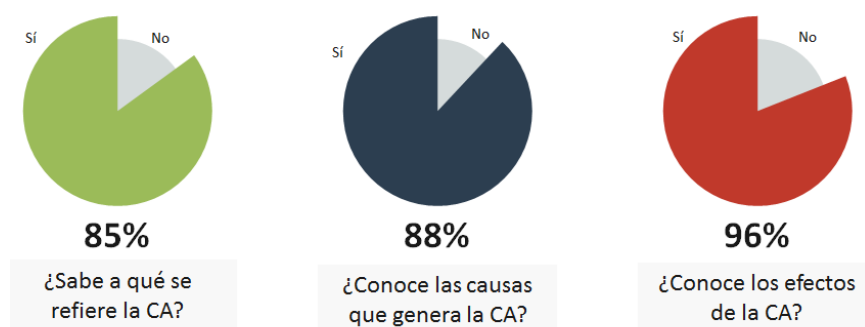


Figura 2. Respuestas de conocimiento de la contaminación del aire –CA por Alejandra González Pérez.

En cuanto a las causas de la contaminación atmosférica, la población identificó el sector del transporte urbano como la principal problemática atmosférica con un 60% (Figura 3). Es decir, que en cada uno de los barrios, el sector transporte fue señalada como la causa de mayor afectación de la calidad del aire con más del 50% de la población por sector (Anexo 3); sin embargo, el 82% de la población encuestada identificó a las industrias como el factor más cercano a sus lugares de permanencia (Figura 4). A pesar de que el tránsito pesado fue señalado como un factor constante en los cinco lugares de estudio (62%) (Figura 4), las personas podrían estar identificando al transporte sobre las industrias por ser este un factor con el que constantemente están en contacto en su día a día.

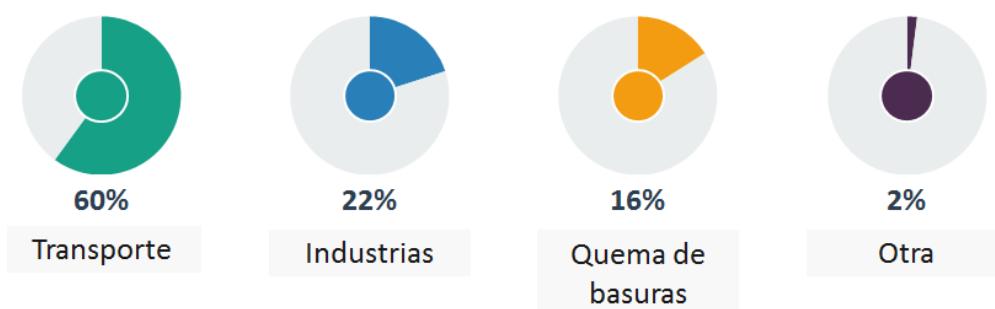


Figura 3. Principales causas de la contaminación atmosférica mencionadas por la población por Alejandra González Pérez.

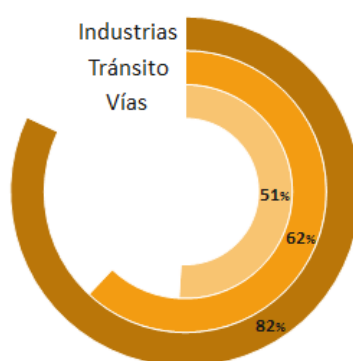


Figura 4. Factores cercanos a la población por Alejandra González Pérez.

En la sección de salud, la mayoría de las personas encuestadas afirmaron no haber presentado ninguna afectación respiratoria en el último mes, ya que tan solo el 27% de las personas señalan haber tenido alguna. En cuanto a la calidad de vida, el 96% de la población afirmó creer que la contaminación del aire afecta la calidad de vida, puesto que en muchos casos identificaron este recurso como vital para poder vivir tanto con buena salud como en un entorno equilibrado.

Por su parte, el 60% de la población calificó en términos generales a la ciudad de Villavicencio con una calidad del aire regular, seguida con la calificación de malo con el 22% y 18% como bueno (Anexo 3). Entre las personas que lo calificaron de bueno, pusieron a la ciudad en comparación a ciudades de mayor escala como Bogotá o Medellín; puesto que estas presentan serios problemas atmosféricos con afectaciones a la salud, mientras que para la población, Villavicencio no llega aún a ese límite. Asimismo, aquellos que la calificaron de regular, declararon que la ciudad no está en un estado de calidad del aire malo como aquellas ciudades

mencionadas, pero tampoco buena como hace varios años. Por último, la población que señaló a la ciudad con un estado de calidad del aire malo, manifestó su constante afectación por los diferentes factores cercanos a su lugar de permanencia (Figura 4).

Así pues, la Figura 5 y Figura 6 representan la percepción de los habitantes que aseguraron conocer el concepto de contaminación del aire, discriminados por factores influenciadores y por barrio de estudio. En la Figura 5, se puede reconocer que los factores que presenta la población como la afectación respiratoria, o que están cerca a ella como tránsito pesado, vías en mal estado o industrias, tienen una influencia directa en la opinión de su percepción del estado de la calidad del aire en la ciudad, puesto que la mayoría la percibe como regular.

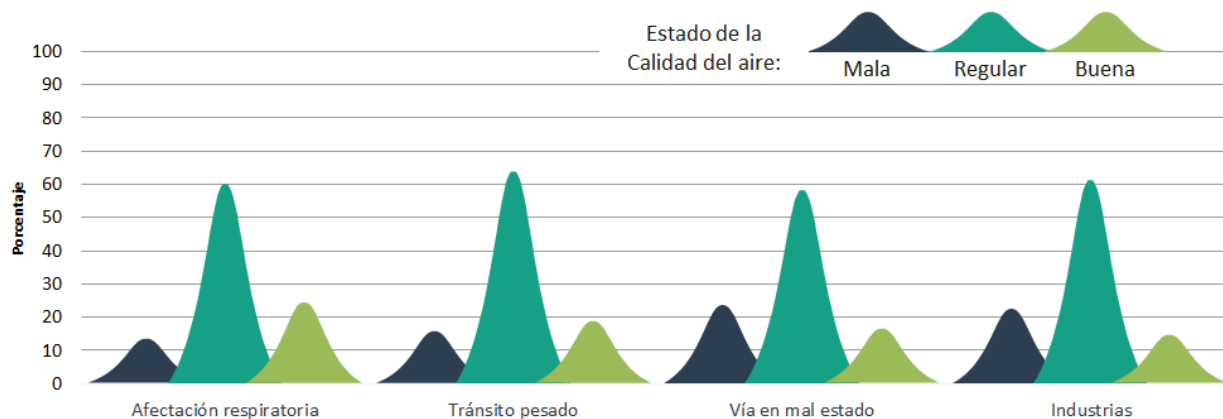


Figura 5. Influencia de otros factores sobre la percepción del estado de la calidad del aire por Alejandra González Pérez.

En cuanto a la Figura 6, se presenta una percepción de la calidad del aire por la población como regular en cada sector con más del 50%, a excepción del sector de Multifamiliares los Centauros, ya que a pesar de presentar un alto porcentaje de percepción regular, también perciben la calidad del aire de la ciudad como buena con 36%; a diferencia de los otros sectores donde la percepción tanto buena como mala se mantienen con porcentajes relativamente cercanos.

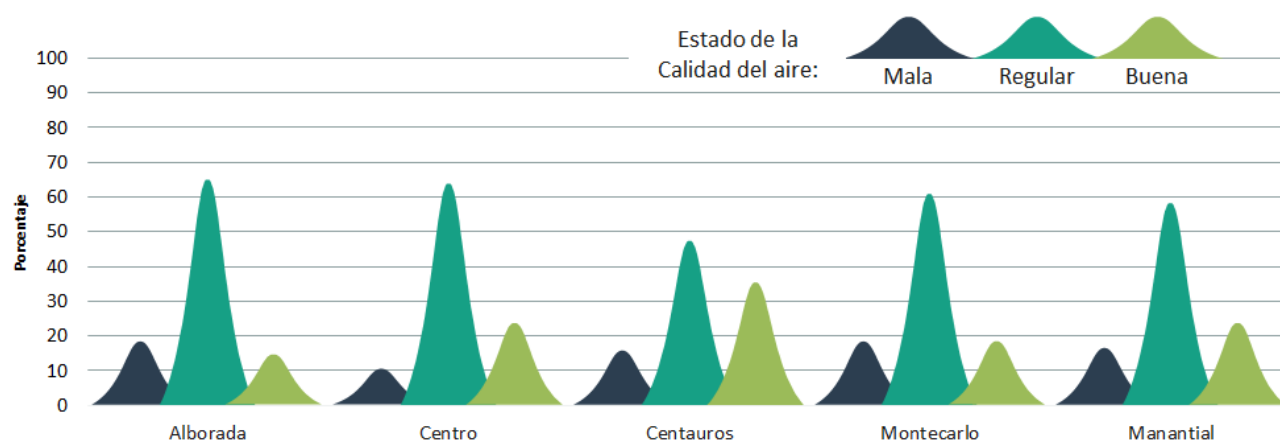


Figura 6. Percepción del estado de la calidad del aire por barrio por Alejandra González Pérez.

Por otra parte, se indagó sobre el conocimiento de la autoridad ambiental, las políticas públicas o medidas aplicadas y sobre su gestión en la temática. La mayoría de la población señaló no conocer la autoridad ambiental en la ciudad con un 79% (Figura 7), lo cual demuestra tanto la baja visibilidad que tiene la autoridad ambiental como el bajo interés de la población por conocer a sus autoridades ambientales. Así pues, del 21% que afirmó conocer la entidad, el 80% señaló a Cormacarena como la autoridad encargada del área ambiental en la ciudad, seguida de la Secretaría de Ambiente y la Policía Ambiental con porcentajes iguales (Anexo 4) (Figura 7).

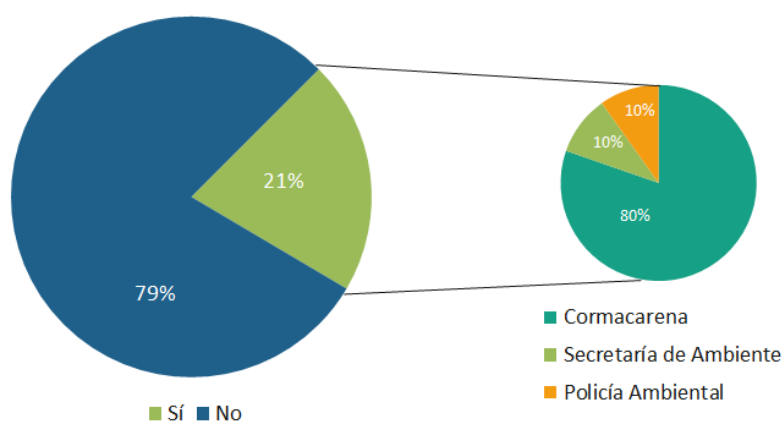


Figura 7. Conocimiento de la autoridad ambiental en la ciudad por Alejandra González Pérez.

Asimismo, se les preguntó por el conocimiento de alguna medida implementada para regular la contaminación atmosférica u otras políticas públicas, donde el 83% aseguró no conocer ninguna

medida en calidad del aire. Cuando se les preguntó al 17% de la población que afirmó conocer las medidas, en su mayoría respondían con la medida de restricción vehicular del pico y placa que se implementó en la ciudad hace un año; sin embargo, esta medida tiene como principal fin disminuir la congestión vehicular en horarios de mayor afluencia de tráfico y no la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero producidos por los automóviles. Por último, se les preguntó a aquellos que sí conocían la autoridad ambiental competente en la ciudad, evaluaran desde su percepción, el desempeño en cuanto a la temática de calidad del aire, el 55% la evaluó con un desempeño deficiente (Anexo 4), asegurando que la autoridad realmente no realiza ninguna prevención para evitar que se contamine.

› *Entrevistas a expertos*

La

Figura 8 y la Figura 9, representan los mapas de relacionamiento semántico a partir de las entrevistas realizadas a cinco investigadores de calidad del aire y gestión ambiental en la ciudad. La

Figura 8, agrupa las preguntas sobre percepción de la calidad del aire, la necesidad de conocer el valor económico de los efectos contaminantes del aire, y el relacionamiento entre las enfermedades respiratorias y la contaminación atmosférica. Así pues, cuando se les preguntó a los investigadores sobre la calidad del aire en la ciudad, manifestaron ser relativamente buena si es comparada con otras ciudades como Bogotá o Medellín. A pesar de no señalar el estado de la calidad del aire como mala, señalaron estar disminuyendo en varios puntos de la ciudad, puesto que existe presencia de chimeneas, molinos, quema de llantas/basura, y por último, tráfico vehicular, el cual fue señalado como el de mayor influencia por los entrevistados. Asimismo, se describió la presencia de partículas suspendidas en el ambiente a partir de las causantes mencionadas, así como la presencia de metales pesados en las zonas con afluencia de talleres automotores.

Por otra parte, el total de los entrevistados destacaron la valoración económica de los efectos de la contaminación del aire como un conocimiento necesario para la aplicación de medidas de restricción, además de ser un factor que motiva a generar cambios en las personas.

Adicionalmente, señalaron la salud humana como el principal factor para la ejecución de metodologías de valoración de efectos contaminantes en el aire, señalando afectaciones en la salud como el IRA. Asimismo, manifestaron la importancia de valorar los efectos de la contaminación atmosférica sobre la oferta de los servicios ambientales y los costos económicos con afectación en el PIB. En cuanto a la sección de salud, todos los entrevistados manifestaron una alta relación entre los efectos de la contaminación atmosférica y la salud humana.

En cuanto a la Figura 9, se agrupan las preguntas de planes, proyectos, programas o políticas que se deberían aplicar para mejorar la calidad del aire en la ciudad y la opinión frente al desconocimiento de la autoridad ambiental y la falta de conocimiento de las medidas de participación ciudadana. Así pues, se pueden observar las diferentes posiciones de los expertos con respecto a las políticas públicas. Por una parte, la totalidad de los expertos afirman que ya existen planes, programas, políticas, normatividad y demás en términos de calidad del aire, pero que esta no es aplicada de manera eficiente sobre la población. Como se observó en la

Figura 8, el tránsito vehicular fue el de mayor presencia en los diálogos entablados con los entrevistados, es por ello que el control automotor es identificado en este mapa como parte de la normatividad que se debería aplicar. Otra temática abordada, fue la prioridad que tienen las entidades gubernamentales con respecto al área ambiental a la hora de gestionar proyectos, planes, y políticas, ya que según los investigadores intervenidos, la temática ambiental todavía es puesta en segundo plano; sin embargo, los entes territoriales proponen en los Planes de Desarrollo Municipal ciudades verdes o ciudades sostenibles, lo cual, según los investigadores de estudio, es incoherente con la aplicación de las medidas y proyectos que realmente se generan.

Asimismo, los participantes en el estudio manifestaron la necesidad de realizar un diagnóstico de la situación actual de la ciudad en todos los recursos ambientales. Este diagnóstico debe ir de la mano con la investigación ambiental generando lazos entre las entidades, las instituciones y la comunidad. Además, señalaron diferentes herramientas e instrumentos con desempeños exitosos en ciudades colombianas, que según los expertos entrevistados, podrían llegar a aplicarse en la ciudad de Villavicencio para prevenir una situación grave a futuro.

En cuanto a la sección de desconocimiento de la autoridad ambiental y de las medidas de participación ciudadana en la ciudad, la totalidad de los investigadores entrevistados manifestaron que la situación de desconocimiento es ocasionada por las dos partes, aunque aún más por la población. Por un lado, señalan como no adecuada la gestión de la Corporación ambiental puesto que tan solo establece medidas de corrección, mas no de prevención. Asimismo, señalaron la posible baja visibilidad que tiene Cormacarena por el uso de medios de comunicación no eficientes. De igual manera, señalan que la autoridad ambiental debería ser más abierta al público, generando una interacción constante con la comunidad.

Finalmente, la escasa participación y compromiso ciudadano con el ambiente representa según los expertos, el componente de mayor importancia, puesto que a pesar de existir un desconocimiento ambiental, es también obligación como ciudadano conocer la autoridad ambiental y los procesos para participar activamente en ella.

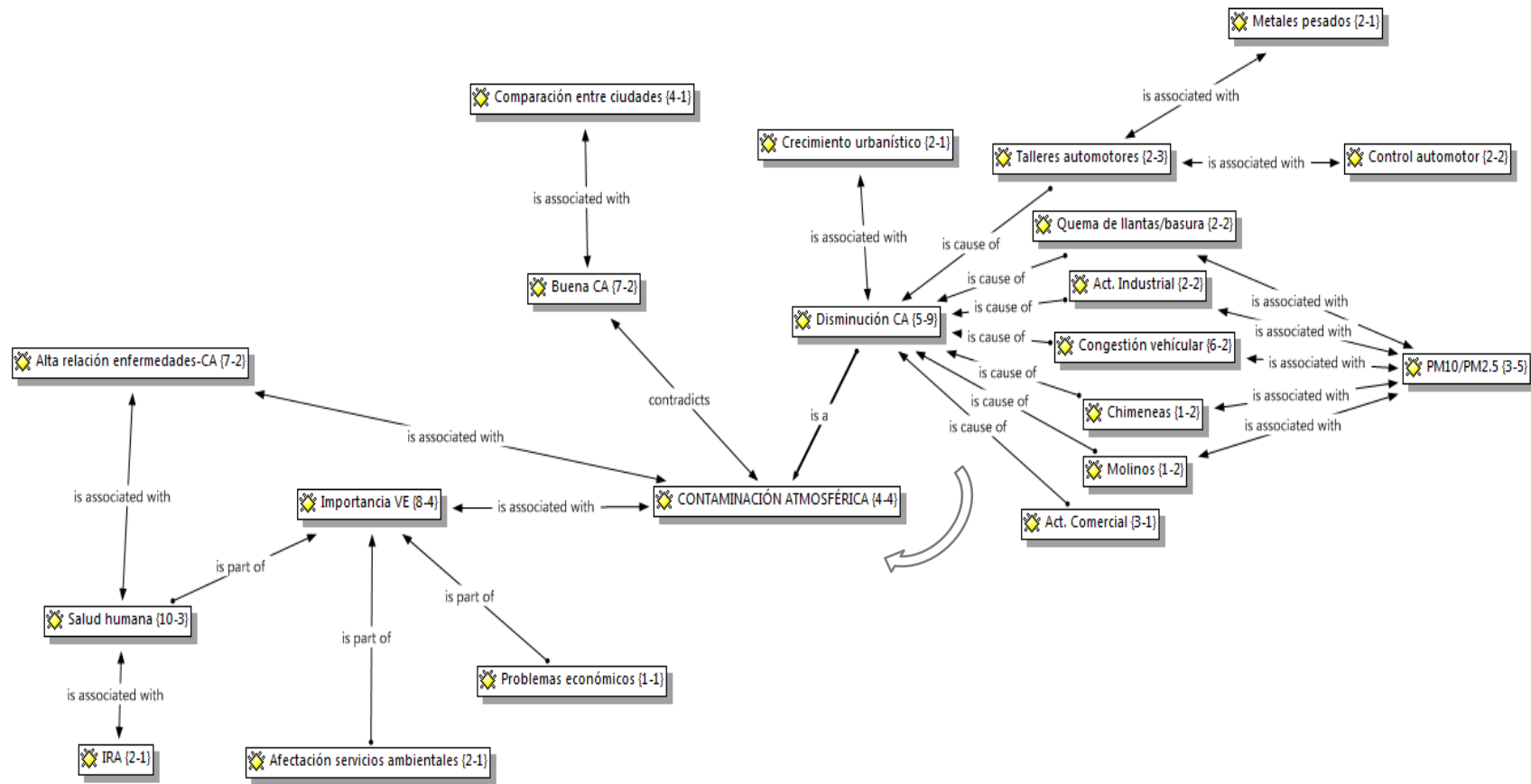


Figura 8. Mapa de análisis semántico sobre contaminación atmosférica (CA: Calidad del aire; VE: Valoración económica) por Alejandra González Pérez.

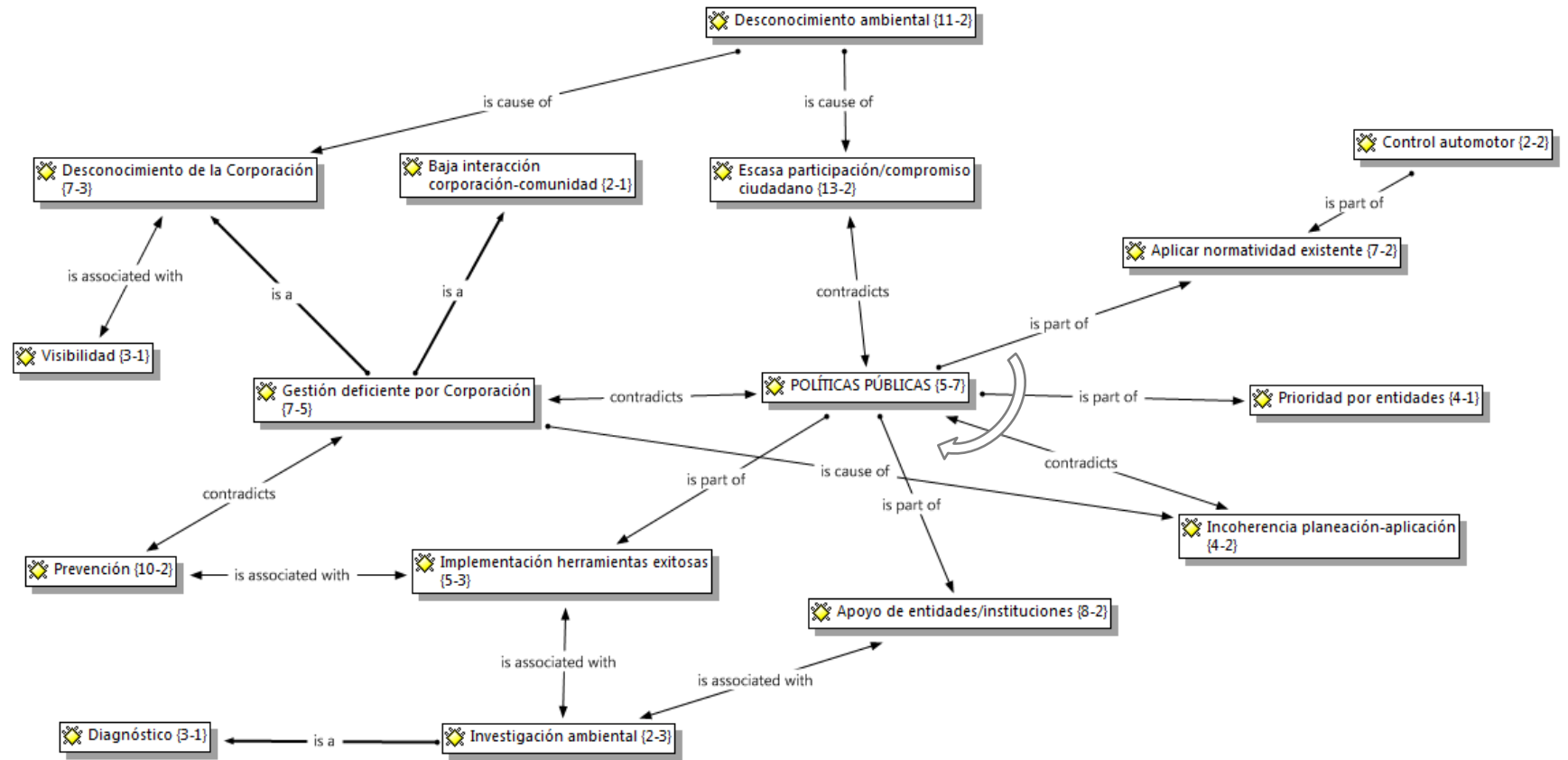


Figura 9. Mapa de análisis semántico sobre políticas públicas por Alejandra González Pérez.

9.2 Valoración económica

Para el cálculo de la valoración económica, se tomó el valor que la mayor parte de la población del estudio de Pardavé & Jerez (2014) en la ciudad de Bucaramanga, estaría dispuesta a pagar por mejorar la calidad del aire en la ciudad, el cual fue de \$10.000 pesos per cápita. Este valor sería la cifra base de la DAP para este mismo tipo de iniciativa en Villavicencio. Se seleccionó el estudio mencionado, considerando las similitudes existentes entre ambas ciudades en lo que respecta a la similitud poblacional, así como económica, ambiental y cultural.

Considerando que el valor de la disposición a pagar fue calculado en el año 2013, empleando los valores de variación del IPC para Colombia entre ese año y 2017 (DANE, 2017), se realizó un ajuste por inflación desde mayo de 2013 hasta abril de 2017, dando como resultado un valor de \$16.800, correspondiente al valor per cápita dispuesto a pagar en la ciudad de Villavicencio.

$$VT = 10.000 \left(\frac{0,47}{0,28} \right) = 16.785,71 = 16.800$$

Ahora bien, para conocer el valor total DAP para la ciudad de Villavicencio, se tomó la población de la ciudad y se multiplicó de manera lineal con el valor a transferir. Así pues, de acuerdo con proyecciones del DANE para el año 2017, la población de Villavicencio es de 505.996 habitantes (DANE, 2005), y el valor a transferir para el año 2017 es de \$16.800; obteniendo así, un valor total de \$8.500 millones de pesos anuales correspondientes al valor general que la población estaría dispuesta a pagar para disminuir la contaminación atmosférica en la ciudad.

$$\delta_{ij} = ((16.800 - 10.000)/10.000) * 100 = 0.68 = 68\%$$

Así pues, se calculó la diferencia o el margen de error entre el valor transferido a Villavicencio y el valor inicial en Bucaramanga, dando como resultado una diferencia del 68%, el cual se atribuye directamente al cambio por inflación en el tiempo.

$$N^{\circ} \text{ malestar pulmonar} = 0,0326 \left(\frac{784,49 \mu g}{m^3} - 300 \mu g/m^3 \right) (400)$$

$$N^{\circ} \text{ malestar pulmonar} = 6.317,75 = 6.318 \text{ casos}$$

Adicionalmente, se estimó el número de casos de malestar pulmonar al año que podría generar las partículas suspendidas totales en la ciudad de Villavicencio, tomando el registro más alto de PST, el valor según la norma diaria, y la muestra poblacional dando como estimación 6.318 casos de malestar pulmonar tanto en niños como en adultos. Asimismo, los datos de la Secretaría de Salud de la ciudad, reportan para el 2014, 36 muertes anuales y 73.455 casos de IRA anuales, de los cuales 28.168 corresponden a menores de 5 años (Secretaría Local de Salud, 2013). Es decir que, la disposición a pagar que tiene la población de Villavicencio por disminuir la contaminación atmosférica, podría llegar a evitar los casos anteriormente mencionados si se implementaran medidas de reducción y control para que los niveles del contaminante cumplan con la normativa colombiana.

9.3 Análisis de variables

Para el análisis de las variables trabajadas en el presente documento, fue revisada la coherencia entre los resultados obtenidos en las fases anteriores. Así pues, con respecto a la percepción social, se puede observar que el estado de la calidad del aire percibido por la población –el cual es regular en su mayoría– tiene coherencia con lo registrado por entidades oficiales, ya que en los monitoreos realizados por Cormacarena para los años 2013-2014, se muestra que los contaminantes PM₁₀ y PST superan la norma en dos puntos de la ciudad (Alborada y Manantial), llegando incluso a duplicar lo máximo permitido de 50 μg/m³ y 100 μg/m³, respectivamente (Tabla 3). Sin embargo, cuando se indagó sobre la percepción del estado de la calidad del aire, las personas en su mayoría lo calificó de regular, independientemente de los barrios donde se encontraban; es decir que la percepción de la contaminación del aire en la ciudad por los habitantes de los barrios con altos niveles de partículas suspendidas es igual a la de los barrios con bajos niveles, por lo que no está dirigido directamente a los factores de contaminación

cercanos que producen estas emisiones, sino que es una percepción del estado de la calidad del aire homogéneo en la ciudad.

De igual manera, a partir de las entrevistas a actores expertos, se logró identificar la coherencia entre los niveles registrados por Cormacarena y sus percepciones, puesto que establecen una “decadencia en la calidad del aire, pero que en general se conserva relativamente bueno”, lo cual puede estar atribuido a los registros de los dos contaminantes mencionados con algunos picos que superan la norma en dos estaciones de muestreo, pero a nivel general de la ciudad, no se registran niveles altos de los contaminantes monitoreados (Tabla 3).

Tabla 3.

Promedio de concentraciones por contaminante y estación para el 2013.

Contaminante	Alborada	Manantial	Montecarlo	Centauros	Centro	Norma anual
PST	175,01	257,89	91,71	34,70	38,12	100
PM ₁₀	83,68	109,94	48,05	26,49	22,52	50
NO ₂	17,71	22,51	35,06	15,17	46,91	100
CO	148,70	74,97	146,41	221,58	0,00	40.000 *horaria
O ₃	40,1	43,7	57,7	72,8	123,7	120 *horaria

Nota: Se muestra cada contaminante con el promedio de concentración obtenidas en un año en comparación con la norma anual exigida. *Cumple con la norma (color verde), No cumple con la norma (color rojo). Adaptado de Cormacarena, 2013.

Por otra parte, la valoración obtenida correspondiente a la disposición a pagar de los habitantes por mejorar la calidad del aire en la ciudad, se relaciona con lo establecido por las entrevistas a expertos, donde establecen la necesidad de conocer los efectos en la salud de la contaminación atmosférica en valores económicos, siendo estos los verdaderos determinantes para la toma de decisiones tanto a nivel personal como institucional y gubernamental. El valor obtenido de disposición a pagar, permite obtener un breve diagnóstico sobre el valor que está dispuesto a pagar la población, como lo recolectado anualmente para implementar alguna estrategia de disminución de la contaminación, y por ende, los posibles casos de hospitalización o muerte evitados al año por dirigir el dinero recolectado por la disposición a pagar hacia las estrategias de una calidad de aire más limpia.

Cabe destacar que el valor obtenido es una aproximación teórica de lo que la población podría llegar a pagar; sin embargo, en lo evidenciado a partir de las encuestas semi-estructuradas a la población, se pudo observar el bajo interés en las autoridades ambientales y las políticas para la reducción de la contaminación. Esto podría convertir una posible disponibilidad a pagar en una estrategia de baja efectividad, en una población que no está ambientalmente educada, que desconoce o no confía de la autoridad ambiental, ni cuenta con el conocimiento básico para generar una participación en la construcción de políticas para mejorar la calidad ambiental de la ciudad.

10 Discusión de resultados

La valoración económica realizada por transferencia de beneficios posee un margen de error del 68%, debido a que es una metodología que hace uso de estudios realizados en otra ciudad, extrapolados a Villavicencio; sin embargo, este estudio representa una aproximación oportuna a la temática de calidad del aire en la ciudad. Múnera (2006) establece que los valores transferibles no reemplazan por completo el estudio original y su validez, por lo que en muchos casos no se conocerá acertadamente si la estimación transferida fue buena hasta que se obtengan los recursos económicos para lograr realizar una investigación completa. Asimismo, Brouwer (2000) explica que el rango de error entre los estudios de transferencia de beneficios pueden oscilar entre 4% al 39%, o incluso del 1% al 239%, lo que permite demostrar el cuidado que se debe tener al momento de tomar mediciones basadas en la metodología de transferencia de beneficios. Es por ello, que el resultado en el presente trabajo permitió brindar una alternativa muy útil al contar con limitaciones de recursos económicos, de información y de tiempo, al conocer el valor económico dispuesto a pagar por la población de Villavicencio.

Por otra parte, se resaltan los resultados obtenidos en la percepción tanto en encuestas a la población como en entrevistas a actores clave, puesto que permitió obtener un diagnóstico base en cuanto al conocimiento de la población en calidad del aire y políticas públicas, así como el conocimiento de las falencias que poseen las medidas de seguimiento y control de la contaminación del aire en la ciudad, y las acciones que se deben emplear para volverlas más eficientes.

Conclusiones

Los resultados planteados en el presente trabajo de grado, constituyen el análisis de la valoración económica y la percepción social de los habitantes sobre el efecto de la contaminación del aire en Villavicencio en la dimensión salud. La valoración realizada permitió conocer aproximadamente la disposición a pagar que tienen los habitantes de Villavicencio para disminuir la contaminación del aire en la ciudad, así como los posibles casos de morbilidad evitados al año; sin embargo, se identificó que el método DAP podría no ser una estrategia eficiente puesto que los resultados de percepción muestra una población apática ante la Corporación ambiental, así como un desconocimiento a las medidas de control que se implementan en la ciudad.

Los resultados de la percepción social sugieren que en los barrios estudiados se tiene una percepción regular del estado de la calidad del aire en la ciudad. A pesar de este resultado, la población ejerce de forma limitada su derecho a participar en las problemáticas ambientales, ya que la mayoría de encuestados no identificaba la autoridad ambiental competente en el tema, ni tenía conocimiento de las medidas de seguimiento y control para regular la calidad del aire en la ciudad. Esto quiere decir, que se está fallando en uno de los elementos más importantes de empoderamiento ciudadano y la gobernanza ambiental, el cual puede ser usado de manera eficiente para lograr acciones dentro de los procesos de política pública con el fin de mejorar la condición ambiental de la ciudad.

Por su parte, los investigadores entrevistados manifestaron percibir una disminución en la calidad del aire de la ciudad, atribuyendo este problema principalmente al tránsito vehicular. Asimismo, establecen la limitada educación ambiental que existe en la población como la principal causante de la escasa participación ciudadana.

En consecuencia, es posible concluir que es necesario generar estrategias que permitan aplicar eficientemente las políticas y programas para regular la contaminación del aire en la ciudad, así como el trabajo mancomunado entre el gobierno, las instituciones de investigación y la

comunidad para lograr implementar herramientas e instrumentos que sirvan para prevenir una situación de contaminación atmosférica de mayor peso.

Recomendaciones

Se recomienda que la información de morbilidad registrada en el municipio se logre especificar por comuna o incluso por barrio dependiendo de su cercanía a un centro de salud. Esto con el fin de que se genere una base de datos más robusta con respecto a consultas, visitas a salas de urgencia y hospitalizaciones de enfermedades como el IRA o EPOC a una escala más pequeña. Este fortalecimiento de las bases de datos de salud, no sólo brindará la posibilidad de analizar la dinámica de morbilidad por sectores para los informes de Secretaría de Salud, sino que dará la información base para un análisis directo de concentración-respuesta entre estos casos de enfermedad y los monitoreos de calidad del aire, además de futuras investigaciones de contaminación ambiental y sus efectos en la salud.

A pesar de que en este trabajo no se tomó información de la actual red de monitoreo de calidad del aire en la ciudad por ser recientemente puesta en ejecución, se recomienda ampliar el número de estaciones de monitoreo de forma representativa para todo el municipio. Esto logrará monitorear los contaminantes de la ciudad con una mejor distribución en el área urbana y valoraciones con mayor número de datos. Incluso, esto permitiría ejecutar metodologías de valoración con respecto a los beneficios en la salud con respecto a la disminución de contaminantes calculado a partir de proyecciones a futuro de la base de datos actual.

Ya que el presente trabajo tenía limitantes de recursos económicos, tiempo e información, se recomienda en la temática de valoración económica, implementar la metodología de valoración contingente para conocer la disposición a pagar (DAP) en especial con un mercado hipotético alrededor del transporte urbano, pues ésta fue la problemática identificada por la comunidad e investigadores ambientales, como la de mayor afectación en la calidad del aire de la ciudad; considerando además que la comunidad está en constante interacción con la problemática de calidad del aire por medio del transporte.

Referencias bibliográficas

- Alberini, A., Cropper, M., Fu, T.-T., Krupnick, A., Liu, J.-T., Shaw, D., & Harrington, W. (1997). Valuing Health Effects of Air Pollution in Developing Countries: The Case of Taiwan. *Journal of Environmental Economics and Management*, 34(2), 107–126. <https://doi.org/10.1006/jeem.1997.1007>
- Alcaldía de Villavicencio. (2014). Información General de Villavicencio [Villavicencio Unidos Podemos]. Recuperado a partir de <http://www.villavicencio.gov.co/>
- Ariza, L. V., Franco, J. F., & Sanchez, M. A. (2014). Percepción ciudadana sobre el impacto de la contaminación atmosférica en salud y calidad de vida: estudio piloto. *Épsilon*, 0(21), 173–187.
- Arizpe, S., Salinas, L. P., Velázquez, M. F., & others. (1993). *Cultura y cambio global percepciones sociales sobre la deforestación en la Selva Lacandona*. Recuperado a partir de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=SIBE01.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=014983>
- Arrieta, S. M. (2006). Análisis de costos asociados al mejoramiento de la calidad del combustible en Colombia. *Proyecto de Grado. Universidad de los Andes, Colombia*.
- ATLAS.ti Scientific Software Development GmbH. (2011). ATLAS.ti (Versión 6.1). Berlin.
- Barbier, E., Acreman, M., & Knowler, D. (1997). *Valoración económica de los humedales. Guía para decisores y planificadores*. Suiza: Oficina de la Convención de Ramsar.
- Barton, D. N. (2002). The transferability of benefit transfer: contingent valuation of water quality improvements in Costa Rica. *Ecological economics*, 42(1), 147–164.
- Bascom, R., Bromberg, P. A., Costa, D. L., Devlin, R., Dockery, D. W., Frampton, M. W., ... Utell, M. (1996). Health effects of outdoor air pollution. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 153(2), 477–498.
- Bell, M. L., Davis, D. L., Gouveia, N., Borja-Aburto, V. H., & Cifuentes, L. A. (2006). The avoidable health effects of air pollution in three Latin American cities: Santiago, Sao Paulo, and Mexico City. *Environmental research*, 100(3), 431–440.

- Blanco, M. C. M.-C., & Castro, A. B. S. (2007). El muestreo en la investigación cualitativa. 27. Recuperado a partir de <http://www.sc.ehu.es/plwllumuj/ebalECTS/praktikak/muestreo.pdf>
- Braga, A. L. F., Pereira, L. A. A., Miraglia, S. E., Conceição, G. M. d. S., Saldiva, P. H. N., & Böhm, G. M. (2002). *The Impact of Proconve on Air Pollution Health Effects in São Paulo: 1991-1994 and 1997-2000*. São Paulo, Brazil: Laboratory of Experimental Air Pollution, Department of Pathology, University of São Paulo Faculty of Medicine.
- Brouwer, R. (2000). Environmental value transfer: state of the art and future prospects. *Ecological economics*, 32(1), 137–152.
- Carriazo, F. (2000). *La contaminación del aire y el precio de la vivienda en Bogotá* (Tesis de Maestría). Universidad de los Andes, Facultad de Economía, Bogotá D.C.
- Carriazo, F., Ibáñez, A. M., & García, M. (2003). *Valoración de los beneficios económicos provistos por el sistema de parques nacionales naturales: una aplicación del análisis de transferencia de beneficios*. Universidad de Los Andes. Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico Facultad de Economía, CEDE. Recuperado a partir de https://www.researchgate.net/profile/Fernando_Carriazo/publication/5006207_Valoracion_De_Los_Beneficios_Economicos_Provistos_Por_El_Sistema_De_Parques_Nacionales_Naturales_Una_Aplicacion_Del_Analisis_De_Transferencia_De_Beneficios/links/02e7e51a8ae837961e000000.pdf
- Castillo, J. J. (2010). Estimación de los beneficios en salud asociados a la reducción de la contaminación atmosférica en Bogotá, Colombia. *Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia*. Recuperado a partir de https://oab.ambientebogota.gov.co/apc-aa-files/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/Reducci%F3ncontaminaci%F3n%20_atmosfericaBogot%E1.pdf
- Catalán Vázquez, M. (2006). Estudio de la percepción pública de la contaminación del aire y sus riesgos para la salud: perspectivas teóricas y metodológicas. *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias*, 19(1), 28–37.
- Cesar, H., Dorland, C., Olsthoorn, X., Brander, L., van Beukering, P., Borja-Aburto, V. H., ... others. (2000). Economic valuation of improvement of air quality in the metropolitan area of Mexico City. *Institute for Environmental Studies (IVM) W*.
- Cifuentes, L. A., Rizzi, L., Jorquera, H., & Vergara, J. (2004). Valoración económica y ambiental aplicada a casos del manejo de la Calidad del Aire y Control de la

- Contaminación. *Washington: Informe para el Diálogo Regional de Política del Interamerican Development Bank*. Recuperado a partir de <http://services.iadb.org/wmsfiles/products/Publications/644365.pdf>
- CONAMA R.M. (1997). *Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana*. Santiago, Chile: Comisión Nacional del Medio Ambiente, Región Metropolitana.
- CONAMA R.M. (2001). *Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana*. Santiago, Chile: Comisión Nacional del Medio Ambiente, Región Metropolitana.
- Conpes. (2005). Documento Conpes 3344: Lineamientos para la formulación de la política de prevención y control de la contaminación del aire. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación.
- Cormacarena. (2013). *Estudio de Calidad del Aire*. Villavicencio.
- da Costa, L. C., Saldiva, P. H. N., & Serôa da Motta, R. (1999). *Projeto Integrado de Transporte Urbano - PITU. Estudo dos Efeitos sobre a Saúde da População da Região Metropolitana de São Paulo e seus Custos*. São Paulo, Brazil: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Universidade de São Paulo.
- DANE. (2005). Colombia. Proyecciones de población municipales por área 2005-2020.
- DANE. (2017, agosto). Colombia, Índice de Precios al Consumidor (IPC) (variaciones porcentuales) 2002-2017.
- Durand, L. (2008). De las percepciones a las perspectivas ambientales: una reflexión teórica sobre la antropología y la temática ambiental. *Nueva Antropología. Revista de Ciencias Sociales*, (68), 75–87.
- Environmental Protection Agency (EPA). (2004). *The Integrated Environmental Strategies Handbook: A Resource Guide for Air Quality Planning*.
- Flores, R. C., & Herrera Reyes, L. (2010). Estudio sobre la percepciones y la educación ambiental. *Tiempo de Educar*, 11(22).
- Franco-Escobar, A. M. (2014). *Valoración económica de los beneficios del día sin carro en la ciudad de Cali a partir de un caso de estudio para la comuna 3* (Tesis de Pregrado). Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Sociales y Económicas, Cali. Recuperado a partir de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/7703>

- García, L. Y., & Alvarez Valenzuela, P. (2014). Valoración económica de un mejoramiento en la calidad del aire en Rancagua, Chile. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo-RIAT*, 9(2), 108–119.
- Horne, P. (2006). Forest Owners' Acceptance of Incentive Based Policy Instruments in Forest Biodiversity Conservation – A Choice Experiment Based Approach. *Silva Fennica*, 40(1), 169–178.
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA. (2016). *Inventario Nacional y Departamental de Gases de Efecto Invernadero (GEI)*. Bogotá D.C.: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM.
- Kampa, M., & Castanas, E. (2008). Human health effects of air pollution. *Environmental pollution*, 151(2), 362–367.
- Krström, B. (1995). Theory and applications of the contingent valuation method. course “Economía ambiental: Valoración, recursos naturales y política económica”, Barcelona, Universidad Internacional Menéndez y Pelayo, June.
- Lagares, P., & Puerto, J. (2001). Población y muestra. Técnicas de muestreos. Management Mathematics for European Schools, Universidad de Sevilla.
- Larsen, B. (2004). Cost of environmental damage: A socio-economic and environmental health risk assessment. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Recuperado a partir de http://www.academia.edu/download/34189750/larsen_Costos_en_Salud_Ambiental.pdf
- Lazos, E., & Paré, L. (2000). *Miradas indígenas sobre una naturaleza "entristecida": percepciones del deterioro ambiental entre nahuas del sur de Veracruz*. Plaza y Valdes. Recuperado a partir de https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=vrn-JPBDXMC&oi=fnd&pg=PA9&dq=miradas+indigenas+sobre+una+naturaleza+entristecida&ots=V5k_7a4t71&sig=E1tQ_YpNAGon7kOjDMd9EIdMNz4
- Llinás, G. (2008). *Valoración Económica de la Descontaminación del Aire en Bogotá por medio del Uso masivo de Convertidores Catalíticos*. Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Bogotá D.C.
- Lozano, N. (1998). A Concentration-Response Approach for Air Pollution in Bogota. *Desarrollo y Sociedad. Facultad de Economía. Universidad de los Andes*, ISSN, 7760(54), 133–177.

- Marcano, J. E. (2012). La Educación Ambiental. Recuperado a partir de <http://www.jmarcano.com/recursos/contamin/catmosf.html>
- Martínez Carmona, J. A., & Varela Montoya, S. M. (2012). Modelo de valoración ambiental del impacto de la contaminación atmosférica por fuentes móviles en el municipio de Pereira. Recuperado a partir de <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/dspace/handle/11059/2703>
- Martínez, D., & Gaviria, C. (2014). Air Pollution and the Willingness to Pay of Exposed Individuals in Downtown Medellín, Colombia. Recuperado a partir de <http://repositoriodigital.academica.mx/jspui/handle/987654321/249639>
- Martínez, L. L. G., & Poletto, C. (2014). Assessment of diffuse pollution associated with metals in urban sediments using the geoaccumulation index (Igeo). *Journal of soils and sediments*, 14(7), 1251–1257.
- Matos Barrionuevo, I. (2010). *Valoración económica de la calidad de aire y sus impactos en la salud -la Oroya 2008* (Tesis de Doctorado en Economía). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
- Maturana, J. G. (2000). *Disponibilidad a pagar por daños a la salud de la contaminación atmosférica* (Tesis de Maestría). Universidad de los Andes, Facultad de Economía, Bogotá D.C.
- McKinley, G., Zuk, M., Hojer, M., Avalos, M., González, I., Hernández, M., ... others. (2003). The local benefits of global air pollution control in Mexico City. *Final Report of the Second Phase of the Integrated Environmental Strategies Program in Mexico*. México DF: Instituto Nacional de Ecología, Instituto Nacional de Salud Pública México. Recuperado a partir de <http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/descargas/benloc.pdf>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo. (2010). Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2003). Metodologías para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales.
- Molina, L., & Molina, M. J. (2002). *Air Quality in the Mexico Megacity:: An Integrated Assessment* (Vol. 2). Springer Science & Business Media. Recuperado a partir de https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=JLj52dgYKaEC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Air+Quality+in+the+Mexico+Megacity:+An+Integrated+Assessment&ots=_3HRV-E2u2&sig=UpzE5637q26BB_nzCV23vM1LXvU

- Múnera, J. D. O. (2004). Valoración económica de costos ambientales: Marco conceptual y métodos de estimación. *Semestre económico*, 7(13), 160–192.
- Múnera, J. D. O. (2006). El método de transferencia de beneficios para la valoración económica de servicios ambientales: Estado del arte y aplicaciones. *Semestre económico*, 9(18), 107–124.
- Navrud, S. ale. (2004). Value transfer and environmental policy. *The International Yearbook of Environmental and Resource Economics 2004/2005*, 189.
- OCDE -Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2014). Evaluaciones de desempeño ambiental Colombia - Highlights 2014.
- OECD. (2016). *The Economic Consequences of Outdoor Air Pollution*. Paris: OECD Publishing. Recuperado a partir de <http://dx.doi.org/10.1787/97892642574744-en>
- OMS. (2002). *Informe sobre la salud en el mundo 2002. Reducir los riesgos y promover una vida sana*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (2005). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Organización Mundial de la Salud.
- Ortiz Durán, E. Y., Rojas Roa, N. Y., & others. (2013). Estimación de los beneficios económicos en salud asociados a la reducción de pm10 en bogotá. *Journal of Public Health; Vol. 15, núm. 1 (2013); 90-102 Revista de Salud Pública; Vol. 15, núm. 1 (2013); 90-102 0124-0064*. Recuperado a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/37056>
- Ortiz, R. A., & Serôa da Motta, R. (2002). The Economic Impact of PROCONVE on Air Pollution Health Effects in São Paulo, Brazil: A benefit transfer exercise. *Sao Paulo, Brazil, IPEA*, 2(12), 2002.
- Pardavé, W., & Jerez, J. (2014). Valoración Económica de la Calidad de Aire y su Impacto en Registros EPOC de Bucaramanga. *AiBi*, 2(2).
- Pope III, C. A., & Dockery, D. W. (2006). Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *Journal of the air & waste management association*, 56(6), 709–742.
- Rabl, A., & Spadaro, J. V. (1999). Damages and costs of air pollution: an analysis of uncertainties. *Environment International*, 25(1), 29–46.
- Restrepo, F. J. C. (2006). Valoración económica de ecosistemas estratégicos asociados a fuentes hídricas que abastecen acueductos veredales. *Semestre económico*, 6(16), 29–48.

- Romero Placeres, M., Diego Olite, F., & Álvarez Toste, M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 44(2), 0–0.
- Rosenberger, R. S., & Loomis, J. B. (2001). Benefit transfer of outdoor recreation use values. Recuperado a partir de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300065364>
- Saldaña, J. (2009). *The Coding Manual*. London: Sage Publications.
- Secretaría Local de Salud. (2013). *Boletín Epidemiológico*. Villavicencio.
- Shi, G., Chen, Z., Bi, C., Li, Y., Teng, J., Wang, L., & Xu, S. (2010). Comprehensive assessment of toxic metals in urban and suburban street deposited sediments (SDSs) in the biggest metropolitan area of China. *Environmental pollution*, 158(3), 694–703.
- Shrestha, R. K., & Loomis, J. B. (2001). Testing a meta-analysis model for benefit transfer in international outdoor recreation. *Ecological Economics*, 39(1), 67–83.
- SIC. (2012). Guía de Indexación. Superintendencia de Industria y Comercio - SIC. Recuperado a partir de http://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/publicaciones/Guia_Indexacion.pdf
- SPSS Inc. (2009). PASW Statistics for Windows (Versión 18.0). Chicago.
- Tomasini, D. (2000). Valoración económica del ambiente. *Buenos Aires: Departamento de Economía, Desarrollo y Planeamiento Agrícola*. Recuperado a partir de <http://www.ucipfg.com/Repositorio/MAES/PED/Semana4/Valoracioneconomica.pdf>
- Trujillo-González, J. M., & Torres-Mora, M. A. (2015). Niveles de contaminación en tres sectores de Villavicencio, a través del índice de geo-acumulación (I-geo). *Orinoquia*, 19(1), 109–117.
- Universidad de los Llanos. (2014). Estudio de investigación evidencia altas concentraciones de metales pesados en las vías de Villavicencio. *Boletín de Prensa*.
- US Environmental Protection Agency (USEPA). (1997). *The Benefits and Costs of the Clean Air Act 1970 to 1990*. Washington, DC.
- US Environmental Protection Agency (USEPA). (1999). *The Benefits and Costs of the Clean Air Act 1990 to 2020*. Washington, DC.
- Wei, B., & Yang, L. (2010). A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China. *Microchemical Journal*, 94(2), 99–107.

Whyte, A. V. T. (1985). *“Perception”, Climate Impact Assessment*. Chennai, India.

World Bank and Institute for Health Metrics and Evaluation. (2016). *The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action*. Washington, DC: World Bank.

Anexos

Anexo 1. Formato del instrumento de encuestas

Entrevistas sobre la percepción de la contaminación atmosférica en Villavicencio				Sector:		Alborada	Centro	Centauros	Manantial	Montecarlo
1 Genero ☐ M ☐ F	2 Edad 	3 Estrato 	4 Ocupación ☐ Empleado ☐ Estudiante ☐ Independiente ☐ Pensionado ☐ Ama/o de casa ☐ Otro	5 Motivo de permanencia ☐ Estudia ☐ Reside ☐ Transeúnte ☐ Trabaja	6 Tiempo de permanencia diaria 					
7 ¿Sabe a qué se refiere la CA? Sí ☐ No ☐			10 ¿Cuáles considera que son los efectos de la mala calidad del aire? _____ _____		12 ¿Cuál de los siguientes factores se presentan cerca de su lugar de trabajo/residencia? ☐ Vías con tráfico pesado (buses y camiones) ☐ Vía pavimentada en mal estado o en condiciones de recebo y tierra ☐ Industrias			14 ¿Cómo percibe el estado de la calidad del aire en Villavicencio? ☐ Bueno ☐ Regular ☐ Malo ¿Por qué lo percibe de esa manera? _____ _____		
8 ¿Conoce las causas que genera la CA? Sí ☐ No ☐			11 ¿Cree que la mala calidad del aire afecta la calidad de vida? ¿Cómo? _____ _____ _____		13 ¿Ha presentado alguna afectación respiratoria en el último mes? Sí ☐ No ☐ ¿Cuál? _____					
9 ¿Cuál considera que es la principal causa de contaminación atmosférica? ☐ Industrias ☐ Otro ☐ Transporte ¿Cuál? _____ ☐ Quema de basuras _____			15 ¿Conoce la autoridad ambiental competente en la ciudad? Sí ☐ No ☐ ¿Cuál? _____		16 ¿Tiene conocimiento de alguna medida implementada para regular la contaminación del aire? Sí ☐ No ☐ ¿Cuál? _____			17 ¿Cómo evalúa el desempeño de la autoridad ambiental en la temática de calidad del aire? ☐ Bueno ☐ Regular ☐ Malo ¿Por qué lo evalúa de esa manera? _____ _____		

Anexo 2. Conocimiento de calidad del aire por barrio

Barrio	Conocimiento sobre contaminación del aire									
	¿Sabe a qué se refiere la CA?		¿Conoce las causas que genera la CA?		¿Cuál considera que es la principal causa de CA?				¿Conoce los efectos de la mala calidad del aire?	
	Sí (%)	No (%)	Sí (%)	No (%)	Industrias (%)	Transporte (%)	Quema de basuras (%)	Otro (%)	Sí (%)	No (%)
1	91	9	94	6	28	60	10	2	88	12
2	82	18	87	13	13	65	20	2	80	20
3	87	13	88	12	27	62	10	1	85	15
4	81	19	83	18	20	68	10	2	84	16
5	81	19	88	12	24	45	30	1	71	29

Anexo 3. Percepción de la contaminación del aire por barrio

Barrio	Percepción de la contaminación del aire									
	¿Cree que la mala calidad del aire afecta la calidad de vida?		¿Cuál de estos factores presenta cerca de su lugar de trabajo/vivienda?			¿Ha presentado alguna afectación respiratoria en el último mes?		¿Cómo percibe el estado de la calidad del aire en Villavicencio?		
	Sí (%)	No (%)	Tránsito pesado (%)	Vías en mal estado (%)	Industrias (%)	Sí (%)	No (%)	Buena (%)	Regular (%)	Mala (%)
1	98	2	41	31	28	21	79	14	65	21
2	97	3	53	40	7	32	68	27	60	13
3	94	6	51	42	7	29	71	33	52	15
4	95	5	60	28	12	32	68	17	63	20
5	97	3	36	55	9	21	79	20	62	18

Anexo 4. Seguimiento a políticas por barrio

Barrio	Seguimiento a políticas públicas									
	¿Conoce la autoridad ambiental competente en la ciudad?		¿Cuál?			¿Tiene conocimiento de alguna medida implementada?		¿Cómo evalúa el desempeño de la autoridad ambiental en la temática de calidad de aire?		
	Sí (%)	No (%)	Cormacarena (%)	Secretaría de ambiente (%)	Policía ambiental (%)	Sí (%)	No (%)	Buena (%)	Regular (%)	Mala (%)
1	16	84	86	0	14	16	84	0	38	62
2	23	77	79	7	14	14	86	0	40	60
3	36	64	79	14	7	26	74	26	32	42
4	15	85	91	9	0	18	82	18	36	46
5	18	82	72	14	14	14	86	0	25	75