

DETERMINACIÓN DE LAS IMPLICACIONES AMBIENTALES DEL CONSUMO
DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO, A PARTIR, DEL COSTO SOCIAL DEL CARBONO,
EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO 2018.

JOHAN STIVEN BORJA RECALDE
NICOLÁS JORGE GABRIEL SEBASTIÁN ROSERO ORDOÑEZ

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES
PROGRAMA DE ECONOMÍA
SAN JUAN DE PASTO
2019

DETERMINACIÓN DE LAS IMPLICACIONES AMBIENTALES DEL CONSUMO
DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO, A PARTIR, DEL COSTO SOCIAL DEL CARBONO,
EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO 2018.

JOHAN STIVEN BORJA RECALDE
NICOLÁS JORGE GABRIEL SEBASTIÁN ROSERO ORDOÑEZ

ASESOR
ROBERT WILSON ORTIZ

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE ECONOMISTA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES
PROGRAMA DE ECONOMÍA
SAN JUAN DE PASTO
2019

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1 de acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable consejo directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACION

FIRMA JURADO

FIRMA JURADO

FIRMA ASESOR

San Juan de Pasto. 2019.

AGRADECIMIENTOS

A una mujer realmente fuerte y valiente, que aunque no se lo digo, la admiro y respeto; una profesional excepcional, una intelectual que me ha dado lecciones desde que tengo memoria, que por las circunstancias pasamos poco tiempo durante mi infancia y adolescencia, pero en ese poco tiempo me daba las mejores lecciones; de matemáticas, de lenguaje, de geografía, de moral, de ética; de amor y respeto hacia cualquier manifestación de vida; nunca me trato como a un niño, me hizo entender las realidades del mundo cuando aún no podía multiplicar. Siempre escuché e interioricé cada lección. El grado de meritoria a esta tesis es para ella, todo el mérito es del ejemplo más grande que tengo. Porque no todo ha sido perfecto, pero ella me enseñó a nunca dejar de evolucionar, de aceptar los errores pedir perdón y continuar creciendo; porque a pesar de las discusiones, ambos hemos crecido y lo seguimos haciendo. A mi mamá, Sonia Ruth Ordoñez Noguera.

A todos los amigos que he hecho y conservado hasta ahora, porque cada uno de ellos ha aportado cualidades en mí. En especial a Angie Carolina Saavedra Riascos y a Angie Fernanda Ortega Salcedo, quienes revisaron este trabajo y aportaron correcciones esenciales para una culminación satisfactoria del trabajo escrito, aportaron mucho más que nuestro asesor, y les estaré agradecido siempre. A José Luis Osorio Paz, quien siempre me ayudó con su tiempo, conocimiento y curiosidad, a resolver todo tipo de dudas que surgieron durante el proceso de comprensión e interiorización de los temas. A Rosa Liliana Cuastumal Meneses, quien fue mi pareja sentimental durante gran parte de todo este proceso, de quien aprendí muchas lecciones que me han hecho una mejor persona.

A mi compañero de tesis y a su mamá, todo lo resumo en una frase robada de una película. “Las risas no faltaron”.

A mi familia, por ser tercos e inteligentes, nuestras discusiones me han hecho crecer y comprender mejor el mundo. Y a mi querido y consentido gato, quien me levanta temprano cada día.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, Ruby Del Carmen Recalde Ortega, por todo lo que ha hecho por mí, por cuidarme, apoyarme, regañarme y siempre estar en los momentos más importantes, por criarme y en especial por cumplir con el rol de mi padre, quien dejó este mundo antes de siquiera ver algunos de mis logros más importante en mi corta vida, no hay palabras para expresar el amor que le tengo, pese a que a veces se me dificulta expresarlo, espero que estés orgullosa de este logro.

A mis amigos, en especial a Guillermo Benavides, por mostrarme su apoyo incondicional y convertirse a quien considero mí mejor amigo y hermano, y, ser una de las personas que ha influido, para bien, en mi vida, tanto personal como académica, a Luisa Acosta, por haberme mostrado un gran apoyo y brindarme una gran ayuda, en momentos donde no me sentía bien conmigo mismo, a mi grupo de amigos de la universidad, Princesa Riascos, Leady Salas, Jose Osorio y Adrián Melo, por ser quienes durante los cinco años de carrera, me impulsaron a continuar, a aprender y a desistir de abandonar, a mis otros amigos, algunos por inspirarme, otros por escucharme, otros por enseñarme y en general a nutrir mi personalidad y conocimientos.

A mi compañero de tesis, por ser un gran amigo, por tenerme paciencia e impulsarme a mejorar en algunos aspectos académicos para lograr estar en un nivel que considero aceptable y que culminan, por ahora, en este logro.

A mis profesores.

Al resto de mi familia.

A mis compañeros de universidad y carrera.

A mis mascotas.

A mis juegos

Y a mí mismo. Lo hiciste bien.

RESUMEN

Esta investigación es la culminación de un esfuerzo de 12 meses. Durante este tiempo se hizo el cálculo aproximado de un indicador ambiental, denominado mundialmente como Costo Social del Carbono (CSC). Este indicador se encuentra bajo el enfoque de la Economía Ambiental y se crea como una primera aproximación para la introducción de impuestos ambientales que fomentan la lucha contra los efectos negativos del daño ambiental antropogénico. El cálculo para San Juan Pasto se hizo con los datos registrados del parque automotor de la ciudad; sin embargo, no son los únicos consumidores de combustible en el municipio.

Luego de calcular la demanda de combustibles, se usaron dos factores de emisión para convertir los litros de combustible a kilogramos de CO₂: el primero, establecido por una especialista, el segundo, determinado por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). Para el cálculo del CSC, el Banco Mundial y, el Ministerio de Ambiente de Colombia, fijan, cada uno, el precio social de emitir una tonelada de CO₂; el Ministerio de Ambiente establece también el CSC del consumo de combustibles desde la carga por galones; este cobro no necesita de un factor de emisión. Los datos encontrados, aunque cercanos, difieren entre sí.

La contaminación por gases de efecto invernadero ha sido uno de los principales problemas ambientales de los últimos años y, aunque la economía ha intentado integrar dentro de su estudio a los recursos naturales, aún hay un largo camino por recorrer en la praxis de medidas que coadyuven a la resolución de los problemas derivados de la influencia antropogénica. En tal virtud, el último objetivo pretende servir de base para la generación de políticas que combatan el problema de emisión de CO₂.

Palabras clave: costo social del carbono, economía ambiental, impuesto ambiental, daño ambiental antropogénico, combustibles, CO₂, factor de emisión.

ABSTRACT

This research is the culmination of a 12-month effort. During this time the approximate calculation of an environmental indicator was made, known worldwide as the Social Cost of Carbon (SCC). This indicator is under the approach of the Environmental Economics and is created as a first approximation for the introduction of environmental taxes that encourage the fight against the negative effects of anthropogenic environmental damage. The calculation for San Juan Pasto was made with the recorded data of the city's automobile fleet; however, they are not the only consumers of fuel in the town.

After calculating the demand for fuels, two emission factors were used to convert the liters of fuel to kilograms of CO₂: the first, established by a specialist, the second, determined by the Energy Mining Planning Unit (EMPU). For the calculation of the SCC, the World Bank and the Ministry of Environment of Colombia, each set the social price of emitting a ton of CO₂; the Ministry of Environment also establishes the SCC of fuel consumption from the load per gallons; this charge doesn't need an emission factor. The data found, although close, differ from each other.

The contamination by greenhouse gases has been one of the main environmental problems of recent years and, although the economy has tried to integrate natural resources into its study, there is still a long way to go in the praxis of measures that contribute to the resolution of the problems derived from the anthropogenic influence. In such virtue, the last objective aims to serve as a basis for the generation of policies that combat the problem of CO₂ emission.

Keywords: Social Cost of Carbon, environmental economics, environmental taxes, anthropogenic environmental damage, fuels, CO₂, emission factor.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN	17
1. MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.1 TEMA	18
1.2 TÍTULO	18
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3.1 Antecedentes.....	18
1.3.2 Situación actual.....	22
1.3.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	24
1.3.3.1 PREGUNTA GENERAL.....	24
1.3.3.2 PREGUNTAS ESPECÍFICAS.....	24
1.4 JUSTIFICACIÓN	24
1.5 OBJETIVOS	26
1.5.1 Objetivo general.....	26
1.5.2 Objetivos específicos	26
1.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	27
1.6.1 Universo de estudio	27
1.6.2 Espacio geográfico	27
1.6.3 Tiempos a investigar y a emplear	27
2. MARCO DE REFERENCIA.....	28
2.1 MARCO TEÓRICO	28
2.2 MARCO CONTEXTUAL.....	40
2.3 MARCO CONCEPTUAL	41
2.4 MARCO LEGAL	43
3. METODOLOGÍA.....	45

3.1	TIPO DE ESTUDIO O INVESTIGACIÓN	45
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRAS.	45
3.3	DISEÑO DE PROCEDIMIENTO DE MÉTODOS	49
3.4	TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	49
4.	DESARROLLO DE OBJETIVOS	55
4.1	CONOCER LA DEMANDA Y EL VALOR MONETARIO DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO 2018. .	55
4.1.1	Demanda de combustibles líquidos en San Juan de Pasto.	55
4.1.1.1	Demanda de combustible, dividido entre tipos de combustible.	56
4.1.1.2	Conglomerado, demanda total de combustibles líquidos.	61
4.1.2	Valor monetario consumo de combustibles líquidos en San Juan de Pasto.	63
4.2	DETERMINAR LOS COSTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO MEDIANTE EL INDICADOR COSTO SOCIAL DEL CARBONO, EN LA CIUDAD DE PASTO AÑO 2018.	66
4.3	ESTABLECER LAS POSIBILIDADES DE ACCIÓN FRENTE A LAS IMPLICACIONES DEL COSTO SOCIAL DEL CARBONO, EN LA CIUDAD DE PASTO AÑO 2018.	76
	CONCLUSIONES	86
	RECOMENDACIONES	88
	BIBLIOGRAFÍA	89
	NETGRAFÍA	90
	ANEXOS	96

Lista de tablas

	Pág.
TABLA 1. PROYECCIONES DE LA DEMANDA DE COMBUSTIBLES	19
TABLA 2. ESTRUCTURA DE LOS COSTOS AMBIENTALES	34
TABLA 3. VEHÍCULOS REGISTRADOS EN LA CIUDAD.	45
TABLA 4. CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA.	47
TABLA 5. AGRUPACIÓN DE LA MUESTRA	48
TABLA 6. CUPO POR ESTACIÓN DE SERVICIO REGISTRADA. AÑO 2018.	50
TABLA 7. FACTORES DE EMISIÓN DE CO ₂ , POR LITRO DE COMBUSTIBLE.	53
TABLA 8. REPRESENTATIVIDAD VEHÍCULOS PARQUE AUTOMOTOR DE PASTO	56
TABLA 9. DEMANDA SEMANAL DE GASOLINA CORRIENTE.	57
TABLA 10. DEMANDA SEMANAL DE GASOLINA EXTRA.	59
TABLA 11. DEMANDA SEMANAL DE ACPM/DIÉSEL	60
TABLA 12. DEMANDA SEMANAL DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO EN GALONES EN LA CIUDAD DE PASTO.	62
TABLA 13. DEMANDA ANUAL DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO EN GALONES EN LA CIUDAD DE PASTO.	62
TABLA 14. DEMANDA MENSUAL DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO EN GALONES EN LA CIUDAD DE PASTO	62
TABLA 15. VALOR MONETARIO DEL CONSUMO SEMANAL DE COMBUSTIBLE.	64

TABLA 16. VALOR MONETARIO DEL CONSUMO SEMANAL DE GASOLINA EXTRA	65
TABLA 17. VALOR MONETARIO DEL CONSUMO SEMANAL DEL ACPM.	65
TABLA 18. VALOR MONETARIO CONSUMO ANUAL DE ACPM	66
TABLA 19. TARIFA DE LOS COMBUSTIBLES GRAVADOS POR UNIDAD DE MEDIDA	66
TABLA 20. TARIFA DE LOS COMBUSTIBLES GRAVADOS POR UNIDAD DE MEDIDA AJUSTADA	67
TABLA 21. GENERALIDADES COSTO SOCIAL DEL CARBONO, TARIFAS EN COLOMBIA.	67
TABLA 22. COSTO SOCIAL DEL CARBONO PROMEDIO SEMANAL POR TIPO DE VEHÍCULO	68
TABLA 23. PRINCIPAL USO DE LOS VEHÍCULOS.	70
TABLA 24. COSTO SOCIAL DEL CARBONO ANUAL POR TIPO DE COMBUSTIBLE.	71
TABLA 25. CÁLCULO DE TONELADAS ANUALES DE CO ₂ POR TIPO DE METODOLOGÍA	72
TABLA 26. COSTO SOCIAL DEL CARBONO POR EMISIONES ANUALES SEGÚN CASABELLA	73
TABLA 27. COSTO SOCIAL DEL CARBONO POR EMISIONES ANUALES SEGÚN UPME	74
TABLA 28. MODELO DE VEHÍCULOS ENCUESTADOS.	101
TABLA 29. CILINDRAJE DE VEHÍCULOS ENCUESTADOS	101

Lista de gráficos

	Pág.
GRÁFICO 1. COSTOS EXTERNOS TOTALES DEL TRANSPORTE EN 2008 CLASIFICADOS POR EXTERNALIDAD	20
GRÁFICO 2. RELACIÓN, POBLACIÓN CONSUMIDORA Y CANTIDAD DEMANDADA, DE GASOLINA CORRIENTE.	58
GRÁFICO 3. RELACIÓN, POBLACIÓN CONSUMIDORA Y CANTIDAD DEMANDADA, DE GASOLINA EXTRA.	59
GRÁFICO 4. RELACIÓN, POBLACIÓN CONSUMIDORA Y CANTIDAD DEMANDADA, ACPM.	61
GRÁFICO 5. PARTICIPACIÓN DE CADA COMBUSTIBLE EN LA DEMANDA TOTAL DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO.	63
GRÁFICO 6. DISTRIBUCIÓN GASTO ANUAL EN COMBUSTIBLE	66
GRÁFICO 7. CARACTERÍSTICAS DE USO DE LOS VEHÍCULOS	69
GRAFICO 8. PRINCIPAL USO DE LOS VEHÍCULOS.	70
GRÁFICO 9. IMPEDIMENTOS.	76
GRÁFICO 10. OTROS IMPEDIMENTOS.	77

Lista de esquemas

	Pág.
ESQUEMA 1. CONTABILIDAD DE COSTOS Y LOS COSTOS AMBIENTALES.	35
ESQUEMA 2. ALCANCE DE LA VALORACIÓN AMBIENTAL	37
ESQUEMA 3. LIMITACIONES DE LA VALORACIÓN AMBIENTAL.	37
ESQUEMA 4. CÁLCULO DE LOS VALORES AJUSTADOS POR INFLACIÓN.	54
ESQUEMA 5. CURVAS DE COSTO DE ABATIMIENTO DE GEI A NIVEL GLOBAL, AÑO 2030.	81

Lista de Diagramas

Pág.

DIAGRAMA 1: POLÍTICAS Y MEDIDAS PARA REDUCIR LAS EXTERNALIDADES DEL TRANSPORTE.	83
---	----

Lista de Anexos

	Pág.
ANEXO 1. MODELO DE ENCUESTA	96
ANEXO 2. EXPERTO CONSULTADO:.....	99
ANEXO 3. MODELO DE VEHÍCULOS ENCUESTADOS.	101
ANEXO 4. CILINDRAJE DE VEHÍCULOS ENCUESTADOS.....	101

INTRODUCCIÓN

El amplio crecimiento en cuanto a infraestructura, población y por supuesto vehículos en la ciudad de San Juan de Pasto, puede considerarse como un indicador de desarrollo (a partir de bienes materiales), fruto de sus distintas dinámicas, tanto económicas como políticas, que reflejan un amplio desarrollo en retrospectiva a periodos anteriores. El mercado de combustibles líquidos, es uno de los más importantes a nivel mundial, tanto por los beneficios económicos que estos generan, como también, por su amplia utilidad como fuente de energía para los procesos de: producción, industria y transporte; siendo para este último la fuente de energía más usada. Por otro lado, es indispensable considerar los efectos en el ambiente, más vehículos implica más CO₂, por lo que, contabilizar los daños ambientales generados a partir de las emisiones de este gas, se hace necesario en virtud del complejo proceso de cambio climático que atraviesa el mundo.

El proyecto abordó la problemática ambiental haciendo énfasis en la contaminación atmosférica producto de los gases de efecto invernadero, emitidos por los vehículos de San Juan de Pasto que consumen combustibles líquidos. La determinación de la demanda de combustible fue un proceso complejo de proyección, debido a las complicaciones propias de una ciudad cercana a la frontera y, a la circulación de vehículos que no se encuentran registrados en el parque automotor municipal.

Los combustibles que hacen parte del estudio son: gasolina corriente, gasolina extra y ACPM/Diesel, que son los demandados en la ciudad. Con los niveles estimados de emisión, se calculó el precio del Costo Social del Carbono (CSC), medido a través del impuesto al Carbono que está en vigencia en Colombia y fueron confrontados con los precios al CSC que establece el Banco Mundial y el gobierno colombiano a través del Ministerio De Ambiente.

Una vez calculada la demanda y el Costo Social del Carbono, se procedió al análisis de posibles acciones que pueden aplicarse a la ciudad para la disminución de las emisiones de carbono. El análisis de esas posibles acciones se hizo teniendo en cuenta estudios y proyectos realizados en Latinoamérica, con los que se delimitan las posibilidades de acción viables teniendo en cuenta el contexto de. municipio de Pasto.

1. MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA

Medición del costo ambiental del consumo de combustibles líquidos en la ciudad de San Juan de Pasto.

1.2 TÍTULO

Determinación de las implicaciones ambientales del consumo de combustible líquido, a partir, del costo social del carbono, en la ciudad de San Juan de Pasto 2018.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 Antecedentes

La unidad de planeación minero energética (UPME), en el trabajo, “Proyección de demanda de combustibles líquidos en Colombia”¹, muestra una proyección de demanda en relación a las señales de este mercado, además de su tasa de crecimiento. El estudio permite evidenciar que el sector transporte se constituye como el más grande consumidor de energía en el país con 40,32%, cabe añadir que su participación ha aumentado en 6% durante los últimos 10 años. El consumo del sector transporte en el ámbito energético en su mayoría es provisionado por el petróleo y sus derivados siendo el 88,4%, del total; el gas natural corresponde al 5,96%, mientras que los recursos energéticos renovables como los biocombustibles sólo participan con el 5,58% siendo la electricidad para el sector transporte la fuente energética más insignificante con una participación del 0,06%. Según las proyecciones de UPME la demanda de combustibles separadas por gasolina, ACPM y gas natural vehicular (GNV) serán las siguientes:

¹ UPME. Proyección de demanda de combustibles líquidos en Colombia. [En línea] disponible en <<http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/Proyeccio%CC%81nDemandaL%C3%ADquidos-Rev2016.pdf>>. 2016. P. 4.

TABLA 1. Proyecciones de la demanda de combustibles

Proyección BDC			
Año	Esc. Bajo	Esc. Medio	Esc. Alto
2016	155.235	159.494	163.754
2017	161.104	165.364	169.624
2018	165.837	170.097	174.357
2019	171.400	175.660	179.920
2020	172.786	177.046	181.306
2021	178.089	182.349	186.609
2022	183.126	187.386	191.646
2023	188.353	192.613	196.873
2024	193.503	197.763	202.023
2025	198.806	203.066	207.326
2026	204.095	208.355	212.614
2027	209.448	213.708	217.967
2028	214.765	219.025	223.285
2029	220.108	224.368	228.628
2030	220.183	224.443	228.703
2031	225.558	229.817	234.077
2032	230.968	235.228	239.487
2033	236.422	240.682	244.942
2034	242.033	246.293	250.553
2035	247.557	251.817	256.077

Proyección BDC			
Año	Esc. Bajo	Esc. Medio	Esc. Alto
2016	122.406	127.858	133.310
2017	127.030	132.482	137.934
2018	130.521	135.972	141.424
2019	133.870	139.322	144.774
2020	133.804	139.256	144.708
2021	136.265	141.717	147.169
2022	138.878	144.330	149.782
2023	141.631	147.083	152.535
2024	144.511	149.963	155.415
2025	147.426	152.878	158.330
2026	150.520	155.972	161.424
2027	153.693	159.145	164.597
2028	156.945	162.397	167.849
2029	159.247	164.699	170.151
2030	158.606	164.058	169.510
2031	162.158	167.610	173.062
2032	165.960	171.412	176.864
2033	169.842	175.294	180.746
2034	174.244	179.696	185.148
2035	178.095	183.547	188.999

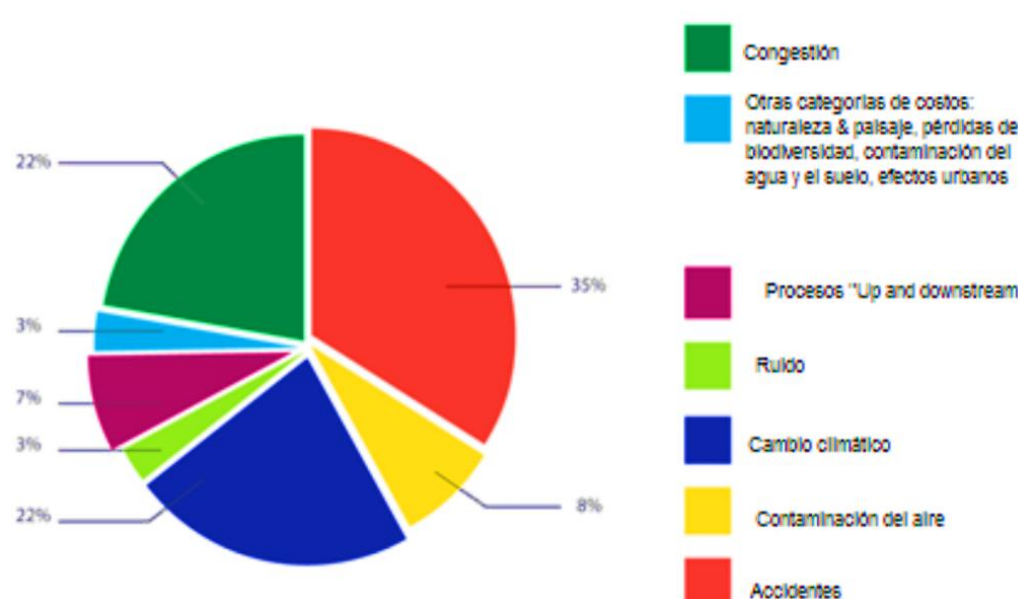
Proyección MPCD			
Año	Esc. Bajo	Esc. Medio	Esc. Alto
2016	80	83	87
2017	84	87	91
2018	87	90	94
2019	89	93	96
2020	89	92	96
2021	89	92	96
2022	89	92	96
2023	89	92	96
2024	89	93	96
2025	90	93	97
2026	90	94	97
2027	91	95	98
2028	92	96	99
2029	90	94	98
2030	89	92	96
2031	91	94	98
2032	93	96	100
2033	96	99	103
2034	98	102	105
2035	101	104	108

Fuente: Proyección demanda de combustibles líquidos UPME Revisión 2016

Contaminación del aire producto de vehículos: La contaminación del aire no puede limitarse al proceso de combustión, pues, aunque menos representativas, existen otras formas de contaminación del aire que generan las mismas externalidades que las producidas por los vehículos; por ejemplo, problemas asociados a la salud respiratoria. La Universidad de Los Andes, en su trabajo

“Caracterización de la contaminación atmosférica en Colombia”² identifica algunas externalidades generadas por el uso de combustibles fósiles.

GRÁFICO 1. Costos externos totales del transporte en 2008 clasificados por externalidad



Fuente: University College London – Universidad de los Andes. Caracterización de la contaminación atmosférica en Colombia. Abril 2013.

En este diagnóstico sobre la contaminación del país³, se encontró, que la principal causa de la contaminación atmosférica en Colombia es el uso de combustibles fósiles; el 41% de estas emisiones se generan en las principales ciudades del país, liderando Bogotá, seguida de Medellín y luego de Cali. La participación por sectores en lo que se refiere a la contaminación del aire, está dada en; 86% transporte terrestre, 8% industria, 3% termoeléctricas, 2% en los sectores residencial y comercial y 1% en el transporte aéreo.

Evolución del impacto ambiental generado por la emisión de gases en motores que utilizan complementos lubricantes, en la ciudad de Bogotá D.C.⁴:

² UNIVERSITY COLLEGE LONDON; UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. Caracterización de la contaminación atmosférica en Colombia. [En Línea] disponible en: <<https://prosperityfund.uniandes.edu.co/site/wp-content/uploads/Caracterizaci%C3%B3n-de-la-contaminaci%C3%B3n-atmosf%C3%A9rica-en-Colombia.pdf>> Abril 2013>. 2013.

³ Ibid.

⁴ CHAMARRA, Oscar; SAAVEDRA, Germán; Evaluación del impacto ambiental generado por la emisión de gases en motores que utilizan complementos lubricantes, en la ciudad de Bogotá D.C.; UNIVERSIDAD DE MANIZALES, [En línea], Bogotá, 2013. Disponible en internet:

Este trabajo tiene como objetivo evaluar el impacto ambiental y reducirlo desde un ámbito de nanopartículas, basados en conceptos y avances propios de la nanotecnología y la nanociencia en el sector automotriz, todo ello con el fin de constatar y medir parámetros de contaminación producidos por los fabricantes de combustibles. No es sorpresa encontrar una relación directa entre el deterioro de la salud como consecuencia de las emisiones vehiculares, que están más presentes en las grandes ciudades, además, los compuestos presentes en dichas emisiones son cancerígenas y mutagénicas.

El estudio concluye que la aplicación de un complemento lubricante a base de nanopartículas solo es efectiva cuando el vehículo se moviliza a velocidad crucero (velocidad moderada y constante mantenida a través del tiempo) en motores de combustión de servicio público de 1000 cc en la ciudad de Bogotá, sin embargo, debido al tráfico, la calidad de las vías y el proceso constante de encendido y apagado del motor, esta opción no es viable a menos que se trate de desplazamientos en carreteras de municipios circunvecinos. La aplicación del aditivo disminuye los procesos de emisiones tóxicas para la población, pero, por las características propias de la ciudad, los beneficios que generan son apenas reconocidos.

Política de regulación en la ciudad de Pasto: El estudio realizado por María Camila Eraso y Guillermo Alexander Morillo, titulado “Análisis de la política de regulación de hidrocarburos para el combustible líquido en zonas de frontera, aplicado para el municipio de Pasto, año 2011-2012.”⁵ Se presenta en respuesta a la necesidad de identificar los causales de la problemática del fuerte desabastecimiento que presentaba el municipio hace algunos años; en donde se logró identificar que las políticas implementadas por los países vecinos a las zonas de fronteras alteran la realidad percibida, ya que si bien se espera que el desarrollo regional fuese competitivo, el cumplimiento de este objetivo no está estructurado a las condiciones propias del municipio, lo que se traduce en graves fallas que generan fenómenos como el contrabando que acapara el mercado de gasolina y ACPM. Si bien el mercado regulado por el gobierno nacional establece una estructura normativa que permita controles aptos para la distribución y

<<http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/691/EVALUACION%20DEL%20IMPACTO%20AMBIENTAL%20GENERADO%20POR%20LA%20EMISION%20DE%20GASES%20EN%20MOTORES%20QUE%20UTILIZAN%20COMPLEMENTOS%20LUBRICANTES%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20BOGOTA%20D.C..pdf?sequence=1&isAllowed=y>>

⁵ ERASO, María; MORILLO, Alexander. Análisis de la política de regulación de hidrocarburos para el combustible líquido en zonas de frontera, aplicado para el municipio de Pasto, año 2011-2012. En biblioteca, Universidad de Nariño, sede Torobajo. Pasto. 2013.

comercialización de combustibles líquidos en los municipios de frontera, la falta de presupuesto y tecnología disponibles no permite la plena eficiencia de los mecanismos de control. La función de demanda según el estudio contradice a la establecida por la teoría económica, ya que el resultado de la investigación arrojó que la demanda de combustibles líquidos en el municipio es elástica por el contrabando existente (que cumple el papel de bien sustituto) ya que el consumo aproximado de combustibles, era de 3.600.000 galones y, la oferta disponible solo era de 2.554.000 galones. Se concluye que la fórmula de asignación de cupos de combustibles debe ser reevaluada, ya que es necesario la incorporación de nuevas variables que permitan establecer una demanda real de combustibles, lo que se traduce en cuatro efectos como consecuencia de la inadecuada formulación en la política de asignación de cupos y con ello el establecimientos de precios, estos efectos son: I) la reducción del cupo municipal de combustibles, II) el contrabando, III) el desabastecimiento de combustibles IV) el detrimento de las finanzas municipales. Con ello se establece que debe existir un consumo de combustible per cápita (ICP) que debería estar determinado por el consumo promedio del parque automotor y no por el comportamiento de las ventas del departamento.

1.3.2 Situación actual

Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia): Este trabajo publicado en 2017; realizó una investigación donde se calculó los gases de efecto invernadero (GEI), teniendo en cuenta la venta de combustibles fósiles en Ibagué. Partiendo de que los sistemas forestales pueden absorber carbono en la biomasa y, por lo tanto, mitigar el costo ambiental; para posteriormente plantear opciones de mitigación, teniendo en cuenta los sistemas de producción del Tolima. Los resultados arrojados, mostraron un consumo promedio de gasolina o diésel en Ibagué de 35,5 l/carga (litros carga). Desagregados así: motocicletas, $4,5 \pm 0,7$ l/carga de gasolina; los autos compactos, $17,1 \pm 1,4$ l/carga; Vehículos 4x4 en promedio 36 l/carga y los vehículos grandes 59,7 l/carga. Los datos de esta investigación concluyen que, del CO₂ anual que emite la ciudad de Ibagué, el 60% proviene del diésel, el 36% de la gasolina y solo el 4% del GNV (gas natural vehicular). En términos per-cápita la emisión es de 718 kg CO₂.⁶

⁶ ANDRADE, Hernán Jair; ARTEAGA, Cristhian C; SEGURA, Milena A. Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia). En SciELO. Abril, 2017. [EN LINEA]: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-87062017000100006

Meta del Carbono Neutralidad para el 2021 por parte del gobierno de Costa Rica⁷: Debido a la creciente preocupación por el cambio climático, el gobierno de Costa Rica ratifica su compromiso con la meta propuesta de *Carbono Neutralidad*, es decir, una igualación entre lo que se emite y lo que se reduce y/o compensa, dando un resultado neto de cero emisiones. Costa Rica tiene el objetivo de convertirse en el primer país carbono neutral y gracias al esfuerzo y al apoyo que recibe el gobierno por parte de sus principales aliados estratégicos, además de la invitación a sus ciudadanos de cooperar reduciendo su huella de carbono, lo está logrando.

⁷ COSTA RICA, PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Meta del Carbono Neutralidad para el 2021. [En línea]: <<https://presidencia.go.cr/comunicados/2016/09/meta-de-carbono-neutralidad-para-el-2021-se-mantiene-y-fortalece/>>.Costa Rica. 2016.

1.3.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.3.1 PREGUNTA GENERAL

¿Cuáles son las implicaciones ambientales del consumo de combustibles líquidos, medidas a través del costo social del carbono, para la ciudad de San Juan de Pasto 2018?

1.3.3.2 PREGUNTAS ESPECÍFICAS

- ¿Cuál es la demanda y el valor monetario del consumo de combustibles líquidos en la ciudad de San Juan de Pasto 2018?
- ¿Cuál es el valor monetario del costo ambiental que genera el consumo de combustibles líquidos en la ciudad de Pasto, según el costo social del carbono para la ciudad de San Juan de Pasto 2018?
- ¿Qué posibilidades de acción se pueden instaurar frente a las implicaciones del costo social del carbono?

1.4 JUSTIFICACIÓN

Actualmente el mundo atraviesa una crisis ambiental debido a la sobreexplotación de recursos, una cultura ambiental precaria, producto del sistema productivo, y una leve preocupación hacia las dinámicas extractivas y hacia la dependencia de recursos no renovables; lo anterior trae como consecuencia el deterioro de elementos propios para la vida y el desarrollo humano, como el agua o el aire. La cantidad de CO₂ que se genera y las diversas afectaciones producto de estas, han permitido detectar las consecuencias sobre el ecosistema mundial y han dado paso a una creciente preocupación. Con el fin de tomar medidas al respecto, se han establecido compromisos de reducción de emisiones y políticas de regulación de gases. Teniendo en cuenta que, en los países en vías de desarrollo, la principal fuente de energía para el transporte es el petróleo y sus derivados, y que la explotación de éste es una fuente importante de financiamiento para los gobiernos, el cambio hacia fuentes de energía limpia es complejo; pues el mercado de vehículos a base de hidrocarburos es eje a nivel económico, social e incluso cultural. Social y cultural, debido a que cada vez son más los compradores de vehículos de segunda mano a precios bajos. Esto dificulta una solución de raíz y provoca que la solución sea paulatina; lo mejor para esto son los impuestos, la economía ambiental propone tratar los servicios de la naturaleza como mercancías, en este sentido, cuando una región o país quiera mejorar su calidad de aire (por ejemplo), deberá pagar. Teniendo en cuenta que la cantidad de vehículos en la ciudad de Pasto ha aumentado considerablemente en los últimos años, es lógico pensar en el problema

del deterioro del aire. Por tanto, la medición de un impuesto relacionado con el nivel de contaminante que se emite es inevitable; más tarde que temprano los impuestos en este sentido empezarán a ser mayores, y una aproximación a este cálculo informará el valor monetario que ayude a tomar medidas al respecto.

La presente investigación enfocada en el parque automotor y las emisiones producidas por estos, pretende ampliar el debate en la disciplina económica acerca de la crisis ambiental, con una postura desde la economía ambiental mostrando que, dentro del sistema económico predominante, se proponen soluciones que asignan precios al deterioro ambiental y que son establecidos, vía impuestos. Esta postura, a pesar de las críticas recibidas, es un paso adelante en la integración de la naturaleza, a las cuentas nacionales, que en un futuro no muy lejano conformarán parte de las cuentas personales de cada individuo de la sociedad.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general.

Determinar las implicaciones ambientales del consumo de los combustibles a través del costo social del carbono para ciudad de San Juan de Pasto año 2018.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Conocer la demanda y el valor monetario del consumo de combustibles líquidos en la ciudad de San Juan de Pasto 2018.
2. Determinar los costos ambientales generados por el consumo de combustible líquido mediante el indicador Costo Social del Carbono, en la ciudad de Pasto año 2018.
3. Establecer las posibilidades de acción frente a las implicaciones del costo social del carbono, en la ciudad de Pasto año 2018.

1.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.6.1 Universo de estudio

Dentro del universo de estudio se consideraron los siguientes implicados: Los Conductores de vehículos que funcionan con combustibles líquidos (Gasolina corriente, gasolina extra y ACPM/Diesel), que están registrados en el parque automotor de la ciudad y, las 47 estaciones de servicio de combustible de la ciudad de San Juan de Pasto.

1.6.2 Espacio geográfico

La presente investigación se desarrolló en el municipio de San Juan de Pasto capital del departamento de Nariño.

1.6.3 Tiempos a investigar y a emplear

La investigación se realizó desde mayo de 2018 y su culminación fue en septiembre de 2019. La recolección de la información se realizó durante el año 2018 hasta febrero de 2019.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 MARCO TEÓRICO

Teoría del Pico de Hubbert:

Esta teoría, se refiere a la tasa de agotamiento del petróleo en el largo plazo, así como de otros combustibles fósiles ya que predice que la producción mundial de petróleo llegará a un punto máximo y, posteriormente, disminuirá en la misma velocidad como creció, hasta el punto donde se agota, y, como consecuencia, el proceso de extracción, transporte y procesado de cada nuevo barril extraído, cuesta más en términos de energía que la contenida o generada por proceso.

Como consecuencia de la escasez o por lo menos la preocupación que esta genera, la búsqueda de combustibles alternativos surge como una solución plausible para atenuar esta problemática, Pietronave⁸ establece que con el avance en la tecnología y el uso constante de las diversas fuentes de energías y combustibles alternos, se proyecta en el largo plazo un mejor aprovechamiento de estas "... solo un 10-20% de la luz solar incidente sobre las células solares se convierte en electricidad y solo se logra extraer un 35% del petróleo en un yacimiento típico. Las nuevas tecnologías podrían incrementar estos valores. Muchos de los aceites no-convencionales actualmente requieren más energía para extraerse que la que se obtiene de su quema. Esto también podría cambiar con las nuevas tecnologías."⁹

Es así, como combustibles alternativos como el Biodiesel o el Bioetanol ganan relevancia para las nuevas dinámicas económicas y ambientales, por esto el INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE ENERGÍA DE ESPAÑA¹⁰ establece diversas razones para fomentar su uso, siendo las principales:

- La contribución a la seguridad del suministro energético.
- Contribuyen a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Promueven un uso mayor de energías renovables.
- Diversifican las economías agrícolas logrando nuevos mercados.

⁸ PIETRONAVE, Hernán. BIOCOMBUSTIBLES (informe de referencia). En: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina. 2010. [En línea]: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-biocombustibles_informe_de_referencia.pdf>

⁹ Ibid. p. 2

¹⁰ INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO DE ENERGÍA. Combustibles y Vehículos Alternativos. [en línea]: <https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10297_TREATISE_CombustiblesVehiculosAlternativos_A2005_d9d8d6b3.pdf>. España. 2005.

Sin embargo, la producción de combustibles alternos tiene una problemática; para el caso del Biodiesel, la problemática es su materia prima, “El coste de producción de biodiesel a partir de semillas oleaginosas es sensiblemente más elevado que el gasóleo derivado de crudo”¹¹ y si posee como materia prima lo producido a partir de residuos vegetales (como lo son aceites usados), en principio se beneficia de los precios relativamente bajos de estos, lo que genera que el precio inicial de producción sea bajo, pero, el suministro limitado de estos residuos y “los problemas sobre la calidad del combustible producido pueden limitar la contribución que pudiera suponer el empleo de estas materias primas.”¹². Para el caso del Bioetanol, su producción al igual que la de biodiesel, resulta bastante más cara que la de gasolina y gasóleo, respectivamente. Como consecuencia, es necesario que estos biocarburantes tengan ventajas fiscales que le garanticen poder competir contra los combustibles convencionales para así fomentar su producción y por ende su mercado.

Es así que, para esta investigación es primordial aclarar el concepto de costo ambiental, entendiendo que este, cobra importancia dentro de una discusión mayor, la de desarrollo sostenible. Sin embargo, no es sencillo definir al costo ambiental; las Naciones Unidas escriben sobre el problema de la contabilidad de costo ambiental argumentando que no existe una definición estándar de este y, que estas, se adaptan según los intereses¹³. El interés de esta investigación es abordar al término desde su esencia, para tal propósito el concepto de **externalidad negativa** se constituye como el punto de partida que abra paso a una discusión mayor; Krugman y Obstfeld¹⁴ la definen como el coste que ciertos actores imponen sobre otros sin pagar por ello. Como a ninguno de los actores económicos le gusta que le impongan costes que no han generado, surge la necesidad de medir y cobrar dichos costes.

Economía ambiental

El mundo ha conocido a la Economía Ambiental (E.A) como la encargada -según Aguilera y Alcántara-¹⁵ de “la asignación intergeneracional óptima de los recursos

¹¹ Ibid. p. 25.

¹² Ibid. p. 25.

¹³ JASCH, Christine. Environmental Management Accounting Procedures and Principles. [en línea]: <https://www.researchgate.net/publication/295662955_Contabilidad_de_gestion_medioambiental_Como_beneficiarse_de_la_proteccion_medioambiental>. Octubre 2002.

¹⁴ KRUGMAN, Paul R; OBSTEFELD, Maurice. Madrid. 2012. 9 ed. p .297.

¹⁵ AGUILERA, Federico; ALCÁNTARA, Vicent. De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica. [en línea]: <http://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Actualidad/2011/LibroEA_EE.pdf>. Barcelona 2011. p. 11.

agotables” y del estudio del problema de las externalidades; estos autores citan (entre otros) a Pigou y Coase, a quienes consideran los fundadores de esta disciplina y, quienes a pesar de tener divergencias, coinciden en temas como el problema existente en realizar una negociación de precios cuando se enfrenta a problemas de contaminación atmosférica. La búsqueda de precios para los problemas de contaminación refleja que esta disciplina es una extensión de la economía neoclásica al campo medioambiental y se razona, “...en términos de precios, costes y beneficios monetarios efectivos o simulados.”¹⁶ Las medidas propuestas por la E.A contemplan a la contaminación atmosférica (y a otros efectos de la contaminación) como un fenómeno que puede ser compensado con impuestos u otras medidas monetarias. Ante la imposibilidad de la regulación voluntaria en los procesos contaminantes, es el Estado quien debe actuar con regulaciones a ciertos métodos de producción, o políticas dirigidas a todo el público que establezcan formas diferentes de realizar ciertas actividades.^{17*}

Aguilera y Alcántara citan a Hotelling,¹⁸ quien reconoce que no es posible la asignación óptima de un recurso natural sin conocer la demanda mundial futura de este, por lo que, el pronóstico de: opiniones, consumo y valor futuro, de bienes y servicios de la naturaleza, tiene problemas que la estadística predictiva más avanzada no puede resolver y, por lo tanto, el establecimiento monetario correcto, es imposible si se pretende incluir en la fórmula a las futuras generaciones.

Respecto a estos temas, más escritores se han pronunciado y la conclusión es clara “...la economía de los recursos naturales agotables, tal y como se ha planteado, presenta serias limitaciones en cuanto a su capacidad explicativa”¹⁹. Los planteamientos de la E.A de asignar un valor de mercado a bienes y servicios que sustentan la vida son limitados.

A pesar de las limitaciones, la economía ambiental es la disciplina más próxima para la mitigación de los problemas ambientales; en primer lugar, porque hace parte del modelo económico imperante en el mundo y, por lo tanto, no coacciona contra éste. En segundo lugar, porque “garantiza la imposibilidad de conseguir una mayor calidad ambiental sin tener que renunciar al disfrute de una cantidad determinada de bienes y servicios.”²⁰ Es decir, al mercantilizar la calidad ambiental, para

¹⁶ Ibid. p. 7.

^{17*} Aguilera y Alcántara, deducen que Coase y Pigou llegaron a esta misma conclusión.

¹⁸ Ibid. p. 13.

¹⁹ Ibid. p 14.

²⁰ AZQUETA, Diego. Madrid. 2002. 1 ed.

adquirirla, será necesario pagar. Teniendo en cuenta la restricción presupuestal, al adquirir mejor calidad ambiental, se debe renunciar a otro bien o servicio.

La economía ambiental propone una sensibilización al deterioro ambiental, por la vía monetaria. El desarrollo propio de los indicadores ambientales y de desarrollo sostenible (IA/IDS), inicia a finales de 1980 en Canadá y algunos países de Europa; posteriormente el impulso más abarcador, correspondió a la Cumbre de la Tierra, que en su Agenda 21 (capítulo 40), convino la urgencia de información ambiental e indicadores de desarrollo sostenible para monitorear el avance o retroceso del desarrollo sostenible.²¹

Se crearon indicadores ambientales tales como cobertura boscosa del territorio, calidad del aire de una ciudad, indicadores de contaminación de agua por coliformes, indicadores de deforestación, de desertificación o de cambio de uso de suelo; estos indicadores pueden llamarse, indicadores de primera generación²². Se enfocaron principalmente en la medición del deterioro ambiental.

Los indicadores de segunda generación incluyen más dimensiones, no solo la ambiental, esto debido al carácter multidimensional sobre el cual se abordó el problema, las dimensiones que se añadieron son: social, económico e institucional. Para Quiroga²³ los indicadores creados, “se han fundamentado hasta ahora en metodologías de agregación conmensuralistas, ya sea de tipo índice o monetizadas, cuyos resultantes son comunicacionalmente potentes, pero metodológicamente discutibles”. La crítica de Quiroga se fundamenta en la no transversalidad de estos indicadores, pues cada uno se crea desde su disciplina sin relacionarse sustancialmente con el resto.

Desarrollo Sostenible

Es evidente que el desarrollo sostenible hace parte de la discusión actual del mundo; tanto la economía ambiental como la economía ecológica han aportado en la discusión para la ruta que lleve a conseguir este objetivo. El desarrollo, sin embargo, es un proceso complejo, Vergara y Ortiz citan a Vargas ²⁴ quien se refiere

²¹ QUIROGA, Rayén. Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. [en línea]: <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5498/1/S0700589_es.pdf>. Santiago de Chile 2007. p. 15 -16

²² Ibid. p. 19.

²³ Ibid. p. 19.

²⁴ VERGARA, Carlos Andrés; ORTIZ, Diana Carolina. Desarrollo Sostenible: Enfoques Desde las Ciencias Económicas* [en línea]. Bogotá. Julio-diciembre 2016, volumen 35 – N°. 62. p. 24. Disponible en internet: <http://www.scielo.org.co/pdf/cenes/v35n62/v35n62a02.pdf>

al desarrollo como un proceso multidimensional, que requiere de cambios en las conductas y actitudes de cada sujeto que impactan las estructuras institucionales de los sistemas económicos, sociales y políticos.

El problema de la sostenibilidad, es entonces, responsabilidad de todos los agentes económicos. El mundo ha enfocado sus esfuerzos en uno de los principales causantes del cambio climático; la contaminación atmosférica, debido a la emisión de gases de efecto invernadero. Para Ferran Ballester²⁵; las actuales emisiones de gases de invernadero a la atmósfera agravan los efectos de la contaminación del aire para la salud, no solo de manera indirecta por medio de fenómenos meteorológicos como tormentas; sino también, de manera directa e inmediata por la contaminación presente en el aire, con efectos nocivos para la salud general de la población. En otras palabras, la contaminación por gases de efecto invernadero, ya están generando problemas a la salud y los efectos negativos en la sociedad se incrementan por los problemas del cambio climático.

Costo ambiental

Es claro que los recursos naturales carecen de precio porque no existe un mercado de estos, pero dentro de la amplia definición que posee el costo ambiental y por ende su respectiva relación con la economía ambiental, se establece que esta es la disciplina que puede establecer un valor monetario al deterioro ambiental ya que cuenta con herramientas que son capaces de valorar el medio ambiente como si de un bien público se tratara.

Para Eduardo Lecca y Rosmeri Mayta²⁶ en su trabajo “Valoración económica ambiental: el problema del costo social”, establecen que “La valoración económica ambiental pretende obtener una medición monetaria de la ganancia o pérdida de bienestar o utilidad que una persona, o un determinado colectivo, experimenta a causa de una mejora o daño de un activo ambiental accesible a dicha persona o colectivo.”

Las técnicas de valoración en función de lo propuesto por la economía ambiental están clasificadas como:

²⁵ BALLESTER, Ferran. Contaminación atmosférica, cambio climático y salud [en línea]. Madrid. Marzo-abril, 2005, volumen. 79 N°2. Disponible en internet: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200005

²⁶ RAFFO, Eduardo; HUATUCO, Rosmeri. Valoración económica ambiental: el problema del costo social [en línea] Lima. Julio-diciembre, 2015, volumen. 18, número 2. p. 2. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81643819009>

- Métodos de mercado o directos: productividad marginal, gastos de mitigación, costos de oportunidad, gastos de salud, gastos defensivos.
- Métodos de valoración de no mercado, preferencias reveladas: estimar el precio a través de la comparativa con bienes o servicios similares que posean mercados y que tengan relación con el recurso sobre el que se desea medir el atributo ambiental. Preferencias declaradas al no existir un mercado se acude a simular o crear un mercado hipotético.
- Transferencias de valores: utilizar estimaciones de estudios previos con problemas similares con sustento y validez teórica.

Juan David Osorio y Francisco Restrepo²⁷ complementan argumentando que una de las formas para demostrar la importancia de la valoración económica de los recursos naturales, es plantear cómo los costos ambientales generan costos para las naciones, ya que en primer lugar, los daños ambientales producen impactos en el PIB en donde se incluyen: la pérdida de producción agrícola, consecuencia de la erosión del suelo y la contaminación del aire; el empeoramiento de la salud humana y en consecuencia la pérdida de la productividad laboral; la pérdida o disminución de la producción silvícola, consecuencia de la contaminación del aire, el suelo y la erosión; y, la desviación de recursos altamente productivos a usos de mantenimiento o reparación de los daños causados por la contaminación. En segundo lugar, muchos de los costos ambientales no pueden ser medidos como parte del PIB, pero sí afectan el bienestar social y deberían ser medidos, pues en última instancia afectarán el proceso de producción; aunque no sea evidente a simple vista. Osorio y Restrepo²⁸ citan a Krström quien señala que, la razón por la cual se valoran bienes que carecen de mercado, es que, al igual que si se valorara bienes privados, se haría un uso más eficiente de los mismo si estos poseen un precio.

Para Colombia en el sector energético se considera necesaria una política ambiental que defina los criterios por los cuales se deberían desarrollar la gestión ambiental. En donde puede ser resumida la estructura de costos de la siguiente manera:

²⁷ OSORIO, Juan David; CORREA, Francisco. Valoración económica de costos ambientales: marco conceptual y métodos de estimación. En Redalyc. Enero-junio 2004. [En línea] disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=165013657006>>

²⁸ OSORIO, Juan David; CORREA, Francisco. Óp. Cit., p. 7.

Tabla 2. Estructura de los costos ambientales

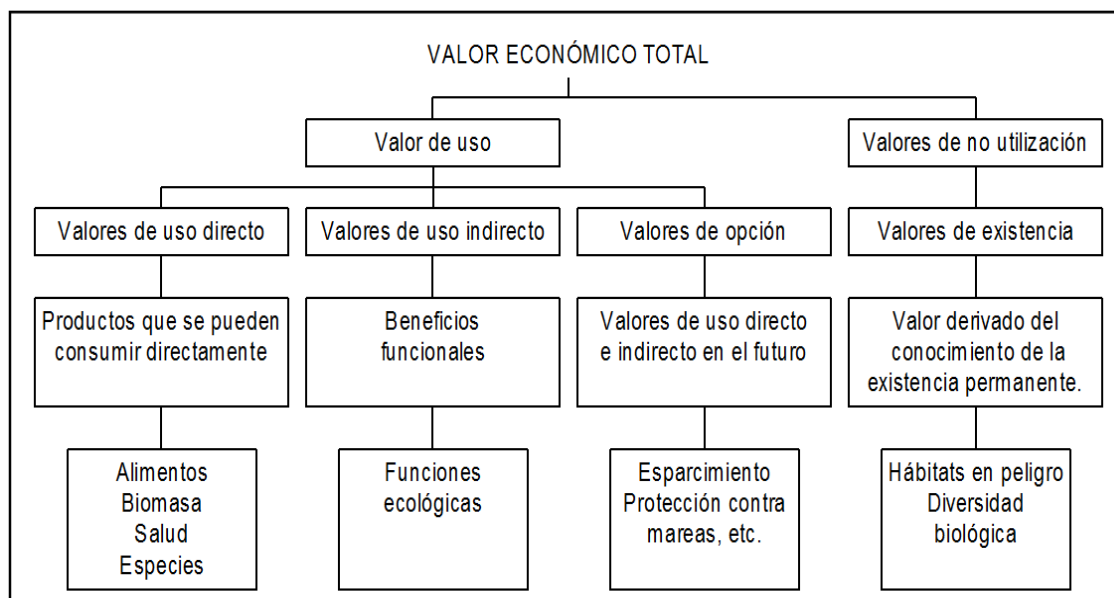
Tipo de costo	Clasificación	Descripción	Costo
Costos por Gestión Ambiental	Gestión Obligatoria	Investigación de proyectos	XXXX
		Desarrollo e innovación	XXXX
		Costos de diseño, apertura y otros	XXXX
		Total EIA	XXXX
		Costos de prevención	XXXX
		Costos de mitigación	XXXX
		Costos de compensación	XXXX
		Reciclaje de productos	XXXX
		Total PMA	XXXX
		Permisos y licencias	XXXX
		Pago Transferencias Ley 99	XXXX
		TOTAL GESTION OBLIGATORIA	XXXX
	Gestión voluntaria	Campañas de sensibilización	XXXX
		Otros	XXXX
TOTAL GESTION VOLUNTARIA		XXXX	
TOTAL COSTOS POR GESTIÓN AMBIENTAL			XXXX
Costos por Impacto Ambiental	Valoración económica de Impactos	Precios de mercado	XXXX
		Costos actuales/potenciales	XXXX
		Valoración contingente	XXXX
		Valoración hedónica	XXXX
TOTAL COSTOS POR IMPACTO AMBIENTAL			XXXX

Fuente: Becerra, W.; Hincapié, D. (2014). Los costos ambientales en la sostenibilidad empresarial; Propuesta para su valoración y revelación contable. Contaduría Universidad de Antioquia.

Ernesto Iturria en su trabajo titulado “La Contabilidad de Costos y los Costos Ambientales” haciendo una revisión y corroborando lo anterior, establece que, “...en particular los bienes ambientales, considerados libres, su valor es poco reconocido y difícilmente homogeneizable en la misma unidad que los bienes económicos, encontrando el mercado dificultades a la hora de determinar un precio que regule su utilización.”²⁹ Sin embargo, su aporte va más allá, ya que gracias a lo establecido por Santos M. Ruesga y Gemma Durán en el trabajo Empresa y Medio Ambiente se puede generar una aproximación del valor monetario el cual queda establecido como:

²⁹ ITURRIA, Ernesto. La Contabilidad de Costos y los Costos Ambientales. Uruguay. Universidad Nacional de Nordeste (UNNE). P. 3. Asociación Uruguaya de costos. [En línea]: Disponible en: <eco.unne.edu.ar/contabilidad/costos/VIIIcongreso/194.doc>

ESQUEMA 1. Contabilidad de Costos y los Costos Ambientales.



Fuente: Santos M. Ruesga y Gemma Durán. Empresa y Medio Ambiente. 1995. Citado por Darío Ernesto Iturria Cammarano, La Contabilidad de Costos y los Costos Ambientales.³⁰

Valoración económica y ambiental respecto a la Contaminación

La disminución en la calidad del aire genera varios impactos sobre la salud, algunos a corto plazo y otros de mayor alcance, además, desde un punto de vista productivo, la calidad del aire afecta el rendimiento de ciertas cosechas, aumentando costos e impactando en el mantenimiento de ciertas obras; también degrada sitios turísticos; sin embargo, estos efectos son ignorados en las transacciones de mercado y en el sistema de cuentas nacionales. Si bien, varias actividades ya sean económicas o no, emiten contaminantes, estas tienen un costo nulo para los emisores de la contaminación, es por ello que estos agentes no tienen incentivos para su reducción.

Estimar los daños marginales, ya sea el daño de una cosecha o la disminución en la productividad de esta, es relativamente menos complicado; pues ese tipo de cambios son cuantificables. En otros casos; sin embargo, es más complejo calcular

³⁰ Santos M. Ruesga y Gemma Durán. Empresa y Medio Ambiente. En: ediciones Pirámide S.A. Madrid, 1995. Citado por DARÍO ERNESTO ITURRIA CAMMARANO, La Contabilidad de Costos y los Costos Ambientales. Uruguay. Asociación Uruguaya de costos. P. 4. [En línea]: Disponible en: <eco.unne.edu.ar/contabilidad/costos/VIIIcongreso/194.doc>

los daños marginales, concretamente los daños a la salud, pues su manifestación y efectos varían de acuerdo a cada individuo.

Es así, que Berrío-Monsalve, Arango-Arango, Botero-Botero³¹, describen que el método para el cálculo de una función de daño, consiste en usar de forma secuencial modelos que en primera instancia permitan determinar la contaminación y, una vez medida, valorar los impactos que esta tiene de forma monetaria. Los primeros modelos tienen un carácter físico, y permiten determinar los efectos generados por el cambio en la concentración de contaminantes sobre la salud de las personas, la visibilidad, el daño material y las zonas verdes o vegetación. Para estos modelos se requiere como insumo fundamental un inventario de emisiones y datos meteorológicos que, una vez cuantificados (algunos o la totalidad de estos) se les asigna un valor monetario, esta valoración necesita contar con los costos monetarios que corresponden a cada uno de los efectos valorados.

En el caso colombiano el Ministerio del Ambiente establece que *“la valoración económica ambiental permite asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por recursos naturales, independientemente de si existen o no precios de mercado que ayuden a hacerlo (Convención Ramsar, 1997). Es decir, la misma corresponde a una traducción de la importancia de los servicios proporcionados por la naturaleza, en términos económicos.”*³² En otras palabras, la valoración económica ambiental en Colombia, se basa en el bienestar social que varía por los cambios en la calidad o cantidad de servicios proporcionados por el ambiente. Es necesario identificar qué se está afectando, en qué sentido se ve afectada la población, y de qué información se dispone para generar la valoración correspondiente. Así mismo, el Ministerio del Ambiente establece las diferencias entre el alcance y las limitaciones de la valoración económica ambiental.

³¹ BERRÍO-MONSALVE, Marco Alejandro; BOTERO-BOTERO, Sergio; ARANGO-ARANGO, Mónica. Análisis de los Indicadores de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Valorar Proyectos de Energía Renovable en Sistemas Eléctricos, Caso de Colombia. En Dialnet. Revista de Ingeniería Lámpsakos 201. Diciembre 2014. [En línea]: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5107083>>.

³² COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE. Guía de aplicación de la valoración económica ambiental. [En línea]. p. 17. Disponible en: [http://www.andi.com.co/Uploads/Gu%C3%ADa%20de%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20Valoraci%C3%B3n%20Econ%C3%B3mica%20Ambiental%20\(00000002\).pdf](http://www.andi.com.co/Uploads/Gu%C3%ADa%20de%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20Valoraci%C3%B3n%20Econ%C3%B3mica%20Ambiental%20(00000002).pdf)>.

ESQUEMA 2. ALCANCE DE LA VALORACIÓN AMBIENTAL

ALCANCES DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL		
Permite asignar valores monetarios a los bienes y servicios proporcionados por los recursos naturales, independientemente de si existen o no precios de mercado que ayuden a hacerlo.	Estima los beneficios y costos asociados a los cambios en los ecosistemas que afectan el bienestar social.	Genera información para la toma de decisiones relacionadas con la evaluación social de proyectos o políticas públicas; en particular, aquellas decisiones relacionadas con el aprovechamiento sostenible del ambiente y la conservación de los recursos naturales.

Fuente: Ministerio de Ambiente, Colombia.

ESQUEMA 3. LIMITACIONES DE LA VALORACIÓN AMBIENTAL.

LIMITACIONES DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL				
El valor económico es subjetivo y, por lo tanto, puede variar entre individuos, sociedades y a lo largo del tiempo, dependiendo de sus condiciones particulares.	La maximización del bienestar individual depende de que todas las personas cuenten con información completa sobre el presente y el futuro.	Supone que la utilidad marginal del dinero es constante, pero en realidad es decreciente.	Los valores obtenidos a partir de los diferentes métodos pueden ser interpretados de diversas formas, dependiendo del enfoque teórico desde el cual se trabaje.	Supone que todas las dimensiones del bienestar humano son conmensurables a una única unidad de medición, desconociendo la jerarquía de las necesidades humanas.

Fuente: Ministerio de Ambiente, Colombia.

Los esquemas dos y tres hacen énfasis en que las limitaciones son mucho mayores que los alcances y presentan problemas relacionados con la subjetividad en cuanto al valor posible respecto a la pérdida de bienestar, ya que es inexistente una forma de medir el bienestar ajeno a la forma económica basada en precepciones individuales. Adicionalmente, es necesario hacer énfasis en que el proceso de la toma de decisiones no debe basarse únicamente en los resultados que se obtengan a partir de la evaluación económica, sino que estos “deben constituirse únicamente como una fuente complementaria de información”.³³

Costo social del Carbono

El costo social del carbono (Social Cost of Carbon), es un método de valoración de los efectos de las emisiones de carbono, que no se enfoca únicamente en el costo

³³ Ibid. p. 19.

adicional de una nueva unidad de carbono, sino, que añade el daño total generado por el carbono presente en la atmósfera. Esta metodología³⁴ tiene la característica de incorporar los beneficios de reducir emisiones de dióxido de carbono a un análisis costo-beneficio. La estimación del costo social de las emisiones, contempla la monetización de los daños asociados a un aumento de las emisiones de carbono, estos daños se manifiestan en: efectos en la productividad agrícola y en la salud humana, daños a la propiedad debido al aumento de potenciales catástrofes naturales, la pérdida de ecosistemas debido al cambio climático, entre otros.

El Grupo intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) definen al Costo social del carbono (social cost of carbon (SCC)) como el “Valor actual neto de los daños climáticos (con los daños expresados como número positivo) de una tonelada más de carbono en forma de CO₂, que depende de la trayectoria global de mitigación climática de referencia seguida a lo largo del tiempo con emisiones conexas.”³⁵

El costo social del carbono también puede definirse como, el precio social del carbono, en donde el Banco Mundial establece que la fijación del precio del carbono constituye una opción de políticas sencilla, justa y eficiente para abordar el cambio climático, ya que puede reportar beneficios adicionales además de reducir la contaminación y la congestión del aire al mismo tiempo que se evita el mayor costo de las medidas correctivas vinculadas a la emisión de carbono.³⁶ Sin embargo, esta iniciativa solo abarca el 15% de las emisiones globales, y al menos el 75% de las emisiones han sido fijadas en menos de 10 USD por tonelada, para el caso colombiano el precio fijado es de 6 USD.³⁷

Costo Social

Escriben Osorio y Restrepo, “Para realizar la valoración económica de daños ambientales se debe tener en cuenta que dicho daño está conformado por dos componentes principales: el daño biofísico (evaluación ecológica) y el daño social

³⁴ CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. Peru: 18 de mayo 2016. Estimación del precio social del carbono para la evaluación social de proyectos en el Perú. [en línea] Disponible en internet: <https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/parametros_evaluacion_social/Precio_Social_Carbono.pdf> p. 9.

³⁵IPCC. GLOSARIO. 2013. [En línea] p. 6. Disponible en <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf>.

³⁶ THE WORLD BANK (BANCO MUNDIAL) Fijación del precio del carbono diciembre 2017, [En línea] disponible en internet: <<https://www.bancomundial.org/es/results/2017/12/01/carbon-pricing>>

³⁷ THE WORLD BANK (BANCO MUNDIAL), Carbon pricing dashboard, [En línea] Disponible en: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data>

(evaluación social). El daño biofísico se refiere a las afectaciones hechas en el medio natural que ocasionan un deterioro de las características del recurso natural. El daño social está relacionado con las afectaciones a la sociedad que se manifiestan en la pérdida de beneficios derivados del recurso natural afectado.”³⁸ Esta definición en conjunto a la postulada por Luis Gilberto Murillo, ministro de Medioambiente y Desarrollo Sostenible³⁹, citando al Grupo de Trabajo Interinstitucional para el Costo Social del Carbono de los Estados Unidos (Interagency Working Group on Social Cost of Carbon) nos afirma que, el costo social y ambiental por emitir una tonelada de carbono es de 38 dólares, lo que a precios de 2017 (dólar promedio \$2.951,32 COP) equivale a \$112.150,16 COP, este costo cubre, entre otros factores, los cambios en la productividad agrícola, los riesgos generados sobre la salud humana, y los daños a la propiedad derivados de un mayor riesgo por inundaciones.⁴⁰ Según la licenciada en física y especializada en meteorología Nuria Casabella ⁴¹ escritora del tiempo España, para poder calcular la emisión de CO₂ es necesario identificar el combustible que se usa y conocer el consumo en litros de este, con estos datos se establece un factor de emisión que convierte los litros de combustible en kilogramos de CO₂, los factores de emisión que establece Nuria son, 2,196 kg CO₂ por litro de gasolina (corriente o extra) y 2,471 kg CO₂ por litro si se trata de ACPM/Diesel.

³⁸ OSORIO, Juan David; CORREA, Francisco, Op. Cit p. 8.

³⁹ SEMANA SOTENIBLE; El impuesto al carbono evitará costos ambientales y riesgos sobre la salud humana [En línea]. En: 01 de abril de 2017. Párr. 6. Disponible en internet: <<http://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/el-ministro-luis-gilberto-murillo-explica-el-impuesto-al-carbono/36787>>

⁴⁰ Ibid.

⁴¹ CASABELLA, Nuria. Calcula las emisiones de CO₂ que produce tu coche. [En línea]. En: eltiempo.es. 28 de enero de 2016. Disponible en internet: < <https://noticias.eltiempo.es/calculadora-emisiones-de-co2-cuanto-emite-coche/> >

MARCO CONTEXTUAL

La investigación se realizó en la ciudad de San Juan de Pasto, capital del departamento de Nariño. Como ciudad capital, cuenta con distintas instituciones estatales tanto propias como sedes. La población de la ciudad según proyecciones del DANE está estimada para el año 2018 con 455.678 habitantes, con una densidad poblacional de 402,90 Habitantes sobre km² y cuya superficie es de 1.131 km.⁴²

Un sector que ha presentado una evolución notoria en los últimos años ha sido la comercialización de vehículos, para el 2001 el número de vehículos matriculados era de 32.114, repartidos entre 16.804 motos y 15.310 vehículos; para el año 2011 la cifra se incrementó significativamente, para la fecha señalada existían matriculados 102.382 y para el año 2018, 170.775.

La medición realizada por la Secretaría de Tránsito y Transporte Municipal⁴³ demuestra el crecimiento en los registros de automóviles, el incremento entre el 2003 y el 2012 fue de 243%, camionetas de 272%, camperos 203% y el caso más dramático se presenta en las motocicletas con un incremento de 407%. Según esta misma medición, la ciudad puede catalogarse de caminadores, pues una de cada tres personas decide desplazarse a pie. Aproximadamente se realizan 594.804 viajes por día, donde el principal modo de desplazamiento es el peatonal, con el 38%, el transporte público colectivo, con el 31%. Se registra en la ciudad los viajes en automóvil con el 14%, motocicleta con el 8% y taxi con el 5%. Sin embargo, para años más recientes estas cifras pueden ser discutidas ya que por percepción, las motocicletas tienen un protagonismo más significativo.

Para el municipio de San Juan de Pasto el cupo promedio mensual es de 3'895.953 galones de combustible líquido, distribuidas en 47 estaciones de servicio de combustible certificadas para el año 2018.⁴⁴

⁴² ALCALDIA DE PASTO, Estadísticas - Municipio de Pasto, [En línea]. en <https://www.pasto.gov.co>, disponible en internet: < <https://www.pasto.gov.co/index.php/nuestro-municipio/estadisticas-municipio-de-pasto> >

⁴³ SECRETARIA DE TRANSITO Y TRASNPORTE, Nota de prensa: Rezago de 98% en movilidad de Pasto, septiembre 25, 2013.

⁴⁴ SISTEMA DE INFORMACIÓN DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS; listado de estaciones de servicio certificadas - 03-01-2019 [En línea], SICOM Servicios de información al ciudadano, enero 15 de 2019, disponible en internet: <<http://www.sicom.gov.co/noticias.shtml?apc=d1E1--&x=3567>>

2.2 MARCO CONCEPTUAL

ACPM/Diésel: Combustible líquido, compuesto de moléculas de hidrocarburos. El proceso de combustión es diferente que, en la gasolina, pues los motores que usan este combustible son de una arquitectura diferente.

Antropogénico: Es relativo al ser humano, en particular a los efectos que éste genera sobre la naturaleza.

Combustible líquido: Las sustancias usadas por los vehículos en la ciudad para generar el proceso de combustión.

Contrabando: Se entenderá como la compra ilegal de combustible líquido de origen ecuatoriano.

Costo social del carbono: Indicador que valora de forma monetaria los efectos de las emisiones de carbono y se traduce en el cobro a la emisión de este gas. Se entenderá como el precio asignado por la emisión de CO₂.

Cupo de combustible: Es la cantidad de combustible líquido mensual que se asigna desde el nivel nacional, para el municipio.

Economía ambiental: Disciplina económica que estudia el fenómeno ambiental desde la perspectiva del pensamiento económico imperante.

Emisiones de carbono: Son las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), las cuales tienen dos orígenes, natural y antropogénico; en la investigación se hace referencia a las de influencia antropogénica.

Factor de emisión: El factor de emisión se refiere al valor representativo que relaciona la cantidad de contaminante emitido con la actividad asociada a la emisión contaminante. Particularmente deberá entenderse como el factor de conversión de un litro de gasolina a kilogramos de CO₂, posterior al proceso de combustión.

Gases de efecto invernadero: Son gases que se encuentran presentes en la atmósfera terrestre y que dan lugar al fenómeno denominado efecto invernadero.

Gasolina corriente: Es el combustible líquido de mayor uso, se compone por moléculas de hidrocarburos que crean cadenas de átomos de carbono con átomos de hidrogeno unidos, y de un paquete de aditivos mezclados. El hidrocarburo más determinante es el octano, que mide la capacidad que tiene la gasolina para ser comprimida antes del proceso de combustión. En Colombia, se supone, que su valor de octanaje es de 87.

Gasolina extra: Es el combustible líquido de menor uso, se compone por moléculas de hidrocarburos que crean cadenas de átomos de carbono con átomos de hidrogeno unidos, y de un paquete de aditivos mezclados. El hidrocarburo más determinante es el octano, que mide la capacidad que tiene la gasolina para ser comprimida antes del proceso de combustión. En Colombia, se supone, que su valor de octanaje es de 92.

Indicador ambiental: Se entenderá como un indicador que representa a un activo ambiental, por medio de un impuesto que integra los daños colaterales del deterioro a dicho activo.

Parque Automotor: Son los vehículos debidamente registrados en un municipio.

Proceso de combustión: Es el proceso mediante el cual se produce la quema de cualquier sustancia, en este caso combustibles líquidos, para generar energía. Para mantener la combustión se necesita oxígeno, este se obtiene del aire, esta combinación deja como subproducto al dióxido de carbono.

2.3 MARCO LEGAL

DE ORDEN CONSTITUCIONAL

Artículo 79: todos los ciudadanos tienen el derecho a gozar de un ambiente sano y consagra que: “La Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”.

Artículo 80: el estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Artículo 337: la ley podrá establecer para las zonas de frontera, terrestres y marítimas, normas de orden especial en materias económicas y sociales con el fin de promover su desarrollo.

Decreto 02 de 1982: es Obligación del Estado de mantener la calidad atmosférica para no causar molestias o daños que interfieran el desarrollo normal de especies y afecten los recursos naturales. Así como las prohibiciones y restricciones a la descarga de material contaminante, gases y vapores a la atmósfera y la Prevención de la contaminación atmosférica.

DE ORDEN NORMATIVO

Ley 191 de 1995: se establecen disposiciones para la zona de frontera.

Ley 681 de 2001: Ecopetrol será el encargado de distribuir el combustible para las zonas de frontera mediante producción o importación.

Ley 788 de 2002: se establece la sobretasa a la gasolina y ACPM.

Resolución UPME No. 9 1283 de 2014: sobre los que se establece los volúmenes de asignación de cupos para la distribución en las zonas de frontera, actualizadas para 2012-2014.

Ley 693 marcó la entrada de Colombia en la nueva era mundial de los combustibles de origen vegetal, utilizados desde hace muchas décadas (particularmente el etanol).

Resolución 909 2008 (jun.05): Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.

Resolución 910 2008 (jun.05): Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones.

Resolución 40266 marzo 2017. Se establece la metodología a ser aplicada en la determinación de los volúmenes máximos de combustibles líquidos excluidos de IVA y exentos de arancel e impuesto nacional a la gasolina y al ACPM dentro de cada municipio reconocido como zona de frontera y su distribución a las estaciones de servicio habilitadas por el Ministerio de Minas y Energía.

Ley 1819 de 2016, parte IX: impuesto Nacional al Carbono, es un gravamen que recae sobre el contenido de carbono de todos los combustibles fósiles, incluyendo todos los derivados de petróleo y todos los tipos de gas fósil que sean usados con fines energéticos, siempre que sean usados para combustión.

Ley 1819 de 2016, Artículo 221, disposiciones generales del impuesto de explican el hecho generador como la venta en el territorio nacional, los sujetos del impuesto, quienes adquieren los combustibles y los responsables de estos los productores e importadores.

Ley 1819 de 2016, Artículo 222, se establecen las bases grabables y las tarifas por cada combustible fósil.

Ley 1819 de 2016, Artículo 223, se establece la destinación de los recursos obtenidos por el impuesto nacional al carbono hacia el Fondo para la Sostenibilidad Ambiental y Desarrollo Rural Sostenible en Zonas Afectadas por el conflicto.

Decreto 926 de 2017: El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, junto al Ministerio de Hacienda y Crédito Público establecieron el procedimiento para la no causación de este impuesto a través del Decreto 926 de 2017, que además reglamenta el procedimiento para certificar ser carbono neutro. Dicho decreto abre la posibilidad de que algunos actores de la cadena de distribución y uso, incluyendo distribuidores mayoristas de combustibles. Además, la base para la cuantificación de equivalencia de las toneladas de CO₂ en el combustible.

3. METODOLOGÍA.

TIPO DE ESTUDIO O INVESTIGACIÓN

El tipo de estudio es cuantitativo, pues se calculó la demanda de un bien (combustible líquido) y con esta se midió la cantidad de CO₂ que genera el parque automotor del municipio; con este propósito, se recolectaron datos y cifras, que se clasificaron y procesaron de forma tal que sean útiles para presentar de forma simple a los lectores.

POBLACIÓN Y MUESTRAS.

La población empleada para el análisis del consumo de combustible líquido en la ciudad de San Juan de Pasto, son los consumidores de combustibles líquidos, los cuales están registrados dentro de la secretaria de tránsito y transporte de la ciudad; si bien se tiene en cuenta que los vehículos registrados no son necesariamente los vehículos en circulación, el registro, también llamado parque automotor del municipio, es el dato más cercano que se tiene sobre los consumidores representativos de combustibles líquidos, además de las 47 distribuidoras de combustibles certificadas, que actualmente se encuentran operativas en la ciudad y en donde se manejó una dinámica distinta para la recolección de información, a través, de datos estadísticos provenientes de la Alcaldía Municipal de Pasto.

La secretaria de Tránsito y transporte indica que hasta el 2018 se encuentran registrados:

Tabla 3. Vehículos registrados en la ciudad.

CLASE	TOTAL
AMBULANCIA	42
AUTOMOVIL	32.785
BICICLETA	1
BUS	643
BUSETA	425
CAMION	1.654
CAMIONETA	10.702
CAMPERO	5.129
CUATRIMOTO	15
DOBLE TROQUE	14
MAQUINARIA AGRICOLA	7

MAQUINARIA DE CONSTRUCCION	27
MAQUINARIA INDUSTRIAL	2
MICROBUS	372
MINIBUS	18
MINITRACTOR	1
MINIVAN	7
MOTOCARGUERO	6
MOTOCARRO	120
MOTOCICLETA	117.015
MOTOTRICICLO	9
REMOLQUE	10
SEMIREMOLQUE	863
TRACCION ANIMAL	1
TRACTO/CAMION	304
TRACTOMULA	48
TRACTOR	30
VAN	31
VOLQUETA	494
TOTAL	170.775

Fuente: Secretaría de Tránsito y Transporte del municipio de Pasto. 2018.

Si bien el número total de vehículos registrados en la ciudad es igual a 170.775, es necesario recalcar, que no todos funcionan con combustible líquido (bicicleta, remolque, semirremolque, tracción animal), por lo que estos se descartan, y el valor total de la población cambia a 169.900.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(N - 1)e^2 + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

63.342,2216/ 0,9604

N= población Z = 95% y e = 5%

$$n = \frac{169.900 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{(169.900 - 1)(0,05)^2 + 1,96 * 0,5 * 0,5} = 383,719592$$

Así que la muestra utilizada para este trabajo es de 384 vehículos en donde:

Tabla 4. Clasificación de la muestra.

CLASE	TOTAL	%Participación	Numero de encuestas
AMBULANCIA	42	0,02%	0
AUTOMOVIL	32785	19,30%	74
BUS	643	0,38%	2
BUSETA	425	0,25%	1
CAMION	1654	0,97%	4
CAMIONETA	10702	6,30%	24
CAMPERO	5129	3,02%	12
CUATRIMOTO	15	0,01%	0
DOBLE TROQUE	14	0,01%	0
MAQUINARIA AGRICOLA	7	0,00%	0
MAQUINARIA DE CONSTRUCCION	27	0,02%	0
MAQUINARIA INDUSTRIAL	2	0,00%	0
MICROBUS	372	0,22%	1
MINIBUS	18	0,01%	0
MINITRACTOR	1	0,00%	0
MINIVAN	7	0,00%	0
MOTOCARGUERO	6	0,00%	0
MOTOCARRO	120	0,07%	0
MOTOCICLETA	117015	68,87%	264
MOTOTRICICLO	9	0,01%	0
TRACTO/CAMION	304	0,18%	1
TRACTOMULA	48	0,03%	0
TRACTOR	30	0,02%	0
VAN	31	0,02%	0
VOLQUETA	494	0,29%	1
TOTAL	169900	100,00%	384

Fuente: construcción propia, a partir de datos de secretaria de transito de Pasto. 2018.

Para un mejor entendimiento en los resultados se ha decidido clasificar los vehículos de la siguiente manera:

Tabla 5. Agrupación de la muestra

Categoría	Clase	Total	% Participación
Vehículos livianos (Autos)	Automóvil Camioneta Campero	32785 10702 5129	28,6%
Vehículos pesados (Camiones)	Camión Doble troque Tracto camión Tracto mula Volqueta	1654 14 304 48 494	1,5%
Buses	Bus Buseta Microbús Minibús	643 425 372 18	0,9%
Motos	Motocicletas Moto carguero Cuatrimotor Motocarro Moto triciclo	117015 6 15 120 9	69,0%
Otros	Ambulancia Maquinaria agrícola Maquinaria de construcción Maquinaria industrial Mini tractor Minivan Tractor Van	42 7 27 2 1 7 30 31	0,1%

Fuente: Esta investigación. 2018.

Es necesario recalcar que, no todos los vehículos en circulación en la Ciudad de Pasto, están registrados dentro del parque automotor del municipio, pues se observa, de manera empírica, que existe circulación de vehículos con registros de otras ciudades, siendo las más comunes Cali y Bogotá. El cálculo de dicho error no se contempla en este trabajo, debido a la dificultad evidente en la obtención de estos

datos. También se debe mencionar que la afluencia de vehículos ecuatorianos hacia la ciudad, aumenta la demanda de combustible colombiano y, por ende, la cantidad de CO₂ que se emite al ambiente desde el municipio.

DISEÑO DE PROCEDIMIENTO DE MÉTODOS

La investigación se realizó a partir de dos fuentes de información:

Primaria: Pues se aplicaron encuestas a partir de los valores registrados del parque automotor de Pasto que brindaron la información necesaria para este estudio y se realizó una entrevista a un experto en calidad de aire.

Secundaria: Pues se obtuvo información adicional sobre el tema del consumo de combustibles líquidos y sobre el tema de economía ambiental, en la revisión de libros, publicaciones científicas, revistas especializadas, fuentes del gobierno (virtual y presencial) y fuentes complementarias de información en la web, con información de expertos.

Luego de analizar los resultados de la investigación, se elaboraron las posibilidades de acción frente a todo lo que implica el Costo Social del Carbono.

3.1 TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

Con la muestra total de 384 sin desagregar por tipo de vehículos, se aplicó el instrumento de manera personalizada, es decir, las encuestas se realizaron a manera de entrevista, esto con el propósito de que, los encuestados, no cometieran errores de interpretación a las preguntas. Adicional a esto, los investigadores brindaron las herramientas necesarias para la precisión de los datos, esto con ayuda de las TIC's. Ejemplo, una de las preguntas de la encuesta, hace referencia a la distancia recorrida en el vehículo, para dar un cálculo más preciso de este dato se usó la herramienta Maps,⁴⁵ la cual calcula la distancia recorrida, siempre que se especifiquen los lugares de inicio y fin del recorrido.

Para conocimiento del cupo disponible en las 47 estaciones de servicio, se consultó en el Sistema de Información de Combustibles Líquidos (SICOM); de la que no se obtuvo la información requerida, debido a la privacidad de la información. Sin embargo, la secretaria de gobierno, de la Alcaldía Municipal de Pasto, brindó el dato promedio de cupo de combustible mensual, la cual es de, 3'895.953 galones de combustible líquido (gasolina y ACPM), y explicó, además, que mensualmente

⁴⁵ Herramienta disponible en el paquete de servicios de Google para teléfonos inteligentes con acceso a internet.

cambia la proporción que se pide de gasolina, ya sea corriente o extra y de ACPM/Diésel; es decir, pueden pedirse 2'000.000 de galones de gasolina y 1'895.953 de ACPM, con lo que la proporción sería de, 52,33% para gasolina y 48,66% para ACPM; o puede pedirse en cualquier otra proporción, que el Municipio demande. Adicional, y como dato final, se les explicó a los investigadores que el municipio está en la capacidad de pedir adelanto del cupo, que se tendrá que ver compensado en futuros meses.

Las estaciones de servicio que están registradas en SICOM son:

Tabla 6. Cupo por estación de servicio registrada. Año 2018.

ESTACION DE SERVICIO GUAITARA
ESTACION DE SERVICIO MORASURCO
ESTACION DE SERVICIO PARQUE INFANTIL
SERVICENTRO PANAMERICANA
ESTACION DE SERVICIOS COOPERATIVA AMERICANA DE TRANSPORTADORES
ESTACION DE SERVICIO BECORD
ESTACION DE SERVICIO GUAMUEZ
ESTACION DE SERVICIO HEROES DE ORIENTE SAS
ESTACION DE SERVICIO SERVICENTRO CRUZ DE AMARILLO
ESTACION DE SERVICIO SERVICENTRO FALCON
SERVICENTRO GALERAS
ESTACION DE SERVICIO ESTRELLA ROJA
ESTACION DE SERVICIO METROPOLITANA
ESTACION DE SERVICIO SERVICENTRO LA VICTORIA
ESTACION DE SERVICIO PINASACO
ESTACION DE SERVICIO ALTOS DE DAZA
ESTACION DE SERVICIO SERVICENTRO PARANA
ESTACION DE SERVICIOS AUTOBUSES DEL SUR LTDA

ESTACION DE SERVICIO COOPERATIVA DE TRANSPORTADORES URBANOS CIUDAD DE PASTO – COOTRANUR
ESTACION DE SERVICIO COOPERATIVA NARIÑENSE DE TAXISTAS LTDA – COONARTAX
CORPORACION DE TRANSPORTADORES NARIÑENSES
ESTACION DE SERVICIO DISTRIBUIDORA SERVICENTRO LAS AVENIDAS LIMITADA
ESTACION DE SERVICIO EKIPEPETROL DOLORES
ESTACION DE SERVICIO SERVICENTRO PASTO (ANTIGUA ANDINA)
ESTACION DE SERVICIO PORVENIR ESTADIO
ESTACION DE SERVICIO COOTRANAR
ESTACION DE SERVICIO EL TERMINAL DE TRANSPORTES
ESTACION DE SERVICIO LA MERCED
ESTACION DE SERVICIO LOS FUNDADORES
ESTACION DE SERVICIO SAN BARTOLOME LTDA
ESTACION DE SERVICIO TERMINAL AMERICANO
ESTACION DE SERVICIO AMERICAS PASTO
ESTACION DE SERVICIO TRASERVICOL
ESTACION DE SERVICIO DEL PUENTE
ESTACION DE SERVICIO SERVICENTRO EL ENCANO
SERVICENTRO EL POTRERILLO
SERVICENTRO GUADALUPE
ESTACION DE SERVICIO SERVICENTRO JUANAMBU
ESTACION DE SERVICIO SERVICENTRO CALLE LA 17
ESTACION DE SERVICIO SERVICENTRO SUPER

SERVICENTRO TRANSIPIALES
ESTACION DE SERVICIO ORIENTE
ESTACION DE SERVICIO SERVISUR SAS
ESTACION DE SERVICIO PANAMERICANA DE SERVICIOS DE TRANSPORTES SAS
ESTACION DE SERVICIO CENTRO CAMIONERO DE NARIÑO
ESTACION DE SERVICIO BOTANA REINA
ESTACION DE SERVICIO BOTANA REY

Fuente: Adaptada a partir de datos SICOM. 2018.

Con los datos obtenidos en la encuesta, se realizó un promedio del consumo semanal de galones de los diferentes combustibles que se consumen en la ciudad, posteriormente se proyectó el consumo al total de los vehículos del parque automotor que entraron en la encuesta, para posteriormente hacer la proyección a un año.

A partir de los datos mencionados se crearon tablas y gráficos en Excel que sirvieron en el desarrollo del objetivo uno y dos.

La segunda parte del primer objetivo, consiste en el cálculo del valor monetario de la demanda de combustible líquido, para calcular estos valores se usaron los precios de los combustibles que establece el Ministerio de Minas y Energía⁴⁶ para el mes de noviembre de 2018 en el municipio de Pasto, los cuales son: \$7.199 COP para la gasolina y de \$6.955 COP para el ACPM. Para la gasolina extra los investigadores asignaron un valor de acuerdo a la observación de este precio en las distintas bombas de la ciudad; el valor asignado para la gasolina extra fue de \$7.400 COP.

Para el análisis e interpretación del indicador, es necesario un **factor de emisión** que expresa los kilogramos de CO₂ que se producen por la combustión de un litro de combustible. En esta investigación se utilizaron dos factores emisión: el primero, propuesto por Casabella⁴⁷ y el segundo propuesto por la UPME, en su calculadora de emisiones⁴⁸. El factor de emisión de la UPME se da en términos de galones, pero

⁴⁶ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. COLOMBIA. Precios de Combustible Año 2018. [en línea]. [Consultado: 15 de diciembre 2018]. Disponible en internet: < <https://www.minenergia.gov.co/precios-ano-2018?fbclid=IwAR20dBtObEC9Kb81kycbZS>>

⁴⁷ CASABELLA. Op. Cit.

⁴⁸ UPME, unidad de planeación minero energética. Calculadora de Emisiones. [En línea]. Disponible en: <http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/calculadora.html>

debido a que los litros son una medida más estándar, se presentarán los factores de emisión en términos de litro de combustible.

Tabla 7. Factores de emisión de CO₂, por litro de combustible.

Combustible	Factor de emisión Casabella	Factor de emisión UPME
Gasolina	2.196 KgCO ₂ por litro	2,330286291 KgCO ₂ por litro
ACPM/Diesel	2.471 KgCO ₂ por litro	2,684915615391865 KgCO ₂ por litro

Fuente: construcción propia, a partir, de datos presentado en esta investigación. 2018.

La tabla 7 indica los factores de emisión de Casabella y de la UPME. Al multiplicar los litros consumidos de cada combustible por el factor de emisión correspondiente, se obtienen los kilogramos de CO₂ que genera cada combustible. Vale la pena aclarar, que la gasolina corriente y la gasolina extra se tratan con el mismo factor de emisión.

Una vez obtenidos los valores de kilogramos de CO₂ que genera el parque automotor, se procede a calcular el CSC. En esta investigación se trabajaron tres precios, el primero y el segundo están muy relacionados, pues hacen parte del mismo decreto de la república de Colombia, (decreto 926 de 2017⁴⁹), donde se establece una tarifa por galón de gasolina (corriente y extra) y otra por galón de ACPM^{50*} de, \$135 COP y \$152 COP, respectivamente para 2017; estos son los primeros precios que se establecen para el CSC. El segundo precio establece que, cada tonelada de CO₂ cuesta \$15.000 COP para 2017. Ambos precios deben aumentar anualmente de acuerdo a la inflación del año anterior más un punto

⁴⁹ COLOMBIA. MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PÚBLICO, Decreto 926 (01, junio, 2017) Por el cual se modifica el epígrafe de la Parte 5 y se adiciona el Título 5 a la Parte 5 del Libro 1 del Decreto 1625 de 2016 Único Reglamentario en Materia Tributaria y el Título 11 de la Parte 2 de Libro 2 al Decreto 1076 de 2015 Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, para reglamentar el parágrafo 3 del artículo 221 y el parágrafo 2 del artículo 222 de la Ley 1819 de 2016. [en línea] BOGOTÁ D.C.: 2017. 13p. Disponible en internet: <<http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20926%20DEL%2001%20DE%20JUNIO%20DE%202017.pdf>>

^{50*} El decreto establece tarifas para otro tipo de combustibles que no son mencionados, pues no aportan a la investigación.

porcentual. El tercer precio está dado por el banco mundial, y es de \$6 USD por tonelada emitida de CO₂ para 2018⁵¹.

Para el cálculo de los valores reajustados por inflación se utilizaron las siguientes formulas:

Esquema 4. Cálculo de los valores ajustados por inflación.

$$1.- \frac{(\text{Valor a reajustar} \times \text{variación IPC})}{100} + \text{Valor a Reajustar} = \text{Valor Reajustado}$$

$$2.- \frac{(100 + \text{IPC}) \times \text{Valor}}{100} = \text{Valor Reajustado}$$

Fuente: Dian. 2018.

Con los valores calculados para 2018 se procedió a hacer el respectivo análisis de las tablas y gráficos que se crearon para presentar los resultados.

El tercer objetivo consistió en un análisis de las posibilidades de acción frente a la disminución del CO₂ emitido por el parque automotor. Este objetivo, parte de la revisión de proyectos de movilidad aplicados en Latinoamérica y de la revisión de normas públicas aplicables, en virtud de disminuir las emisiones de CO₂. Teniendo en cuenta que la esencia de este trabajo es la medición del CSC, el tercer objetivo se presenta a manera de ensayo, del que se espera, se deriven proyectos académicos o municipales para combatir el problema de emisiones por transporte en el municipio.

⁵¹THE WORLD BANK (BANCO MUNDIAL), Carbon pricing dashboard, Op, cit.

4. DESARROLLO DE OBJETIVOS

4.1 CONOCER LA DEMANDA Y EL VALOR MONETARIO DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO 2018.

4.1.1 Demanda de combustibles líquidos en San Juan de Pasto.

Es importante hacer aclaraciones iniciales antes del debido desarrollo de este objetivo. Todos los vehículos en circulación en Pasto no están registrados dentro del parque automotor, por lo tanto, el dato que se estimó de demanda, es un aproximado con un error más grande que el estadístico dado por fórmula para el cálculo de las encuestas; este error es de difícil medición pues los datos son nulos y, el obtenerlos, es apropiado para toda una investigación aparte. Por otro lado, al ser Pasto una ciudad cercana a Ecuador, tiene afluencia constante de vehículos ecuatorianos, sean de carácter familiar (vehículos livianos) o turístico (buses). Estos vehículos son consumidores potenciales de combustible local, pero su consumo es de difícil medición, pues los datos de visitas, recorridos en la ciudad y consumo de combustible, son inconstantes y dependen de factores multidimensionales y, como el objetivo de este trabajo es la medición de un indicador ambiental, que sirve como impuesto, cobrarlo a consumidores extranjeros tendría complicaciones políticas que no se abordarán aquí.

Vale la pena recordar que, como se menciona en antecedentes, para el municipio de Pasto, el déficit de combustible colombiano se sustituye con el contrabando⁵². Los datos para 2018 indican que el cupo disponible para Pasto se ha incrementado, al igual que el parque automotor; sin embargo, debe considerarse al contrabando, como un error más, que no se calcula dentro de este trabajo y que es de difícil medición.

Los principios metodológicos clarificados en el capítulo 3, respaldan el cálculo de aproximación a la demanda de combustible líquido que se presenta en este trabajo. Con un total de 384 encuestas realizadas, que representan, con una confianza del 95%, los 169.900 vehículos del parque automotor, que consumen combustible líquido, y que representan a las diferentes clases de vehículos de la siguiente manera.

⁵² ERASO, María; MURILLO, Alexander, Op. Cit., p.131.

Tabla 8. Representatividad vehículos parque automotor de Pasto

Clase	Porcentaje de participación	Total registrados
Automóvil	19,30%	32.785
Camioneta	6,30%	10.702
Campero	3,02%	5.129
Camión	0,97%	1.654
Tractocamión	0,18%	304
Volqueta	0,29%	494
Bus	0,38%	643
Buseta	0,25%	425
Microbús	0,22%	372
Motocicleta	68,87%	117.015
Total	99,78%	169.523

Fuente. Creación propia, a partir de datos de Secretaria de Transito de Pasto. 2018.

La tabla 8, muestra la clase de vehículos que tenían una alta representatividad estadística y que fueron sujeto de encuesta. De los 169.900 vehículos del parque automotor, se representan 169.523, es decir el 99,78% de la población; lo que es estadísticamente significativo como representación del total.

4.1.1.1 Demanda de combustible, dividido entre tipos de combustible.

Debido a que existen tres tipos de combustible líquido (Gasolina corriente, gasolina extra y ACPM/Diésel), se presentará la demanda de cada uno, además de algunos datos adicionales.

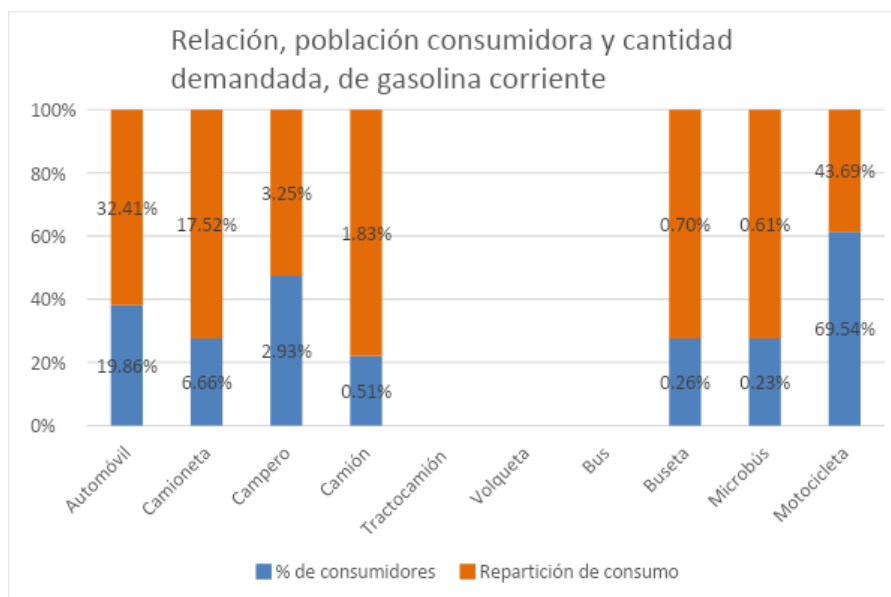
Tabla 9. Demanda semanal de gasolina corriente.

Clase	% de participación	P.C de gasolina Corriente	P.C en galones.	C.T de gasolina corriente
Automóvil	97,30%	31.899	5,17	164.870,03
Camioneta	100%	10.702	8,33	89.147,66
Campero	91,67%	4.702	3,52	16.541,03
Camión	50%	827	11,25	9.303,75
Tractocamión	0%	-	-	-
Volqueta	0%	-	-	-
Bus	0%	-	-	-
Buseta	100%	425	8,33	3.540,25
Microbús	100%	372	8,33	3.098,76
Motocicleta	95,45%	111.696	1,99	222.275,31
Total		160.623		508.776,78

Fuente. Creación propia, a partir de datos de Secretaria de Transito de Pasto y, esta investigación. 2018.

En la tabla 9 se presenta la información de izquierda a derecha así: en la primera columna, las diferentes clases de vehículos que fueron encuestados y de los cuales se desprende la información siguiente; en la segunda, el porcentaje aproximado de vehículos de cada clase que consumen gasolina corriente; en la tercera -la aproximación a la población total consumidora de gasolina corriente, este dato, surge a partir de la multiplicación del total de la población registrada en el parque automotor con los datos de la segunda columna- en la cuarta, el promedio semanal de consumo de gasolina corriente; en la quinta, la aproximación al consumo total semanal de gasolina corriente, el cual surge de la multiplicación entre la tercera y la cuarta fila de cada clase. El total de consumo semanal de gasolina corriente es de 508.776,78gl semanales. Los tres principales consumidores son: las motocicletas, los automóviles y las camionetas; los dos primeros tienen los niveles de consumo promedio más bajo; sin embargo, son la población más grande del parque automotor, lo que explica el dominante consumo. Por su parte, las camionetas, aunque son una población menos numerosa, tienen un consumo promedio mucho más elevado, por eso destacan con el tercer lugar de consumo total; el elevado promedio se debe a la composición del motor, pues cuentan con cilindradas mayores que disparan el consumo de combustible en distancias similares.

Gráfico 2. Relación, población consumidora y cantidad demandada, de gasolina corriente.



Fuente: Esta investigación. 2018.

En el gráfico 2 se observa la relación entre el porcentaje de la población que demanda gasolina corriente, desagregado por tipo de vehículo (en azul), y la participación de cada tipo de vehículo en el consumo total de gasolina corriente (en naranja). Por ejemplo, las motocicletas, son el 69,54% (en azul) de la población demandante de gasolina corriente y consumen el 43,69% (en naranja) del total de gasolina corriente. Las proporciones entre población consumidora y cantidad demandada de gasolina corriente, evidencian la importancia del cilindraje en el consumo (ver anexo XI), pues los vehículos con mayores cilindradas requieren de una proporción mayor de combustible, en el caso de los vehículos pesados, las altas cilindradas se justifican por el uso que se da a estos; sin embargo, en el caso de las camionetas puede considerarse un lujo innecesario.

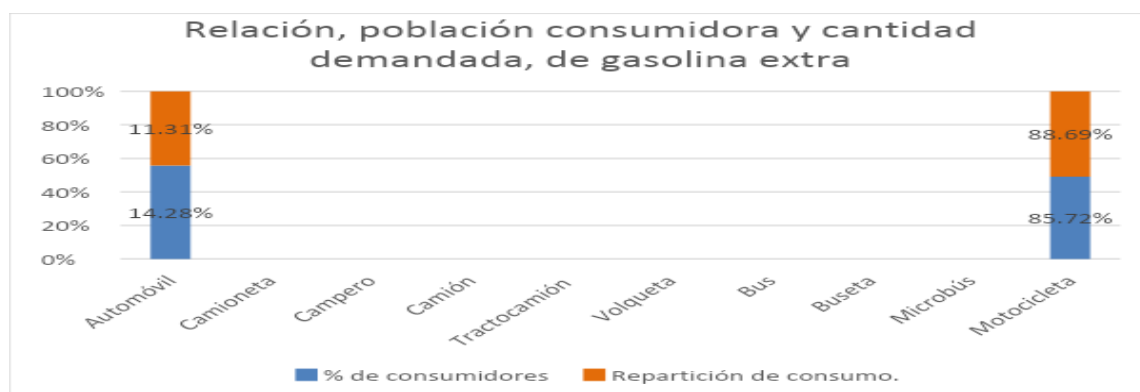
Tabla 10. Demanda semanal de gasolina extra.

Clase.	% de participación.	P.C de gasolina extra.	P.C en galones.	C.T de gasolina extra.
Automóvil	2,70%	886	3,37	2.986,09
Camioneta	0,00%	-	-	-
Campero	0,00%	-	-	-
Camión	0,00%	-	-	-
Tractocami	0,00%	-	-	-
Volqueta	0,00%	-	-	-
Bus	0,00%	-	-	-
Buseta	0,00%	-	-	-
Microbús	0,00%	-	-	-
Motocicleta	4,55%	5.319	4,40	23.426,40
Total		6.205		26.412,50

Fuente. Creación propia, a partir de datos de Secretaria de Transito de Pasto y, esta investigación. 2018.

La tabla 10, tiene la misma construcción que la tabla 9, pero con datos de gasolina extra. La demanda de este combustible es la más baja, y es entendible si se tiene en cuenta que solo dos clases de vehículos utilizan este combustible, automóviles y motocicletas, sumado a esto, solo el 2,7% de los vehículos son los que lo utilizan (para un total de 886), y el 4,55% de las motocicletas (para un total de 5.319); el promedio de consumo semanal es de 3,37gl y 4,40gl, respectivamente. Así, el consumo de este combustible llega a 26.412,50gl semanales y representa el 3,72% de la demanda total de combustible líquido del parque automotor.

Gráfico 3. Relación, población consumidora y cantidad demandada, de gasolina extra.



Fuente: Esta investigación. 2018.

El gráfico 3 indica, en azul, que, de la población demandante de gasolina extra, el 14,28% son automóviles, y el 85,72% son motocicletas. Y que los automóviles ocupan solo el 11,31% del consumo de gasolina extra, mientras que las motocicletas ocupan el 88,69%. A diferencia de la gasolina corriente, los automóviles tienen una baja participación debido a que semanalmente solo consumen 3,37 galones en promedio.

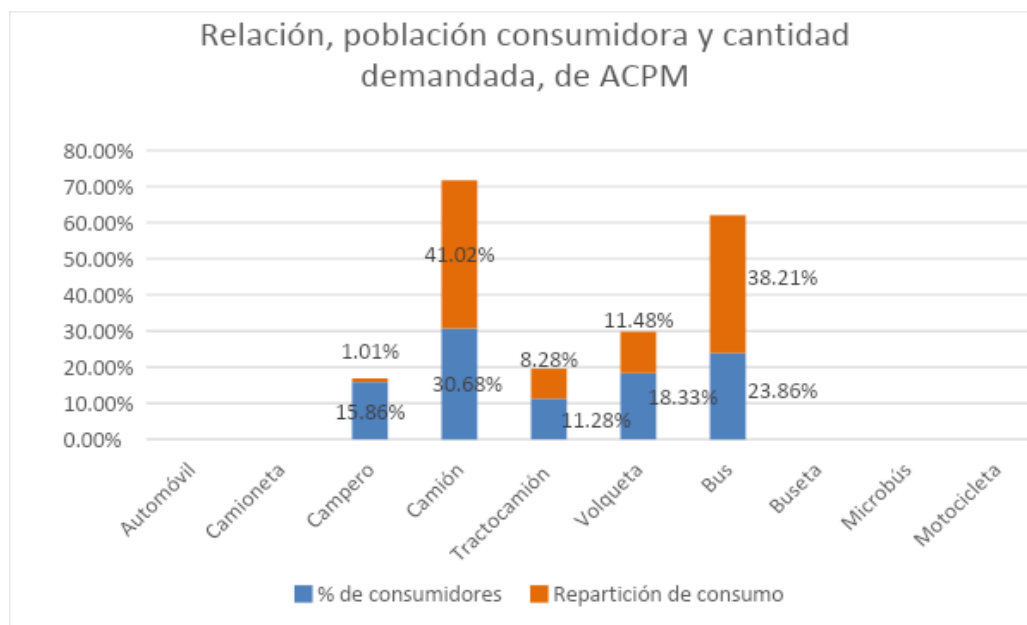
Tabla 11. Demanda semanal de ACPM/Diésel

Clase.	% de participación.	Población consumidora de ACPM.	Prom Consumo en galones.	Consumo total de ACPM.
Automóvil	0,00%	-	-	-
Camioneta	0,00%	-	-	-
Campero	8,33%	427	4,16	1.778,05
Camión	50,00%	827	87,00	71.949,00
Tractocamión	100,00%	304	47,75	14.516,00
Volqueta	100,00%	494	40,75	20.130,50
Bus	100,00%	643	104,24	67.026,32
Buseta	0,00%	-	-	-
Microbús	0,00%	-	-	-
Motocicleta				
Total		2.695		175.399,87

Fuente. Creación propia, a partir de datos de Secretaria de Transito de Pasto y, esta investigación. 2018.

Con la misma estructura que las dos anteriores tablas, la demanda de ACPM, muestra, que aún con una baja participación del total de la población (2.695 consumidores), el consumo total semanal de ACPM es mucho más elevado que el de la gasolina extra. Esto se explica por el elevado consumo semanal de cada clase de vehículo que consume este combustible. Siendo el consumo total de los camperos de 1.778,05gl, el de los camiones de 71.949gl, de los tractocamiones de 14.516, de las volquetas de 20.130,50gl, y, de los buses de 67.026,32; para un total de 175.399,87gl consumidos a la semana. Este alto consumo promedio se explica por el alto cilindraje de estos vehículos y, en alguna medida, al modelo de estos, pues entre más viejos, tienden a tener mayores problemas de rendimiento.

Gráfico 4. Relación, población consumidora y cantidad demandada, ACPM.



Fuente: Esta investigación. 2018.

En cuanto a la relación de personas consumidoras y demanda del bien, se observa, que, aunque los camperos son el 15,86% de la población demandante, tan solo consumen el 1,01% del bien; por su parte, los camiones, quienes son el 30,68% de la población que demanda el bien, consumen el 41,02% del bien; los tractocamiones ocupan 11,28% de la población que demanda ACPM pero solo aportan el 8,28% en el consumo del bien; las volquetas son el 18,33% de la población que demanda el bien, y consumen el 11,48% del mismo; por último, los buses, son el 23,86% de la población que demanda el bien, y consumen el 38,21% del mismo; el elevado consumo de los buses se explica en el consumo promedio, pues es el más elevado, con 104,24gl semanales.

4.1.1.2 Conglomerado, demanda total de combustibles líquidos.

La demanda calculada en esta investigación es la base para el cálculo del costo social del carbono. A continuación, se presentará la demanda total de combustibles líquidos, calculada de manera semanal, anual y mensual.

Tabla 12. Demanda semanal de combustible líquido en galones en la ciudad de Pasto.

Demanda semanal de combustible líquido			
Total corriente	Total Extra	Total ACPM	Total
508.777	26.412	175.400	710.589

Fuente. Creación propia, a partir de datos de Secretaria de Transito y, esta investigación. 2018.

La tabla 12, muestra la demanda semanal en galones, de cada tipo de combustible que se usa en la ciudad de Pasto.

Tabla 13. Demanda anual de combustible líquido en galones en la ciudad de Pasto.

Demanda anual de combustible líquido			
Total corriente	Total Extra	Total ACPM	Total
26.529.075	1.377.223	9.145.851	37.052.149

Fuente. Creación propia, a partir de datos de Secretaria de Transito y, esta investigación. 2018.

Para el cálculo de la demanda anual, se multiplicaron los datos semanales, por el número de semanas del año (52,14)^{53*}.

Tabla 14. Demanda mensual de combustible líquido en galones en la ciudad de Pasto

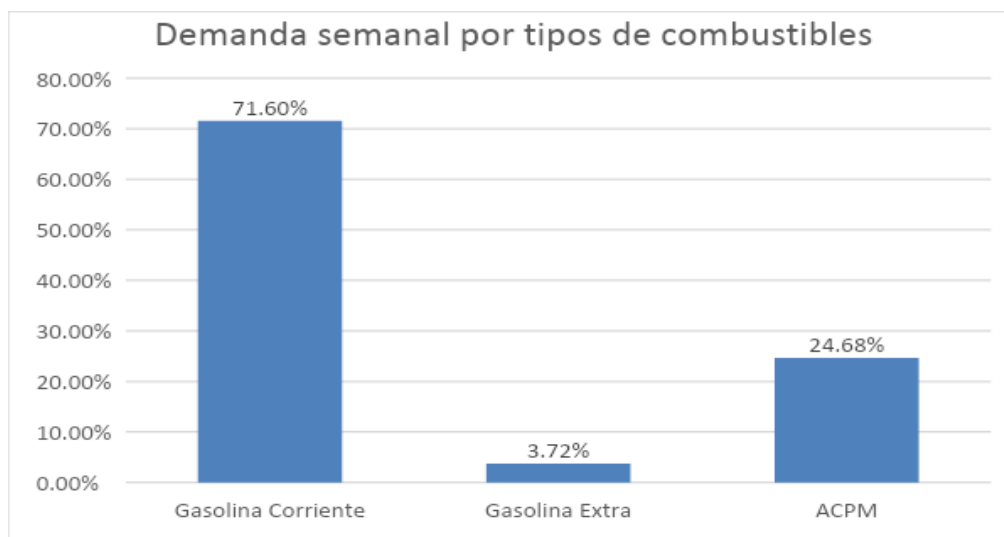
Demanda Mensual de combustible líquido			
Total corriente	Total Extra	Total ACPM	Total
2.210.756	114.769	762.154	3.087.679

Fuente. Creación propia, a partir de datos de Secretaria de Transito y, esta investigación. 2018.

En la determinación del valor de demanda mensual, se dividieron los valores anuales por el número de meses del año 12.

^{53*} Este valor surge de la división del número de días de un año (365) entre, el número de días de una semana (7)

Gráfico 5. Participación de cada combustible en la demanda total de combustible líquido.



Fuente. Esta investigación. 2018.

A partir de los datos de la encuesta, se establece la demanda semanal para cada tipo de combustible, siendo la gasolina corriente, el combustible más demandado (71,60%), seguido del ACPM (24,68%) y por último la gasolina extra (3,72%).

Como dato adicional, la secretaria de gobierno de la alcaldía de Pasto, proporcionó el dato del cupo mensual de combustible líquido para Pasto en 2018, el cual es de 3'895.953gl, que se entiende como la oferta total; mientras que el dato calculado en esta investigación es de 3'087.679gl y representa la demanda de este bien. Se deduce que estas diferencias están dadas por los factores mencionados al inicio de este capítulo, por lo tanto, el valor que arroja esta investigación, corresponde exclusivamente a la demanda del parque automotor registrado en Pasto.

4.1.2 Valor monetario consumo de combustibles líquidos en San Juan de Pasto.

Para el valor monetario del consumo antes presentado, se manejaron los valores especificados en la metodología. Los cuales son:

- \$7.199 precio de gasolina corriente;
- \$7.400 precio gasolina extra;
- \$6.955 precio de ACPM

Estos valores están presentados en pesos colombianos (COP), entonces como resultados se obtiene los distintos valores del consumo semanal:

Gasolina corriente

La tabla 15 muestra el consumo total de gasolina corriente y su valor en moneda colombiana. El valor monetario promedio del consumo total semanal de gasolina corriente es \$3.662.684.060 COP^{54*}.

Tabla 15. Valor monetario del consumo semanal de combustible.

Clase	C.T de gasolina corriente	Valor monetario
Automóvil	164870,0266	\$ 1.186.899.321
Camioneta	89147,66	\$ 641.774.004
Campero	16541,025	\$ 119.078.839
Camión	9303,75	\$ 66.977.696
Tractocamión	0	\$ -
Volqueta	0	\$ -
Bus	0	\$ -
Buseta	3540,25	\$ 25.486.260
Microbús	3098,76	\$ 22.307.973
Motocicleta	222275,3114	\$ 1.600.159.967
Total	508776,7829	\$ 3.662.684.060

Fuente: esta investigación. 2018.

Gasolina extra

Como se mostró en tablas anteriores, la tabla 16 muestra que, los únicos consumidores de gasolina extra son las motocicletas y los automóviles, el valor monetario promedio del consumo total semanal de gasolina extra es de \$195.452.472 COP.

^{54*} Debido a que el precio de la gasolina varía durante todo el año, el valor aquí presentado es un aproximado.

Tabla 16. Valor monetario del consumo semanal de gasolina extra

Clase.	C.T de gasolina extra	Valor Monetario
Automóvil	2.986,09	\$ 22.097.090
Camioneta	-	\$ -
Campero	-	\$ -
Camión	-	\$ -
Tractocamión	-	\$ -
Volqueta	-	\$ -
Bus	-	\$ -
Buseta	-	\$ -
Microbús	-	\$ -
Motocicleta	23.426,40	\$ 173.355.382
Total	26.412,50	\$ 195.452.472

Fuente: esta investigación. 2018.

ACPM

De las 10 clases de vehículos de la encuesta, 5 son consumidores de ACPM, el cálculo del valor monetario del consumo de este combustible arroja un promedio semanal de \$1.219.906.116 COP.

Tabla 17. Valor monetario del consumo semanal del ACPM.

Clase.	Consumo total de ACPM.	Valor monetario
Automóvil	-	\$ -
Camioneta	-	\$ -
Campero	1.778,05	\$ 12.366.361
Camión	71.949,00	\$ 500.405.295
Tractocamión	14.516,00	\$ 100.958.780
Volqueta	20.130,50	\$ 140.007.628
Bus	67.026,32	\$ 466.168.056
Buseta	-	\$ -
Microbús	-	\$ -
Motocicleta	-	\$ -
Total	175.399,87	\$ 1.219.906.119

Fuente: esta investigación. 2018.

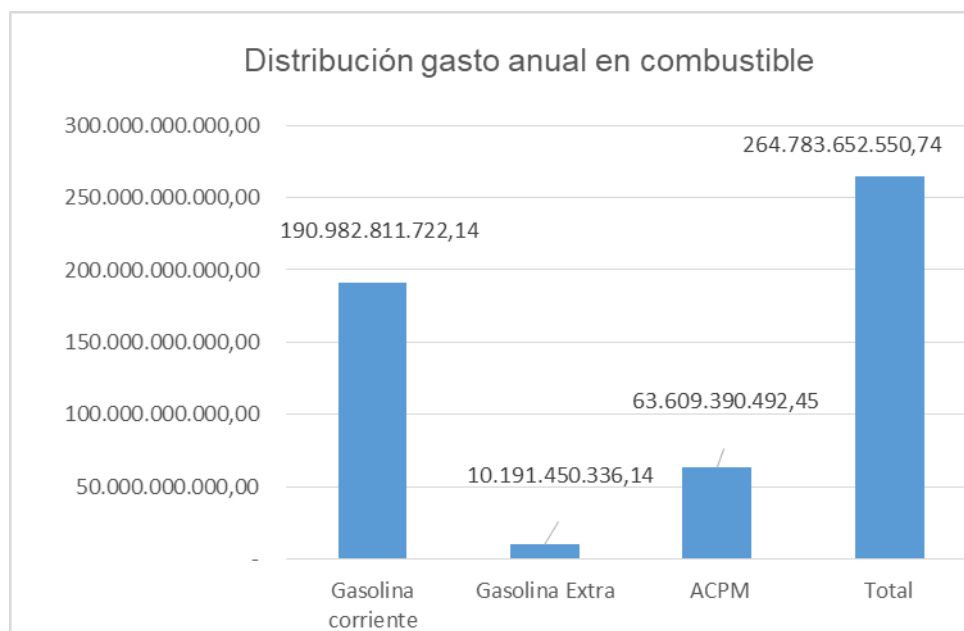
Los datos presentados en las últimas tres tablas, corresponden al valor monetario semanal, a continuación, el conglomerado anual.

Tabla 18. Valor monetario consumo anual de ACPM

Tipo de combustible	Gasto en pesos	Participación en el total
Gasolina corriente	190.982.811.722,14	72,13%
Gasolina Extra	10.191.450.336,14	3,85%
ACPM	63.609.390.492,45	24,02%
Total	264.783.652.550,74	100,00%

Fuente: esta investigación. 2018.

Gráfico 6. Distribución gasto anual en combustible



Fuente: esta investigación. 2018.

La proporción de los datos monetarios en relación a los de demanda no tiene una variación significativa, pues mientras por demanda, la gasolina corriente es el 71,60% del total, en el valor monetario, es el 72,13% del total, por su parte la gasolina extra es el 3,72% de la demanda total, y el 3,85% del valor monetario; por último, el ACPM ocupa el 24,68% de la demanda de combustible, y el 24,02% de del valor monetario anual de combustible. El cambio en la proporcionalidad se da por el manejo diferente de precios.

El gasto total anual de combustible para 2018, que arroja esta investigación, es de \$264.783.652.550,74 COP. Con precio subsidiado de una demanda de 3'087.679gl

4.2 DETERMINAR LOS COSTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO MEDIANTE EL INDICADOR COSTO SOCIAL DEL CARBONO, EN LA CIUDAD DE PASTO AÑO 2018.

En lo que respecta al costo social del carbono (CSC), Colombia maneja el denominado impuesto al carbono planteado desde la ley 1819 de 2016^{55*}, en donde se pretende contar con un instrumento económico que complemente el objetivo de las metas de mitigación de los gases de efecto invernadero. “El impuesto consiste en el pago de una tarifa relacionada con el contenido de carbono, que es un elemento químico de los combustibles y que se libera en forma de gases efecto invernadero a la atmósfera cuando se hace la combustión de estos energéticos.”⁵⁶ El ministerio de ambiente grava en el 2017 a este impuesto con 15 mil pesos por cada tonelada de CO₂ generada por la combustión de combustibles, en donde se establece que la tarifa se ajusta en relación a la inflación del año anterior más un punto porcentual. La tarifa y los combustibles gravados en la ley son los siguientes:

Tabla 19. Tarifa de los combustibles gravados por unidad de medida

Combustible Fósil	Unidad	Tarifa/ unidad
Gas Natural	Metro Cúbico	\$29
Gas Licuado de Petróleo	Galón	\$95
Gasolina	Galón	\$135
Kerosene Jet Fuel	Galón	\$148
ACPM	Galón	\$152
Fuel Oil	Galón	\$177

Fuente: Ministerio de ambiente Colombia. 2017.

La inflación de cierre del año 2017 fue de 4.09%⁵⁷, sumando el punto porcentual por ley, el impuesto debe incrementarse en un 5.09%; resultando los valores para 2018, así:

^{55*} Específicamente, Parte IX, IMPUESTO NACIONAL AL CARBONO. Que fue modificado por el decreto 926 de 2017, específicamente el parágrafo 3 del artículo 221 y el parágrafo 2 del artículo 222.

⁵⁶ COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE. ABC Principales preguntas frente al impuesto nacional al carbono y la solicitud de no causación por carbono neutralidad. [en línea]. p.1.

⁵⁷ COLOMBIA, DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE). Índice de precios al consumidor, diciembre 2017. [en línea].

Tabla 20. Tarifa de los combustibles gravados por unidad de medida ajustada

Combustible	Tarifa 2017	Tarifa 2018
Gas Natural	29	30
Gas Licuado de Petróleo	95	100
Gasolina	135	142
Kerosene Jet Fuel	148	156
ACPM	152	160
Fuel Oil	177	186

Fuente: esta investigación. 2018.

Vale la pena recordar, que las tarifas presentes en el impuesto al carbono, son una estimación monetaria de las externalidades causadas por las emisiones de la combustión de los combustibles.

Para efectos de esta investigación se toma en cuenta el precio asignado por el ministerio de ambiente de \$15.000 COP por tonelada de CO₂, que, ajustado por la inflación, cambia a \$15.764 COP en 2018. La tarifa por galón de gasolina (sin discriminar si es corriente o extra) es de \$142 COP y la tarifa de galón de ACPM es de \$160 COP.

Tabla 21. Generalidades Costo social del carbono, tarifas en Colombia.

Combustible	Gasto promedio semanal	Galones promedio semanal	CSC promedio semanal por impuesto
Gasolina corriente	\$22.922	3,17	451
Gasolina extra	\$31.343	4,26	604
ACPM	\$474.007	67,88	10.860

Fuente: esta investigación. 2018.

En promedio semanalmente, los vehículos que usan gasolina corriente consumen 3.17 galones, que equivalen a \$22.922 COP de este consumo se tributan \$451 COP como impuesto al carbono, los vehículos que usan gasolina extra consumen en promedio semanalmente 4.26 galones, que equivalen a \$31.343 COP de los cuales tributan \$604 COP como impuesto, finalmente los vehículos que consumen ACPM en promedio a la semana ocupan 67.88 galones, que equivalen a \$474.007 COP y tributan \$10.860 COP, en términos generales los vehículos pesados, que

normalmente ocupan ACPM para poder operar, son los que más combustible consumen, a su vez, son los que más tributan en términos individuales.

Para un mejor análisis, y teniendo en cuenta la participación porcentual de los vehículos que conforman el parque automotor, se obtienen los siguientes datos:

Tabla 22. Costo social del carbono promedio semanal por tipo de vehículo

Vehículo	Gasolina corriente	Gasolina extra	ACPM	Promedio dinero semanal	Promedio galones semanales	CSC Gasolina	CSC ACPM
Volqueta	0	0	1	285.290	40,75	-	6520
Tractocamión	0	0	1	334.584	47,75	-	7640
Microbús	1	0	0	60.000	8,33	1183	-
Campero	11	0	1	25.750	3,57	507	571
Automóvil	72	2	0	36.919	5,12	727	-
Camioneta	24	0	0	60.000	8,33	1183	-
Camión	2	0	2	348.294	49,13	6976	7860
Bus	0	0	2	725.000	104,24	-	16678
Motocicleta	252	12	0	15.202	2,10	298	-
Buseta	1	0	0	60.000	8,33	1183	-
Total	363	14	7				

Fuente: esta investigación. 2018.

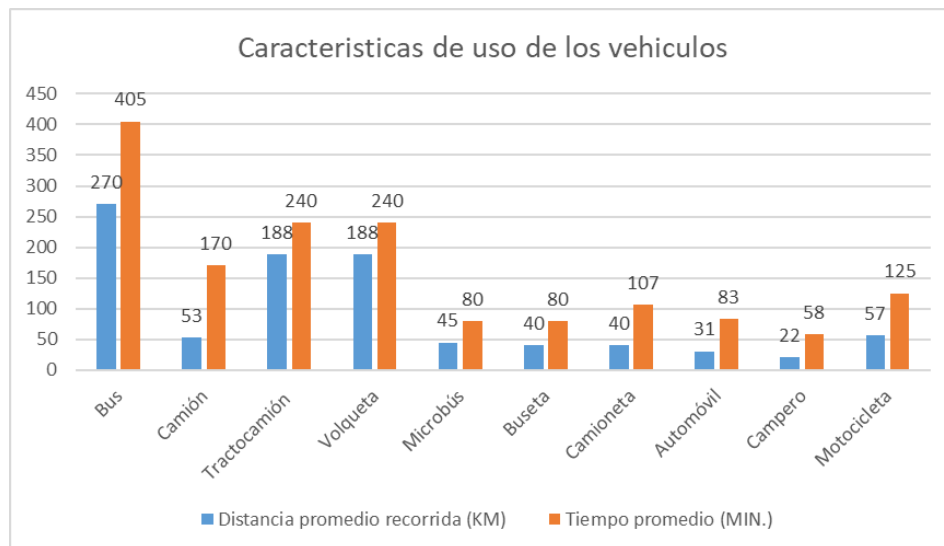
Según la información obtenida, los vehículos que consumen más combustible en promedio semanalmente, son los buses, con 104,24 galones de ACPM, de los que se paga, \$725.000 COP, de lo cual se tributa \$16.678 COP; le siguen los camiones, que consumen ambos tipos de combustible y, en promedio, semanalmente, consumen 49,13 galones, pagando \$348.294 COP, y tributando \$6.976 COP si el combustible consumido es gasolina, y \$7.860 COP si el combustible consumido es ACPM. El siguiente vehículo que consume más combustible promedio semanal es el tractocamión, con 47,75 galones, pagando en promedio \$334.584 COP, tributando \$7.640 COP por consumo de ACPM; luego las volquetas, que consumen 40,75 galones de ACPM, pagando en promedio \$285.290 COP, de los que tributan \$6.520 COP.

Las busetas, los microbuses y camionetas tienen un comportamiento similar en cuanto a consumo, siendo su promedio 8.33 galones de combustible, pagando \$60.000 COP, y tributando \$1.183 COP; los automóviles tienen un promedio de consumo de 5.12 galones de combustible, pagando \$36.919 COP y tributando \$727 COP; en cuanto a los camperos, semanalmente consumen en promedio 3.57

galones, pagando en promedio por el combustible \$25.750 COP, de los cuales se tributan \$507 COP cuando se consume gasolina y \$571 cuando se consume ACPM, finalmente los vehículos que menos consumen combustible de manera semanal son las motocicletas, ya que consumen 2.1 galones de manera semanal, pagando en promedio \$15.202 COP, de los que se tributan \$296 COP.

Estos resultados se explican en principio por el tiempo de uso del vehículo y a qué tipo de actividad se emplea el vehículo regularmente, donde se obtiene:

Gráfico 7. Características de uso de los vehículos



Fuente: esta investigación. 2018.

Diariamente, los buses son quienes más kilómetros recorren, ya que en promedio recorren 270 km y son usados en promedio por 6.75 horas, le siguen las volquetas y tractocamiones, ya que recorren alrededor de 188 km y su tiempo de uso, ronda las 4 horas, le siguen las motocicletas quienes recorren 57 KM en promedio y son usadas en promedio 2.08 horas, luego se encuentran los camiones quienes recorren en promedio 53 km y son usados en promedio en alrededor de 2,83 horas, le siguen los microbuses que en promedio recorren 45 Km en 1.33 horas, las camionetas recorren alrededor de 40 km y son usadas alrededor de 1.78 horas, luego las busetas que también recorren alrededor de 40 km y son usadas en promedio por 1.33 horas, los automóviles recorren alrededor de 31 km siendo usados por 1.39 horas, finalmente los camperos recorren 22 km y son usados en promedio 0.97 horas.

Para aclarar este comportamiento, en lo que respecta a el tiempo promedio de uso, como de la cantidad de combustible consumido por parte del parque automotor, es necesario conocer el uso principal que se les asigna a los vehículos analizados, explicando de cierto modo el porqué de los valores presentes:

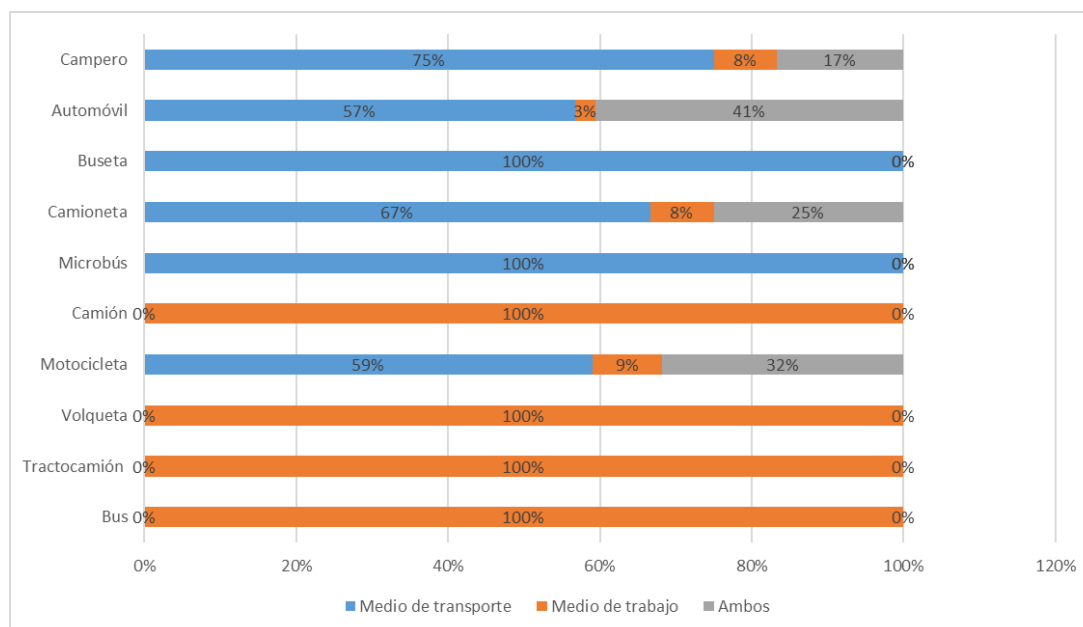
Tabla 23. Principal uso de los vehículos.

Vehículo	Medio de transporte	Medio de trabajo	Ambos
Bus	0%	100%	0%
Tractocamión	0%	100%	0%
Volqueta	0%	100%	0%
Motocicleta	59%	9%	32%
Camión	0%	100%	0%
Microbús	100%	0%	0%
Camioneta	67%	8%	25%
Buseta	100%	0%	0%
Automóvil	57%	3%	41%
Campero	75%	8%	17%

Fuente: esta investigación. 2018.

Gráficamente se representa de la siguiente forma:

Gráfico 8. Principal uso de los vehículos.



Fuente: esta investigación. 2018.

Conforme a lo anterior, se obtiene, que los vehículos pesados, es decir, los camiones, las volquetas y los tractocamiones que fueron analizados tienen un consumo elevado en comparación a los otros vehículos, debido a, que principalmente son usados como un medio de trabajo, porque su principal función está en el transporte de mercancías o materias primas para algunas actividades productivas, en cuanto al grupo que conforman los buses se encuentra un comportamiento curioso, normalmente los vehículos que conforman este grupo son usados como medio de trabajo para el transporte de pasajeros, pero de los tres vehículos que conforman este grupo (bus, buseta, microbús) solo los buses cumplen con esta hipótesis ya que tal como se muestra, las busetas y los microbuses son usados como un medio de transporte, es necesario resaltar, que esta particularidad se explica en el limitado número de encuestas realizadas a estos vehículos, lo que impide garantizar que la muestra analizada cuente con características representativas de la población total. En cuanto a los vehículos livianos se obtiene que más de la mitad de estos vehículos son usados como medio de transporte, el 75% de los camperos son usados como medio de transporte, el 17% de estos vehículos se emplean tanto como un medio de transporte como un medio de trabajo, finalmente el 8% son usados exclusivamente como un medio de trabajo; en cuanto a las camionetas el 67% son usadas como un medio de transporte, el 25% son usadas tanto como medio de transporte como medio de trabajo, finalmente el 8% restante son usadas únicamente como medio de trabajo; finalmente en cuanto a vehículos livianos se encuentran los automóviles donde el 57% de los vehículos analizados aseguran que son usados únicamente como medio de transporte, el 41% afirma que los usa para las actividades de transporte y trabajo, siendo el 3% usados como medio de trabajo. Para concluir con el grupo de motos, que solo está compuesta por las motocicletas se observó que el 59% de estas son usadas como un medio de transporte, el 32% las usa como un medio de trabajo y transporte, finalmente siendo el 9% de estos vehículos los que se usan como un medio de trabajo.

Una vez hecho este análisis, se procede a asignar el valor anual del costo social del carbono usando como base lo expresado en el objetivo anterior, principalmente el valor monetario a partir de los combustibles:

Tabla 24. Costo social del carbono anual por tipo de combustible.

Combustible	Galones anuales	CSC anual por impuesto (COP)

Gasolina corriente	26.529.075,11	\$3.767.128.666
Gasolina extra	1.377.223,02	\$195.565.669
ACPM	9.145.851,54	\$1.463.336.086
Total		\$5.426.030.420

Fuente: esta investigación. 2018.

Según la información recolectada, se obtiene que debido al consumo de gasolina corriente para el 2018 y debido a la emisión generada por el consumo de este combustible se pagó \$3.767.128.666 COP, por el consumo de gasolina extra se pagaron \$195.565.669 COP, finalmente por el consumo de ACPM se obtiene que se pagaron \$1.463.336.086 COP, dicho de otra manera, el parque automotor de la ciudad de Pasto en el 2018 tributo \$5.426.030.420 COP bajo el concepto de impuesto al carbono que para Colombia pretende ser el indicador que trata de sobrellevar el concepto del costo social del carbono; cabe resaltar, que el recaudo nacional de este impuesto en el año 2018 fue de \$294.073 millones⁵⁸. Teniendo en cuenta los datos de esta investigación, el parque automotor de Pasto, aportó en 2018, el 1.85% de este impuesto.

Si bien se presenta un acercamiento al costo social del carbono, los resultados totales de emisiones de contaminantes difieren si son comparados por las distintas metodologías presentadas para el cálculo de las toneladas de CO₂:

Tabla 25. Cálculo de toneladas anuales de CO₂ por tipo de metodología

Combustible	Cálculo de toneladas de CO ₂	
	Casabella	UPME
Gasolina corriente	220.214,67	233.680,89
Gasolina extra	11.432,163	12.131,24

⁵⁸ COLOMBIA, DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE). Estadísticas de recaudo anual por impuestos. 2018.

ACPM	75.918,6078	92.821,07
Total	307.565,44	338.633,20

Fuente: esta investigación. 2018.

A partir de estos valores, se retoma lo expuesto por el banco mundial⁵⁹, el cual establece que, una tonelada de CO₂ (TonCO₂) equivalen a 6 USD, dado que en el 2018 la tasa de cambio promedio fue de \$2.956,43 COP⁶⁰ por USD, se establece que producir una tonelada de CO₂ equivale a \$17.738,58 COP, pero, según el ministerio de ambiente el costo por producir una tonelada de CO₂ es de \$15.763,5 COP en 2018.

Teniendo en cuenta esta información, se crean dos tablas sobre el total de emisiones del parque automotor de Pasto, primero

Tabla 26. Costo social del Carbono por emisiones anuales según Casabella

Combustible	Casabella	CSC por Banco Mundial	CSC por Ministerio de Ambiente
Gasolina corriente	220.214,669	\$3.906.295.523	\$ 3.471.353.935
Gasolina extra	11.432,163	\$202.790.338	\$ 180.210.902
ACPM	75.918,6078	\$1.346.688.298	\$ 1.196.742.974
Total	307.565,44	\$5.455.774.160	\$ 4.848.307.811

Fuente: esta investigación. 2018.

Según la primera metodología presentada para el cálculo de las toneladas de CO₂, se obtiene que por el consumo anual de 26.529.075 galones de gasolina corriente se generaron 220.214,67 TonCO₂, que según lo estipulado por el banco mundial, el pago a realizar por estas emisiones es de \$3.906.295.523 COP, sin embargo, según los valores que propone el ministerio de ambiente, el pago debe ser de \$3.471.353.935 COP; los vehículos que consumen gasolina extra producen 11.432,163 TonCO₂, por lo que, a los valores del banco mundial se debe pagar \$202.790.338 COP, mientras que para el ministerio de ambiente este pago debe ser de \$ 180.210.902, finalmente el ACPM produce 75.918,6078 TonCO₂, que según

⁵⁹THE WORLD BANK (BANCO MUNDIAL), Carbon pricing dashboard. Op. Cit.

⁶⁰ DOLAR WEB, Listado por días del Dólar Histórico del año 2018 en Colombia. [en línea]. Disponible en internet: <<https://dolar.wilkinsonpc.com.co/dolar-historico/dolar-historico-2018.html>>

los precios del banco mundial, se debe pagar \$1.346.688.298 COP, pero para el ministerio de ambiente este pago debe ser de \$1.196.742.974 COP.

Tabla 27. Costo social del Carbono por emisiones anuales según UPME

Combustible	Toneladas CO₂ metodología UPME	CSC por Banco Mundial	CSC por Ministerio de Ambiente
Gasolina corriente	233.680,885	\$4.145.167.073	\$ 3.683.628.630,7
Gasolina extra	12.131,2444	\$215.191.049	\$ 191.230.871
ACPM	92.821,0741	\$1.646.514.048,6	\$ 1.463.185.001,6
Total	338.633,2035	\$6.006.872.170,6	\$ 5.338.044.503,3

Fuente: esta investigación. 2018.

Para la segunda metodología se usan los valores asignados por la UPME, se establece que por los cálculos realizados con el factor de emisión de la UPME (dado por la calculadora de emisiones de la UPME) las emisiones por combustible son mayores a las establecidas por la metodología de Casabella, empezando con la gasolina corriente que emite 233.680,885 TonCO₂, que para el banco mundial equivale a \$4.145.167.073 COP, mientras que para el ministerio de ambiente estas emisiones equivalen a \$3.683.628.630,7 COP; la gasolina extra emitió 12.131,2444 TonCO₂, que para el banco mundial equivalen a \$215.191.049 COP, y para el ministerio de ambiente a \$191.230.871 COP; finalmente, los valores del ACPM en cuanto a emisiones, equivalen a 92.821,0741 TonCO₂, para el banco mundial el pago por estas emisiones debe ser de \$1.646.514.048,6 COP, mientras que, para el ministerio de ambiente el pago por emisiones corresponde a \$1.463.185.001,6 COP, en resumen, los mayores valores corresponden a la metodología medida a través de la calculadora de emisiones facilitada por la UPME y a los valores de emisión que propone el banco mundial.

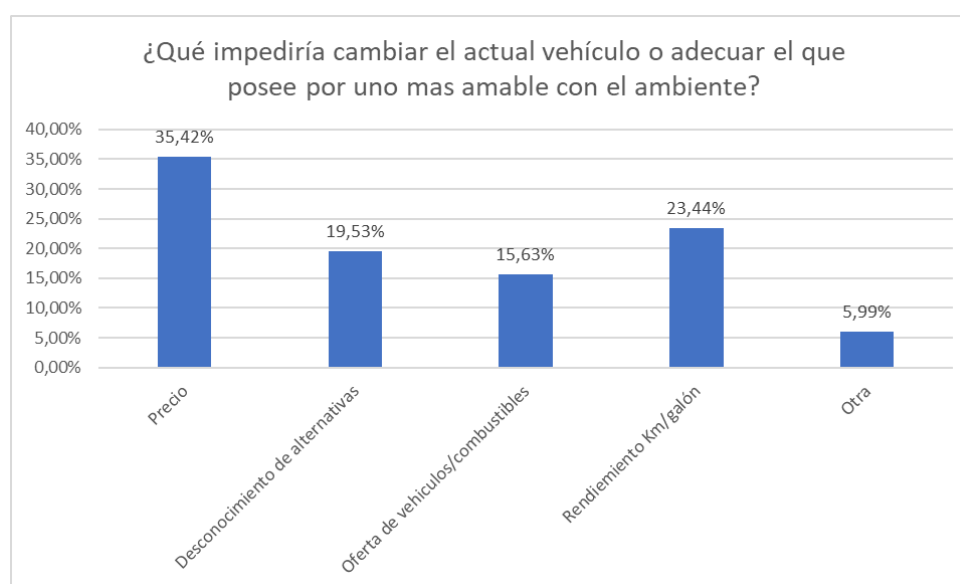
De esta manera se obtiene que, los costos ambientales de la demanda de combustibles en el municipio de Pasto, tienen un valor por impuesto (cobrado en 2018) de \$ 5.426.030.420 COP que comparado con el precio que establece el banco mundial, y siguiendo la metodología de la UPME para el cálculo de la emisión, tiene una diferencia de \$580.841.750,6 COP, que es un 10.70% del valor cobrado en 2018, esto plantea una duda ¿cuál metodología es más exacta?

Dejando de lado el precio que este indicador ambiental establece por la emisión de carbono, es necesario hacer mención del daño causado a la comunidad de Pasto, para esto se consultó al docente de tiempo completo y Director de la Unidad de Laboratorios de Ciencias Básicas e Ingeniería, de la Universidad Mariana de Pasto, Juan Carlos Narváez Burgos, quien explica que, lo que se emite es diferente a lo que se concentra en la ciudad y es ahí donde la emisión puede tener consecuencias directas sobre la salud. Las concentraciones están relacionadas con la meteorología, el Valle de Atriz es un valle lineal, que a diferencia del Valle del Aburra, que es un valle en L, elimina rápidamente la concentración de CO₂; por lo que el aire de la ciudad es de buena calidad y los riesgos de empeorar por mayores emisiones de CO₂ es baja. Vale la pena decir que, al ser un problema global el hecho de que la emisión de carbono no afecte directamente al municipio, si afecta la acumulación de CO₂ en la atmosfera y los problemas derivados de esto que son de carácter mundial.

4.3 ESTABLECER LAS POSIBILIDADES DE ACCIÓN FRENTE A LAS IMPLICACIONES DEL COSTO SOCIAL DEL CARBONO, EN LA CIUDAD DE PASTO AÑO 2018.

Para lograr soluciones optimas en cuanto a las posibilidades de acción, es de suma importancia conocer ciertos impedimentos iniciales mostrados por la población estudiada, porque si bien se han presentado diversas soluciones a través del mundo, es de suma importancia tener en cuenta ciertos limitantes que ayudan a no tomar decisiones apresuradas o con un impacto mínimo; siendo este el caso, la investigación descubre los siguientes impedimentos:

Gráfico 9. Impedimentos.

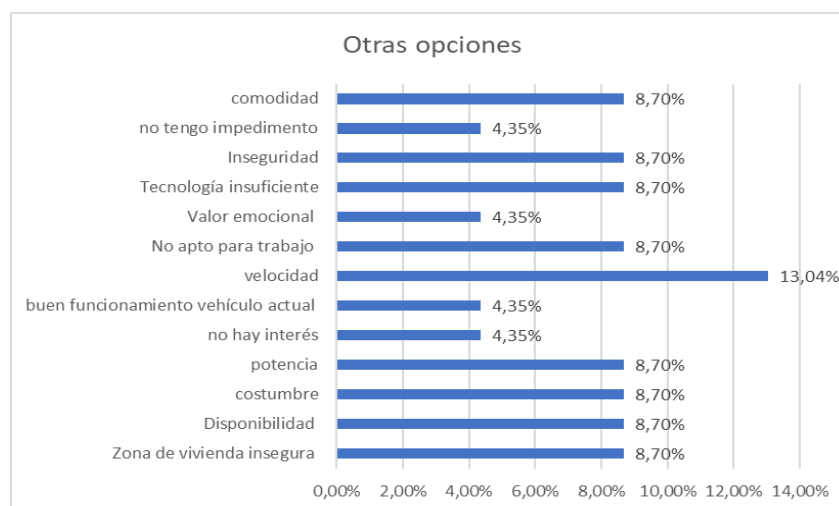


Fuente: esta investigación. 2018.

El 35.42% manifestó que, el principal impedimento para cambiar su actual vehículo o adecuar el que posee por uno más amable con el ambiente es el precio, debido a que, los vehículos que caben dentro de la definición de ecológicos (como los eléctricos, de gas, híbridos, etc.) son costosos de adquirir, además la accesibilidad y mantenimiento de estos son complicados ya que la ciudad no cuenta con planta o equipo para esta clase de vehículos. El 23.44% manifestó que, el rendimiento Km/Galón seria su principal impedimento, esta respuesta fue principalmente de conductores de motocicletas, que como sabemos cuentan con un gran rendimiento kilometro/galón, mientras que, las motocicletas eléctricas tienen limitantes en su carga, por lo que el tiempo de carga no satisface el valor de kilómetros recorridos.

El siguiente impedimento es el desconocimiento de alternativas, que, con el 19.53%, muestra el poco conocimiento acerca de medios alternativos de transporte o combustibles que estos usuarios puedan usar para tratar de mitigar el impacto ambiental individual creado a través del uso de combustibles convencionales. El 15.63% de los encuestados manifiesta cierto interés por cambiar su vehículo o adecuar el que posee, pero se ven impedidos por la oferta de vehículos eco amigables y/o de combustibles alternativos, finalmente el 5.99% manifiesta que su impedimento es otro, distinto a los presentados.

Gráfico 10. Otros impedimentos.



Fuente: esta investigación. 2018.

Pese a que la opción de otros impedimentos solo participa con el 5.99% del total, es necesario tener en cuenta estas divisiones, porque permiten ampliar el panorama sobre los distintos impedimentos que pueden influir en las posibilidades de acción. Siendo la velocidad el que más participación posee con el 13.04%, argumentando que los vehículos alternativos de los que tienen conocimiento carecen de velocidad en comparación con los convencionales; la comodidad, la potencia, la costumbre, la disponibilidad, el ser aptos para trabajo, la inseguridad en general o en el sector donde reside y, que no se percibe que la actual tecnología sea suficiente para efectuar un verdadero cambio en el ambiente son otros inconvenientes representativos con el 8.70% respectivamente, finalmente se informa que no se tienen impedimento similar a que no se tiene interés por algún tipo de cambio, el valor emocional del actual vehículo y su buen funcionamiento participan con el 4.35% cada uno.

Partiendo de que el problema de las emisiones de CO₂ es de importancia mundial, disminuir las emisiones debe ser el propósito de toda población que emita este gas. Dado que el problema analizado en este trabajo parte de las emisiones producidas por vehículos, las posibilidades de acción deben centrarse en el transporte. El municipio de Pasto debe atender este llamado, en tal virtud, se presentan las posibilidades de acción, que se podrían tomar, teniendo en cuenta experiencias previas a nivel nacional e internacional.

Transporte público. (Transporte limpio)

Es un sistema que se destina al transporte masivo, por tal razón, el fortalecimiento de este, disminuye, en teoría, la utilización de vehículos particulares, haciendo que disminuya la masa vehicular, mejore el tráfico y se reduzcan las emisiones de CO₂. Sería un error pensar, que solo el incremento de buses soluciona el problema, hay que considerar también aspectos en los que comúnmente la economía no profundiza. Si el ser humano pensará solo en la funcionalidad y comodidad, el problema sería de más fácil resolución, sin embargo, no es así, por lo que las soluciones planteadas desde el transporte público deben considerar aspectos más allá de los tratados en los países Latinos, es decir, no solo esforzarse por ampliar el cupo de buses, sino también por hacer efectivo su uso. Respecto a esto Gutiérrez⁶¹ escribe, “cambia la cualidad y cambia la cantidad de gente que accede a ella” refiriéndose al transporte público. Argumenta, además, que los cambios cualitativos afectan la demanda de los “ricos”, mientras que los cambios cuantitativos afectan la demanda de los “pobres”. Quiere decir entonces, que los usuarios del transporte público no son homogéneos y responden a persuasiones diferentes. Explica también, que existe un componente socio-económico que dificulta el crecimiento de la demanda. Los actores principales serían: los prestadores privados del servicio; los usuarios con mayores ingresos; los usuarios con menores ingresos; y el gobierno. En búsqueda de mayor rentabilidad el prestador del servicio eleva los precios y espera, que, con el crecimiento poblacional, la demanda también aumente; esto no sucede, pues, aunque crece la población que requiere viajar, no crece el número de pasajeros (entendidos como los que viajan consumiendo el servicio público de transporte). Los usuarios con mayores ingresos optan por viajes más cómodos en servicios alternativos de transporte como UBER y, como es evidente, por la adquisición de vehículos propios; también optan por servicios más rápidos,

⁶¹ GUTIÉRREZ, Andrea. Transporte público y exclusión social. Reflexiones para una discusión en Latinoamérica tras la década del'90. En *XIII Congreso Latinoamericano de Transporte público y urbano*. 2005. [en línea]. p.5. Disponible en internet: <http://filo.uba.ar/contenidos/investigacion/institutos/geo/ptt/GutierrezClatpu05.pdf>

como el mototaxi. Por otro lado, los usuarios con menores ingresos, optan por medios de transporte más económicos, como el uso de vehículos no motorizados (bicicletas, patinetas) o la caminata.

Gutiérrez⁶² escribe “Una tarifa más elevada para el autotransporte convencional aumenta la competencia del transporte alternativo, pues hace más atractivo el mercado para competidores dispuestos a operar con menores niveles de rentabilidad.” Con autotransporte convencional se refiere al transporte público tradicional.

Un caso en Colombia que evidencia la pérdida de consumidores es el del MIO en Cali. “Al año 2016 MÍO era utilizado por un promedio de poco más de 459 mil pasajeros diarios, cifra muy por debajo de la meta original de 900 mil, lo que se ha traducido en serios problemas para los concesionarios, cuyos ingresos dependen exclusivamente de la cantidad de pasajeros transportados.” (BID, 2018)⁶³. Este caso vuelve evidente la necesidad de pensar en la demanda efectiva, antes que, en el incremento de oferta, tal y como está actualmente.

Los proyectos de ampliación o renovación de transporte público, actualmente se plantean desde el punto de vista de transporte limpio, esto plantea otro inconveniente, que se debe considerar si se quiere disminuir las emisiones de CO₂. Un caso en Latinoamérica que ha sufrido dificultades, es el del sistema Metrobús en Asunción, Paraguay. El criterio político decidió la utilización de buses eléctricos, pero, sin una contraparte técnica seria, que expresara las dificultades de esta decisión, lo que se tradujo en “reiteradas reformulaciones técnicas y presupuestales que han atrasado el inicio de actividades del sistema.”⁶⁴.

Expuestos dos casos en Latinoamérica, la primera recomendación que los autores de este trabajo proponen para la disminución de las emisiones de CO₂ es, fortalecer el sistema de transporte público, considerando los casos expuestos, y haciendo principal énfasis en el incremento de la demanda, no homogeneizando el servicio, sino, capturando la demanda dependiendo de las exigencias de los usuarios. Lo

⁶² Ibid., p. 6.

⁶³ MOJICA, Carlos; DÍAZ, Rodrigo; HOLLNAGEL, Julia. Retos y lecciones aprendidas en la implementación de proyectos de transporte público: cinco casos de Latinoamérica. Inter-American Development Bank, 2018. [en línea]. p. 15. Disponible en internet: <https://publications.iadb.org/en/bitstream/handle/11319/9359/_Estudios%20Casos%20BRT%20NT%20versi%20final_.pdf?sequence=1>

⁶⁴ Ibid., p. 12.

que requiere de análisis a los consumidores, desde un punto de vista amplio y quizá multidisciplinar.

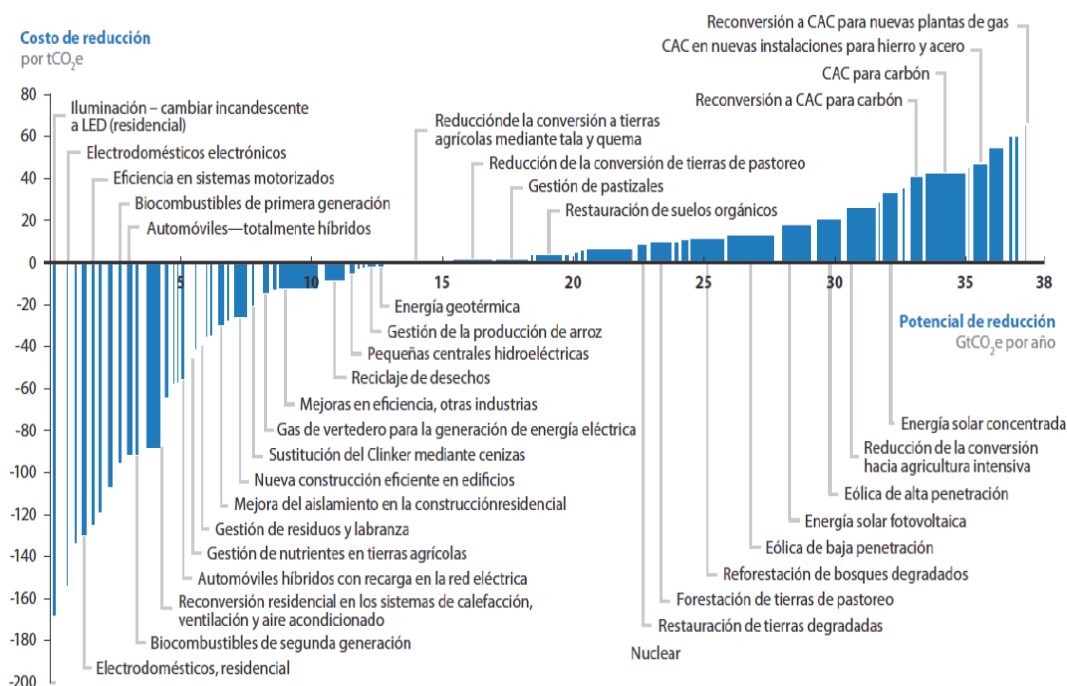
Políticas públicas

El cambio climático es un hecho, y, en consecuencia, se generan preocupaciones a nivel global, por ende, se crean indicadores que tratan de asignar un valor para el cambio climático, del mismo modo, estos indicadores pretenden ser parte importante en la política pública, ya que, a través del análisis de costo beneficio (como si de otro bien se tratara), permite determinar la viabilidad de un proyecto en concreto cuando este tiene relación con algún aspecto del medio ambiente. Con el protocolo de Kioto, los países desarrollados se comprometían a reducir obligatoriamente sus emisiones de CO₂, por otro lado, los países en vías de desarrollo han mantenido su compromiso en cuanto a participar en la reducción de emisiones para mitigar su impacto en el cambio climático, por ello, se emplean políticas públicas como un medio para tratar de mitigar los daños al ambiente.

En *“El costo social del carbono: una visión agregada desde América Latina”*⁶⁵ se explica que, en la actualidad existen los impuestos al carbono, los cuales sirven como un indicador monetario de las externalidades causadas por las emisiones de CO₂ a la atmosfera y que se han venido aplicando en diversos países, los cuales varían el precio a pagar por las toneladas de carbono emitido, ya que, usan distintas metodologías para asignar los valores de recaudación, teniendo en cuenta factores específicos de cada país. Estos impuestos son una de las primeras aproximaciones desde las entidades públicas y gobiernos soberanos hacia un compromiso en salvaguardar los elementos de la naturaleza. A su vez, varias investigaciones que han estudiado el fenómeno del cambio climático abarcan las denominadas curvas de costos de abatimiento, las cuales son estimaciones sobre los costos de abatimiento de los gases de efecto invernadero, no solo por fuentes específicas de emisiones, también por la reducción de estas; a partir de estas curvas de abatimiento, se presenta una estimación para el 2030 en base a los cambios que se pueden lograr.

⁶⁵ CABALLERO, Karina; GALINDO, Miguel; ALATORRE, Luis; FERRER, Jimmy. El costo social del carbono una visión agregada desde América Latina. CEPAL. 2019. [en línea]. Disponible en internet: <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44423/1/S1800462_es.pdf>

Esquema 5. Curvas de costo de abatimiento de GEI a nivel global, año 2030.



Fuente: McKinsey & Company. 2009.

Sin embargo, el amplio abanico de oportunidades para tratar de reducir el CO₂ no solo conlleva a oportunidades de nuevos negocios, como lo son la venta de bonos de carbono, también se tienen en cuenta las distintas formas de análisis para el impacto general en algunas actividades económicas; se explica la existencia de diversas estimaciones para distintos gases contaminantes, donde el precio medio por la emisión de una tonelada de carbono es de 19 dólares, de 105 dólares por tonelada de metano y 200 dólares por tonelada de hexafluoruro de sulfuro. Es decir, el CO₂ no es el único gas contaminante que tiene incidencia en el cambio climático el cual posee una estimación monetaria, sin embargo, es uno de los que se puede ejercer mayor control por parte de los estamentos públicos a través de impuestos. Según la literatura presentada en el documento mencionado, se ha tratado de buscar el impuesto al carbono óptimo para alcanzar ciertos niveles de reducción, del mismo modo, se presentan algunas estimaciones como:

- Gaskins y Weyant estiman un impuesto al carbono de 300 dólares por tonelada, con el fin de reducir las emisiones en un 80% de su valor de 1990 en el 2020.

- Se argumenta que un impuesto de 10, 30 o 50 Euros por tonelada de CO₂, aumenta el precio de los billetes de avión en 10 cuando estos están entre 10 y 20 euros, lo que permitiría reducir las emisiones en 1%, 3.3% y 5% respectivamente
- Olsthoorn argumenta que un impuesto de 1.500 dólares por tonelada de CO₂, puede reducir las emisiones de aviación en un 90%.
- Maddison estima que el costo de remover una tonelada de carbono mediante la reforestación se encuentra entre 5 y 26 dólares.

Pese a esto, la política pública enfoca el CSC como una solución de carácter temporal, ya que identifica los costos y beneficios potenciales, pero, se basan en distintas estimaciones, las cuales son muy variadas y disponen de distintos supuestos, por lo que en principio, no se garantiza una plena eficiencia en los cálculos que asignan el valor monetario del CSC, por otra parte, se reconoce la importancia de su aplicación dentro del ámbito de las políticas públicas, ya que se espera que en el largo plazo, este indicador pueda convertirse en un mecanismo fundamental para la innovación, permitiendo optar por alternativas en sectores como el transporte, energía, minería y en todas aquellas políticas públicas que tengan relación con el cambio climático y en general con el medio ambiente, además, de reforzar otras políticas para disminuir y detener la deforestación o subsidiar los combustibles fósiles.

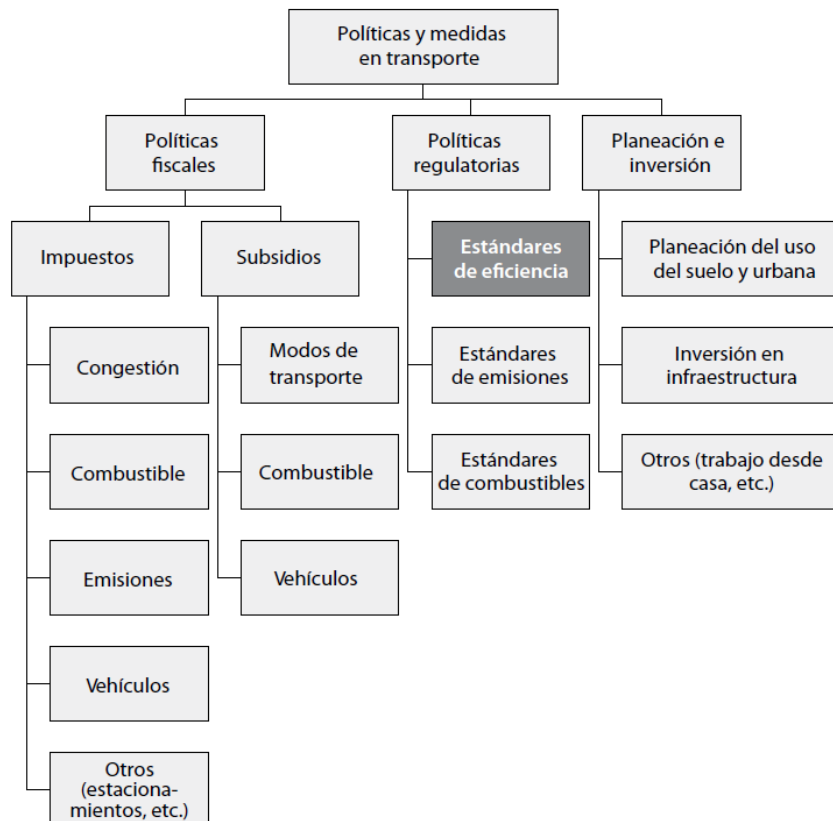
Usando como referencia “regulación de las emisiones de CO₂ para vehículos ligeros en México”⁶⁶ donde se aborda esta problemática a partir de la política pública con el fin de maximizar el bienestar y minimizar los costos sociales se logran identificar distintos instrumentos de la política pública que sirven para reducir las externalidades generadas por el consumo de combustibles, donde el principal enfoque se encuentra en las políticas fiscales, políticas regulatorias y las medidas de inversión y planeación de territorio.

Las primeras políticas enfocadas en la modificación directa de los precios como los impuestos a los combustibles, los impuestos a los vehículos, a las emisiones y los subsidios a los vehículos limpios o al transporte público eficiente; para las medidas regulatorias se opta por la exigencia en lineamientos legales que obliguen a los propietarios de vehículos manejar estándares técnicos o al menos plantear la posibilidad de emplearlos sobre el ahorro de combustibles, implementar estándares

⁶⁶ HERNÁNDEZ, Thalía; ELIZONDO, Alejandra. Regulación de las emisiones de CO₂ para vehículos ligeros en México. 2017. En Scielo. [en línea]. Disponible en internet: <<http://www.scielo.org.mx/pdf/gpp/v27n2/1405-1079-gpp-27-02-571.pdf>>

en las emisiones y en los combustibles; finalmente para las políticas de planeación e inversión en lo que refiere a transporte, trata de reducir la demanda de viajes, de consumo de energéticos, la congestión y las emisiones a través de la expansión de la infraestructura, además se tratan de proponer medidas que disminuyan la dependencia hacia el transporte, como se muestra a continuación.

Diagrama 1: políticas y medidas para reducir las externalidades del transporte.



Fuente: Timilsina y Dulal. 2011.

Con base en lo anterior, para la ciudad de Pasto, las opciones más viables se relacionan con las políticas fiscales, más concretamente con las enfocadas en los impuestos a los vehículos y a las emisiones; se hace necesaria la creación de un indicador ambiental como el CSC centrado en la ciudad; si bien, el país cuenta con este indicador, desconoce características propias del municipio, como su infraestructura, ubicación, altura etc., que tienen cierto grado de significancia en las emisiones, por lo que no se garantiza completa eficiencia en la asignación de los precios asignados, así mismo, la precepción de este indicador en términos generales es bastante minúscula en contraposición a su intencionalidad, porque,

este incremento en los precios de los combustibles es percibido como un incremento en el precio a pagar por estos, dejando de lado el hecho de ser un impuesto de carácter restrictivo cuya función primordial es desincentivar el uso de los combustibles fósiles. Del mismo modo, de ser necesario, aplicar mayores restricciones al tránsito de vehículos convencionales, a través de un segundo día de pico y placa.

Otra de las opciones viables se relaciona con la infraestructura, ya que, según lo anteriormente expuesto, se necesita de una mayor inversión en la infraestructura urbana para mejorar la viabilidad, evitando congestiones vehiculares en las vías principales, mejorando la accesibilidad y mantenimiento de vías alternas de transporte.

Un ejemplo de las políticas que se pueden aplicar en la ciudad de Pasto, tomando como referencia los decretos aplicados en la ciudad de Bogotá y en general que hacen parte del país. pueden ser:

El decreto 477 de 2013⁶⁷, donde se adoptan medidas legales para acoger un plan de ascenso tecnológico del sistema integrado de transporte público, que sirve como instrumento de la gestión ambiental, y que contribuye en la sustitución progresiva de las tecnologías convencionales de combustión interna. Se busca entonces, actualizar la flota del sistema integrado de transporte público, con sistemas de cero o bajas emisiones, como método para reducir las emisiones y reducir impactos en la salud pública. El decreto también busca apoyar la investigación y la innovación, fomentando el uso de vehículos automotores con tecnologías de cero o bajas emisiones. O, en su defecto, aplicar diversos incentivos para los vehículos con certificación de emisiones bajas o cero. Lo que para el municipio Pasto sería una forma de incentivar el uso de vehículos eléctricos y/o alternativos, además de apoyar a los usuarios de estos mediante la disminución de impuestos relacionados con el vehículo o la movilidad de estos.

El decreto 2532 de 2001⁶⁸ donde se excluirían del impuesto de venta a los sistemas de control ambiental como: equipos nacionales o importados que se utilizaran para lograr acciones medibles y verificables de la disminución en el uso de recursos renovables; equipos de prevención o reducción de los residuos líquidos o de

⁶⁷ ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ, Plan de ascenso tecnológico, en Secretaria Distrital de Ambiente [en línea], disponible en: <http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/transporte-limpio?fbclid=IwAR2XYW9i-CI-sfYfqlsZLCzSISHZEX9UCjhijYtMQLy9__AhK-SB5YSym8w>

⁶⁸ ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ, DECRETO 2532 DE 2001, Régimen legal de Bogotá, [en línea], disponible en: <<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=7411>>

emisiones atmosféricas. Finalmente como ejemplo se puede aplicar lo dictado en la resolución 1016 de 2014⁶⁹ enfocándose de manera primordial en la renovación continua de los vehículos que conforman la flota de transporte masivo como una manera de contribuir a la disminución de emisiones contaminantes generadas de la combustión de fuentes móviles, donde se recalca la obligación que tiene el gobierno municipal a respetar y cumplir estas normas, además de otro enfoque principal, que es, limitar la publicidad en vehículos para disminuir la contaminación visual.

⁶⁹ ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ, Resolución 1016 de 2014, Régimen legal de Bogotá, [en línea], disponible en:
<https://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/resolucion_1016_de_2014.pdf >

CONCLUSIONES

La elaboración de esta investigación, nutre el debate dentro del municipio y dentro de la Universidad de Nariño sobre el rumbo de las políticas necesarias para combatir los problemas causados por el deterioro ambiental. El simple hecho del cálculo de un indicador como el CSC, representa los nuevos costos que tendrá la economía, desde las empresas y los empresarios, hasta los asalariados. Se pronostica que estos costos se irán incrementando, por lo que, adelantarse al estudio de los mismos, pondrá a la Universidad de Nariño a la vanguardia en análisis y debates.

El Costo Social del Carbono, surge como un impuesto que sensibiliza a la población sobre el uso de combustibles fósiles, afectando muy poco sus finanzas, pues no es un impuesto con un gran valor (aún). Sin embargo, aunque el impuesto está en vigencia en Colombia, se manifestó un desconocimiento del mismo por parte de los consumidores de combustible líquido.

Se observó un problema en el cálculo de la demanda de combustible líquido debido a varias causas: primero, el cálculo inexacto de los vehículos en circulación en el municipio, principalmente, a que un número desconocido de vehículos en circulación tienen su registro en otras ciudades; segundo, la demanda de combustible por parte de vehículos proveniente del Ecuador, que no se registra y que varía durante el año. Por lo tanto, es necesario para el municipio plantear soluciones a estos inconvenientes que permitan cálculos más precisos para estudios similares.

El cálculo de la demanda deja en evidencia que los vehículos de uso particular son los mayores demandantes de combustible líquido, que en orden de mayor a menor son: motocicletas, automóviles y camionetas; y suman, el 67,03% de la demanda total semanal de combustibles; lo que expresa que los conductores de vehículos particulares son los principales causantes de las emisiones de CO₂ por transporte. Aunque el consumo promedio de combustible líquido por parte de estos vehículos es bajo, el gran volumen de los mismos es el causante de ese gran porcentaje de la demanda total.

Según los datos obtenidos por esta investigación el valor monetario de la demanda de combustible para el año 2018 fue de \$264.783.652.550,74 COP, de los cuales 72.13% corresponden a lo demandado por la gasolina corriente, lo demandado por los consumidores de ACPM corresponde a 24.02%, y finalmente el combustible que tiene menos participación en la demanda total es gasolina extra con 3.85%.

Las toneladas de CO₂ calculadas a partir del factor de emisión de Casabella difieren del factor de emisión propuesto por la UPME, y se encuentra una diferencia de 31.067,76 TonCO₂ entre cada una de estas metodologías, siendo la calculada por la UPME más alta. El recaudo bajo el concepto de impuesto al carbono se afecta, al alterar el factor de emisión; determinar cuál es el mejor factor depende de profesionales en otras disciplinas. Esta investigación se centra en el costo del impuesto que ya está reglamentado en Colombia según el cual, y teniendo en cuenta los datos de demanda de esta investigación, el municipio de Pasto, aportó \$22.065.304.379,23 COP en 2018, en la recaudación del impuesto al carbono.

Se encontró que el factor de emisión de la UPME (entidad del gobierno colombiano) difiere del factor de emisión que establece los precios para el cobro de galones consumidos de gasolina y ACPM, pues el cálculo por precios al consumo de galones de gasolina y ACPM, difiere del cobro hecho por emisión de tonelada de CO₂.

Aunque las emisiones de carbono no se concentran en la ciudad es necesario abordar el problema como de interés mundial.

RECOMENDACIONES

Se recomienda al municipio la implementación de estrategias para que la contabilidad de los vehículos en circulación en la ciudad sea acorde a la realidad, por ende, se recomienda crear estrategias para contabilizar los vehículos provenientes del Ecuador y su consumo de gasolina colombiana.

Los investigadores encontraron información respecto a los factores de emisión de la gasolina, que cambian el total de toneladas de CO₂ que se lanzan a la atmósfera, en ese sentido, es importante un estudio enfocado en el cálculo de un factor de emisión apropiado para la ciudad, pues características como ubicación geográfica juegan un factor importante en la emisión de CO₂, siendo así, un factor de emisión como el de la UMPE, que se supone es de uso nacional, pasa por alto la gran diversidad del territorio colombiano, por lo cual tiene un porcentaje de error que genera el cobro de un impuesto desigual, por lo que, es de vital importancia un factor de emisión diferente dependiendo de la región.

Dado que los consumidores de combustible líquido desconocen el cobro del impuesto, éste, pierde una de sus características esenciales, la de sensibilización por los recursos, por lo tanto, se debe a nivel nacional aclarar que, en parte, la subida de los precios del combustible líquido, se debe al cobro de este impuesto social al carbono, solo de esta manera, el cobro del impuesto, contribuirá en la apropiación del problema ambiental como un problema monetario que afecta a todos los actores de la economía.

BIBLIOGRAFÍA

AZQUETA, Diego. Introducción a la Economía Ambiental. 1 ed. Madrid: McGRAW-HILL, 2002. 420p. ISBN 84-481-3526-1

COLOMBIA, DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE). Estadísticas de recaudo anual por impuestos. 2018.

ERASO María y MORILLO Alexander. Análisis de la política de regulación de hidrocarburos para el combustible líquido en zonas de frontera, aplicado para el municipio de Pasto, año 2011-2012. Optando para el título de economista. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias económicas, administrativas y contables. Departamento de Economía, 2013. 143p.

KRUGMAN, Paul R; OBSTEFELD, Maurice. Economía internacional teoría y política. 9 ed. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S.A, 2012. 721p. ISBN: 978-84-8322-8173.297.

SECRETARIA DE TRANSITO Y TRASNPORTE, Nota de prensa: Rezago de 98% en movilidad de Pasto, septiembre 25, 2013.

NETGRAFÍA

AGUILERA, Federico; ALCÁNTARA, Vicent. De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica. Barcelona 1995. Disponible en http://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Actualidad/2011/LibroEA_EE.pdf

ALCALDIA DE PASTO, Estadísticas - Municipio de Pasto, [En línea]. en <https://www.pasto.gov.co>, disponible en internet: <<https://www.pasto.gov.co/index.php/nuestro-municipio/estadisticas-municipio-de-pasto>>

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ, DECRETO 2532 DE 2001, Régimen legal de Bogotá, [en línea], disponible en: <<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=7411>>

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ, Plan de asenso tecnológico, en Secretaria Distrital de Ambiente [en línea], disponible en: <http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/transporte-limpio?fbclid=IwAR2XYW9i-CI-YfqIsZLCzSISHZEX9UCjhijYtMQLy9__AhK-SB5YSym8w>

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ, Resolución 1016 de 2014, Régimen legal de Bogotá, [en línea], disponible en: https://www.transmilenio.gov.co/sites/default/files/resolucion_1016_de_2014.pdf

ANDRADE, Hernán Jair; ARTEAGA, Cristhian C; SEGURA, Milena A. Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia). [en línea]. SciELO ISSN 0122-8706. Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria, enero-abril. 2017. Disponible en: <<http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v18n1/v18n1a06.pdf>>

BALLESTER, Ferran. Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. [en línea]. Revista Española de Salud Pública vol. 79: Madrid: SCIELO, marzo-abril, 2005, Disponible en internet: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200005>

BERRÍO-MONSALVE, Marco Alejandro; BOTERO-BOTERO, Sergio; ARANGO-ARANGO, Mónica. Análisis de los Indicadores de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Valorar Proyectos de Energía Renovable en Sistemas Eléctricos,

Caso de Colombia. [en línea]: En Dialnet. ISSN: 2145-4086. Revista de Ingeniería Lámpsakos 201. Diciembre 2014. Disponible en: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5107083>>.

CABALLERO, Karina; GALINDO, Miguel; ALATORRE, Luis; FERRER, Jimmy. El costo social del carbono una visión agregada desde América Latina. CEPAL. 2019. P. 50. [en línea]. Disponible en internet: <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44423/1/S1800462_es.pdf>

CASABELLA, Nuria. Calcula las emisiones de CO₂ que produce tu coche. [En línea]. En: eltiempo.es. 28 de enero de 2016. Disponible en internet: <<https://noticias.eltiempo.es/calculadora-emisiones-de-co2-cuanto-emite-coche/>>

CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. Peru: 18 de mayo 2016. Estimación del precio social del carbono para la evaluación social de proyectos en el Perú. [en línea] Disponible en internet: <https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/parametros_evaluacion_social/Precio_Social_Carbono.pdf>

CHAMARRA, Oscar; SAAVEDRA, Germán; Evaluación del impacto ambiental generado por la emisión de gases en motores que utilizan complementos lubricantes, en la ciudad de Bogotá D.C.; UNIVERSIDAD DE MANIZALES, [En línea], Bogotá, 2013. Disponible en internet: <<http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/691/EVALUACION%20DEL%20IMPACTO%20AMBIENTAL%20GENERADO%20POR%20LA%20EMISION%20DE%20GASES%20EN%20MOTORES%20QUE%20UTILIZAN%20COMPLEMENTOS%20LUBRICANTES%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20BOGOT%C3%81%20D.C..pdf?sequence=1&isAllowed=y>>

COLOMBIA, DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE). Índice de precios al consumidor, diciembre 2017. [en línea]. Disponible en internet: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipc/bol_ipc_dic17.pdf>

COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE. ABC Principales preguntas frente al impuesto nacional al carbono y la solicitud de no causación por carbono neutralidad. [en línea]. Disponible en internet: <<https://uao.libguides.com/c.php?g=529806&p=4412778>>

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE. Guía de aplicación de la valoración económica ambiental. [en línea] Bogotá, Colombia: ministerio de ambiente. En ANDI. Disponible en internet: <[http://www.andi.com.co/Uploads/Gu%C3%ADa%20de%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20Valoraci%C3%B3n%20Econ%C3%B3mica%20Ambiental%20\(00000002\).pdf](http://www.andi.com.co/Uploads/Gu%C3%ADa%20de%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20Valoraci%C3%B3n%20Econ%C3%B3mica%20Ambiental%20(00000002).pdf)>

COLOMBIA. MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PÚBLICO, Decreto 926 (01, junio, 2017) Por el cual se modifica el epígrafe de la Parte 5 y se adiciona el Título 5 a la Parte 5 del Libro 1 del Decreto 1625 de 2016 Único Reglamentario en Materia Tributaria y el Título 11 de la Parte 2 de Libro 2 al Decreto 1076 de 2015 Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, para reglamentar el parágrafo 3 del artículo 221 y el parágrafo 2 del artículo 222 de la Ley 1819 de 2016. [en línea] BOGOTÁ D.C.: 2017. 13p. Disponible en internet: <<http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20926%20DEL%2001%20DE%20JUNIO%20DE%202017.pdf>>.

COSTA RICA, PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Meta del Carbono Neutralidad para el 2021. [en línea]. Costa Rica: Ministerio de ambiente y energía; septiembre 2016. Disponible en internet: <<https://presidencia.go.cr/comunicados/2016/09/meta-de-carbono-neutralidad-para-el-2021-se-mantiene-y-fortalece/>>.

DOLAR WEB, Listado por días del Dólar Histórico del año 2018 en Colombia. [en línea]. Disponible en internet: <<https://dolar.wilkinsonpc.com.co/dolar-historico/dolar-historico-2018.html>>

GUTIÉRREZ, Andrea. Transporte público y exclusión social. Reflexiones para una discusión en Latinoamérica tras la década del'90. En XIII Congreso Latinoamericano de Transporte público y urbano. 2005. [en línea]. 11 p. Disponible en internet: <<http://filo.uba.ar/contenidos/investigacion/institutos/geo/ptt/GutierrezClatpu05.pdf>>

HERNÁNDEZ, Thalía; ELIZONDO, Alejandra. Regulación de las emisiones de CO₂ para vehículos ligeros en México. 2017. En Scielo. Gestión y Política Pública VOLUMEN XXVII, NÚM. 2, segundo SEMESTRE DE 2018 pp. 571-594. [en línea]. Disponible en internet: <<http://www.scielo.org.mx/pdf/gpp/v27n2/1405-1079-gpp-27-02-571.pdf>>

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACION Y EL AHORRO DE ENERGIA. Combustibles y Vehículos Alternativos. Treatise. [en línea]. octubre 2005. Disponible en: <https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10297_TREATISE_CombustiblesVehiculosAlternativos_A2005_d9d8d6b3.pdf>. España.

IPCC. GLOSARIO. 2013. [En línea] Disponible en <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf>

ITURRIA, Ernesto. La Contabilidad de Costos y los Costos Ambientales. [en línea] Uruguay: Universidad Nacional de Nordeste (UNNE). En Asociación Uruguaya de costos. Disponible en: <eco.unne.edu.ar/contabilidad/costos/VIIIcongreso/194.doc>

JASCH, Christine. Environmental Management Accounting Procedures and Principles. Traducido por Scavone Graciela M. [en línea]. Enero 2003. 141p. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/295662955_Contabilidad_de_gestion_medioambiental_Como_beneficiarse_de_la_proteccion_medioambiental>.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. COLOMBIA. Precios de Combustible Año 2018. [en línea]. [Consultado: 15 de diciembre 2018]. Disponible en internet: <<https://www.minenergia.gov.co/precios-ano-2018?fbclid=IwAR20dBtObEC9Kb81kycbZS>>.

MOJICA, Carlos; DÍAZ, Rodrigo; HOLLNAGEL, Julia. Retos y lecciones aprendidas en la implementación de proyectos de transporte público: cinco casos de Latinoamérica. Inter-American Development Bank, 2018. [en línea]. 50 p. Disponible en internet: <https://publications.iadb.org/en/bitstream/handle/11319/9359/_Estudios%20Casos%20BRT%20NT%20versi%20final_.pdf?sequence=1>

OSORIO, Juan David; CORREA, Francisco. Valoración económica de costos ambientales: marco conceptual y métodos de estimación. [en línea]. En Redalyc. Semestre Económico, Universidad de Medellín, enero-junio. 2004. Disponible en internet: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=165013657006>>

PIETRONAVE, Hernán. BIOCOMBUSTIBLES (informe de referencia). Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)., 2011. Disponible en:

<https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-biocombustibles_informe_de_referencia.pdf>.

QUIROGA, Rayén. Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. [en línea]. Santiago de Chile: CEPAL, diciembre 2007. Disponible en internet: <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5498/1/S0700589_es.pdf>.

RAFFO, Eduardo; HUATUCO, Rosmeri. Valoración económica ambiental: el problema del costo social. [en línea]. Revista de la facultad de ingeniería industrial, vol. 18, núm. 2: Lima, Perú: REDALYC, julio - diciembre, 2015. Disponible en internet: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81643819009>>

SANTOS M. Ruesga y GEMMA Durán. Empresa y Medio Ambiente. Ediciones Pirámide S.A. Madrid, 1995. Citado por ITURRIA CAMMARANO DARÍO ERNESTO, La Contabilidad de Costos y los Costos Ambientales. Uruguay. Asociación Uruguaya de costos. 20 p. En línea]: Disponible en: <eco.unne.edu.ar/contabilidad/costos/VIIIcongreso/194.doc>

SEMANA SOTENIBLE; El impuesto al carbono evitará costos ambientales y riesgos sobre la salud humana [En línea]. En: 01 de abril de 2017. Párr. 6. Disponible en internet: <<http://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/el-ministro-luis-gilberto-murillo-explica-el-impuesto-al-carbono/36787>>

SISTEMA DE INFORMACIÓN DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS; listado de estaciones de servicio certificadas - 03-01-2019 [En línea], SICOM Servicios de información al ciudadano, enero 15 de 2019, disponible en internet: <<http://www.sicom.gov.co/noticias.shtml?apc=d1E1--&x=3567>>

THE WORLD BANK (BANCO MUNDIAL) Fijación del precio del carbono diciembre 2017, [En línea], disponible en internet: <<https://www.bancomundial.org/es/results/2017/12/01/carbon-pricing>>

THE WORLD BANK (BANCO MUNDIAL), Carbon pricing dashboard, [En línea] Disponible en: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data>
University College London – Universidad de los Andes. Caracterización de la contaminación atmosférica en Colombia [En línea]. [BOGOTÁ, COLOMBIA]: UCL, Embajada Británica Bogotá, Universidad de los Andes, abril 2013. Disponible en internet: <<https://prosperityfund.uniandes.edu.co/site/wp->

content/uploads/Caracterizaci%C3%B3n-de-la-contaminaci%C3%B3n-atmosf%C3%A9rica-en-Colombia.pdf >.

UPME, unidad de planeación minero energética. Calculadora de Emisiones. [En línea]. Disponible en: <http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/calculadora.html>

UPME. Proyección de Demanda de Combustibles Líquidos en Colombia [En línea]. [BOGOTÁ, COLOMBIA] MINMINAS. Diciembre, 2016. Disponible en internet <www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/ProyecciónDemandaLíquidos-Rev2016.pdf>

VERGARA, Carlos Andrés; ORTIZ, Diana Carolina. Desarrollo Sostenible: Enfoques Desde las Ciencias Económicas*. [en línea]. Apuntes del CENES. Volumen 35 – N°. 62. [Bogotá, Colombia] Julio - diciembre 2016. Disponible en SCIELO: <http://www.scielo.org.co/pdf/cenes/v35n62/v35n62a02.pdf>. ISSN 0120-3053.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de encuesta



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS, ADMINISTRATIVAS
Y CONTABLES.
PROGRAMA DE ECONOMIA.

Encuesta No. _____

Formato de encuesta dirigido a propietarios de vehículos en la ciudad de San Juan de Pasto.

Objetivo: Analizar las implicaciones económicas y ambientales consecuencia del consumo de combustibles líquidos para la ciudad de San Juan de Pasto para el periodo 2017-2018.

Nota: La información suministrada en esta encuesta tendrá fines únicamente académicos

Edad _____

Sexo: F__ M__

¿VIVE PERMANENTEMENTE EN LA CIUDAD?

- ☐ Si
- ☐ No

1. ¿Cuál de los siguientes vehículos conduce con más regularidad (solo uno) ?:

- ☐ AUTOMOVIL
- ☐ BUS
- ☐ BUSETA
- ☐ CAMION
- ☐ CAMIONETA
- ☐ CAMPERO
- ☐ MICROBUS
- ☐ MOTOCICLETA
- ☐ TRACTO/CAMION
- ☐ VOLQUETA

- Otro _____
- 2. ¿Aquel vehículo que conduce lo usa principalmente como (solo una opción)?:
 - Medio de transporte
 - Medio de trabajo
 - Ambos
- 3. ¿Cuándo su principal vehículo no está disponible para su transporte, que opción usa para desplazarse?:
 - BUS DE SERVICIO PUBLICO
 - TAXI
 - MOTOCICLETA
 - BICICLETA
 - CAMINANDO
 - OTRO _____
- 4. El vehículo que conduce que tipo de combustible maneja:
 - Gasolina Corriente
 - Gasolina Extra
 - ACPM
 - Otro _____
- 5. En promedio cuánto gasta semanalmente en combustibles (pesos) _____
- 6. En promedio cuanto combustible consume su vehículo semanalmente (Galones)_____
- 7. En promedio, por día que distancia recorre su vehículo (kilómetros) _____
- 8. Cuanto tiempo le toma recorrer dicha distancia (Minutos) _____
- 9. En promedio, por día cuantas veces se sube a su vehículo _____
- 10. Aparte de los combustibles convencionales conoce algún otro tipo de combustible
 - Si
 - No
- 11. Tiene interés alguno por cambiar el tipo de combustible que usa:
 - Si
 - No
 - Ns/Nr

12. Que impediría cambiar su actual vehículo o adecuar el que posee por uno más amable con el ambiente (elijá el que considere más importante):

- Precio
- Rendimiento km/galón
- Oferta de vehículos/combustibles
- Desconocimiento de alternativas
- Otro _____

Observaciones

¡Muchas Gracias por su atención!

Anexo 2. Experto consultado:

<http://www.umariana.edu.co/dependencias/ing-ambiental/docentes/Calidad-Aire/NARVAEZ-BURGOS-JUAN-CARLOS.pdf>



Universidad Mariana
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Ambiental

HOJA DE VIDA



JUAN CARLOS NARVÁEZ BURGOS	
Correo electrónico institucional:	jcnarvaez@umariana.edu.co
Especialidad:	Calidad de Aire
Cargo dentro de la institución:	Docente tiempo completo Director Unidad de Laboratorios de Ciencias Básicas e Ingeniería
Líneas de investigación:	Calidad de aire
Asignaturas a cargo:	Diagnóstico de la calidad del aire y Laboratorio Control de emisiones atmosféricas.
Grupos de investigación:	Grupo de Investigación Ambiental (GIA)
Actividades de Desarrollo del programa:	Supervisor Operativo Convenio 023 de 2015 (Cancillería)
Año de Ingreso al programa:	2014

Resumen CV

- **Resumen:** Ingeniero Sanitario y Ambiental, aspirante a Maestría en ingeniería Ambiental enfocada en el análisis de la calidad del aire. Publicación de un libro denominado “Visualización de estrategias agroecológicas de producción”, además de artículos relacionados con pedagogía e investigación. Participante de ponencias nacionales e internacionales en las que se resalta la participación continua en el “Congreso internacional de salud pública y calidad de aire” como expositor. Asesor y Jurado de tesis de grado desde el año 2008; resaltando la asesoría de un trabajo de grado Laureado relacionado con la temática de “Cuantificación de Olores”. Experiencia en trabajo de campo y recolección de datos con equipamiento tradicional y especializado para el análisis ambiental. Capacidad para análisis fisicoquímicos y microbiológicos en las matrices aire, agua y suelo. Participación en trabajos de consultoría a través de procesos de: modelamiento matemático, diagnóstico y valoración de infraestructura, diseño de sistemas de control y operación.
- **Educación:**
 - ❖ Pregrado: Ingeniero Sanitario y Ambiental – Universidad Mariana
 - ❖ Maestría: Maestría en Ingeniería Ambiental – Universidad Mariana (en curso)
- **Reconocimientos:** Cruz San Francisco de Asís por 10 años de servicio a la institución

Anexo 3. Modelo de vehículos encuestados.

Tabla 28. Modelo de vehículos encuestados.

	<1990	1991 - 2000	2001 - 2005	2006 - 2010	2011 - 2015	>2015
Camión	100,00%	-	-	-	-	-
Campero	8,33%	8,33%	16,67%	41,67%	25,00%	-
Motocicleta	0,76%	1,14%	3,41%	10,23%	32,95%	51,52%
Automóvil	-	2,70%	17,57%	18,92%	37,84%	22,97%
Tractocamión	-	100,00%	-	-	-	-
Camioneta	-	-	-	29,17%	33,33%	37,50%
Microbús	-	-	-	100,00%	-	-
Volqueta	-	-	-	100,00%	-	-
Buseta	-	-	-	-	100,00%	-
Bus	-	-	-	-	50,00%	50,00%

Anexo 4. Cilindraje de vehículos encuestados

Tabla 29. Cilindraje de vehículos encuestados

Cilindraje	<800	801 - 1300	1301-1600	1601 - 2000	2001-3000	3001 - 6000	>6000
Motocicleta	100,00%	-	-	-	-	-	-
Buseta	-	-	100,00%	-	-	-	-
Bus	-	-	50,00%	-	50,00%	-	-
Automóvil	-	28,38%	62,16%	8,11%	1,35%	-	-
Campero	-	8,33%	16,67%	16,67%	58,33%	-	-
Microbús	-	-	100,00%	-	-	-	-
Camioneta	-	-	-	70,83%	20,83%	8,33%	-
Camión	-	-	-	-	-	100,00%	-
Tractocamión	-	-	-	-	-	-	100,00%
Volqueta	-	-	-	-	-	-	100,00%